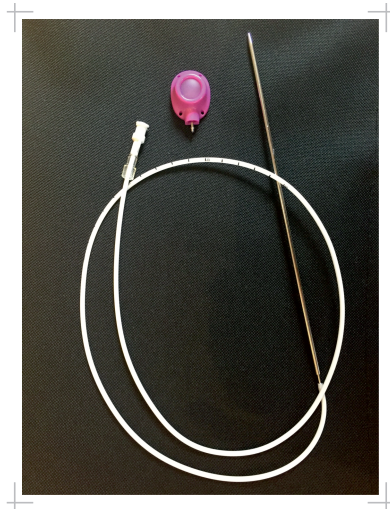


LAURA BILGEN

Komplikationsrate nach minimalinvasiver Portimplantation



INAUGURALDISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.

Die rechtliche Verantwortung für den gesamten Inhalt dieses Buches liegt ausschließlich bei dem Autoren dieses Werkes.

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung der Autoren oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2021

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Authors or the Publisher.

1st Edition 2021

© 2021 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen
Printed in Germany



édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

STAUFENBERGRING 15, 35396 GIESSEN, GERMANY
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890
email: redaktion@doktorverlag.de

www.doktorverlag.de

Komplikationsrate nach minimalinvasiver Portimplantation

Inauguraldissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
des Fachbereichs Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

Bilgen, Laura
aus Siegen

Gießen 2020

Aus der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie

Klinikdirektorin: Prof. Dr. med. Gabriele A. Krombach

Gutachter: Prof. Dr. med. Gabriele A. Krombach

Gutachter: PD Dr. Rüdiger Hörbelt

Tag der Disputation: 12.04.2021

In Liebe und Dankbarkeit meiner Familie gewidmet.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
1.1	Nutzen und Entwicklung	1
1.2	Implantationsmethoden	2
1.3	Aufbau Portkathetersystem.....	4
1.4	Bildgebende Verfahren	5
1.5	Mögliche Komplikationen.....	7
2.	Zielsetzung	9
3.	Material und Methoden	10
3.1	Studiendesign.....	10
3.2	Demographische Daten	10
3.3	Portimplantation	10
3.3.1	Indikation und Kontraindikation	10
3.3.2	Technik der Implantation	12
3.4	Datenerfassung.....	17
3.4.2	Portsysteme.....	18
3.4.3	Komplikationen.....	21
3.4.4	Explantation	26
3.5	Statistische Auswertung	26
4	Ergebnisse.....	28
4.1	Patientendaten	28
4.2	Erfolgsrate.....	30
4.3	Indikation für die Portimplantation.....	31
4.4	Implantationsdaten	32
4.5	Komplikationen.....	33
4.5.1	Periprozedurale Komplikationen	34
4.5.2	Frühkomplikationen	38
4.5.3	Spätkomplikationen	39
4.6	Infektionen	41
4.7	Explantation und Portliegedauer	43
4.8	Mehrfachimplantationen	45
5.	Diskussion.....	48
5.1	Studiendesign.....	48

5.2	Eigene Ergebnisse	50
5.2.1	Erfolgsrate.....	50
5.2.2	Einteilung der Komplikationen	51
5.2.3	Pneumothorax	52
5.2.4	Portinfektionen	55
5.2.5	Thrombotische Komplikationen	63
5.2.6	Sonstige Komplikationen	67
5.2.7	Gesamtkomplikationen	69
5.2.7	Explantation	71
5.3	Präventionsmaßnahmen	72
6.	Zusammenfassung	74
7.	Summary.....	76
8.	Eigene Publikation.....	77
9.	Abbildungsverzeichnis	78
10.	Tabellenverzeichnis.....	80
11.	Literaturverzeichnis	81
12.	Ehrenwörtliche Erklärung	88
13.	Danksagung	89
14.	Tabellarischer Lebenslauf	90

1. Einleitung

Diese Arbeit untersucht das Aufkommen von Komplikationen nach einer minimalinvasiven Portimplantation.

1.1 Nutzen und Entwicklung

Menschen mit einer Krebsdiagnose oder einer anderen schweren Krankheit sind oftmals auf eine langfristige Medikamentenzufuhr angewiesen. Sie benötigen zumeist hochdosierte Chemotherapeutika für eine Tumortherapie, Analgetika sowie Bluttransfusionen und Blutentnahmen über einen langen Zeitraum. Außerdem können einige Patienten aufgrund ihrer Grunderkrankung keine feste Nahrung zu sich nehmen, so dass sie parenteral ernährt werden müssen (L. Header und J. Jähne 2013). Somit werden weltweit Millionen zentralvenöse Katheter verwendet, um eine unterstützende Therapie bei akuter oder chronischer Erkrankung zu ermöglichen. Dabei sind verschiedene venöse Zugangswege zu unterscheiden. Die Wahl des jeweiligen Zugangs richtet sich nach der Therapiedauer, dem Komplikationsrisiko, den Behandlungsanforderungen, der Nutzungshäufigkeit sowie den vorhandenen Venenverhältnissen. In diesem Zusammenhang wird die Dauer der Therapie in kurz, mittel und lang aufgeteilt (Ullman et al. 2015).

Demnach werden bei einer kurzen Behandlungsdauer von mehreren Tagen hauptsächlich nicht-getunnelte zentralvenöse Katheter, bei einer mittellangen Dauer (Wochen bis Monate) peripher eingeführte zentrale Venenkatheter (PICC) und bei einem langfristigen Gebrauch von mehreren Monaten bis Jahren getunnelte zentralvenöse Katheter sowie vollständig implantierbare Portsysteme empfohlen (Ullman et al. 2015; Pittiruti et al. 2009). Bei einer kurzen Behandlungsperiode sowie Einschränkungen in der osmotischen Konzentration und Zusammensetzung der Infusionslösungen können auch periphere Venenkatheter eingesetzt werden (Pittiruti et al. 2009). Getunnelte Venenkatheter verlaufen im Vergleich zu nicht-getunnelten Kathetern nach Hauteintritt einige Zentimeter im subkutanen Hautgewebe, bevor sie letztendlich in eine zentrale Vene gelangen (Lewis et al. 2003; Kommission für Krankenhaushygiene beim RKI 2002; Pittiruti et al. 2009). Die Ummantelung des Katheters im Bindegewebe mit einer Manschette stellt neben der Fixierung auch einen Infektionsschutz dar (Kommission für Krankenhaushygiene beim RKI 2002).

Zentrale Venenkatheter (ZVK) sind nicht-getunnelte Katheter, welche in eine zentrale Vene, wie beispielsweise in die Vena subclavia oder Vena jugularis interna, eingeführt werden. Sie sind 20-30 cm lang und bestehen aus Polyurethan. Da sie nur für den kurzzeitigen Gebrauch verwendet werden, werden sie normalerweise nur bei stationären Patienten eingesetzt. Peripher eingeführte zentrale Venenkatheter sind zentral endende Venenkatheter mit einer Länge von 50-60 cm, welche durch eine periphere Vene am Arm eingeführt werden. Die Katheterschläuche bestehen aus Silikon oder Polyurethan. Sie finden bei einer Behandlungsdauer von bis zu drei Monaten sowohl bei stationären als auch bei ambulanten Patienten Gebrauch (Pittiruti et al. 2009).

Gerade die aggressiven Chemotherapeutika können schwere Schäden an den Gefäßwänden peripherer Venen auslösen, sodass besonders in diesen Fällen ein zentralvenöser Zugang erforderlich wird (Teichgräber et al. 2011a; Zhou et al. 2014).

Außerdem entscheiden neben der Therapiedauer insbesondere auch die Osmolarität und der pH-Wert der Infusionslösung über den gewählten Zugangsweg (Pittiruti et al. 2009; Jonczyk et al. 2018).

Vollständig implantierbare Portsysteme wurden von Niederhuber et al. entwickelt und 1982 erstmals in einer Studie erprobt (L. Header und J. Jähne 2013). Dabei wurden 30 Krebspatienten eine 3,5 cm mal 1,5 cm große konische Kammer unter die Haut implantiert, welche mit einem in einer zentralen Vene endenden Silikonkatheter verbunden war. Nachdem die ersten Patienten mit einem kleineren Katheterdurchmesser (0,38 mm) versorgt wurden und ein Teil der Katheter okkludierten, wurden anschließend nur noch Katheter mit einem Durchmesser von 0,63 mm verwendet. Bei diesen Patienten erfolgte die Gabe von Infusionen ohne Schwierigkeiten, was zur Folge hatte, dass diese Menschen ein Portsystem gut tolerierten (Niederhuber et al. 1982).

Gerade im Vergleich zu einem getunnelten zentralvenösen Katheter weisen vollständig implantierbare Systeme eine geringere Komplikationsrate, insbesondere an Infektionen und Thrombosen, auf (Vardy et al. 2004). Die Rate an Katheter-assoziierten Infektionen beträgt bei getunnelten Kathetern 11-45%, während sie bei vollständig implantierten Portsystemen bei 0-22% liegt (Platzbecker et al. 2001).

1.2 Implantationsmethoden

Ein vollständig implantiertes Portkathetersystem kann entweder chirurgisch, wie erstmalig 1982 von Niederhuber et al. vorgenommen, oder mittels interventioneller Radiologie eingesetzt werden (Jonczyk et al. 2018). Letztere Methode wurde von Morris et

al. im Jahre 1992 zum ersten Mal angewandt (Jonczyk et al. 2018; Cil et al. 2006). In der Studie wurde in 99% der 103 durchgeführten interventionellen Implantationen ein Portsystem sicher platziert (Morris et al. 1992). Bei einem interventionellen Eingriff wird in Lokalanästhesie und unter radiologischer Sichtkontrolle ein perkutaner Zugang ohne Eröffnen einer Körperhöhle gelegt (Strahlenschutzkommission 2007).

Die chirurgische Portanlage beschreibt die klassische Venae sectio, bei welcher in der Regel die Vena cephalica freigelegt und unter Sichtkontrolle der Katheter eingeführt wird (Jonczyk et al. 2018; Teichgräber et al. 2011a). Demgegenüber wird bei der radiologischen Implantation die Vene unter Sonographie dargestellt und die Katheterspitze in der Regel mittels Durchleuchtung in der Vene positioniert (Jonczyk et al. 2018). Dabei werden mithilfe des Ultraschalls die Tiefe und das Kaliber der zu punktierenden Vene ermittelt. Außerdem können vor der Punktion die Durchgängigkeit der Vene sichergestellt und eventuelle Thromben gesichtet werden. Somit kann bei anatomischen Anomalien oder vorheriger Thrombosierung der ausgewählten Vene auf die kontralaterale Vene gewechselt werden. Dabei wird während der gesamten Portanlage der Schallkopf parallel und oberhalb der Clavikula über der Grube zwischen dem Clavikula- und Sternumkopf des Musculus sternokleidomastoideus positioniert (Karakitsos et al. 2006).

Zur Kontrolle der Katheterlage können verschiedene Verfahren eingesetzt werden. Neben der bereits erwähnten visuellen Kontrolle der Lage der Katheterspitze mittels Durchleuchtung kann auch eine Elektrokardiographie erfolgen. Hierbei ist ein Führungsdraht im Katheter auf ein Elektrokardiogramm (EKG) abgeleitet, welches bei Erreichen der Katheterspitze in das Herz eine erhöhte Herzfrequenz vorweist. Anschließend muss der Katheterschlauch soweit zurückgezogen werden, bis die Frequenz sich wieder normalisiert. Somit wird die korrekte Positionierung des Schlauches sichergestellt (L. Header und J. Jähne 2013; Teichgräber et al. 2011b).

Generell unterscheiden sich die genannten Implantationsmethoden in der erfolgreichen Platzierung des Portsystems (Jonczyk et al. 2018; Hüttner et al. 2015). Folglich soll die chirurgische Platzierung der radiologischen Anlage eines Portsystems hinsichtlich des Punktionserfolges unterlegen sein (Hüttner et al. 2015; Teichgräber et al. 2011a).

Während Hüttner et al. (2015) und Teichgräber et al. (2011a) der Meinung sind, dass gängige Komplikationen, wie Wundinfektionen oder Katheterdislokationen, bei beiden Methoden gleich häufig vorkommen, konnten Jonczyk et al. (2018) in ihrer Studie nachweisen, dass die interventionelle Portanlage mit niedrigeren Komplikationsraten assoziiert ist.

In dieser Arbeit geht es ausschließlich um die Komplikationsrate nach interventioneller Portimplantation, sodass ein Vergleich der beiden Implantationsmethoden folglich nicht

durchgeführt wird. Somit diene dieser Abschnitt der Übersicht aller möglichen Methoden, ein Portsystem sicher zu platzieren.

1.3 Aufbau Portkathetersystem

Vollständig implantierbare Portsysteme bestehen im Wesentlichen aus einem unter der Haut liegenden Kammerreservoir sowie einem Katheterschlauch, welcher über eine Konnektionsmuffe an der Kammer befestigt wird (Abbildungen 1 und 2). Das Kammermaterial kann zwischen Keramik, Kunststoff oder Titan variieren. Das Reservoir weist in der Regel ein Volumen von 0,5-1,0 ml auf und wird über eine Silikonmembran zum Gewebe hin abgedichtet. Durch diese Membran kann das Portsystem mithilfe einer speziellen Nadel punktiert werden. Über mehrere Nahtösen am Kammerboden kann die Portkammer sicher an dem umliegenden Bindegewebe befestigt werden (L. Header und J. Jähne 2013).

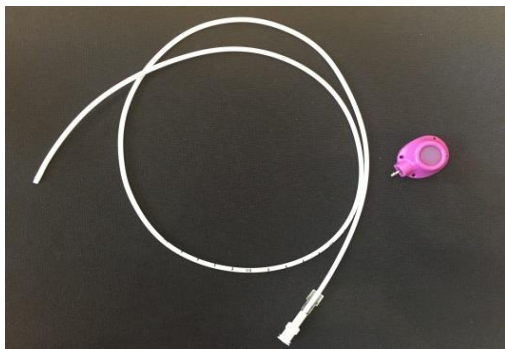


Abbildung 1: Katheterschlauch und Portkammer



Abbildung 2: Konnektion zwischen Katheter und Kammer

Der Katheter besteht zumeist aus Silikon oder Polyurethan, welche das früher hauptsächlich benutzte Material Polyvinylchlorid (PVC) ersetzt haben. Bei diesem besteht der Verdacht, dass toxische Weichmacher in das Katheterlumen freigesetzt sowie Medikamentenstoffe adsorbiert werden können. Aus diesen Gründen wird es heutzutage nicht mehr als Kathetermaterial benutzt. Die Katheter weisen ein rundes Ende zum leichten Vorschub in die Vene und einen Außendurchmesser von 2,0 bis 3,33 mm auf. Außerdem besitzen neuere Katheter einen Ventilmechanismus an der Spitze, um zu verhindern, dass Blutbestandteile in den Schlauch zurückfließen und somit das System okkludieren können (L. Header und J. Jähne 2013).

Die Wahl des richtigen Portsystems für einen Patienten richtet sich nach individuellen, auf den Körperbau bezogenen Kriterien. So erhalten dünne bzw. an Kachexie leidende Patienten ein Niedrigprofilportsystem mit einer flachen Reservoirkammer. Somit kann vermieden werden, dass durch zu große Portsysteme die dünne Haut über der Portkammer nekrotisch wird. Im Gegensatz dazu sollen bei adipösen Patienten Hochprofilportsysteme verwendet werden, um sicherzugehen, dass bei einer Punktion die Portkammer sicher lokalisiert werden kann (Teichgräber et al. 2011a).

Außerdem können Doppelkammerportsysteme implantiert werden. Diese haben durch die separaten Kammern den Vorteil, dass bei nötigen regelmäßigen Medikamentengaben über das Portsystem dennoch gleichzeitig Blutentnahmen erfolgen können. Dabei sind weniger Einschränkungen bei den Patienten durch dieses System zu verzeichnen, da durch die Möglichkeit der parallelen Nutzung ein längerer zentralvenöser Zugang vermieden werden kann (Platzbecker et al. 2001).

Hochdruckportsysteme bieten die Möglichkeit zur Applikation intravenöser Kontrastmittel während einer Computertomographie (CT) oder Magnetresonanztomographie (MRT) über eine spezielle Hochdruckportnadel. Wichtig zu beachten ist, dass Flussraten der Infusionslösung von 5ml/Sekunde nicht überschritten werden dürfen (Teichgräber 2011). Gerade bei Tumorpatienten nimmt die Anzahl an durchgeführten Computertomographien immer mehr in Folge des Stagings oder der Verlaufskontrollen zu, was die große Relevanz dieser Fähigkeit bei Portsystemen deutlich macht (L. Header und J. Jähne 2013).

Punktiert wird die unter der Haut liegende Silikonmembran mit einer Nadel, welche einen speziellen Huber-Schliff vorweist. Die Spitze dieser Nadel ist steil schräg geschliffen, sodass Stanzeffekte in der Silikonmembran vermieden werden (L. Header und J. Jähne 2013).

1.4 Bildgebende Verfahren

Durchleuchtungstechnik

Die klassische radiologische Durchleuchtung, auch Fluoroskopie genannt, besteht im Wesentlichen aus einer Monitoreinheit sowie einem C-Bogen-Stativ und ermöglicht eine minimalinvasive Portimplantation. Das C-Bogen-Stativ gliedert sich in ein Durchleuchtungs- bzw. Schaltgerät, einen Verlängerungsarm und einen C-Bogen. Letzterer

verbindet die Röntgenquelle mit dem Röntgendetektor und ermöglicht außerdem Bewegungen des Gerätes in alle Achsen (Schütz et al. 2016).

2,5% aller fluoroskopischen Interventionen, welche in fast allen Bereichen des Körpers durchgeführt werden, erfolgen bei einer venösen Portanlage (Strahlenschutzkommission 2007).

Vorteile der digitalen Fluoroskopie sind die unbegrenzt möglichen Aufnahmen während der Intervention, die sofortige Betrachtung des Bildes sowie eine signifikante Dosisreduktion mithilfe digitaler Techniken. Außerdem können die Bilder im Anschluss bearbeitet werden, um Fehlbelichtungen zu vermeiden. (Schütz et al. 2016; Strahlenschutzkommission 2004).

Es gilt, alle Möglichkeiten zur Strahlenreduktion zu nutzen, indem unter anderem die Aufnahmen auf das Nötigste begrenzt werden (Strahlenschutzkommission 2004). Somit ist eine intensive Schulung des Personals bezüglich des Strahlenschutzes unentbehrlich, um die Exposition unterhalb der in der Röntgenverordnung festgelegten Grenzwerte einzuhalten (Schütz et al. 2016).

Konventionelles Röntgen

Am Ende jeder Portimplantation erfolgt obligatorisch ein Röntgen-Thorax zum Ausschluss eines Pneumothorax.

Dabei weist eine konventionelle Röntgenuntersuchung am Thorax in zwei Ebenen eine effektive Dosis von 0,1 mSv auf, was einer natürlichen Strahlenexposition von 15 Tagen entspricht (Strahlenschutzkommission 2008).

Sonographie

Die interventionelle Venenpunktion wird in der Regel sonographisch kontrolliert, wodurch die in der Regel vorher durchgeführte Blindpunktion abgelöst wird. Abbildung 3 stellt ein gängiges Sonographiegerät dar.

Die ultraschallgesteuerte Punktion der Venen soll zu einer deutlichen Verbesserung der Erfolgsrate im Vergleich zur Blindpunktion führen. Die Zugriffszeit ist verkürzt und das Komplikationsrisiko erniedrigt. Daher wird empfohlen, diese Technik gerade bei komplizierten Fällen zu bevorzugen (Denys et al. 1993; Karakitsos et al. 2006).



Abbildung 3: Ultraschallgerät

Die sonographische Diagnostik hängt zum großen Teil von der Erfahrung des Behandlers hinsichtlich des Gerätes ab, was eine ausführliche Schulung des Personals voraussetzt. Jedes Ultraschallgerät weist durch undurchlässige Strukturen wie Knochen und Luft physikalische Grenzen auf. Dennoch ist es ein nicht invasives und schnelles Gerät und unterstützt daher insbesondere die minimalinvasive Portimplantation (Strahlenschutzkommission 2008).

1.5 Mögliche Komplikationen

Eine minimalinvasiv durchgeführte Portimplantation ist ein sehr sicheres Verfahren, welches in vielen Kliniken routinemäßig durchgeführt wird und gegenüber den vorher üblicherweise benutzten zentralvenösen Kathetern viele Vorteile in Form von Lebensqualität und Sicherheit des Patienten bietet. Die Hauptindikation für ein Portkathetersystem ist die Gabe von hyperosmolaren, gewebeschädigenden Infusionslösungen, wie Chemotherapeutika und Antibiotika sowie eine parenterale Ernährung (Jonczyk et al. 2018). Gerade auch in Folge der rasanten Entwicklung in der adjuvanten und neoadjuvanten Chemotherapie nimmt die Anzahl an Portimplantationen immer weiter zu (Hüttner et al. 2015). Dennoch werden immer wieder Komplikationen nach einer Portanlage dokumentiert, welche die dringende Behandlung eines Patienten unterbrechen oder ganz unmöglich machen. Somit soll der Fokus im Folgenden auf die möglichen Komplikationen gelegt werden, welche nach einer interventionellen Portanlage vorkommen können. Dabei wird in der internationalen Literatur hauptsächlich eine Klassifizierung nach dem Zeitpunkt des Auftretens vorgenommen. Auch wenn für die genaue

zeitliche Einteilung kein gänzlich gleiches Muster in der Literatur zu finden ist, so werden die Komplikationen doch zum größten Teil in periprozedurale (<24 Stunden postinterventionell), frühe (24 Stunden bis 4 Wochen postinterventionell) sowie späte (>4 Wochen postinterventionell) Komplikationen eingeteilt (L. Header und J. Jähne 2013; Teichgräber et al. 2011a; Chang et al. 2013; Silberzweig et al. 2003).

Im Folgenden wird sich auf die Einteilung von Silberzweig et al. (2003), welche in dem amerikanischen Journal für Interventionelle und Diagnostische Radiologie veröffentlicht wurde, bezogen. Laut ihnen treten frühe Komplikationen innerhalb der ersten 30 Tage nach der Portanlage auf, während sich späte Komplikationen erst nach 30 Tagen postinterventionell bemerkbar machen. Außerdem stehen die meisten frühen Komplikationen in einem direkten Zusammenhang zu dem Eingriff. Daher werden sie nochmals in periprozedurale Komplikationen, welche innerhalb der ersten 24 Stunden nach der Anlage auftreten, und frühe Komplikationen (24 Stunden bis vier Wochen postinterventionell) unterteilt (Silberzweig et al. 2003).

Typische interventionsbedingte Komplikationen sind demnach persistierende Blutungen aus der punktierten Vene oder der Katheteraustrittsstelle, Hämatome oder auch Gewebeschwellungen in der punktierten Region. Außerdem kann es zu einer kardialen Arrhythmie oder Perforation, Gefäßverletzungen während der Punktion und allergischen Reaktionen auf das Anästhetikum oder Kontrastmittel kommen. Ferner können ein Pneumo- bzw. Hämatothorax, eine Venenthrombose und Lungenembolie sowie eine Katheterokklusion innerhalb der ersten 24 Stunden nach der Intervention auftreten.

Zu den frühen Komplikationen zählen verschiedene Katheterprobleme, wie Dislokationen, Okklusionen sowie Diskonnektionen. Außerdem können Wunddehiszenzen, Paravasate sowie Katheter-assoziierte Infektionen und Venenthrombosen innerhalb der ersten 30 Tage nach einer Portanlage vorkommen.

Komplikationen, welche erst nach vier Wochen auftreten, stehen in keinem direkten Zusammenhang zu der Implantation an sich. Ein möglicher Grund für das Vorkommen liegt in einer falschen Handhabung während der Portnutzung. Hierzu gehören Katheter-assoziierte Infektionen, Venenthrombosen und Paravasate. Außerdem werden ebenfalls Katheterdislokationen, -diskonnektionen, -okklusionen sowie Katheterfrakturen in diesem Zeitraum beobachtet.

2. Zielsetzung

Gerade für Patienten, welche eine zytostatische Therapie benötigen, ist ein Portkathetersystem das Mittel der Wahl. Durch die Chemotherapeutika kommt es zu einem schlechten peripheren Venenstatus, sodass die Patienten bei peripheren Venenkathetern häufig Schmerzen erleiden. Außerdem kann es durch intravenöse Lösungen, welche über periphere Venen verabreicht werden, zu Paravasaten kommen, die das Gewebe zusätzlich reizen und gefährden. In diesen Fällen vereinfachen Portsysteme die Therapie, indem diese für den Patienten durch eine Verminderung der Schmerzen erträglicher wird. Auch eine parenterale Ernährung, häufige Blutentnahmen sowie eine langfristige Medikamentengabe stellen eine wichtige Indikation für eine Portimplantation dar.

Das Hauptrisiko während einer Portimplantation ist die Entwicklung eines Pneumothorax durch eine Fehlpunktion. Aus diesem Grund wird in vielen Kliniken zwei Stunden nach Portanlage eine Röntgenaufnahme des Thorax zur Kontrolle durchgeführt.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, zu prüfen, ob die postinterventionelle Röntgenuntersuchung des Thorax zum Ausschluss eines Pneumothorax unbedingt nötig ist oder ob die zusätzliche Strahlenbelastung für den Patienten vermieden werden kann.

3. Material und Methoden

3.1 Studiendesign

Es handelt sich bei der vorliegenden Arbeit um eine Analyse von Portimplantationen, welche in einer Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie in einem Beobachtungszeitraum von sechs Jahren durchgeführt wurden.

3.2 Demographische Daten

In dieser Arbeit werden zur Erfassung der Komplikationsrate die Daten von insgesamt 900 Portimplantationen herangezogen. Alle indizierten Eingriffe dienten therapeutischen Zielen wie zumeist der Gabe von Chemotherapeutika oder Lösungen zur parenteralen Ernährung. Vor Beginn dieser Studie lag ein positives Votum der Ethik-Kommission der Justus-Liebig-Universität Gießen vor (Aktenzeichen: 59/17).

Einschlusskriterien für diese Beobachtungseinheit sind a) die Verwendung eines Portkathetersystems, b) die Punktion der Vena subclavia, der Vena jugularis interna oder der Vena cephalica mittels Seldinger-Technik und c) die sonographische Kontrolle während der Punktion. Ein Ausschlusskriterium stellt die Minderjährigkeit der Patienten dar.

3.3 Portimplantation

3.3.1 Indikation und Kontraindikation

Bevor ein Portkatheter bei einem Patienten implantiert wird, müssen sowohl die Vorteile als auch die Risikofaktoren von dem behandelnden Arzt abgewogen werden (Lewis et al. 2003).

Laut der Richtlinien für einen zentralvenösen Zugang, welche 2003 in der Fachzeitschrift über Vaskuläre und Interventionelle Radiologie veröffentlicht wurden (Lewis et al. 2003), ist das Legen eines Portkathetersystems in folgenden Fällen indiziert:

Therapeutische Indikationen:

- Chemotherapie
- Parenterale Ernährung
- Gabe von Blutprodukten
- Gabe von intravenösen Medikamenten und Lösungen
- Plasmapherese und Hämodialyse
- Verabreichung von Kontrastmittel

In besonderen Fällen kann das Portsystem auch für Blutprobenentnahmen sowie zur Injektion von zwei Lösungen mittels Dual-Port benutzt werden (pfmmedical 2012, S. 18–19).

Dennoch gibt es bestimmte Kontraindikationen, welche das Legen eines Portsystems erschweren bzw. unmöglich machen (Lewis et al. 2003):

Relative Kontraindikationen:

- Koagulopathie
- Sepsis
- Venöse Stenose
- Akute Thrombose
- Lokale Hautinfektion auf der Implantationsseite

In Fällen, in denen das Risiko/Nutzen-Verhältnis gering ist und alternative Therapiemöglichkeiten keine Vorteile mit sich bringen, kann eine Portimplantation trotz relativer Kontraindikation indiziert sein (Lewis et al. 2003).

Laut eines Herstellers für Portkathetersysteme gelten unter anderem folgende absolute Kontraindikationen (pfmmedical 2012, S. 18–19):

Absolute Kontraindikationen:

- Verhinderung der optimalen Funktion des Systems aufgrund eines schlechten körperlichen Zustands
- Bakteriämie
- Allergie auf die verwendeten Biomaterialien
- Schwere chronische obstruktive Lungenerkrankung

- Vorangegangene oder bevorstehende Strahlentherapie im Bereich der Implantationsstelle
- Schwere Gerinnungsstörungen

3.3.2 Technik der Implantation

Mindestens 24 Stunden vor der geplanten Portimplantation, wird der Patient ausführlich über den Eingriff aufgeklärt. Dabei werden ihm mithilfe eines Aufklärungsbogens die Vorgehensweise der Implantation, eventuell vorkommende Komplikationen sowie die Verhaltensweisen nach dem Eingriff nähergebracht. Außerdem finden eine genaue Anamnese und eine Blutuntersuchung statt, um die Entzündungsparameter und Gerinnungswerte des Patienten zu kontrollieren.

Der Port wird in der Regel auf der linken Seite des Patienten in die Vena subclavia implantiert, da die Vene hier einen längeren und harmonischeren Verlauf als auf der rechten Seite hat. Weist jedoch die rechte Seite einen Tumor, beispielsweise ein Bronchial-Karzinom, auf, so wird diese schwächere Seite vorgezogen. Falls es durch die Punktion zu Komplikationen in Form eines Pneumothorax kommt, hat der Patient noch eine gut belüftete linke Lunge.

Am Tag des Eingriffs wird zunächst mittels Duplexsonographie die Durchgängigkeit der jeweiligen Vene überprüft.

In der Regel kann der circa 20-25 minütige ambulante Eingriff in Lokalanästhesie erfolgen. Es besteht die Option einer zusätzlichen Analgosedierung bei sehr ängstlichen Patienten. Eine Allgemeinanästhesie ist nur in bestimmten Ausnahmefällen notwendig (L. Header und J. Jähne 2013; Teichgräber et al. 2011a).

Die Abbildungen 4 und 5 stellen die notwendigen Materialien für den minimalinvasiven Eingriff dar.



Abbildung 4: Instrumente

Von oben nach unten, von links nach rechts: Einmalskalpell, Einzelspritzen, Kornzange, Gefäßklemme, chirurgische Pinzette, Fadenschere, Nadelhalter nach Mathieu, Wundhaken, gebogene Kornzange groß, sterile Tücher, Tuchklemme, Punktionskanüle mit Einzelspritzen, Desinfektionsmittel, sterile Schallkopfüberzüge, sterile Abdecktücher

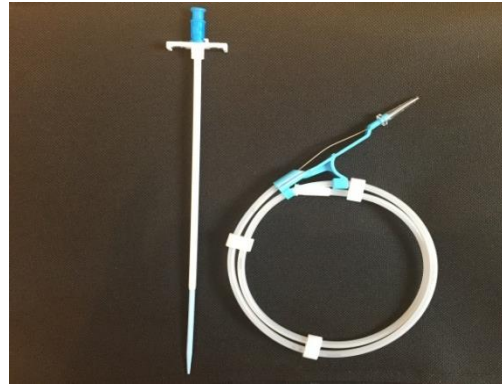


Abbildung 5: Links: Dilatator mit Abschläuschläuse, Rechts: Führungsdraht von Schutzhülle umgeben

Nun folgt die Vorbereitung des Patienten. Dieser befindet sich in Rückenlage. Um ein steriles Arbeitsfeld zu schaffen, werden die Brusthaare entfernt und die Schulter sowie der Thoraxbereich auf der betreffenden Seite großflächig mit zwei Hautantiseptika desinfiziert (**kodan®** Tinktur forte farblos, Schülke & Mayr GmbH, Norderstedt, Deutschland und Braunoderm® nachgefärbt, B. Braun Melsungen AG, Melsungen, Deutschland). Danach wird der Patient mit sterilen Tüchern abgedeckt. Anschließend wird das Portsystem vorbereitet. Die Schläuche und die Portkammer werden mit physiologischer Kochsalzlösung gespült und geblockt, um Luft- und Blasenbildung innerhalb des Systems zu vermeiden.

Die Lokalanästhesie erfolgt mit insgesamt 40 ml Prilocain (Xylonest 1%, Aspen GmbH, München, Deutschland). Zuerst wird nur die Punktionsstelle anästhesiert. Um die Vena subclavia zu punktieren, wird sich direkt infraclaviculär nach medial gerichtet unter stetiger sonografischer Kontrolle orientiert.

Mit einer speziellen Punktionskanüle wird nun nach Seldinger-Technik punktiert. Sobald venöses Blut aspiriert werden kann, ist die Punktion erfolgreich. Dann wird die mit Blut gefüllte Einzelspritze entfernt, während die Kanüle in der Vene verbleibt. Durch die Punktionskanüle wird der steife Seldinger-Führungsdraht mit weicher Spitze in die Vene vorgeschoben (siehe Abbildung 6). Dieses Vorgehen erfolgt unter Durchleuch-

tung, um parallel die Lage des Drahtes in der Vena cava superior radiologisch zu überprüfen.

Anschließend wird die Abschälschleuse mit dem Dilatator über den Draht eingebracht, um das Gewebe vorsichtig zu dehnen (siehe Abbildung 7).



Abbildung 6: Einbringen des Führungsdrahtes

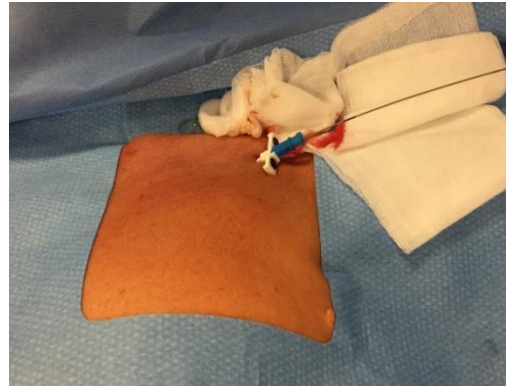


Abbildung 7: Einführen des Dilatators und der Schleuse über den Draht

Jetzt erfolgt ein 2-3 cm langer Hautschnitt 4 cm kaudal der Punktionsstelle. Dieser wird subkutan auf der Faszie des Musculus pectoralis major stumpf präpariert, um die Hauttasche für das Portreservoir vorzubereiten (siehe Abbildung 8).

Nach Blutstillung mittels Kauter oder Tupfer werden zwei nicht-resorbierbare Mersilene-Nähte auf der Pectoralisfaszie vernäht (siehe Abbildung 9).



Abbildung 8: Hautschnitt und Präparation der Porttasche



Abbildung 9: Mersilene-Nähte auf der Faszie

Der Katheter wird durch die Porttasche subkutan bis zur Punktionsstelle geführt (siehe Abbildung 10).



Abbildung 10: Tunnelung des Katheters

Nachdem der Führungsdraht sowie der Dilatator entfernt wurden, wird der Katheter in die Schleuse geführt und bis in den rechten Vorhof vorgeschoben, bevor er unter röntgenologischer Kontrolle auf die richtige Länge gekürzt wird (siehe Abbildung 11).

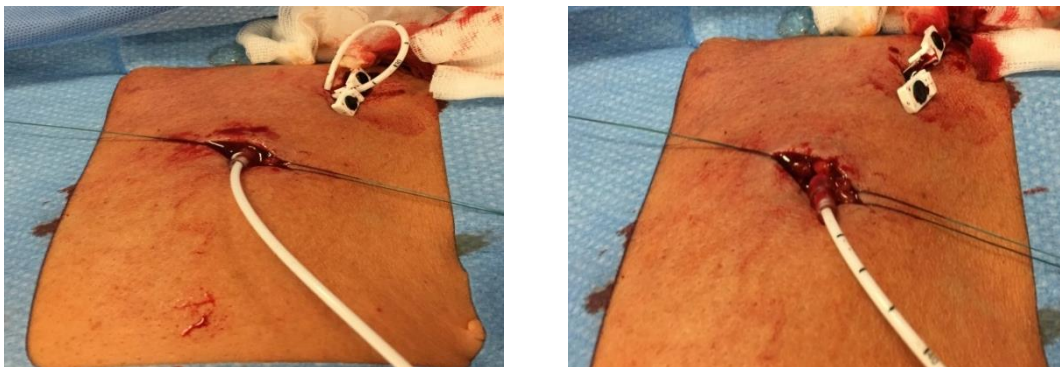


Abbildung 11: Vorschub des Katheters durch die Abschälschleuse in den rechten Vorhof

Der Katheter soll laut Jonczyk et al. (2018) ungefähr 2-3 cm unterhalb der Kreuzung der Vena cava superior und des rechten Hauptbronchus liegen (siehe Abbildung 12). Anschließend wird die Schleuse entfernt (siehe Abbildung 13).

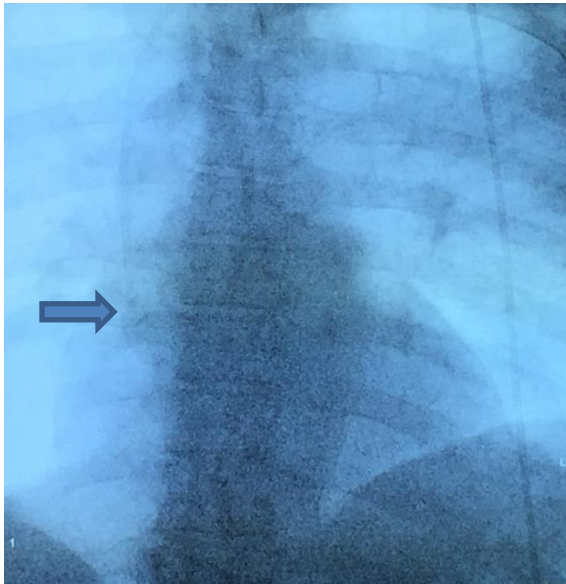


Abbildung 12: Interventionelles Durchleuchtungsbild Thorax (Pfeil markiert das Ende des Katheters)



Abbildung 13: Entfernte Abschleuse, welche beim Entfernen automatisch halbiert wird

Nun erfolgt die Verbindung zwischen Katheter und Port mittels Konnektionsmuffe (siehe Abbildung 14). Der Port wird mit den Mersilene-Nähten vernäht und in der Tasche platziert (siehe Abbildung 15).



Abbildung 14: Konnektion der Portkammer mit dem Katheter



Abbildung 15: Platzierung der Portkammer in der Hauttasche

Zuletzt wird die Wunde mit einer Donati-Naht verschlossen (siehe Abbildung 16). Durch erstmaliges Anstechen der Portkammer wird geprüft, ob Blut aspiriert werden kann. Anschließend wird das Portsystem mit Kochsalz-Lösung gespült (siehe Abbildung 17).



Abbildung 16: Versorgung der Wunde mit einer Donati-Naht

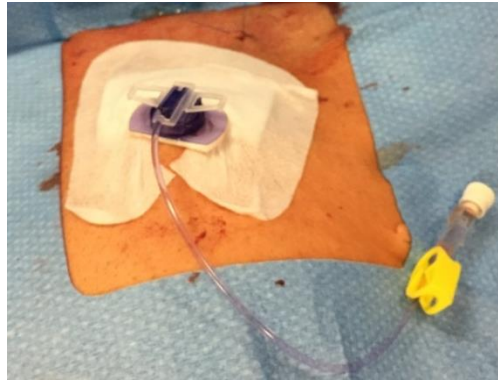


Abbildung 17: Punktion der Portkammer

Zwei Stunden postinterventionell erfolgt eine radiologische Untersuchung des Thorax, um die Lage des Katheters nochmals zu überprüfen sowie einen Pneumothorax auszuschließen.

3.4 Datenerfassung

Auch wenn beide Geschlechter in dieser Studie berücksichtigt werden, wird von nun an immer allgemeingültig der Begriff „Patient“ benutzt.

Die durchgeführten Implantationen in dem oben genannten Zeitraum wurden mithilfe einer Volltextrecherche des Radiologieinformationssystems RIS (NEXUS AG, MEDOS, Donaueschingen, Deutschland) ermittelt. Mithilfe des Suchbegriffs „Portimplantation“ und eines angegebenen Zeitraumes wurden alle Patienten, bei welchen eine Portimplantation in einem Arztbrief dokumentiert wurde, ermittelt. Nun wurden die Patienten selektiert, die ein Portkathetersystem in der Abteilung für Allgemeinchirurgie erhalten haben und bei denen nur die postoperative Röntgenübersichtsaufnahme in der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie durchgeführt wurde. Fortan wurden nur die Patienten erfasst, welche in der Verlaufsdokumentation einen Arztbrief von der interventionell radiologisch durchgeführten Portimplantation sowie des unmittelbar danach durchgeführten Röntgen-Thorax vorwiesen.

Externe Befunde, Röntgenbilder, Laborbefunde sowie Aufklärungsbögen wurden mithilfe eines hausinternen Verwaltungsprogramms (KAOS, Gießen, Deutschland) ermittelt.

Anhand der Interventionsprotokolle sämtlicher Patienten wurden Datum der Intervention, Alter zum OP-Zeitpunkt, Geschlecht und Grunderkrankung des Patienten sowie spezifische Daten über die Portimplantation dokumentiert. Dazu zählen der Hersteller des verwendeten Portsystems, die punktierte Vene, die Lage des Ports beim Patienten (rechts oder links), Anästhesieverfahren (Lokalanästhesie/Sedierung oder Intubationsnarkose) sowie akut auftretende Komplikationen. Außerdem wurde notiert, ob es zu einem Abbruch der Intervention kam und eine prophylaktische Antibiotikagabe erfolgte. Anhand des Krankheitsverlaufs eines Patienten wurden Informationen über spätere Komplikationen sowie ob und warum ein Portsystem frühzeitig entfernt werden musste, ermittelt.

Alle Daten wurden sorgfältig mit Hilfe des Tabellenkalkulationsprogramms EXCEL (Microsoft Corporation, Redmond, USA) aufgelistet und verwaltet.

3.4.2 Portsysteme

Im Untersuchungszeitraum wurden Portsysteme verschiedener Hersteller verwendet. Diese konnten anhand des Interventionsberichts und der jeweiligen postinterventionellen Röntgenuntersuchungen des Thorax unterschieden werden. Jedes Portsystem eines Herstellers variiert in Form und Gestalt und wird dementsprechend anders abgebildet. Abbildungen 18-21 zeigen Beispiele von Portsystemen, welche in dieser Arbeit Verwendung fanden.

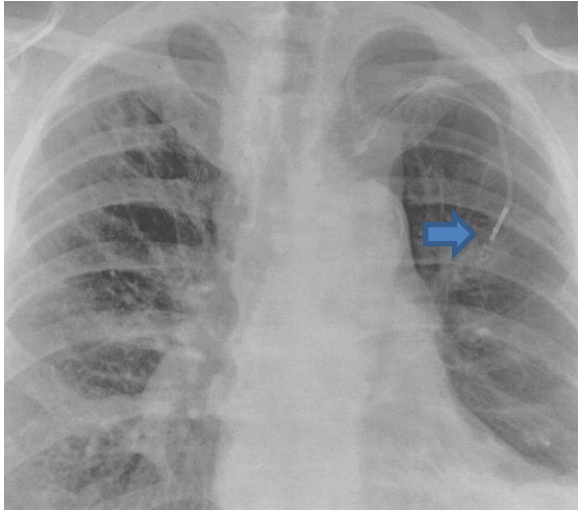


Abbildung 18: Portsystem JPP II Contrast (pfm medical ag, Köln, Deutschland); CT weist auf die Eigenschaft, Kontrastmittelinjektionen mittels Hochdruckinjektor standzuhalten, hin.

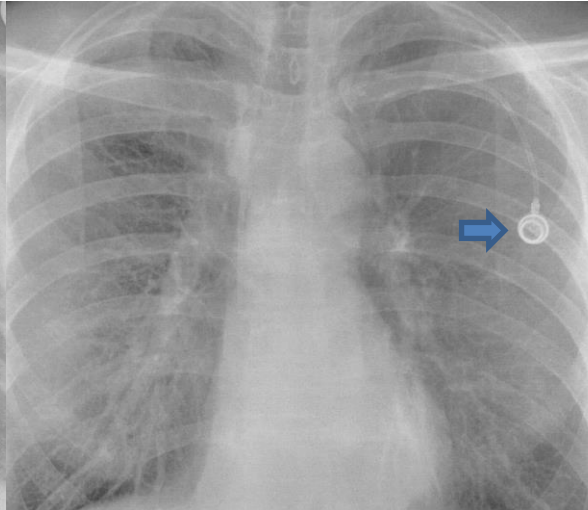


Abbildung 19: Portsystem Port-A-Cath II (Smiths Medical, Minneapolis, USA)

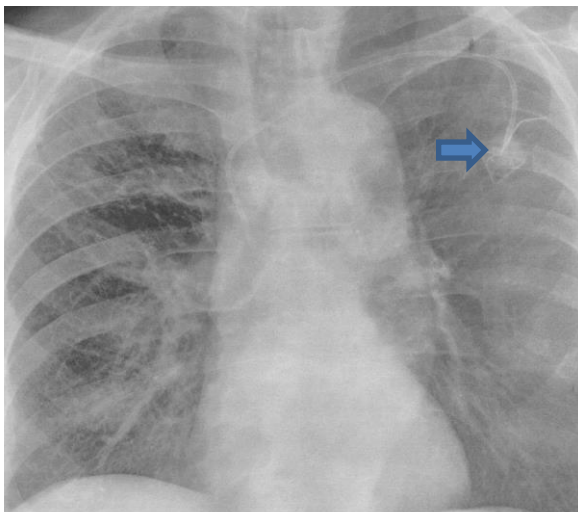


Abbildung 20: Portsystem PowerPort® (Bard Access Systems, Salt Lake City, USA)

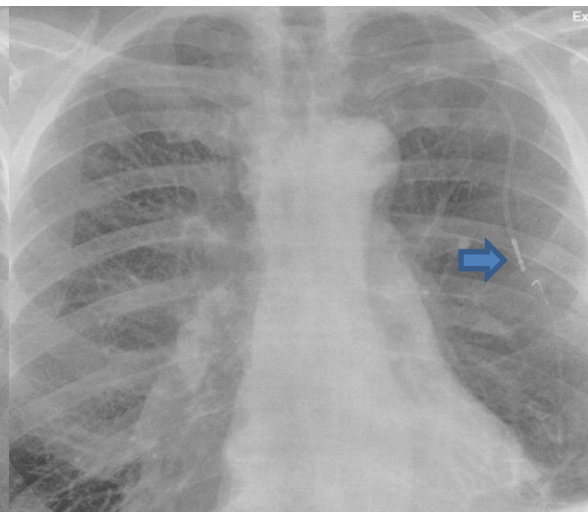


Abbildung 21: Portsystem JPP (pfm medical ag, Köln, Deutschland)

Generell weisen alle Portsysteme den gleichen Aufbau auf, dennoch unterscheiden sie sich teilweise im Material und den technischen Daten (siehe Tabelle 1).

Portsystem	Kathetermaterial	Katheterlänge	Maße L*B*H	Gewicht	Kammermaterial	Septumdurchmesser	Hochdruck
JPP II Contrast	PUR	750 mm	32,1* 23,6* 13,2 mm	6,6 g	POM	12,1 mm	Ja
Port-A-Cath II	PUR	760 mm	28,0 (DMB)* 14,6 mm	16 g	Titan u. Kunststoff	11,4 mm	Ja
PowerPort®	PUR	750 mm	29,9 (DMB)* 12,8 mm	20,2 g	Titan	12,7 mm	Nein
JPP	PUR/ Silikon	750 mm	28,0 (DMB)* 12,3 mm	5,7 g	POM	10,0 mm	Nein

Tabelle 1: Vergleich der Portkathetersysteme

(Vgl. Smiths Medcials Deltec 2017; pfmmmedical 2015; BARD 2010)

Legende:

PUR: Polyurethan

POM: Polyoxymethylen

DMB: Durchmesser Basisplatte

Als ein Beispiel für ein Portkathetersystem, welches in dieser Arbeit besonders häufig verwendet wird, dient das System JPP II Contrast (pfm medical ag, Köln, Deutschland), welches in Abbildung 22 dargestellt wird. Die Kennzeichnung „Contrast“ weist auf die Eigenschaft hin, der Hochdruckinjektion von Kontrastmitteln während einer Tumorverlaufskontrolle standzuhalten. Dies stellt die neueste Entwicklung im Bereich der Portsysteme dar (pfmmmedical 2015).



Abbildung 22: Portsystem JPP II Contrast

3.4.3 Komplikationen

Obwohl die Portsysteme, verglichen mit anderen zentralvenösen Kathetern, eine hohe Erfolgsrate und Akzeptanz einnehmen, kann es dennoch zu Komplikationen kommen. Nachdem alle oben aufgelisteten Daten bezüglich der Intervention erfasst worden waren, wurde mittels MEDOS in dem Verlauf eines jeden Patienten nach Anhaltspunkten für Komplikationen aufgrund des Portsystems gesucht.

Diese treten entweder schon während bzw. unmittelbar nach einer Implantation oder aber erst Wochen bis Monate später auf. Daher fand bei der Dokumentation folgende Einteilung Anwendung (Teichgräber et al. 2011a; Rupp et al. 2012; Chang et al. 2013; L. Header und J. Jähne 2013):

- Prozedurale Komplikationen, die während einer Implantation bzw. kurz danach auftreten.
- Frühkomplikationen, welche 24 Stunden bis 4 Wochen postinterventionell einsetzen.
- Spätkomplikationen, welche erst ab vier Wochen nach der Intervention erkennbar sind. (Hier ist ein kausaler Zusammenhang mit dem interventionellen Eingriff an sich eher unwahrscheinlich.)

Zusätzlich erfolgt laut Silberzweig et al. (2003) eine Einteilung in Minor- und Major-Komplikationen. Demnach gelten Minor-Komplikationen als solche, bei welchen entweder keine Therapie notwendig ist oder die Patienten für eine Therapie maximal eine Übernachtung in stationärem Aufenthalt zur Beobachtung bleiben müssen. In jedem Fall gilt, dass keine Folgeschäden bleiben.

Von Major-Komplikationen wird gesprochen, wenn a) eine erforderliche leichte Therapie einen Krankenhausaufenthalt von weniger als 48 Stunden begünstigt, b) die Therapie einen größeren Umfang, wie operative Maßnahmen, umfasst bzw. einen verlängerten Aufenthalt von mehr als 48 Stunden herbeiführt, c) Folgeschäden entstehen oder d) der Tod in Folge der Komplikation eintritt (Silberzweig et al. 2003).

Die interventionelle Implantation von Portkathetersystemen wurde von erfahrenen Fachärzten oder Assistenzärzten der Radiologie durchgeführt. Ist ein Assistenzarzt noch am Anfang seiner Facharztausbildung, so wird die Implantation von einem Oberarzt betreut. Somit wird ein Zusammenhang zwischen dem Aufkommen von Komplikationen und dem jeweiligen Operateur in dieser Studie ausgeschlossen.

Pneumothorax

Der transpulmonale Druck ist die Druckdifferenz zwischen den Lungenbläschen und der Pleura und ist für die Rückstellkraft der Lunge verantwortlich. Der Pleuradruck beträgt bei gesunden Personen stets $-0,5$ kPa. Tritt nun ein Pneumothorax auf, so entsteht eine Verbindung zwischen den Lungenbläschen oder der Brustwand mit der Pleurahöhle, sodass letztendlich Luft entweder aus der Lunge oder von außen in die Pleura einströmt. Dies geschieht solange, bis der Druck in beiden Bereichen gleich ist oder die Verbindung wieder geschlossen ist (Choi 2014). Der Lufteinstrom in den Pleuraspalt ist auf eine unterschiedliche Genese zurückzuführen. Man unterscheidet drei Arten eines Pneumothorax - den primären, sekundären sowie iatrogenen Pneumothorax (Klopp et al. 2007). Letzterer wird in dieser Arbeit ausschließlich behandelt.

Die Ursache für einen iatrogenen Pneumothorax liegt in einer direkten Läsion des Lungenparenchyms beispielsweise durch eine Punktion während einer Portimplantation. Es wurde beobachtet, dass er sowohl unmittelbar nach dem Eingriff als auch erst einige Tage später auftreten kann (Choi 2014).

Einflussfaktoren für einen iatrogenen Pneumothorax sind die Lokalisation der Venenpunktion und die verwendete Technik. Wie bereits erwähnt wird daher postinterventionell eine Röntgenuntersuchung des Thorax durchgeführt, um einen potentiell lebensbedrohlichen Pneumothorax auszuschließen (Teichgräber et al. 2011a).

Während einige Patienten asymptomatisch sind, da nur geringe Luftmengen im Pleuraraum vorhanden sind, umfassen die klinischen Zeichen eines symptomatischen Pneumothorax unkomplizierte Tachykardie, Brustschmerzen sowie verschiedene Grade von Dyspnoe (Biffi et al. 2001).

Die Therapie richtet sich nach folgenden Faktoren: a) die Größe, b) Symptome, c) eventuelle künstliche Beatmung des Patienten und d) Diagnose eines Spannungspneumothorax. Die alleinige Beobachtung ist nur bei einem kleinen und asymptomatischen Pneumothorax indiziert. Es folgen Thoraxröntgenaufnahmen vier und 24 Stunden später zur Kontrolle. Ein größerer und symptomatischer Pneumothorax erfordert als Initialtherapie das Legen einer Thoraxdrainage (Tsotsolis et al. 2015). Hier wird eine Drainagegröße von 8-22 Charriere empfohlen (Deutsche Gesellschaft für Thoraxchirurgie (DGT) 2018b).

Bei besonders schweren und wiederkehrenden Fällen eines Pneumothorax sowie bei künstlich beatmeten Patienten empfiehlt sich eine Thorakotomie. Gerade durch die künstliche Beatmung kann sich aus einem kleinen Pneumothorax schnell ein lebensbedrohlicher Spannungspneumothorax entwickeln (Tsotsolis et al. 2015).

In der vorliegenden Arbeit wird untersucht, inwieweit der Pneumothorax ein Komplikationsrisiko nach einer Portimplantation darstellt. In diesem Zusammenhang werden die Häufigkeit bzw. die Ausprägung des Pneumothorax und damit die Gefahr für den Patienten eingehend betrachtet.

Trat ein Pneumothorax als Komplikation einer Portimplantation auf, so wurden daher die Art und der Verlauf bei dem Patienten genauer analysiert. Unter besonderem Augenmerk stand hierbei, ob und wie schwer das Patientenleben in Folge des Pneumothorax gefährdet war. Ebenfalls interessierte es, wie sich der Pneumothorax bei dem Patienten bemerkbar machte. War er unmittelbar nach der iatrogenen Punktion der Pleura schon symptomatisch oder blieb er stetig symptomlos? Zudem wurde die Vorgehensweise in der Therapie erfasst, die entweder das Legen einer Drainage oder die reine Beobachtung darstellte. In Hinblick darauf galt es zu untersuchen, wie sich der Pneumothorax in den folgenden Stunden bzw. Tagen entwickelte. Insbesondere wurde hier der Verlauf nach Abstellen des Sogs und der Entfernung der Drainage kontrolliert.

Zur Ermittlung dieser Daten wurden die vorhandenen Arztbriefe der Portimplantationen und der postinterventionellen radiologischen Untersuchungen genutzt. Die Röntgenbilder des Thorax wurden nochmals von einem erfahrenen Radiologen befundet. Demnach kann ein Pneumothorax nach Lokalisation in einen Spitzen- sowie Mantelpneumothorax eingeteilt werden. Der Spitzenpneumothorax weist eine apikale Luftansammlung von wenigen Millimetern auf, während sich bei einem Mantelpneumothorax mantelförmig um die Lunge herum Luft befindet.

Ein besonders lebensbedrohlicher Zustand ist der Spannungspneumothorax mit einer stetig zunehmenden Luftmasse in der Pleurahöhle (Roberts et al. 2014). Ursächlich hierfür ist ein Pneumothorax mit einer Pleuraverletzung, welche ein Ventil darstellt. In diesem Fall gelangt die Luft während der Inspiration in die Pleurahöhle, kann jedoch nicht während der Expiration entweichen. Somit ist es möglich, dass jeder Pneumothorax eine Spannungskomponente entwickeln kann, bei welcher der intrapleurale Druck im Laufe der Respiration positive Werte annimmt. (Leigh-Smith und Harris 2005).

Da er unbehandelt tödlich enden kann, ist es wichtig, dessen Symptome rechtzeitig zu erkennen. Hauptsymptome sind Brustschmerzen, Atemnot sowie Tachykardie (Leigh-Smith und Harris 2005). Durch den Verlust des ipsilateralen negativen intrapleuralen Drucks verschiebt sich das Mediastinum auf die kontralaterale Seite. Außerdem werden durch den massiven Druckanstieg die intrathorakale Hohlvene und die kavoatriale Verbindungsstelle komprimiert, was schließlich zu einem verringerten venösen Rückstrom führt. Dies verursacht schließlich einen kardiovaskulären Kollaps und akute Lebensgefahr (Roberts et al. 2014).

Es waren der jeweilige Schweregrad sowie der Verlauf des Pneumothorax von besonderem Interesse. Es galt herauszufinden, ob ein Zusammenhang zwischen der Ausprägung eines Pneumothorax und der Symptomatik bei dem Patienten sowie dem weiteren Therapieverlauf besteht. Anhand der Daten wurde untersucht, ob bei fehlender Symptomatik davon ausgegangen werden kann, dass kein Pneumothorax vorliegt oder dieser so schwach ausgeprägt ist, dass er nicht therapiert werden muss. Im Umkehrschluss stellt sich die Frage, ob ein lebensbedrohlicher Pneumothorax durch die vorhandene Symptomatik ohnehin nicht übersehen wird. Damit könnte folglich die obligatorisch durchgeführte radiologische Untersuchung entfallen.

Infektion

Bei der Einteilung der Infektionen galten die Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Hämatologie und Onkologie.

Demnach wurden lokale Infektionen als solche gewertet, wenn klinische Infektionszeichen an der Punktionsstelle ersichtlich waren, wie Rötung oder Schwellung. Gleichzeitig lag eine negative Blutkultur vor. Zu den lokalen Infektionen zählen Porttaschen-Infektionen, Tunnel-Infektionen sowie Infektionen der Insertionsstelle.

Eine gesicherte portassoziierte Infektion liegt vor, wenn ein Erreger an der Katheterspitze sowie in einer entnommenen Blutkultur aus dem Portsystem nachgewiesen werden kann oder die Blutkulturen einer peripheren Vene sowie des Portsystems positiv waren. Hierbei wurden sowohl gleiche als auch unterschiedliche Erreger als ein Nachweis für eine Infektion gewertet. Es besteht eine wahrscheinliche portassoziierte Infektion, wenn ein Erreger in der Blutbahn gefunden wurde, der typisch für Portinfektionen ist, ohne Nachweis eines anderen Infektionsherdes. Außerdem geht man von einer Infektion ausgehend vom Portsystem aus, wenn Fieber innerhalb von 24 Stunden nach Explantation des Portsystems rückgängig ist, ohne dass ein anderer Infektionsherd gefunden wurde (Deutsche Gesellschaft fuer Haematologie und medizinische Onkologie 2015).

Katheterbedingte Infektionen begünstigen die Entstehung von Fieber und Schüttelfrost sowie Rötung und Schwellung der Hautstelle. Als Therapie der Wahl wird eine gezielte Antibiose verabreicht (L. Header und J. Jähne 2013).

Katheterokklusion

Bei einer Okklusion des Katheters ist das Portsystem undurchlässig, sodass oftmals weder Spülen noch eine Aspiration von Blut nach einer Punktion möglich ist. In diesem Fall sind häufig residuale Blutbestandteile, Reste von parenteraler Ernährung oder Medikamentenlösungen die Gründe dafür (Teichgräber et al. 2011a). Eine Deblockierung

wird mittels Injektion einer Heparin- (100 IE) und 0,9 prozentiger NaCl-Lösung oder bei anhaltender Verblockung mit Urokinase (10000 IE) und NaCl durchgeführt. Ist nach mehrmaligen Spülversuchen das Portsystem weiterhin undurchlässig, werden anhand einer Kontrastmitteluntersuchung unter Fluoroskopie zumeist ein Thrombus im Katheter, eine Fibrinscheide um die Katheterspitze oder aber Schlingenbildungen sowie Dislokationen des Katheters diagnostiziert. Neben einer medikamentösen Antikoagulation ist oftmals bei anhaltender Problematik eine Explantation des Portsystems notwendig (Teichgräber et al. 2011a).

In dieser Studie wurden nur die Fälle als Okklusion und folglich als Komplikation gewertet, welche nicht nach einmaligem Spülen mit einer Heparinlösung wieder freigängig gemacht werden konnten. Die durch Spülungen sofortigen reversiblen Okklusionen wurden demnach nicht als Komplikation betrachtet.

Katheterdislokation

Die Symptome einer Katheterdislokation ähneln denen einer Okklusion, da auch hier eine Funktionsuntüchtigkeit des Portsystems vorliegt. Das Portsystem lässt sich in der Regel nicht spülen oder es kann kein Blut aspiriert werden. Mittels Durchleuchtung oder Kontrastmitteluntersuchung wird die Diagnose gestellt. Oftmals ist das Katheterende um wenige Zentimeter disloziert oder liegt einer Gefäßwand an, sodass es zu keiner vollständigen Durchgängigkeit des Systems kommen kann (Teichgräber et al. 2011a).

Gefäßthrombose

Die typischen Symptome einer Venenthrombose sind Ödeme, Schmerzen, Spannungsgefühl, Zyanose und eine verstärkte Venenzeichnung in der betroffenen Region. Die endgültige Diagnostik erfolgt mittels Ultraschall sowie einer Duplexsonografie der jeweiligen Vene (Dt. Gesellschaft für Angiologie – Gesellschaft für Gefäßmedizin 2015). Bei einer Thrombose in Folge eines Portsystems handelt es sich oftmals um die Armvenen, besonders die Vena subclavia sowie um die obere Hohlvene.

Die Therapie der Wahl bei einer akuten Gefäßthrombose stellt eine sofortige Antikoagulation in Form von hochmolekularem Heparin mit begleitender Kompressionstherapie der betroffenen Region dar. Es gilt, eine potentiell tödlich endende Lungenembolie zu vermeiden (Wells et al. 2014; Kaun et al. 2002). Sofern die Beschwerden anhalten, muss das Portsystem entfernt werden.

Sonstige Komplikationen

Blutungen während der Intervention stellen kleinere arterielle oder venöse Blutungen dar, welche mittels Umstechungsnaht versorgt werden müssen. Nachblutungen und Hämatome werden nur dann als Komplikation miteinbezogen, wenn eine Therapie im Sinne einer Nahtrevision erforderlich ist, um die Blutungsquelle zu stillen bzw. das Hämatom zu entlasten. Ein freiliegender Katheter ist die Folge einer Radiatio. In diesem Fall wird durch die hohe Strahlenbelastung das Gewebe derart geschädigt, dass der Katheter an die Oberfläche perforiert. Ebenfalls zu den Katheterproblemen zählt der Katheterdefekt, der durch einen Leck im Katheter durchlässig für Flüssigkeiten ins Gewebe war. Als Portdysfunktionen gelten alle Fehlfunktionen eines Portsystems, die nicht durch Katheterokklusionen oder –dislokationen zu erklären sind. Oftmals liegen unerklärliche Gründe vor, die eine Explantation des Ports zur Folge haben.

Sekundäre Wundheilungsstörungen machen sich durch eine Dehiszenz der Wundränder bemerkbar, welche mittels Nahtrevision therapiert werden müssen.

Nicht zu den Komplikationen gewertet werden postinterventionelle oder aber nach Wochen auftretende Schmerzen, welche keine erklärbare Ursache haben.

3.4.4 Explantation

Mithilfe des RIS wurden neben dem Auftreten von Komplikationen auch nach Explantationen eines Portsystems bei Patienten gesucht. Dabei wurde in dem Dokumentationsverlauf eines Patienten geprüft, ob das Portsystem in den jüngsten Untersuchungen noch vorhanden war. Falls dies nicht der Fall war, wurden der Zeitpunkt und der Grund der Explantation ermittelt.

Es werden nur die Explantationen ausgewertet, die wegen Komplikationen durchgeführt wurden. In diesem Zusammenhang stehen auch der Zeitpunkt des Eingriffes und damit die Liegedauer des Portkathetersystems in besonderem Fokus.

3.5 Statistische Auswertung

Die erhobenen Daten wurden zunächst in einem Tabellenkalkulationsprogramm (EXCEL 2016, Microsoft Deutschland GmbH, München, Deutschland) aufgelistet. Dabei wurden für alle Portimplantationen die bereits erwähnten Parameter (z.B. Geschlecht, Lage, Portsystem, aufgetretene Komplikation), welche für die folgende Auswertung von besonderem Interesse waren, eingetragen. Nachdem alle Daten erhoben

worden waren, folgte die Erstellung von einzelnen Tabellen zur Auswertung mittels deskriptiver Statistik in der Statistiksoftware SPSS (Version 24, IBM, Armonk, USA). Hier wurden einzelne Parameter jeweils tabellarisch erfasst und hinsichtlich benötigter Informationen ergänzt, um sie anschließend graphisch darstellen zu können. Ebenso wurden die Häufigkeiten eines jeden Parameters ermittelt. So erfolgten eine Darstellung der Häufigkeiten in absoluten Zahlen oder Prozentsätzen sowie eine Berechnung von Mittelwerten mit Standardabweichung.

4 Ergebnisse

4.1 Patientendaten

In einem Beobachtungszeitraum von sieben Jahren wurden 900 Portimplantationen durchgeführt, welche alle Einschlusskriterien erfüllen und somit statistisch ausgewertet werden können. Zuvor mussten 11 Eingriffe selektiert werden, da es entweder zu keiner erfolgreichen Porteinlage kam oder der Port mittels Blindpunktion gelegt wurde. Wenn kein Portsystem gelegt werden konnte, kann dieser Eingriff folglich nicht bezüglich der Komplikationsrate untersucht werden. Bei vier Eingriffen kam es aufgrund kaliberschwacher oder durch Hämatome komprimierter Venen zu keiner erfolgreichen Punktion. Zweimal waren die Venen nach durchgeführter Phlebographie nicht durchgängig, zweimal brachen unruhige Patienten die Intervention ab und jeweils einmal waren Rückenschmerzen, Übelkeit sowie Kreislaufdysregulation die Ursache dafür, dass kein Portsystem gelegt werden konnte. Aus diesem Grund wurde der Beobachtungszeitraum erweitert. So wurden 11 weitere Portimplantationen ermittelt, sodass wieder ein Kollektiv von 900 Eingriffen erreicht wurde, welche in dieser Arbeit ausgewertet werden.

Laut der Abbildung 23 wurden in dem oben genannten Untersuchungszeitraum im Schnitt jährlich 129 Portimplantationen durchgeführt. Dabei stellen 199 Implantationen im Jahr 2015 den maximalen Wert dar. Zu beachten ist, dass die Jahre 2012 und 2018 nicht mit jeweils 365 Tagen in die Wertung einfließen (2012=355 Tage; 2018=99 Tage).

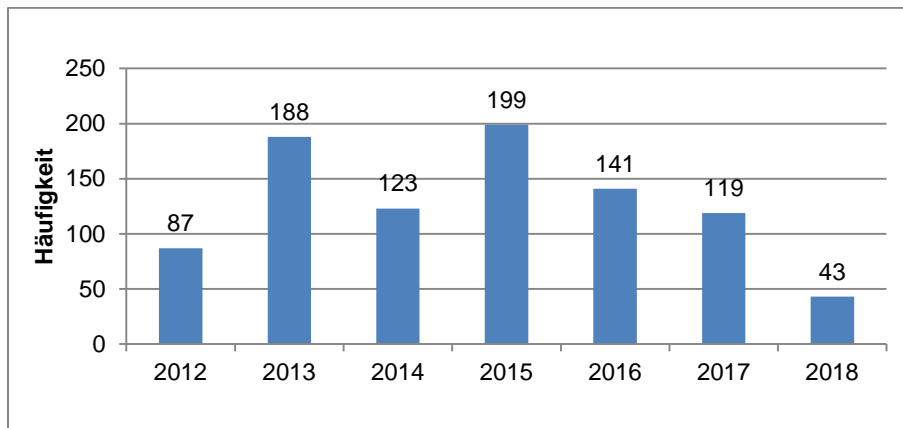


Abbildung 23: Anzahl der Portimplantationen pro Jahr

Bei 42 Patienten (4,7%) kam es zu einer zweimaligen und bei 7 Patienten (0,8%) zu einer dreimaligen Portimplantation. Als Gründe hierfür sind Komplikationen oder ein Rezidiv nach einer vorherigen Portexplantation aufgrund eines Therapieendes zu nennen.

Der Eingriff erfolgte bei 475 männlichen und 425 weiblichen Patienten mit einem Durchschnittsalter von $61,73 \pm 12,58$ Jahren. Der Anteil von männlichen Patienten überwiegt mit 52,8% nur gering den von Weiblichen (47,2%). Das Alter variiert zwischen 18 und 93 Jahren, was eine Spannbreite von 75 Jahren ergibt.

Die folgende Abbildung (Abbildung 24) zeigt die Altersverteilung der Patienten, welche im angegebenen Zeitraum operiert wurden. Dabei wird deutlich, dass der Hauptanteil der Eingriffe (80,9%) bei Patienten zwischen 50 und 80 Jahren durchgeführt wurde.

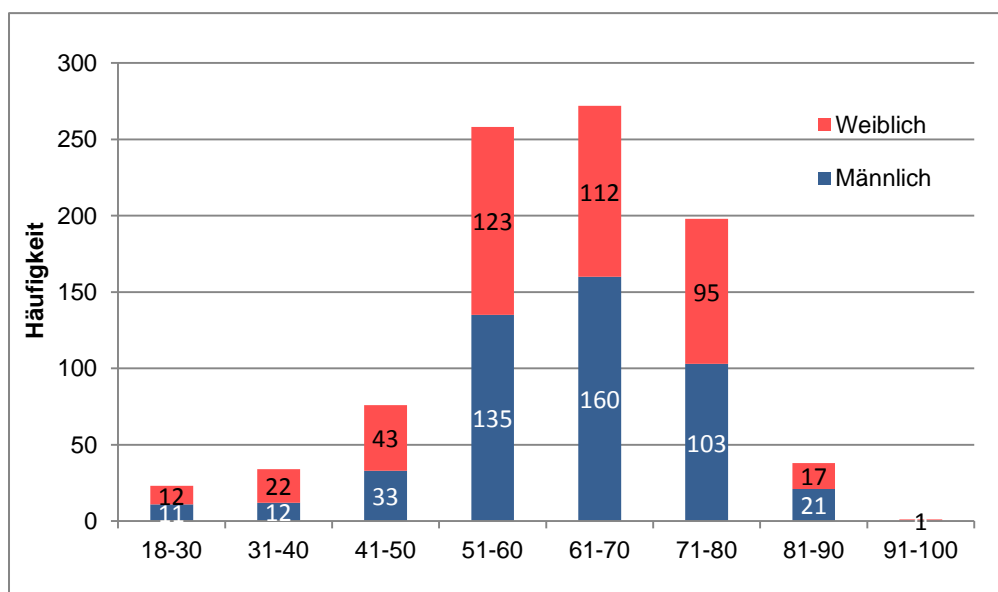


Abbildung 24: Alters- und Geschlechterverteilung aller operierten Patienten (n=900)

4.2 Erfolgsrate

Die Erfolgsrate nach einer Portimplantation beschreibt den Anteil aller erfolgreich durchgeführten interventionellen Einlagen eines Portkathetersystems. Dabei spielen eventuelle Komplikationen während des Eingriffs primär keine Rolle, sofern das Portsystem sicher eingesetzt werden konnte. Abbildung 25 stellt die Erfolgsrate der 900 Implantationen in dem ausgewählten Zeitraum dar.

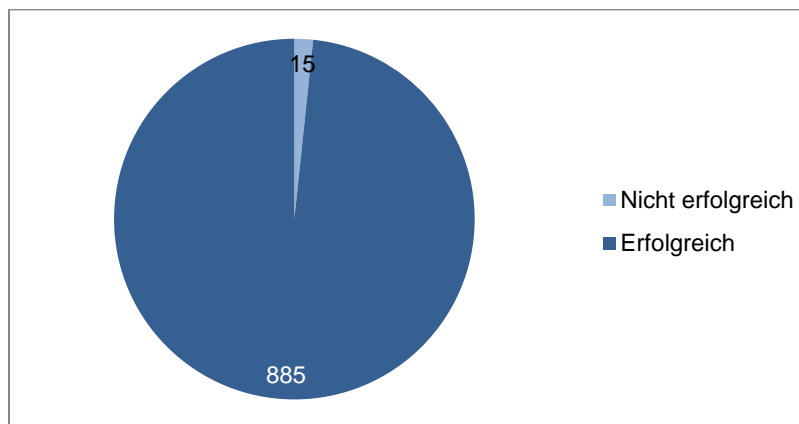


Abbildung 25: Anteil der erfolgreich durchgeführten Portimplantationen (n=900)

Demnach konnte bei 15 Implantationen kein Portkathetersystem gelegt werden, während 885 Eingriffe (98,3%) erfolgreich beendet wurden. Die Gründe für das Scheitern der Implantation stellt Tabelle 2 dar.

Interventionsabbruch	Anzahl absolut
Punktion gelingt nicht	4
Arzneimittelunverträglichkeit	2
Pneumothorax	2
Undurchgängige Venen	2
Unruhiger Patient	2
Kreislaufdysregulation	1
Rückenschmerzen	1
Übelkeit	1

Tabelle 2: Gründe für einen Interventionsabbruch (n=15)

Von diesen 15 Fällen mussten folglich 11 aus der Wertung ausgenommen werden, da keine Langzeitbeobachtung stattfinden kann und der Grund für den Interventionsabbruch keine Komplikation darstellt. Vielmehr sind individuelle Probleme seitens des Patienten oder der Punktion verantwortlich für den Abbruch. Jedoch sind die beiden Arzneimittelunverträglichkeiten sowie die zwei Pneumothoraxe eine direkte Folge des Eingriffes und stellen somit eine schwere Komplikation dar. Daher müssen diese vier Fälle ebenfalls weiterhin mitberücksichtigt werden, während die restlichen 11 Eingriffe, wie bereits im vorherigen Kapitel beschrieben, im Folgenden nicht weiter untersucht werden. Daher wurden sie aus der Wertung herausgenommen und durch neue Implantationen ersetzt. Jedoch wurde geprüft, wie viele von Ihnen in einem zweiten Implantationstermin ein Portkathetersystem erfolgreich gelegt bekommen haben.

4.3 Indikation für die Portimplantation

Als Hauptindikation für die Implantation eines Portsystems gilt die zytostatische Behandlung zur Therapie von malignen Erkrankungen. Demnach wurde bei 841 Fällen (93,5%) der Port zur Gabe von Chemotherapeutika gelegt. Zu einem kleineren Anteil sind andere Erkrankungen Ursache für eine Portimplantation. In 19 Fällen (2,1%) mussten die Patienten mittels parenteraler Ernährung versorgt werden und 10-mal (1,1%) machte eine Kombination aus Chemotherapie und parenteraler Ernährung eine Portimplantation notwendig. In 30 Fällen (3,3%) lagen andere Erkrankungen vor, welche eine Indikation für ein Portkathetersystem darstellen. Hier sind beispielsweise Leberzirrhose, Mukoviszidose oder HIV zu nennen. In diesen Fällen sind langfristige Medikamentengaben nötig, welche über den Port leichter zu geben sind. Ebenfalls waren Immuntherapien nach einer Organtransplantation eine Indikation für eine Portimplantation.

Unter den insgesamt 851 zytostatischen Behandlungen war das Bronchialkarzinom mit 296 Fällen (34,7%) der häufigste maligne Tumor gefolgt von 154 Lymphomen bzw. malignen hämatologischen Erkrankungen (18,2%) sowie 148 gastrointestinalen Tumoren (17,4). Zu den gastrointestinalen Tumoren zählen unter anderem das Magenkarzinom, das kolorektale Karzinom und das Pankreaskarzinom. Die nächstgrößere Gruppe stellen die 60 Kopf-Hals-Tumore (7,1%), 55 Mammakarzinome (6,5%) und 53 Genitalkarzinome (6,2%) dar. 19 Nieren- und Blasenkarzinome (2,2%), 14 CUP-Syndrome, bei welchen der Primärherd nicht auffindig gemacht werden kann (1,6%), 13 Sarkome

(1,5%), 12 neuroendokrine Karzinome (1,4%) sowie 11 maligne Hauttumore (1,3%) bilden eine eher kleinere Gruppe an malignen Erkrankungen.

Die sehr selten vorkommenden Thymome, Schilddrüsenkarzinome, Hirntumore, Pleuramosotheliome, Neuroblastome und Keimzelltumore bilden mit insgesamt 16 aufgetretenen Fällen (1,9%) die Gruppe Sonstiges (siehe Abbildung 26).

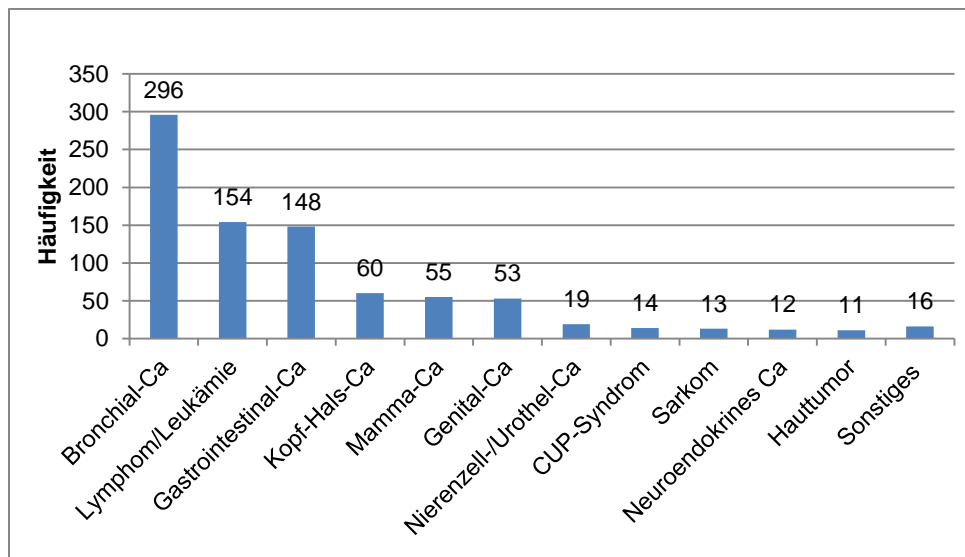


Abbildung 26: Verteilung der malignen Erkrankungen (n=851)

4.4 Implantationsdaten

Von den untersuchten 900 Eingriffen wurden 897 Implantationen in Lokalanästhesie durchgeführt und 3 in Intubationsnarkose. Bei insgesamt 18 Implantationen wurde neben der Analgesie eine zusätzliche Sedierung zur Beruhigung der Patienten eingesetzt.

Es erfolgte in 879 Fällen (97,7%) die Punktion der Vena subclavia. 18 Mal musste auf die Vena jugularis interna und einmal auf die Vena cephalica ausgewichen werden. Der Hauptgrund hierfür war eine vorher durchgeführte frustrane Punktion der Vena subclavia. Oftmals bildete sich nach wiederholtem Versuch ein Hämatom, welches die Vene zusätzlich komprimierte oder aber die Vena subclavia hatte eine ungünstige Lage, sodass sie trotz einer Sonographie nicht ersichtlich wurde. Auch wenn mittels Phlebographie vor dem Eingriff festgestellt wurde, dass die Vena subclavia nicht durchgängig ist, so wurde eine alternative Vene punktiert.

Es wurde 666 Mal (74,3%) auf der linken Patientenseite punktiert und 230 Mal (25,7%) kam der Port auf der rechten Seite zu liegen. In den vier bereits genannten Fällen wur-

de kein Portsystem gelegt, da die Komplikationen Pneumothorax und Arzneimittelunverträglichkeit dies nicht zuließen.

Eine periinterventionelle Antibiotikagabe wird nicht obligatorisch bei jedem Eingriff durchgeführt. Demnach sind nur spezielle Risikofaktoren wie eine zuvor durchgemachte Infektion eine Indikation für eine kurzzeitige Antibiose. So waren in dieser Arbeit 68 Patienten (7,6%) während bzw. kurz nach dem interventionellen Eingriff antibiotisch abgedeckt.

Bei allen durchgeführten Portimplantationen wurden insgesamt vier Portkathetersysteme verschiedener Hersteller verwendet (siehe Abbildung 27). Es wurde bei 679 Patienten (75,8%) ein Jet Port Plus II Contrast gelegt, welcher somit die Hauptgruppe der Portsysteme bildet. Die drei weiteren Portsysteme verteilen sich auf 181 Port-A-Cath II-Systeme (20,2%), 22 Bard PowerPorts (2,5%) und 14 Jet Port Plus-Systeme (1,6%).

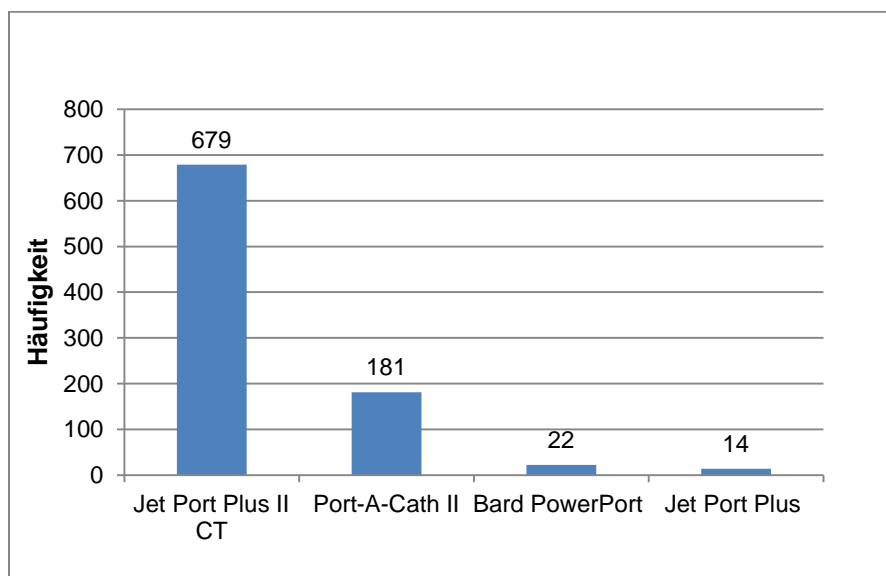


Abbildung 27: Portsysteme nach Herstellerfirmen verteilt (n=896)

4.5 Komplikationen

Die Komplikationen lassen sich nach Zeitpunkt ihres Auftretens in periprozedurale Komplikationen sowie Früh- und Spätkomplikationen aufteilen (siehe Abbildung 28). Ebenfalls findet eine Aufteilung nach Schweregrad der jeweiligen Komplikation in Minor- und Major-Komplikationen statt. Minor-Komplikationen gelten als solche, wenn keine Therapie notwendig ist oder der Patient für eine Therapie minimal eine Nacht zur

Beobachtung stationär aufgenommen wird. Bei Major-Komplikationen führt eine Therapie zu einem längeren Krankenhausaufenthalt, es können Folgeschäden bleiben oder es kommt zum Tod aufgrund der aufgetretenen Komplikation.

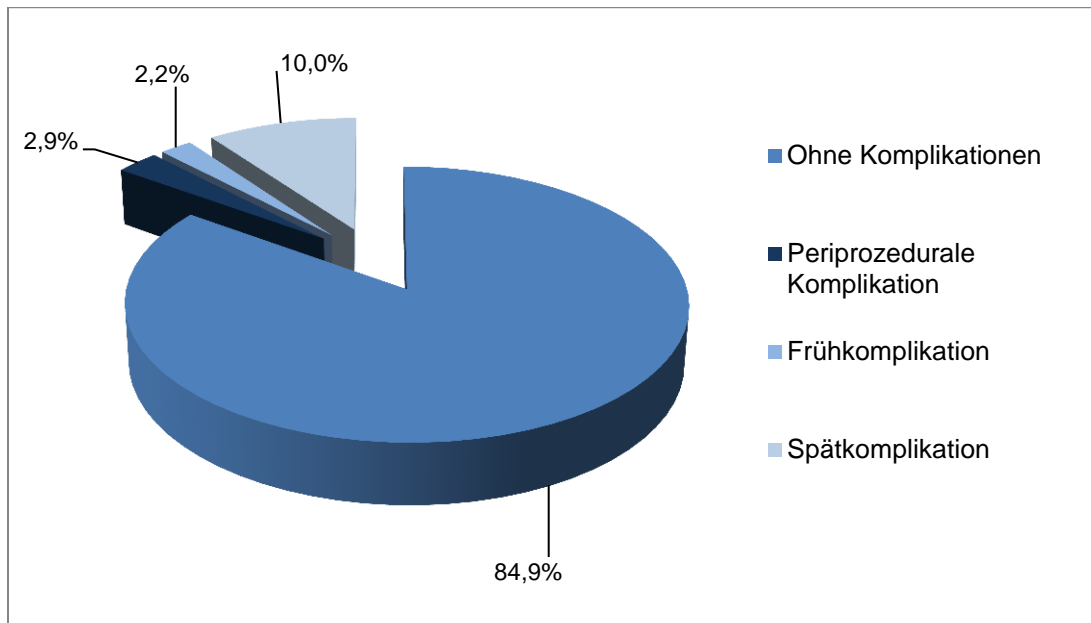


Abbildung 28: Aufteilung der Komplikationen nach dem Zeitpunkt des Auftretens, bezogen auf 900 Implantationen

4.5.1 Periprozedurale Komplikationen

Unter den periprozeduralen Komplikationen versteht man all diejenigen, welche während des interventionellen Eingriffes oder innerhalb von 24 Stunden postinterventionell auftreten. Daher stehen diese in einem kausalen Zusammenhang zu der interventionellen Portanlage.

Insgesamt traten bei den 900 implantierten Portsystemen in 26 Fällen periprozedurale Komplikationen auf (2,9%).

Der Pneumothorax zählt mit 9 aufgetretenen Fällen (1,0%) zu den am häufigsten vorkommenden periprozeduralen Komplikationen. Nachfolgend traten sechs Blutungen während des Eingriffes (0,7%) sowie vier Katheterdislokationen (0,4%) auf. Letztere sind in der postinterventionellen Röntgenuntersuchung aufgefallen und wurden in einem Revisionseingriff korrigiert.

Die folgende Abbildung zeigt eine genaue Auflistung aller periprozeduralen Komplikationen (Abbildung 29).

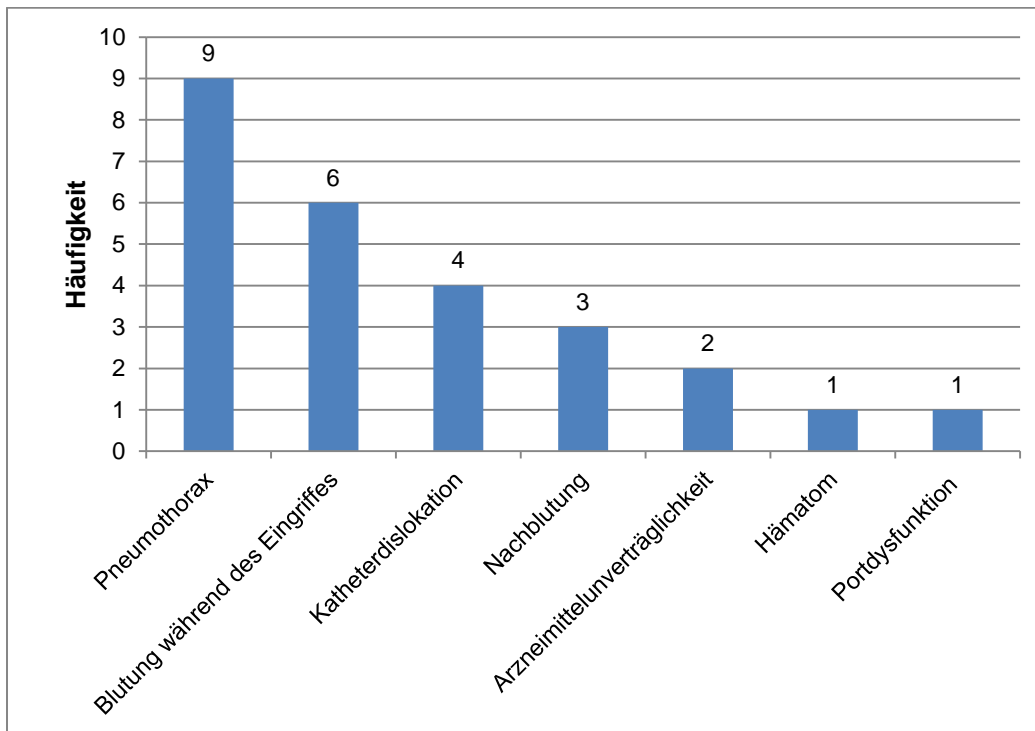


Abbildung 29: Häufigkeitsverteilung der periprozeduralen Komplikationen (n=26)

Therapie

Im Folgenden erfolgt anhand der Therapie eine Differenzierung in Major- und Minor-Komplikationen. Demnach mussten alle neun Pneumothoraxe mit einer Drainage behandelt werden, sodass sie zu den Major-Komplikationen zählen.

Es traten sechs Blutungen während des interventionellen Eingriffes auf, welche als Minor-Komplikation kategorisiert werden. Alle wurden im gleichen Eingriff mittels Merilene-Naht therapiert. Von den vier Katheterdislokationen mussten drei in einem Revisionseingriff neu platziert und einer ganz entfernt werden. Somit zählen alle vier Fälle zu den Major-Komplikationen. Die drei Nachblutungen wurden mittels einer Nahtrevision behandelt (Major). Das Hämatom wurde ebenfalls mittels Öffnen der Naht entlastet (Major). Zwei Arzneimittelunverträglichkeiten endeten in einem sofortigen Interventionsabbruch mit anschließender Notfallversorgung (Major). Auf eine Portdysfunktion folgte eine Entfernung des Portsystems. Daher liegt auch hier eine Major-Komplikation vor.

Pneumothorax

Der Pneumothorax stellt mit neun Fällen die häufigste Komplikation während bzw. unmittelbar nach dem interventionellen Eingriff dar. Als mögliche Therapieformen gelten hier bei einem asymptomatischen Pneumothorax die alleinige Beobachtung des Patienten und bei anhaltenden Beschwerden das Legen eines Pleurakatheters.

Bei allen Patienten war die Ausprägung im Verlauf der Beobachtungseinheit so schwer, dass eine Thoraxdrainage über mehrere Tage gelegt werden musste, um die Symptomatik zu lindern. Somit zählen alle Fälle zu den Major-Komplikationen.

Bei zwei Patienten musste aufgrund des Pneumothorax die Implantation abgebrochen werden, da akute Atemnot eine sofortige notfallmäßige Behandlung notwendig machte. Einer von ihnen bekam in einer zweiten Implantation sechs Tage später eine erneute Implantation, welche komplikationslos verlief.

Die folgende Abbildung zeigt die Verteilung der aufgetretenen Formen der Pneumothoraxe (Abbildung 30).

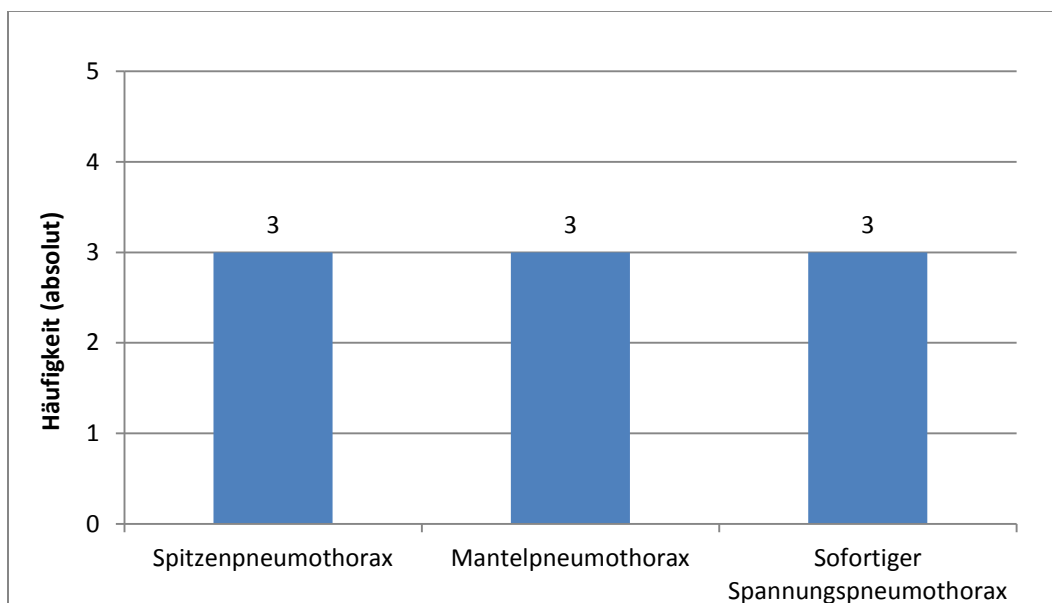


Abbildung 30: Einteilung der Pneumothoraxe nach Lokalisation (n=9)

Demnach wurde bei drei Patienten ein Spitzenpneumothorax in der nach zwei Stunden postinterventionell durchgeführten radiologischen Thoraxuntersuchung diagnostiziert. Bei jeweils drei weiteren Patienten lagen zu dieser Zeit bereits ein Spannungspneumothorax sowie ein Mantelpneumothorax vor. Bei sechs Patienten wurde unmittelbar nach der Diagnostik eines Pneumothorax ein Pleurakatheter in Bülau- oder Mo-

naldiposition gelegt. Drei Patienten sollten lediglich beobachtet werden. Da es bei Letzteren in der Verlaufskontrolle zu einer Verschlechterung der Symptomatik kam, wurde auch in diesen Fällen letztendlich ein Katheter zur Entlastung gelegt. Zwei von ihnen entwickelten eine Spannungskomponente, weshalb eine sofortige Therapie indiziert war. Drei Patienten wurden zusätzlich zu der Drainage mittels Sauerstoff-Gabe therapiert.

Insgesamt lag der Pleurakatheter bei allen Patienten im Durchschnitt $5,1 \pm 4,7$ Tage mit einem Minimalwert von einem Tag und einem Maximalwert von 17 Tagen. Somit ergibt sich eine Spannweite von 16 Tagen.

Die folgende Tabelle zeigt einen beispielhaften Verlauf eines Pneumothorax nach erfolgter Portimplantation (Tabelle 3).

Zeitpunkt der Aufnahme	Anmerkung
2 h post-OP	Spitzenpneumothorax rechts
5 h post-OP	Spannungspneumothorax mit subtotal kollabierter Lunge und Mediastinalshift nach links
1 Tag post-OP	Zu gering eingestellter Sog begünstigt weiterhin bestehenden Spannungspneumothorax (Erhöhung des Sogs von 10cm auf 20cm Wassersäule)
5 h später	Spitzenpneumothorax (2,5cm)
2 Tage post-OP	Progredienter Mantelpneumothorax mit zunehmender Mediastinalverlagerung nach links
5 Tage post-OP	Unter Abklemmung des Sogs bestehender großer Pneumothorax
6 Tage post-OP	Regredienter Pneumothorax mit Restbefund apikal und basal
7 Tage post-OP	24 h nach Abstellen des Sogs weiterhin regredienter Pneumothorax
8 Tage post-OP	Drainage gezogen (kein Pneumothorax nachweisbar)

Tabelle 3: Zeitlicher Verlauf eines Pneumothorax

Diese an einem Patienten dargestellte Verlaufsart war insgesamt noch bei drei weiteren Patienten ähnlich zu verfolgen.

Ferner waren drei Spannungspneumothoraxe zu Beginn diagnostiziert worden. Dies bedeutet, dass insgesamt sieben der neun Pneumothoraxe eine Spannungskomponente aufwiesen und somit lebensbedrohlich waren.

4.5.2 Frühkomplikationen

Frühkomplikationen beschreiben alle Komplikationen, welche innerhalb von 24 Stunden und vier Wochen postinterventionell auftreten. Meistens besteht hierbei ein direkter Zusammenhang zu der Implantation oder einem fehlerhaftem Umgang mit dem Portsystem in der Nutzungsphase. Zu den häufigsten Frühkomplikationen zählt die Infektion mit sechs dokumentierten Fällen (0,7%) gefolgt von drei Wundranddehiszenzen (0,3%). Diese führten bei allen Patienten zu einer Portexplantation, da sie konservativ nicht behandelt werden konnten. Alle infizierten Portkathetersysteme mussten explantiert werden und wurden mikrobiologisch analysiert. Dabei lagen jeweils drei systemische und lokale Infektionen vor. Bei ebenfalls drei Fällen war das Katheterende nicht mehr an der Stelle platziert, wo es postinterventionell lokalisiert war, was zu Funktionsverlusten des Portsystems und damit zur Portentfernung führte. Es kamen jeweils zwei Gefäßthrombosen und Katheterokklusionen (je 0,2%) vor.

Unter „Sonstige“ werden die vier Fälle aufgelistet, bei welchen ein Verdacht auf eine Infektion bestand, woraufhin das Portsystem entfernt wurde. Nach mikrobiologischer Analyse konnte jedoch keine Infektion nachgewiesen werden. Da es sich dennoch um eine Komplikation handelt, werden sie getrennt von den echten Infektionen dargestellt.

Abbildung 31 zeigt die detaillierte Auflistung aller aufgetretenen Komplikationen.

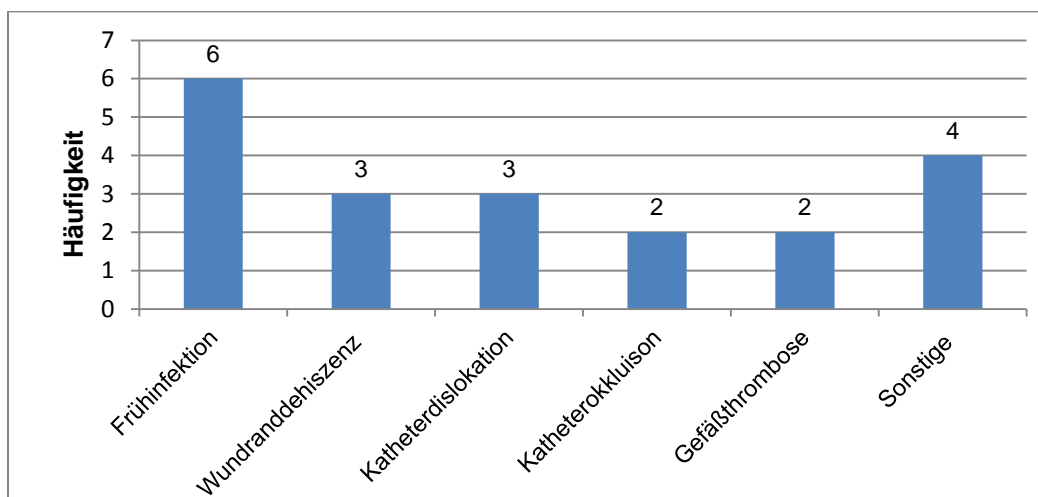


Abbildung 31: Häufigkeitsverteilung der Frühkomplikationen (n=20)

Therapie

Bei den sechs infektiösen Komplikationen wurde das Portsystem entfernt und eine Antibiose durchgeführt, nachdem die Katheterspitze mikrobiologisch analysiert wurde. Somit handelt es sich hier um Major-Komplikationen. Ebenfalls zu dieser Gruppe gehören die beiden Katheterokklusionen, welche mittels medikamentöser Antikoagulation therapiert wurden. Auch bei zwei weiteren Patienten musste das Portsystem aufgrund einer Katheterfehlage explantiert werden (Major).

Es traten insgesamt drei Wundranddehiszenzen auf, welche alle nur mittels Portentfernung therapiert werden konnten. Somit zählen auch diese zu den Major-Komplikationen. Von zwei Gefäßthrombosen konnte eine mittels Antikoagulation (Xarelto, Bayer Vital GmbH, Leverkusen, Deutschland) erfolgreich therapiert werden, während bei der zweiten das Portsystem entnommen werden musste (Major).

4.5.3 Spätkomplikationen

Vier Wochen postinterventionell auftretende Komplikationen werden den Spätkomplikationen zugeteilt (siehe Abbildung 32). Nach 48 Portimplantationen traten Infektionen auf, welche mit 5,3% die häufigste Komplikation bezogen auf alle 900 Implantationen ausmachen. Jede Infektion machte eine Explantation des Portkathetersystems notwendig. Der Grund für die Explantation ist die Bildung eines Biofilms auf dem Katheter durch die Bakterien. Die Antibiose kann diesen nicht durchdringen, so dass die Infektion bei Verbleiben des Katheters im Körper nicht erfolgreich therapiert werden kann. 31 von ihnen zählten zu den systemischen Infektionen, während bei 17 Patienten lokale Infektionen nachgewiesen werden konnten. Zehn Katheterokklusionen machten mit 1,1% die zweitgrößte Gruppe unter den Spätkomplikationen aus. In sechs Fällen wurde die Okklusion mittels Antikoagulation therapiert. Hierbei wird das Portsystem mit einer Heparinlösung gespült, um wieder eine Durchgängigkeit zu erzielen. Bei den restlichen fünf Okklusionen wurde das Portkathetersystem explantiert. Bei drei von diesen wurde zusätzlich eine Katheterdislokation diagnostiziert.

In neun Fällen trat eine Gefäßthrombose auf (1,0%). Bei acht Patienten wurde das Portsystem entfernt und eine medikamentöse Antikoagulationstherapie begonnen. Ein Patient konnte sein Portsystem behalten und erhielt eine therapeutische Antikoagulation parallel zu einer Kompressionstherapie bei Schwellungsneigung des Armes.

Insgesamt traten fünf Katheterdislokationen auf (0,5%). In allen Fällen wurde das Portsystem explantiert. In fünf Fällen war das Portsystem weder aspirabel noch spülbar, obwohl nach Kontrastmittelgabe und sorgfältiger Untersuchung keine Mängel vorzuweisen waren. Daher musste das Portsystem bei diesen fünf Patienten entfernt wer-

den. Bei zwei Patienten (0,2%) lag der Katheter nach einer aggressiven Strahlentherapie frei, sodass die Portsysteme ebenfalls explantiert werden mussten.

Nach zwei Implantationen traten ab vier Wochen postinterventionell jeweils zwei Komplikationen auf. In einem Fall wurde eine Gefäßthrombose diagnostiziert und mittels Antikoagulation behandelt, bevor eine Portinfektion die Explantation des Systems notwendig machte. In dem zweiten Fall wurde nach der Implantation zunächst eine Katheterokklusion mittels Antikoagulation therapiert und anschließend wurde auch in diesem Fall eine Infektion des Portkathetersystems festgestellt. Aus diesem Grund erfolgte eine Entfernung des Portsystems.

In 11 Fällen konnte keine Infektion des Systems nach Portexplantation bestätigt werden, so dass diese in die Kategorie „Sonstige“ fallen.

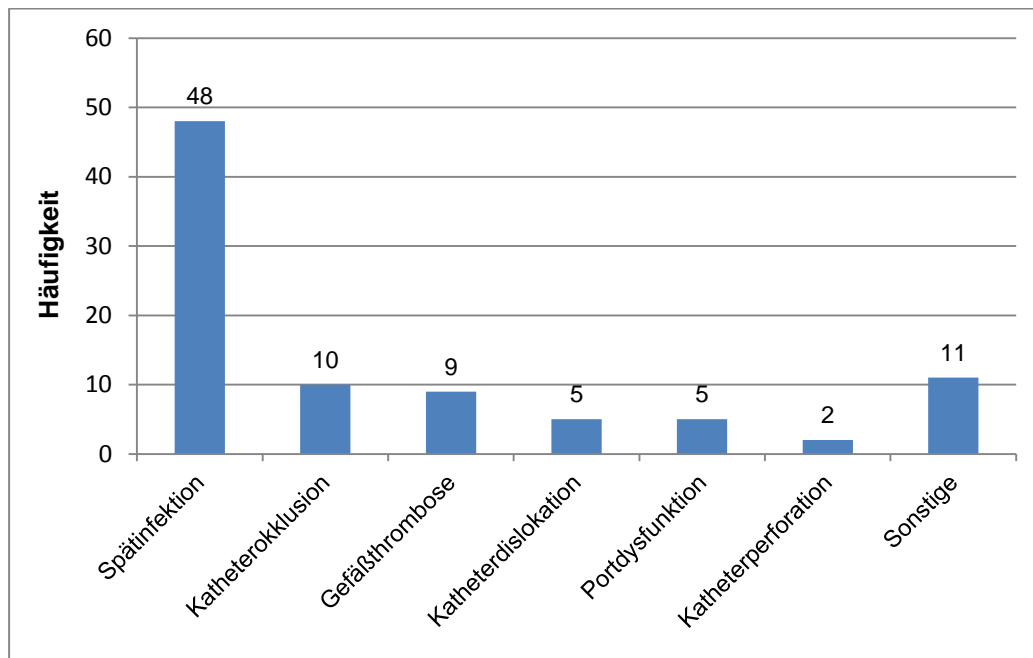


Abbildung 32: Häufigkeitsverteilung der Spätkomplikationen (n=90)

Therapie

Den 48 Patienten, welche eine Portinfektion erlitten, wurde das System in einem interventionellen Eingriff entfernt und anschließend erhielten sie eine Antibiose (Major-Komplikation). Drei Katheterokklusionen konnten nicht mittels medikamentöser Antikoagulation therapiert werden, woraufhin eine Portexplantation folgte. Nach sieben Gefäßthrombosen musste das Portsystem explantiert werden, während zwei durch eine medikamentöse Antikoagulation therapiert werden konnten. Generell handelt es sich

bei allen Katheterokklusionen und Gefäßthrombosen um Major-Komplikationen. Bei allen fünf Katheterdislokationen wurde das Portsystem entfernt (Major).

Fünf Portdysfunktionen sowie zwei Katheterperforationen begründeten eine Explantation des Systems, sodass definitionsgemäß auch hier eine Major-Komplikation vorliegt.

4.6 Infektionen

Nach 69 Portimplantationen (7,7%) traten infektiöse Komplikationen auf, welche eine Portexplantation als Therapie zur Folge hatten. Dabei ist es jedoch wichtig zu unterscheiden, bei welchen der 69 Komplikationen sich der Verdacht auf eine Infektion des Portsystems bestätigte und bei welchen der Infektionsherd nicht von dem Portkatheter ausging. Als wesentliches Merkmal gilt demnach die mikrobiologische Analyse des Portsystems nach Explantation, in welcher ein Keimnachweis erfolgt. In dieser Arbeit wird sich auf die Definitionen gemäß Deutscher Gesellschaft für Hämatologie und medizinischer Onkologie (2015) sowie Silberzweig et al. (2003) bezogen. Diese besagen, dass nur von einer gesicherten Katheter-assoziierten Infektion gesprochen werden kann, wenn identische Erreger an der Katheterspitze und in einer Blutkultur oder in der Blutkultur aus dem Portsystem und aus einer peripheren Vene nachgewiesen werden können (Deutsche Gesellschaft für Haematologie und medizinische Onkologie 2015; Silberzweig et al. 2003). Ferner gilt eine mögliche Infektion als vorhanden, wenn ohne ursächlichen Infektionsherd Fieber innerhalb von 24 Stunden nach Portexplantation zurückgeht oder typische Erreger in der Blutkultur zu finden sind bei gleichzeitiger Kolonisierung des Katheters mit Bakterien (Deutsche Gesellschaft für Haematologie und medizinische Onkologie 2015). Auch Silberzweig et al. (2003) verdeutlichen, dass es sich nicht um eine Katheter-assoziierte Infektion handelt, wenn das Portsystem nur wegen Fieber entfernt wird trotz negativem Kulturnachweis der Katheterspitze. Demnach wurden in dieser Arbeit 54 Infektionen als gesichert dokumentiert, was eine Infektionsrate von 6,0% ausmacht. Sieben dokumentierte Infektionen können aufgrund fehlender mikrobiologischer Analyse nicht weiter definiert werden, während bei acht infektiösen Komplikationen sowohl in der Blutkultur als auch auf der Katheterspitze keine Keime kultiviert werden konnten. Definitionsgemäß handelt es sich hierbei demnach nicht um eine tatsächliche Infektion. Diese 15 Fälle zählen in diesem Sinne aber dennoch allgemein zu einer Komplikation, da die Therapie über das Portsystem aufgrund der Portentfernung unterbrochen werden musste, was als Einschränkung für den Patienten gilt.

Insbesondere treten die nach vier Wochen postinterventionell auftretenden 48 Spätinfektionen, welche 88,9% an den Gesamtinfektionen betragen, in den Fokus. Es ist daher von besonderem Interesse aufzulisten, welche Keime für die Infektionen verantwortlich sind (siehe Abbildung 33). Es ist festzustellen, dass bei einer Frühinfektion und bei zehn Spätinfektionen mehrere Keime gleichzeitig nach einem Erregernachweis identifiziert werden konnten.

Demnach stellen Koagulase-negative Staphylokokken in 25 von 54 aufgetretenen Infektionen den größten Teil der nachgewiesenen Keime bei einem infizierten explantierten Port dar. Dabei machte alleine das Bakterium *Staphylococcus epidermis* mit 17 dokumentierten Fällen den Hauptanteil dieser Gruppe aus.

Insgesamt waren bei 17 Infektionen Gram-negative Bakterien beteiligt. Hier kamen die beiden Spezies *Escherichia Coli* sowie *Klebsiella* in jeweils sechs Fällen vor, wonach sie die beiden größten Gruppen aller Gram-negativen Bakterien darstellen. Das Bakterium *Staphylococcus aureus* stellt mit 12 Fällen den drittgrößten Anteil bei infektiösen Prozessen nach einer Portimplantation dar. Die Spezies *Candidae* kommen in sieben Fällen vor. Den Hauptanteil in dieser Klasse macht allein das Bakterium *Candida albicans* mit vier Fällen aus.

Die restlichen Spezies verteilen sich auf Streptokokken (n=3) und auf *Propionibacterium acnes* sowie Enterokokken mit jeweils einem Vorkommen.

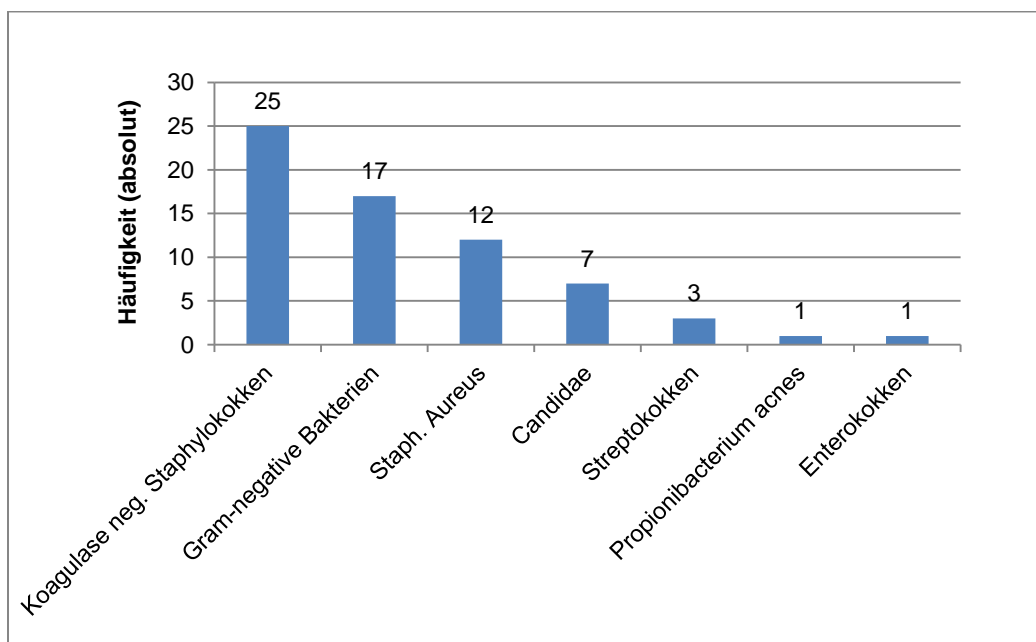


Abbildung 33: Häufigkeitsverteilung der Keime (n=66)

Periinterventionelle Antibiose und Infektion

Eine periinterventionelle Antibiose wird nur bei sehr geschwächten oder solchen Patienten, welche zuvor schon eine Infektion als Komplikation nach einer Portanlage durchgemacht haben, gegeben. Somit ist es von besonderem Interesse, bei wie vielen der antibiotisch abgedeckten Patienten dennoch eine Infektion unmittelbar nach der Portanlage nachgewiesen wurde. Insgesamt wurden 68 Patienten (7,6%) unter einer Antibiose behandelt. Von diesen wurde bei sieben Patienten der Port aufgrund eines Verdachts auf eine Infektion entfernt. Davon erlitten fünf Patienten eine Spätinfektion, also erst später als vier Wochen postinterventionell, während bei einem Patienten 14 Tage nach der Portanlage eine Infektion auftrat. Hier handelt es sich definitionsgemäß um eine Frühinfektion. Bei einem weiteren Patienten wurde nach 25 Tagen das Portsystem mit einem Verdacht auf eine Infektion entfernt, welcher sich nach erfolgter Keimanalyse als negativ herausstellte. Hier wird deutlich, dass alle Infektionen unter antibiotischer Prophylaxe erst eine gewisse Zeit nach der Intervention aufgetreten sind und somit kein Zusammenhang mit dem Eingriff hergestellt werden kann.

4.7 Explantation und Portliegedauer

In bestimmten Fällen muss das Portsystem nach einer gewissen Zeit entfernt werden. Die Hauptgründe für die Explantation eines solchen Systems sind einerseits das Therapieende und die damit einhergehende fehlende Notwendigkeit des Ports und andererseits das Auftreten von Komplikationen. In dieser Arbeit steht der Fokus auf das Vorkommen von Komplikationen nach einer Portimplantation, sodass nur für diesen Fall die Explantationen dokumentiert wurden.

Der Anteil der Explantationen bezogen auf die 900 Gesamtimplantationen beträgt 11,1%, das heißt in 100 Fällen musste das Portsystem vorzeitig aufgrund von Komplikationen entfernt werden.

In diesem Zusammenhang gilt es auch, den Zeitpunkt der Explantation zu untersuchen. Insbesondere ist von Interesse, ob die Komplikation, welche die Entfernung des Portsystems zur Folge hatte, unmittelbar mit dem Eingriff in Zusammenhang steht. Daher stehen die Frühkomplikationen, welche innerhalb von 28 Tagen nach der Intervention auftreten, besonders im Fokus. Späte Explantationen, welche erst nach vier Wochen erfolgt sind, stehen kausal nicht mehr mit dem Eingriff in Verbindung (Abbildung 34).

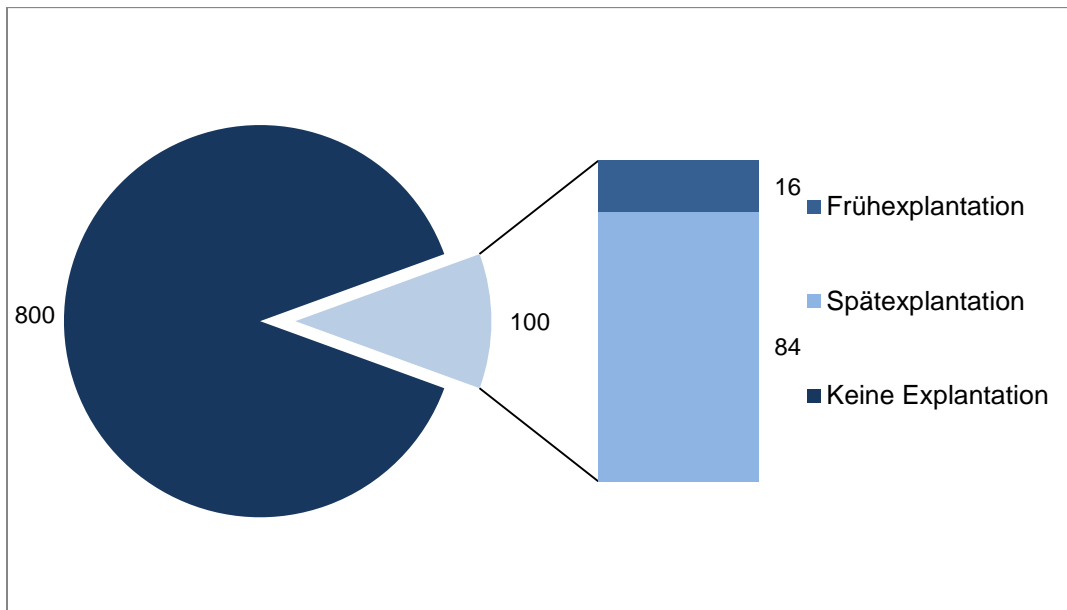


Abbildung 34: Portexplantationen aufgeteilt nach dem Zeitpunkt des Auftretens in frühe und späte Explantationen (n=100)

Demnach wird deutlich, dass 16 Explantationen innerhalb der ersten 28 Tage nach der Portimplantation erfolgt sind. Von diesen wurden drei Portentfernungen innerhalb der ersten 10 Tage durchgeführt. Hier lag ein Verdacht auf eine Infektion vor, welcher sich nach mikrobiologischer Analyse nicht bestätigte. Demgegenüber wurden 84 Portkathetersysteme erst nach 28 Tagen und später entfernt. Von diesen 84 wurden 64 Ports innerhalb des ersten Jahres nach der Implantation entfernt, während 19 Portsysteme erst später explantiert wurden.

Die durchschnittliche Portliegedauer beträgt $242 \pm 336,6$ Tage. Die minimale Tragezeit beträgt 1 Tag, während mit einem maximalen Wert von 1624 Tagen sich eine Spannweite von 1623 Tagen ergibt.

Die folgende Abbildung (Abbildung 35) stellt die Indikationen für eine Portentfernung dar. Insgesamt kommen 100 Komplikationen vor, welche eine Explantation erforderlich machen. Von den 17 frühen Explantationen war in 10 Fällen der Verdacht auf eine Infektion der Grund, weshalb das Portsystem entfernt wurde.

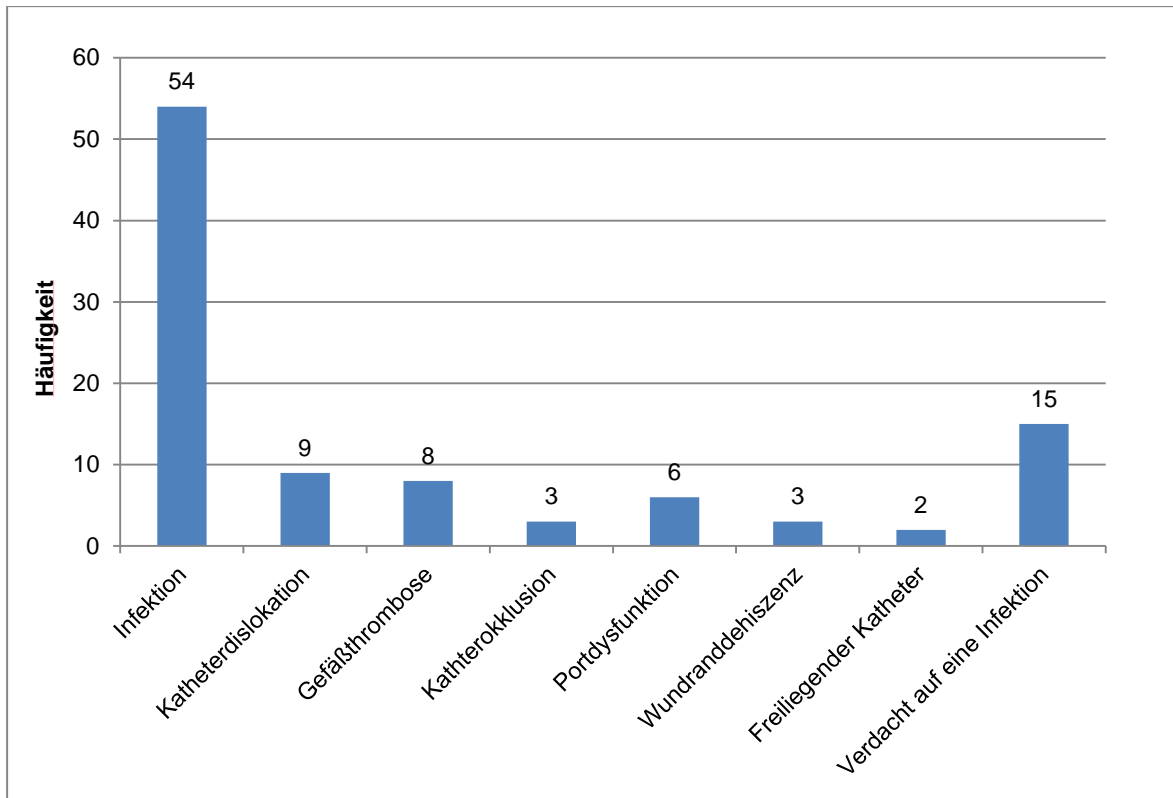


Abbildung 35: Komplikationen (n=100), welche eine Explantation notwendig machten

4.8 Mehrfachimplantationen

Manchmal müssen sich Patienten aufgrund der Explantation eines Portsystems oder einer nicht erfolgreich durchgeführten Implantation einige Zeit später einem erneuten interventionellen Eingriff unterziehen, da der Portkatheter zwingend für eine Chemotherapie benötigt wird. Daher gibt es Patienten, bei welchen zwei- oder dreimal eine interventionelle Portanlage durchgeführt werden musste (siehe Abbildung 36).

Folglich wurde bei 38 Patienten ausgehend von 900 Implantationen (4,2%) eine zweimalige Portimplantation durchgeführt, während bei 6 Patienten (0,7%) die Portanlage dreimal erfolgte.

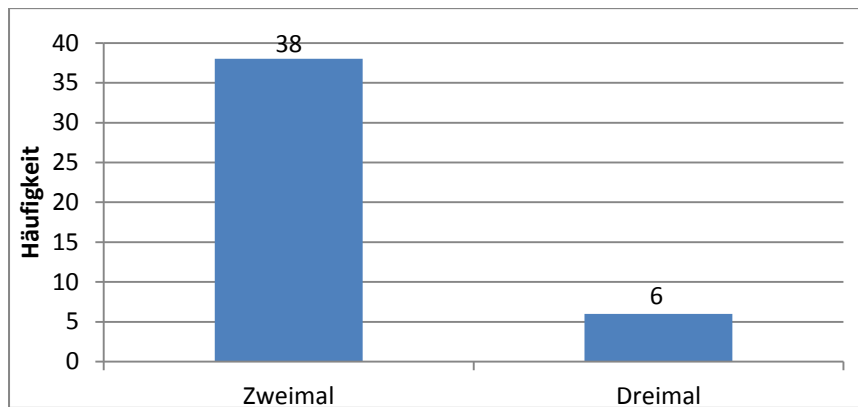


Abbildung 36: Mehrmalige Implantationen pro Patient

Zudem ist es wichtig zu differenzieren, warum das Portsystem mehrmals gelegt werden musste. Dabei ist zu unterscheiden, ob a) eine Komplikation während der Intervention dazu führte, dass diese abgebrochen werden musste, b) das Auftreten von Früh- oder Spät komplikationen eine Explantation des Portsystems erforderte oder c) der Patient aufgrund eines Rezidivs der ursprünglichen Erkrankung mehrere Jahre später ein Portsystem erneut gelegt bekommt. Daher ist die Wertigkeit dieser Parameter unterschiedlich. Die Komplikation, welche einen Interventionsabbruch erforderte und direkt mit der Portimplantation im Zusammenhang steht, ist dabei am schwerwiegendsten, während das Rezidiv einige Zeit nach Therapieende nicht mehr mit der Portanlage in Verbindung steht.

Die folgende Abbildung (Abbildung 37) macht deutlich, dass bei 45 von den 900 Implantationen (5,0%) die Intervention aufgrund von Komplikationen wiederholt werden musste. Nur in drei Fällen war ein Interventionsabbruch (0,3%) sowie nach zwei Eingriffen ein Rezidiv (0,2%) der Grund für eine erneute Implantation. Die Gründe für den Abbruch der Portanlage waren in zwei Fällen eine Arzneimittelunverträglichkeit des Patienten. In einem Fall war ein aufgetretener Pneumothorax die Ursache, dass kein Portsystem gelegt werden konnte.

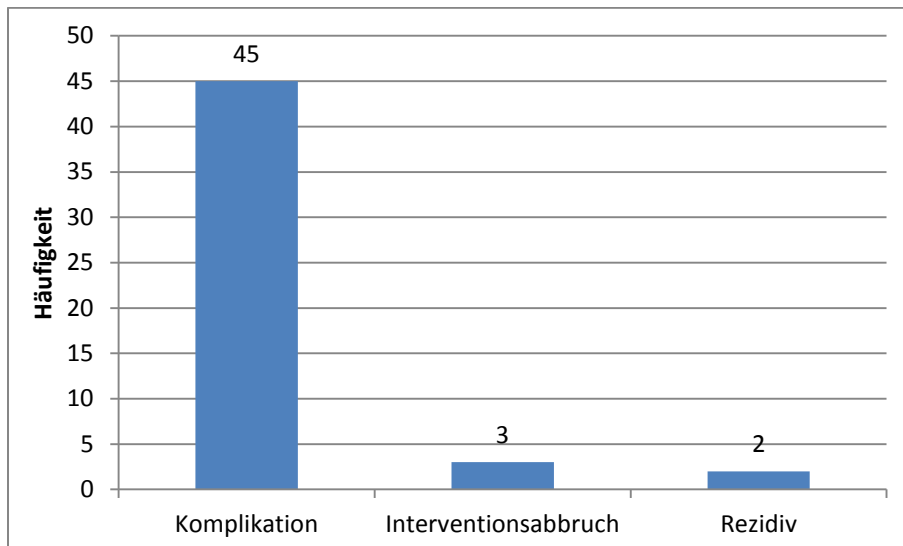


Abbildung 37: Gründe für mehrmalige Portimplantationen (n=50)

Bei der fehlgeschlagenen Implantation aufgrund des Pneumothorax erfolgte sechs Tage später eine erfolgreiche Implantation und nach den beiden Abbrüchen aufgrund einer Arzneimittelunverträglichkeit wurde 5 und 45 Tage später ein Portsystem gelegt. In den beiden Fällen, in denen ein neues Portsystem in Folge eines Rezidivs gelegt werden musste, erfolgte 88 sowie 294 Tage nach der Explantation des Ports eine erneute Portanlage. Zuvor betrug die erfolgreiche Portliegedauer im ersten Fall 91 und im zweiten Fall 322 Tage.

In 45 Fällen musste aufgrund von auftretenden Komplikationen das Portkathetersystem entfernt und eine gewisse Zeit später ein neues System gelegt werden.

Die durchschnittliche Liegezeit der Portsysteme bei diesen 45 Portimplantationen beträgt $233,4 \pm 332,0$ Tage mit einem Minimum von einem Tag und einem maximalen Wert von 1501 Tagen. $79,3 \pm 161,2$ Tage nach erfolgter Explantation des Portsystems wurde ein neuer Port bei dem gleichen Patienten gelegt. Hier liegen die Werte zwischen einem Minimum von 0 Tagen und einem Maximum von 812 Tagen.

5. Diskussion

Ein Port ist ein vollständig implantiertes System, welches 1982 von Niederhuber et al. entwickelt wurde und eine besondere Art eines zentralvenösen Zugangs darstellt (L. Header und J. Jähne 2013). Er gilt insbesondere bei solchen Patienten, welche mit aggressiven Chemotherapeutika behandelt oder parenteral ernährt werden und einen schlechten peripheren Venenstatus aufweisen, als große Therapieerleichterung. Werden den Patienten Chemotherapeutika über einen peripheren Venenzugang verabreicht, so können erhebliche Schäden an den Gefäßwänden entstehen (Teichgräber et al. 2011a). Durch die hohe Osmolarität von Zytostatika können eine Reihe von Komplikationen, wie Entzündungen und thrombotische Verschlüsse, die Behandlung deutlich beeinträchtigen bis sogar unmöglich machen (Teichgräber et al. 2011a). Somit gilt insbesondere die Gabe von Zytostatika als die Hauptindikation für die Implantation eines Portkathetersystems. Aber auch Antibiotika, Blutkomponenten, Infusionslösungen und eine parenterale Ernährung werden über einen solchen Venenzugang vereinfacht gegeben (Jonczyk et al. 2018).

Insbesondere verringert sich gerade im Vergleich zu herkömmlichen zentralvenösen Kathetern durch die subkutane Lage das Infektionsrisiko. Außerdem ist das kosmetische Ergebnis bei einem Portsystem zufriedenstellender, da die Portkammer vollständig unter der Haut liegt und somit nicht sichtbar ist (L. Header und J. Jähne 2013).

Gerade für den Patienten wächst somit bei einer schwerwiegenden Erkrankung wieder ein Stück mehr Lebensqualität (Jonczyk et al. 2018).

Trotz all dieser Vorteile gegenüber den bisweilen führenden zentralvenösen bzw. peripheren Kathetern können auch bei einem implantierten Portsystem Komplikationen sowohl bei dem Eingriff der Portanlage als auch in der darauffolgenden Liegedauer auftreten.

5.1 Studiendesign

Diese Studie umfasst die Analyse von 900 Portimplantationen in einem Zeitraum von sieben Jahren. So arbeiten beispielsweise Chang et al. (2013) mit nur 195, Cil et al. (2006) mit 476 und Vardy et al. (2004) mit 110 Fällen. Im Gegensatz dazu analysieren Kock et al. (1998) 1500 und Buerger et al. (1998) 1214 Implantationen in ihrer Studie. Verglichen mit diesen Studien ergibt sich eine ausreichend große Anzahl an Fällen, welche ausgewertet werden können. Somit wird davon ausgegangen, dass mit 900

Fällen eine repräsentative Aussage der Ergebnisse getätigt werden kann. Die Anzahl der betrachteten Fälle ist ein wesentlicher Faktor, welcher für die Durchführung einer solchen Studie zwingend notwendig ist. Schließlich wird anhand der Häufigkeitsverteilungen von bestimmten Komplikationen eine Kernaussage getroffen, welche nur Gültigkeit hat, wenn genügend Fälle vorhanden sind, um ein Zufallsprinzip ausschließen zu können.

Mithilfe des RIS wurden eventuell auftretende Komplikationen nach einer interventionellen Portimplantation ermittelt.

Um die Arbeit abschließen zu können, fiel die Nachbeobachtungszeit der letzten Implantationen kürzer aus. Diese Vorgehensweise wird dadurch gerechtfertigt, dass in dieser Arbeit nur jene Komplikationen von besonderem Interesse sind, welche in einem direkten Zusammenhang zu dem interventionellen Eingriff stehen. Diese treten in der Regel innerhalb der ersten 30 Tage nach der Portanlage auf und sind somit den peri-prozeduralen und frühen Komplikationen zuzuordnen (Silberzweig et al. 2003).

Neben Infektionen, die zu einem großen Teil auf eine falsche Handhabung und mangelnde Pflege des Portsystems zurückzuführen sind, lassen sich auch Katheterprobleme und vaskuläre Komplikationen zu jeder Zeit diagnostizieren. Aber gerade die Komplikationen, welche später als vier Wochen postinterventionell auftreten, können weniger mit der Portanlage in Verbindung gebracht werden (L. Header und J. Jähne 2013).

Es kann daher davon ausgegangen werden, dass der Großteil der letzten Implantationen auch hier lange genug hinsichtlich des Auftretens von frühen Komplikationen beobachtet und dass - wenn überhaupt - nur eine geringe Anzahl an Komplikationen nicht in die Analyse einbezogen wurde, sodass die Ergebnisse dennoch repräsentativ sind.

Ein weiterer Einflussfaktor auf die Dokumentation der Ergebnisse ist, dass einige Patienten nur für die Portanlage selbst in die Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie kamen und für die weitere Behandlung bzw. Beobachtung bei einem niedergelassenen Arzt waren. Es ist aber zu vermuten, dass bei größeren Schwierigkeiten während der Portnutzungsphase die Patienten erneut in der Klinik für Radiologie vorgestellt wurden, sodass auch diese Komplikationen weitestgehend erfasst werden konnten. An dieser Stelle muss dennoch angemerkt werden, dass keine vollständige Erfassung aller Komplikationen garantiert werden kann, da möglicherweise einige Komplikationen von anderen niedergelassenen Ärzten behandelt wurden.

Ebenso kann die Eintragung der patientenspezifischen Daten nach jeder Behandlung durch das Personal in den PC fehler- bzw. lückenhaft sein. Diese abweichenden Dokumentationen gelten jedoch durch die fachliche Ausbildung des Personals als so ge-

ring vorkommend, dass sie aufgrund eines sehr kleinen Prozentsatzes keinen negativen Einfluss auf die Ergebnisse haben.

5.2 Eigene Ergebnisse

5.2.1 Erfolgsrate

Die Erfolgsrate beschreibt den Anteil der erfolgreich stattgefundenen Portimplantationen unter ultraschallgesteuerter Punktion der zumeist verwendeten Vena subclavia.

Dabei muss die Katheterspitze in korrekter Position in der oberen Hohlvene liegen. Es werden auch die Implantationen als erfolgreich gewertet, bei welchen ein Wechsel der Implantationsseite oder der zu punktierenden Vene während des Eingriffes erfolgte, aber der Port dennoch fehlerfrei gelegt werden konnte. Gründe für die frustranen Punktionen waren zumeist kaliberschwache oder sehr tiefliegende Venen, welche mittels Ultraschall nicht sicher auffindbar waren.

All diejenigen Implantationen, bei welchen aufgrund von Schwierigkeiten kein Port gelegt werden kann, werden demnach als nicht erfolgreich definiert. Angesichts dieser Einteilung wird in dieser Studie eine Erfolgsrate von 98,3% ermittelt. In 15 Fällen kann ein Portkathetersystem nicht sicher platziert werden.

Verglichen mit den Richtlinien für einen zentralvenösen Zugang, welche in einer Fachzeitschrift über vaskuläre und interventionelle Radiologie veröffentlicht wurden, liegt dieser Wert höher als die dort anzustrebende Rate. Laut dieser Richtlinie liegt die durchschnittliche Erfolgsrate bei einem Portkathetersystem, welches über die Vena subclavia eingeführt wurde, bei 95% (Lewis et al. 2003).

Chang et al. (2013) und Vardy et al. (2004) geben eine Erfolgsrate von 99,5% sowie 99,1% an. Sie wendeten ebenfalls die sonografisch gesteuerte Punktion der Vena subclavia als Standardverfahren an. Bei ihnen verhinderte jeweils einmal eine Thrombose und einmal eine Diskonnektion zwischen dem Katheter und dem Port eine erfolgreiche Implantation. Jedoch ist zu erwähnen, dass die Fallzahlen in beiden Studien mit 195 sowie 111 deutlich niedriger als die 900 Implantationen dieser Arbeit betragen. Auch Lorch et al. (2001), welche einen technischen Erfolg von 100% angeben, nahmen nur eine Anzahl von 125 Portanlagen in ihre Studie auf.

Es gilt zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse mit einer höheren Stichprobenanzahl, wie die 900 Implantationen in dieser Studie, auch eine höhere Signifikanz zur Folge haben, als solche mit einer geringen Fallzahl. Je größer die Stichprobe ist, umso klei-

ner ist die Wahrscheinlichkeit, dass es sich um ein zufälliges Ergebnis handelt (Dreier et al. 2012).

Auch laut Silberzweig et al. (2003) müssen in Studien veröffentlichte Komplikationsraten immer unter dem Aspekt der Fallzahl betrachtet werden. Demnach kann eine einzelne Komplikation bei einer geringen Fallzahl einen Prozentsatz über eine gewisse Schwelle treiben, während sich die Rate durch eine einzelne Komplikation bei einer großen Anzahl an Fällen nicht wesentlich ändert (Silberzweig et al. 2003).

5.2.2 Einteilung der Komplikationen

In dieser Arbeit werden die Komplikationen nach dem Zeitpunkt des Auftretens und nach dem Schweregrad eingeteilt. Demnach wird zwischen periprozeduralen Komplikationen sowie Früh- und Spätkomplika-tionen und zwischen Minor- und Major-Komplikationen unterschieden. Da gerade die zeitliche Einteilung zum größten Teil in der Literatur genutzt wird, findet sie auch in dieser Studie Anwendung (Teichgräber et al. 2011a; Silberzweig et al. 2003; L. Header und J. Jähne 2013). Überdies macht eine Einteilung der Komplikationen nach dem Zeitpunkt des Auftretens insofern Sinn, dass anschließend eine bessere Ursachenforschung bezüglich der jeweiligen Komplikation getätigt werden kann (Teichgräber et al. 2011a). Daher gilt es zu berücksichtigen, dass gerade die späten Komplikationen, welche zumeist Infektionen darstellen, in keinem kausalen Zusammenhang zu der Implantation stehen (L. Header und J. Jähne 2013), während die Ursache von frühen Komplikationen in der Regel an der Durchführung und Technik des interventionellen Eingriffs liegt (Silberzweig et al. 2003).

In dieser Studie beträgt die Anzahl der periprozeduralen Komplikationen 26. Ausgehend von den 900 Implantationen ergibt sich somit ein Anteil von 2,9% an Komplikationen, welche während oder bis zu 24 Stunden nach dem interventionellen Eingriff aufgetreten sind. Außerdem traten insgesamt 20 Frühkomplika-tionen (2,2%) und 90 Spätkomplika-tionen (10,0%) auf. Letztere machen somit den größten Anteil aller Komplikationen aus.

Chang et al. (2013) weisen mit 2,1% einen ähnlichen Anteil an periprozeduralen Komplikationen vor. In ihrer Studie wurden 195 Portimplantationen untersucht.

Manchmal werden die periprozeduralen und die frühen Komplikationen von Autoren zusammengefasst, so auch von Zhou et al. (2014). Laut ihrer Studie mit 492 Implantationen beträgt die Rate der periprozeduralen und innerhalb vier Wochen postinterventi-onell auftretenden Komplikationen 7,5%, während sie in dieser Arbeit 5,1% beträgt.

Frühkomplikationen kommen laut Chang et al. (2013) in rund 2,1% und laut Teichgräber et al. (2011b) in 3,3% (3160 Implantationen) der Fälle vor, verglichen mit einer Rate von 2,2% aus dieser Arbeit.

Spätkomplikationen treten in der vorliegenden Studie bei 90 von 900 Implantationen auf (10,0%). Derweil geben Zhou et al. (2014) eine Häufigkeit von 5,7% an. Die Fallzahl ihrer Studie beträgt 492. Cil et al. (2006), welche 472 Implantationen untersuchten, und Teichgräber et al. (2011b) weisen mit 10,7% und 9,4% ähnliche Ergebnisse vor. Chang et al. (2013) geben einen Anteil von 15,2% an späten Komplikationen wieder.

5.2.3 Pneumothorax

Der Pneumothorax ist im Rahmen einer minimalinvasiv durchgeführten Portimplantation eine typische interventionell bedingte Komplikation und ist in dieser Arbeit bei 9 von 900 Implantationen aufgetreten (1,0%).

In der internationalen Literatur werden für diese Komplikation sowohl nach oben als auch nach unten abweichende Werte angegeben. Die Deutsche Gesellschaft für Thoraxchirurgie gibt in ihrer aktuellen Leitlinie (2018) „Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax“ nach zentraler Venenpunktion eine Rate von 0,66-7,6% mit einem Median von 0,9% an (Deutsche Gesellschaft für Thoraxchirurgie (DGT) 2018b).

Vardy et al. (2004) geben zwei Fälle eines Pneumothorax unter 111 Implantationen an, was einem Anteil von 1,8% entspricht. Bei Chang et al. (2013) traten bei 195 Portanlagen insgesamt vier Fälle eines Pneumothorax (2,1%) auf. Beide Implantationen erfolgten perkutan unter sonografischer Kontrolle bei Punktion der Vena subclavia.

Laut Tsotsolis et al. (2015) beträgt die Inzidenz eines Pneumothorax nach der Punktion einer großen Halsvene zwischen 1,0% und 6,6%. Es gibt verschiedene Einflussfaktoren, welche zu einem vermehrten Aufkommen eines Pneumothorax führen. Dazu gehören Notfalleingriffe, größere Katheterdurchmesser und häufige Punktionsversuche (Tsotsolis et al. 2015). Hüttner et al. (2015) vergleichen in ihrer Studie die Häufigkeit eines Pneumothorax nach der perkutanen ultraschallgesteuerten Punktion sowie nach der offenen chirurgischen Anlage eines Portkathetersystems. Demnach beträgt der Anteil nach der perkutanen Anlage 3%, während er nach der offenen Implantation bei 0,5% liegt. Jedoch birgt auch die offene Implantation Risiken. So ist die primäre Er-

folgsrate der Implantation bei der chirurgischen Implantation deutlich geringer (Hüttner et al. 2015).

Es stellt sich die Frage, ob eine postinterventionelle radiologische Untersuchung des Thorax bei einer Rate von 1% in dieser Arbeit zwingend obligat ist, um einen Pneumothorax ausschließen zu können. Auch Thomopoulos et al. (2014) sind der Meinung, dass die Komplikationsrate, insbesondere die eines Pneumothorax, nach einer Portanlage so gering ist, dass eine Röntgenthoraxuntersuchung nicht mehr routinemäßig nach einer Implantation durchgeführt werden sollte, sondern nur noch nach klinischem Verdacht (Thomopoulos et al. 2014). Jedoch ist nicht nur die Häufigkeit von besonderem Interesse, sondern auch die jeweilige Ausprägung einer Komplikation. In dieser Arbeit handelt es sich bei allen der neun Fälle eines Pneumothorax um Major-Komplikationen, welche eine Drainage benötigen. Nur drei Patienten geben unmittelbar nach der Portanlage typische Symptome eines Pneumothorax wie Dyspnoe an, während bei vier Patienten unspezifische Beschwerden auftreten und zwei Patienten zunächst trotz Pneumothorax symptomlos bleiben. Werden die symptomlosen Patienten nach der Portanlage nicht radiologisch untersucht und demnach entlassen, kann sich zu Hause ein lebensbedrohlicher Zustand in Folge des Pneumothorax entwickeln, welcher im schlimmsten Fall nicht rechtzeitig therapiert wird.

Dass ein Pneumothorax eine schwerwiegende Komplikation ist, bestätigt die Tatsache, dass allein drei Fälle eines Spannungspneumothorax von Beginn an diagnostiziert wurden und weitere vier Patienten im Verlauf eine Spannungskomponente entwickelten. Ein Spannungspneumothorax ist immer ein lebensbedrohlicher Zustand, der klinisch zwar schnell erkannt wird, jedoch eine sofortige Notfallbehandlung erfordert (Tsotsolis et al. 2015).

Generell soll zur Diagnostik eines Pneumothorax ein Röntgen-Thorax im Stehen in Expiration durchgeführt werden. Dabei gilt die Verlagerung der Pleuralinie (Pleura visceralis) ohne eine Lungengefäßzeichnung als diagnostisches Charakteristikum. Gerade bei Patienten, welche sich auf Intensivstation befinden, wird ein Röntgen-Thorax in liegender Position durchgeführt, obwohl dieses weniger sensitiv hinsichtlich der Diagnose eines Pneumothorax ist. Daher soll in diesen Fällen als Ergänzung eine Ultraschalluntersuchung erfolgen (Deutsche Gesellschaft für Thoraxchirurgie (DGT) 2018a; Tsotsolis et al. 2015).

Die Deutsche Gesellschaft für Thoraxchirurgie empfiehlt in der jüngsten Leitlinie (2018) eine Beobachtung des Patienten von 1-4 Stunden postinterventionell bis ein Pneumothorax radiologisch oder sonografisch sicher ausgeschlossen werden kann.

Die überwiegende Anzahl aller Pneumothoraxe treten demnach innerhalb der ersten vier Stunden auf, sodass das Risiko eines später auftretenden Pneumothorax als eher gering angesehen werden kann. Laut der DGT werden die thorakale Sonographie unter einem erfahrenen Behandler und eine Röntgenaufnahme als gleichwertig angesehen. Es könne einzig nach einer Lungen-Biopsie sowie einer Pleurapunktion ohne klinische Symptomatik auf eine bildgebende Diagnostik verzichtet und damit die Strahlenexposition für den Patienten vermieden werden. Nach einer Venenpunktion ist die Röntgenuntersuchung demnach in jedem Fall erforderlich. Gerade in Fällen, in denen keine endgültige Lungenentfaltung trotz liegender Thoraxdrainage gelingt bzw. ein persistierendes Luftleck länger als fünf Tage besteht, wird eine Thoraxchirurgie empfohlen (Deutsche Gesellschaft für Thoraxchirurgie (DGT) 2018a).

Dieser Leitlinie folgend wird deutlich, dass im Regelfall nicht auf eine postinterventionelle bildgebende Diagnostik verzichtet werden kann, um einen Pneumothorax auszuschließen. Gerade für Traumapatienten bzw. in Notfallsituationen wie Dyspnoe wird die bettseitige Anwendung der Lungensonographie empfohlen. Hier liegt mit 90,9% eine deutliche höhere Sensitivität als bei liegender Röntgenuntersuchung (50,2%) vor (Deutsche Gesellschaft für Thoraxchirurgie (DGT) 2018a; Michels et al. 2014; Schellhaas und Breikreutz 2012). Dietrich et al. (2001) machen in diesem Zusammenhang darauf aufmerksam, dass mittels Sonographie ein Pneumothorax zwar diagnostiziert werden kann, nicht jedoch die volle Ausdehnung. Somit kann keine weitere Identifizierung des Pneumothorax bezüglich der Art und Größe erfolgen (Dietrich et al. 2001).

In der durchgeführten Studie lag der Pleurakatheter im Durchschnitt $5,1 \pm 4,7$ Tage. Oftmals trat ein Rezidiv des Pneumothorax nach Abstellen des Sogs auf, woraufhin die Drainagezeit verlängert wurde.

Allgemein ist bei den Ergebnissen aus dieser Studie bezüglich des Pneumothorax festzustellen, dass alle neun aufgetretenen Fälle individuell betrachtet werden müssen und kein einheitliches Muster bezüglich der Ausprägung und des Verlaufs vorhanden war. Gerade die Fälle eines Spitzen- oder Mantelpneumothorax, welche entweder symptomlos oder sich nur in einer minimal auftretenden Symptomatik bemerkbar machten, müssen ebenso aufmerksam betrachtet werden wie ein Spannungspneumothorax. Insbesondere die Tatsache, dass bei vier Fällen eine Spannungskomponente im Verlauf auftrat, zeigt die Notwendigkeit der regelmäßigen Röntgenkontrollen.

Insofern war es wichtig, dass die Diagnose eines Pneumothorax, auch wenn er symptomlos war, schon im Vorfeld durch eine radiologische Thoraxuntersuchung getroffen

wurde und der Patient sich in stationärem Aufenthalt befand. Damit konnten sofortige Notfallmaßnahmen eingeleitet werden.

Außerdem gilt die postinterventionelle Bildgebung in Form eines Röntgenthorax weiterhin als obligatorisch, da somit von Beginn an ein Pneumothorax diagnostiziert und den Leitlinien entsprechend therapiert werden kann.

Generell stellt sich die Frage, wie ein iatrogenes Pneumothorax nach einer ultraschallgesteuerten Punktion einer zentralen Vene vermieden werden kann. Diesbezüglich könnte eine Veränderung der Punktionsnadel erfolgen. Demnach lässt sich vermuten, dass eine dünnere Nadel weniger Pleuraverletzungen zur Folge hätte.

5.2.4 Portinfektionen

Infektionen können zum einen nach dem Zeitpunkt des Auftretens in Früh- und Spätinfektionen und zum anderen nach der Art der Kontamination in lokale und systemische Infektionen eingeteilt werden. Letztere wird in der Literatur zumeist als „Catheter-Related Blood Stream Infection“ (CRBSI) bezeichnet (Deutsche Gesellschaft fuer Haematologie und medizinische Onkologie 2015; Krause R. et al. 2016). Portinfektionen gelten als die am häufigsten vorkommenden Portkomplikationen und sind der hauptsächliche Grund für eine Explantation des Systems (Teichgräber et al. 2011a). Zudem sind sie neben Pneumonien die zweithäufigsten nosokomialen Infektionen (Krause R. et al. 2016). Gerade die nach vier Wochen postinterventionell auftretenden Spätinfektionen sind zumeist der Grund für eine frühzeitige Portentfernung (Fischer et al. 2008). Außerdem sind Katheter-assoziierte Blutstrominfektionen verantwortlich für eine vermehrte Einnahme von Antibiotika, einen verlängerten stationären Aufenthalt in einer Klinik und einer ihnen zuzuschreibenden Sterblichkeit (Safdar und Maki 2006). Aufgrund dessen wird deutlich, wie wichtig die Vermeidung einer Infektion infolge einer Portanlage bzw. die richtige Vorgehensweise bei der Therapie ist.

In dieser Studie wurden nach den 900 Implantationen 69 Fälle ermittelt, in denen durch entsprechende Entzündungszeichen ein Verdacht auf eine Portinfektion bestand, was einen Anteil von 7,7% ausmacht. Davon ereigneten sich 10 Komplikationen in der Zeit bis vier Wochen postinterventionell (1,1%) und 59 in der späten Phase, also ab 4 Wochen nach dem Eingriff (6,6%). Werden nur die Fälle betrachtet, welche ein negatives Analyseergebnis erhielten, sowie jene, bei welchen keine Laboruntersuchung doku-

mentiert wurde, so ergeben sich 54 tatsächlich positive Infektionen (6,0%). Von diesen handelt es sich nur bei sechs Fällen um Frühinfektionen (0,7% von 900).

Von dem Zeitpunkt des Auftretens einer Infektion kann zumeist auf die Ursache geschlossen werden. Gerade eine Frühinfektion entsteht im Normalfall durch eine unterbrochene Hygienekette während des interventionellen Einsetzens des Portkathetersystems. Daher werden sie in den meisten Fällen schon direkt bei postinterventionellen Kontrolluntersuchungen entdeckt (Silberzweig et al. 2003). Komplikationen, welche erst nach vier Wochen und später auftreten, können in der Regel nicht mehr mit dem Eingriff selber in Verbindung gebracht werden, sondern treten vielmehr als Folge von mangelnder Hygiene oder einer falschen Nutzung des Portsystems auf (Teichgräber et al. 2011a). Der größte Anteil an Infektionen entsteht im Langzeitverlauf und ist daher im Wesentlichen auf eine unsachgemäße Handhabung des Portsystems zurückzuführen (L. Header und J. Jähne 2013).

Somit werden im Weiteren hauptsächlich die sechs Frühinfektionen berücksichtigt, da nur diese Fälle in einem direkten Zusammenhang zu dem interventionellen Eingriff stehen könnten. Diese Differenzierung ist insofern wichtig, da extrem abweichende Ergebnisse aus der internationalen Literatur immer unter diesem Aspekt gewichtet werden müssen. Erschwert wird diese Problematik durch die Tatsache, dass nicht alle Autoren ihre Definition einer Infektion in einer Studie wiedergeben. Auch Krause R. et al. (2016) bemängeln, dass die Inzidenz von katheterbezogenen Infektionen zum einen durch die verschiedenen Untersuchungsmethoden in der Diagnostik und zum anderen durch die heterogenen Definitionen in der Literatur sehr weit gestreut ist (Krause R. et al. 2016).

Ma et al. (2016) weisen bei einer Fallzahlgröße von 2996 eine Frühinfektionsrate von 0,2% vor. Cil et al. (2006) geben bei 476 Implantationen keine Portinfektion in der Zeit zwischen 24 Stunden und vier Wochen postinterventionell an. In der Studie von Zhou et al. (2014), welche 492 Portsysteme implantierten, beträgt der Anteil an frühen Infektionen 0,4%. Jeweils zwei Frühinfektionen traten in den Studien von Vardy et al. (2004) mit 111 Portimplantationen (1,8%) und von Chang et al. (2013) mit 195 Portanlagen (1,4%) auf. Laut Chang et al. (2013) ist eine Infektion dann gesichert, wenn ein positiver Abstrich aus der Porttasche oder des Portkatheters genommen werden kann, unabhängig von dem Ergebnis der Blutkultur. In einer Studie von Samaras et al. (2008) gilt der Begriff „katheterbezogene Infektion“ allgemein für eine Tascheninfektion, eine katheterbezogene Blutstrominfektion sowie eine lokale Infektion der Punktionsstelle. Ebenfalls werden die Fälle miteinbezogen, welche bei Fieber ohne erkennbaren Bakterienherd und unter Antibiose persistierende Symptome vorweisen, die erst nach der

Entfernung des Portsystems rückgängig waren. Ob der Katheter in diesem Fall mit Bakterien besiedelt sein muss, wird nicht näher definiert. Sie geben nach 201 Portimplantationen eine Frühinfektionsrate von 2,0% an.

Gerade in den Studien von Ma et al. (2016) und Cil et al. (2006), welche eine geringere Infektionsrate vorweisen konnten, fällt auf, dass auf eine klare Definition einer Infektion verzichtet wird. So können diese Ergebnisse nicht als reine Referenzwerte betrachtet werden.

Infektionswege

Safdar und Maki (2004) unterscheiden Katheter-assoziierte Infektionen („catheter-related infection“) von Infektionen durch kontaminierte Infusionslösungen („infusate-related infection“). Dabei sind hauptsächlich Erstere für die meisten Portinfektionen verantwortlich. Generell werden in der Literatur im Wesentlichen vier Möglichkeiten angegeben, wie es zu einer Infektion, bezogen auf ein liegendes Portkathetersystem, kommen kann. Eine mögliche Kontamination kann während des interventionellen Eingriffes entstehen, wenn Keime über den Katheter, der über den Führungsdraht in die Vene geschoben wird, in ein Blutgefäß gelangen (Safdar und Maki 2004). Eine weitere Ursache besteht in der extraluminale Einwanderung von Mikroorganismen der Haut in das perkutane Gewebe während der Punktion der Portkammer. Hierbei ist die sterile Kette unterbrochen und die Haut nicht ausreichend desinfiziert worden (Lebeaux et al. 2016). Außerdem kann eine sekundäre Infektion über den Blutweg vorkommen. Hier ist im Körper ein von der Implantationsstelle entfernter Bakterienherd, beispielsweise eine Pneumonie, vorzufinden. Dieser ist dafür verantwortlich, dass Keime über den hämatogenen Weg eine Portinfektion verursachen. Als letzter Infektionsweg wird das Eindringen von Bakterien über kontaminierte Infusionslösungen beschrieben (Krause R. et al. 2016; Safdar und Maki 2004). Dieser Kontaminationsweg dürfte in den Industrienationen jedoch sehr selten auftreten.

Katheterbezogene Blutstrominfektionen können somit in extraluminal und intraluminal eingeteilt werden (Safdar und Maki 2004). Extraluminal beschreibt die äußere und intraluminal die innere Oberfläche des Katheters (Krause R. et al. 2016). Demnach ist eine Infektion extraluminal erworben, wenn eine Übereinstimmung der nachgewiesenen Keime an der Katheterspitze, der Hauteintrittsstelle sowie in den Blutkulturen besteht. Im Gegensatz dazu liegt eine intraluminal erworbene Infektion vor, wenn gleiche Keime nur in einer Infusionslösung und in einer Blutkultur identifiziert werden können (Safdar und Maki 2004).

Auch die Unterscheidung in lokale und systemische Infektionen können Rückschlüsse auf die Ursache einer Infektion geben. Lokale Infekte basieren somit oftmals auf einer perkutanen Keimverschleppung während der Punktion. Gründe dafür sind Pflegefehler oder eine Fehlpunktion mit der Bildung von Paravasaten. In diesen Fällen entstehen lokale Rötungen und Schwellungen der Porttasche oder im Bereich des Kathetertunnels (L. Header und J. Jähne 2013). Demnach ist die Haupteintrittspforte die Haut (Deutsche Gesellschaft fuer Haematologie und medizinische Onkologie 2015). Demgegenüber entstehen systemische Infektionen meist durch eine bakterielle Kolonisierung des intravaskulären Katheters oder durch Erreger in Infusionslösungen. Die klinischen Symptome sind unter anderem Fieber und Schüttelfrost, Hypotonie oder Anzeichen einer Sepsis (L. Header und J. Jähne 2013; Krause R. et al. 2016).

Erreger

Laut der Deutschen Gesellschaft fuer Haematologie und medizinischen Onkologie (2015) sind Koagulase-negative Staphylokokken mit 60-70% die häufigsten Erreger, welche eine Portinfektion begünstigen. Es folgen Gram-negative Bakterien mit 20-25%. Hierzu zählen insbesondere *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* und *Klebsiella* spp. Des Weiteren werden *Candida* spp. mit 5-13% als Erreger identifiziert. Zu kleineren Teilen werden die Spezies *Staphylococcus aureus*, Enterokokken und Streptokokken in den mikrobiologischen Analysen nachgewiesen (Deutsche Gesellschaft fuer Haematologie und medizinische Onkologie 2015).

Diese Raten decken sich mit den Ergebnissen von Lebeaux et al. (2016). In ihrer Studie war der Großteil der nachgewiesenen Mikroorganismen mit 57% ebenfalls Koagulase-negative Staphylokokken gefolgt von Gram-negativen Bakterien mit 20%. Einen kleineren Anteil machen das Bakterium *Staphylococcus aureus* mit 7% sowie *Candida albicans* mit 3% aus.

Auch Krause R. et al. (2016) und Wolf et al. (2008) sind der Meinung, dass den überwiegenden Anteil der nachgewiesenen Keime nach einer Infektion Gram-positive Bakterien ausmachen und von diesen vor allem Koagulase-negative Staphylokokken. Laut ihnen ist jedoch auch das Bakterium *Staphylococcus aureus* zu einem großen Teil nachgewiesen worden. L. Header und J. Jähne (2013) bestätigen diese These und machen vor allem die Gram-positiven Hautkeime *Staphylococcus epidermis* sowie *Staphylococcus aureus* neben verschiedenen Streptokokken und *Candida*-Spezies für Portinfektionen verantwortlich. Auch in der Studie von Vardy et al. (2004) sind zum größten Teil *Staphylococcus aureus*-Infektionen beobachtet worden.

Diese Ergebnisse decken sich zum größten Teil mit den Erregernachweisen in der vorliegenden Studie. Hier waren ebenfalls Koagulase-negative Staphylokokken mit 38% die in einer Blutkultur oder an der Katheterspitze eines explantierten Portsystems am häufigsten identifizierten Keime. Mit einem Anteil von 26% wurden Gram-negative Bakterien und von 18% das Bakterium *Staphylococcus aureus* nachgewiesen. Keime der Spezies *Candida* spp. wurden zu knapp 11% in den Analysen gefunden. Streptokokken (4,5%), *Propionibacterium acnes* (1,5%) sowie Enterokokken (1,5%) kommen zu jeweils kleineren Anteilen als Erreger bei einer Portinfektion vor.

Es stellt sich nun die Frage, wie es genau zu dieser Bakterienaufteilung bei einem infizierten Portkathetersystem kommt. Hier spielt die physiologische Besiedlung von Mikroorganismen an der Hautoberfläche, die Hautflora, eine wichtige Rolle. Hauptbestandteil der Hautflora sind Koagulase-negative Staphylokokken, welche fakultativ pathogen sind. Sie lösen demnach nur bei einer lokalen und generalisierten Abwehrschwäche des Patienten eine Infektion aus. Zudem besitzen sie die Fähigkeit, an Fremdmaterialien, in diesen Fall an einem Katheter, zu adhären und schleimartige Biofilme auszubilden. Diese Filme bieten den Bakterien einen gewissen Schutz vor Antibiotika (Deutsche Dermatologische Gesellschaft 2011; L. Header und J. Jähne 2013, 2013, 2013, 2013). Menschen, die ein Portkathetersystem zur Applikation von Chemotherapeutika oder Medikamenten benötigen, sind oftmals durch die zugrundeliegende Erkrankung geschwächt und immunsupprimiert. Dadurch sind sie von Grund auf anfälliger für Infektionen.

Auch das Bakterium *Staphylococcus aureus* konnte in dieser Arbeit zu 18% mit einer Portinfektion assoziiert werden. Da der physiologische Standort normalerweise die nasale Schleimhaut ist, kann dieses Bakterium nur vorübergehend auf der Haut nachgewiesen werden. Des Weiteren wird es nur bei jeweils 15-20% der Normalbevölkerung permanent oder nie und bei 50-70% nur zeitweilig auf der nasalen Schleimhaut identifiziert (Deutsche Dermatologische Gesellschaft 2011). Laut Kluytmans et al. (1997) ist jedoch gerade bei stationär aufgenommenen Patienten mit einem intravaskulär liegendem Katheter eine Infektion mit diesem Keim beobachtet worden. Sie vermuten eine Besiedelung der Interventionsstelle mit den Mikroorganismen aus der Nase, gänzlich geklärt ist die Entstehung einer solchen endogenen Infektion mit diesem Keim jedoch noch nicht. Es werden auch Schmierinfektionen mit kolonisierten Personen oder aber Kontakte zu kontaminierten Oberflächen als weitere Ursachen einer Infektion mit *Staphylococcus aureus* angegeben (Deutsche Dermatologische Gesellschaft 2011). Insbesondere bei Frühinfektionen konnten häufig *Staphylococcus aureus*-Kulturen nachgewiesen werden (Lebeaux et al. 2016).

In dieser Arbeit sind ebenso drei der sechs diagnostizierten frühen Infektionen durch eine Kontamination mit *Staphylococcus aureus* verursacht worden.

Da die Rate an Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus*-Stämmen (MRSA) weltweit immer mehr zunimmt, sind eine gezielte Erregerdiagnostik und eine darauf abgestimmte Therapie zwingend erforderlich. Um Empfehlungen bezüglich einer Verminderung des Infektionsrisikos mit *Staphylococcus aureus* geben zu können, muss die Entwicklung dieser Infektion jedoch erst gänzlich geklärt sein (Kluytmans et al. 1997).

Lebeaux et al. (2016) fanden heraus, dass gerade in aktuellen Studien vermehrt Gram-negative Bakterien (40%) sowie *Candida*-Spezies (23%) für die Entstehung einer post-interventionellen Infektion verantwortlich gemacht werden. Als Gründe dafür nennen sie zum einen die gestiegene Anzahl an Chemotherapien mit mehr neutropenischen Patienten. Dies hat zur Folge, dass vermehrt Mikroorganismen aus der Darmflora in dem Blutkreislauf zu finden sind. Zum anderen machen sie aber auch die vermehrte Nutzung von Breitbandantibiotika sowie von parenteraler Ernährung für die Veränderung des Keimspektrums verantwortlich.

Periinterventionelle Antibiotikaprophylaxe

Es stellt sich weiterhin die Frage, ob eine obligatorisch durchgeführte periinterventionelle Antibiose das Risiko für eine Portinfektion signifikant reduzieren kann.

Dabei sind nur die frühen Infektionen von Interesse, da Spätinfektionen durch die Gabe einer Antibiose bei der Implantation nicht beeinflusst werden können.

In dieser Arbeit trat von den sicher diagnostizierten sechs Frühinfektionen nur eine unter einer prophylaktischen Antibiose auf. Bei den restlichen fünf Infektionen wurde keine periinterventionelle Antibiose durchgeführt.

Rupp et al. (2012) geben in ihren Praxisrichtlinien für einen zentralvenösen Zugang auf der Basis von randomisierten, kontrollierten Studien an, dass die Gabe von intravenösen Antibiotika gerade bei extrem immunsupprimierten Krebspatienten die Häufigkeit von katheterbezogenen Infektionen minimieren kann. Laut ihnen fehlen jedoch diesbezüglich Angaben aus weiteren Studien, um hieraus eine allgemeingültige Empfehlung zu geben. Vielmehr soll die Antibiotikagabe daher in individuellen Fällen und nicht routinemäßig appliziert werden. Generell wird in der Literatur von einer obligatorischen prä- oder postinterventionellen systemischen Antibiose abgeraten (Lebeaux et al. (2016); Teichgräber et al. (2011a); Safdar und Maki (2004)). Auch Karanlik et al. (2011) führten eine Studie an einer Gruppe von Patienten mit periinterventioneller Antibiose und einer Gruppe, welche ein Placebo-Präparat erhielten, durch. Laut ihnen erwies sich die Antibiose nicht als Vorteil, da auch ohne diese schon eine sehr geringe postinterventionelle Infektionsrate vorliegt.

Gebauer et al. (2007) konnten in ihrer Studie hingegen nachweisen, dass eine einmalige periinterventionelle Antibiotikagabe mit Sultamicillin (3g Unacid, Pfizer, New York, USA) oder bei einer Penicillin-Allergie mit 100 mg Ciprofloxacin (Ciprobay, Bayer, Leverkusen, Deutschland) das Infektionsaufkommen nach einem radiologisch interventionell gelegtem Port reduzieren kann. Madabhavi et al. (2017) führten eine intravenöse Single-Shot Breitspektrumantibiose eine Stunde vor der Intervention obligatorisch durch (1g Ceftriaxon). Trotz dieser prophylaktischen Maßnahme betrug der Anteil an frühen Infektionen dennoch 4%, da nach vier von 100 Implantationen innerhalb der ersten vier Wochen eine Infektion diagnostiziert wurde.

Safdar und Maki (2006) untersuchten mittels Metaanalysen die Wirkungsweise einer lokalen Anwendung von Antibiotika bei Hochrisikopatienten in Form einer Vancomycin-Lösung in der Portkammer (Antibiotic-Lock-Therapy = ALT). Hier verbleibt eine antiinfektiöse Lösung für eine bestimmte Zeit (20-60 Minuten bis zu 6-24 Stunden) in der Portkammer. Da die meisten Portinfektionen einen intraluminalen Ursprung haben, konnten sie eine signifikante Reduktion des Infektionsrisikos bei einem langfristigen vollständig implantierten Katheter um bis zu 50% feststellen. Allgemeine Empfehlungen bezüglich des Nutzens müssen noch gegeben werden (Safdar und Maki 2006). Die Deutsche Gesellschaft fuer Haematologie und medizinische Onkologie (2015) rät nur bei infizierten, aber klinisch dringend notwendigen Kathetern zu einer ALT.

Rupp et al. (2012) empfehlen dagegen die Verwendung eines mit Antibiotika oder mit einer Kombination aus Chlorhexidin und Silbersulfadiazin benetzten Katheters bei Patienten, welche ein erhöhtes Infektionsrisiko vorweisen.

Zudem gelten individuelle Präventionsmaßnahmen als nötig, um das Infektionsrisiko so gering wie möglich zu halten. Gerade bei der Therapie von onkologischen oder hämatologischen Patienten ist eine frühestmögliche Portanlage erforderlich, um im Falle einer aufkommenden Neutropenie, welche mit einer verminderten Infektabwehr einhergeht, eine Infektion vermeiden zu können. Bei Patienten, welche längerfristig parenteral ernährt werden müssen und ein täglicher Zugang erforderlich ist, ist die Gabe über einen getunnelten Katheter eine Alternative, da gerade parenterale Ernährung über ein vollständig implantiertes Kathetersystem ein erhöhtes Infektionsrisiko mit sich bringt. Generell ist jedoch immer auf präventive Maßnahmen während und in der Zeit nach der interventionellen Portanlage zu achten. Dazu zählen das Einhalten von Hygiene-richtlinien, aber auch die Schulung des Personals und die Einweisung der Patienten während der Portnutzung (Lebeaux et al. 2016).

Da in der internationalen Literatur zumeist von einer obligatorisch durchgeführten Antibiotikaprophylaxe abgeraten wird und auch in dieser Arbeit die Häufigkeit von nur sechs Frühinfektionen als gering eingestuft werden kann, besteht kein Anhaltspunkt, eine routinemäßige systemische Antibiose vor einer Portanlage einzuführen. Gerade der Aspekt der möglichen Resistenzentwicklung gegen bestimmte Keime bei einer Antibiotikatherapie stellt eine weitere Kontraindikation für eine prophylaktische Antibiose dar.

Therapie

Die Deutsche Gesellschaft fuer Haematologie und medizinische Onkologie (2015) gibt in ihren Leitlinien Therapieempfehlungen nach einer Portinfektion an. Demnach ist eine sofortige Entfernung des Portsystems nach einer Infektion mit *Staphylococcus aureus* und *Candida* spp. sowie bei einer Taschen- oder Tunnelinfektion erforderlich. Ferner kann der Erhalt des Katheters bei stabilen Patienten und einer Infektion mit Koagulase-negativen Staphylokokken in Erwägung gezogen werden. Eine sofortige Gabe von Vancomycin wird nicht empfohlen, vielmehr soll eine gezielte Erregeridentifizierung stattfinden und darauffolgend eine spezielle antimikrobielle Therapie erfolgen. Bei Infektionen mit *Staphylococcus aureus* erfolgt eine Antibiotikagabe über zwei Wochen, während sie bei Koagulase-negativen Staphylokokken und Enterokokken 5-7 Tage nach Entfieberung empfohlen wird (Deutsche Gesellschaft fuer Haematologie und medizinische Onkologie 2015). Demgegenüber wird in anderen Studien eine sofortige Entfernung des Portsystems in Kombination mit einer systemischen Antibiose empfohlen (Lebeaux et al. 2016; Krause R. et al. 2016). Jedoch sei es aus Gründen eines erneuten interventionellen Eingriffes sowie einer Gerinnungsstörung oder eines schlechten Venenstatus möglich, das Portsystem zu erhalten, sofern der klinische Zustand des Patienten dies zulasse. Gerade bei unkomplizierten Verläufen ohne Anzeichen einer Infektion mit *Staphylococcus aureus* oder *Candida* spp. kann eine konservative Therapie bestehend aus einer systemischen Antibiose und einer ALT in Erwägung gezogen werden. Das Portsystem muss hingegen in solchen Fällen entfernt werden, wenn die konservative Therapie mit einer Antibiose auch 72 Stunden nach Beginn keinen Erfolg zeigt (Lebeaux et al. 2016).

Generell gilt nach dem Nachweis des ursächlichen Erregers eine zielgerichtete Therapie. Bei beispielsweise MRSA sowie Koagulase-negativen Staphylokokken, welche zumeist Methicillin-resistent sind, wird die Gabe von Vancomycin empfohlen. Eine Infektion durch Methicillin-empfindliche Erreger wird mittels Flucloxacillin therapiert (Krause R. et al. 2016).

5.2.5 Thrombotische Komplikationen

Unter den Katheter-assoziierten Thrombosen werden zum einen die tiefen Venenthrombosen und zum anderen die Katheterokklusionen gezählt (Caers et al. 2005; L. Header und J. Jähne 2013; Couban et al. 2005).

Die typische Symptomatik einer Venenthrombose ist eine Schwellung mit gegebenenfalls livider Verfärbung der betroffenen Extremität, des Halses oder des Gesichts (L. Header und J. Jähne 2013).

In der vorliegenden Studie lag der Anteil an den Gefäßthrombosen bei 1,2% (n=11) und an den Katheterokklusionen bei 1,3% (n=12).

Es gilt zu untersuchen, welche prädisponierenden Risikofaktoren es für das vermehrte Auftreten einer Gefäßthrombose gibt. Demnach vermuten Puel et al. (1993) einen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit einer Thrombose und der Implantationsseite sowie der Katheterspitzenposition in der oberen Hohlvene bzw. in der Vena brachiocephalica. Gerade linksseitige Portsysteme und Katheterspitzen, welche in der oberen Hälfte der Vena cava superior zu liegen kommen, sollen ein deutlich höheres Risiko für eine Gefäßthrombose mit sich bringen. Als Grund dafür nennen sie den spitzeren Winkel zwischen der linken Vena brachiocephalica und der Vena cava superior. Dieser ist dafür verantwortlich, dass der Katheter bzw. der Führungsdraht während der Positionierung an die Gefäßwand gedrückt und das Endothel somit verletzt werden kann. Außerdem kann der Katheter, wenn er zu weit oben in der Hohlvene positioniert wird, bei jedem Herzschlag die Gefäßwand berühren, was zu einem Mikrotrauma führt. Damit begünstigen die an die Endothelverletzung geratenen Infusionslösungen die Entstehung von Fibrinscheiden oder Thromben, die nun die Venen oder den Katheter verschließen können (Puel et al. 1993). Es wird angenommen, dass gerade Insertionen über die Vena subclavia verglichen mit der Vena jugularis interna zu höheren Thromboseraten führen (Jonczyk et al. 2018). Caers et al. (2005) konnten neben der Malposition der Katheterspitze zudem noch nachweisen, dass gerade das weibliche Geschlecht und Patienten mit einem Bronchialkarzinom anfällig für eine Thrombose sind.

Auch bei den Ergebnissen dieser Arbeit war festzustellen, dass insgesamt 10 von den 11 diagnostizierten Gefäßthrombosen (91%) bei linksseitigen Portsystemen auftraten. Stellt man diese Häufigkeiten in Relation zu dem Gesamtaufkommen von linksseitigen (n=667) und rechtsseitigen Implantationen (n=229), so ergibt sich mit dem relativen Wert von 0,01 bei links- und 0,004 bei rechtsseitiger Anlage eine Tendenz zu häufigeren Thrombosen bei linken Portsystemen. Außerdem ist ein Zusammenhang zwischen einem dislozierten Katheter sowie einer thrombotischen Komplikation festzustellen. Hier fällt insbesondere auf, dass in vier Fällen eine Okklusion des Katheters zusam-

men mit einer Dislokation diagnostiziert wurde. In einem weiteren Fall ist eine Gefäßthrombose zusammen mit einer Katheterokklusion aufgetreten. Somit scheint die falsche Positionierung des Katheters in einer direkten Verbindung zu einem thromboembolischen Prozess zu stehen.

Bezüglich des Geschlechts unterscheidet sich das Ergebnis jedoch von dem aus der Studie von Caers et al. (2005), da nur etwas mehr als die Hälfte aller Patienten mit einer Gefäßthrombose weiblich waren (55%). Betrachtet man das Ergebnis bezogen auf die Gesamtanzahl aller weiblichen und männlichen Patienten relativ, ergibt sich bei beiden ein Wert von 0,01. Somit kann kein vermehrtes thrombotisches Aufkommen bei weiblichen Patienten bestätigt werden.

Ebenso war nur bei 27% ein Bronchialkarzinom in der Anamnese der Patienten mit einer Gefäßthrombose dokumentiert, sodass diese Grunderkrankung anhand der Ergebnisse aus der vorliegenden Studie ebenfalls nicht als Risikofaktor betrachtet werden kann.

Die Autoren aus vergleichenden Studien geben schwankende Raten für das Vorkommen einer Gefäßthrombose an. Chang et al. (2013) ermittelten eine Rate von 8,0% bei einer Fallzahl von 195 und Caers et al. (2005) von 8,5% nach 437 Implantationen. Demgegenüber geben Cil et al. (2006) eine Rate von 1,5% bei einer Fallzahl von 476 und Zhou et al. (2014) von 2,4% nach 492 Eingriffen an. Vardy et al. (2004) dokumentierten in ihrer Studie fünf Gefäßthrombosen nach insgesamt 111 Portimplantationen (4,5%).

Die Inzidenz einer Katheterokklusion wird von Zhou et al. (2014) zusammen mit einer Kathetermalposition mit 1,2% angegeben. Generell wird oftmals in internationalen Studien die genaue Definition einer Katheterokklusion nicht ersichtlich. Demnach gilt in der Studie von Cil et al. (2006) eine Okklusion aufgrund der mangelnden Aspirationsmöglichkeit als Katheterdysfunktion und wird dort mit einer Häufigkeit von 6,1% angegeben. In dieser Arbeit werden jedoch nur die Fälle als Portdysfunktion definiert, bei denen eine mangelnde Aspiration bzw. eine Spülung des Systems nicht möglich ist und mittels Kontrastmitteldarstellung keine klare Ursache gefunden wurde. Da bei einer Okklusion ein Verschluss des Katheters durch zumeist residuale Blutbestandteile vorliegt, wird diese definitionsgemäß als thrombotische Komplikation gewertet (L. Header und J. Jähne 2013).

Cil et al. (2006) empfehlen generell die Implantation eines Portsystems über die rechte Vena jugularis interna. Da durch den geraden Verlauf dieser Vene nur selten ein Kontakt des Katheters mit der Gefäßwand zustande kommt, besteht somit nur ein geringes Risiko für eine Thrombose. Gerade bei adipösen, weiblichen Patienten ist eine linksseitige Anlage nur unter größter Sorgfalt vorzunehmen. Wenn die Katheterspitze in die-

sem Fall auf Höhe des Venenwinkels zwischen der Vena brachiocephalica und der Vena cava superior bei einer in Rückenlage befindlichen Person positioniert wird, so besteht die Gefahr einer Retraktion des Katheters durch die Caudalverlagerung des Gewebes, wenn die Patientin sich aufrichtet. Hier soll sich die Katheterposition prophylaktisch länger auf Höhe des rechten Vorhofes befinden (Cil et al. 2006).

Ein Nachteil der Implantation über die Vena jugularis interna besteht in dem kosmetischen Ergebnis. Durch die sichtbare Lage der Implantationsstelle fühlen sich die Patienten oftmals eingeschränkt. Daher wurde in dieser Arbeit in der Regel die Vena subclavia zur Punktion favorisiert.

Therapie

Bei einer Katheter-assoziierten tiefen Armvenenthrombose wird eine sofortige therapeutische Antikoagulation empfohlen (Dt. Gesellschaft für Angiologie – Gesellschaft für Gefäßmedizin 2015). Das Portsystem muss daher nicht zwingend entfernt werden, sofern es weiter benötigt wird und weder infiziert noch falsch positioniert ist. Auch Kaun et al. (2002) und Zhou et al. (2014) sind der Meinung, dass das Portsystem unter einer antikoagulativen Therapie weiter benutzt werden kann. Es traten in der Studie von Kaun et al. (2002) keine Lungenembolien infolge der Thrombose oder Blutungen unter einer längerfristigen Antikoagulation auf. Erst bei ausbleibendem Erfolg bzw. anhaltenden oder zunehmenden Beschwerden sollte das Portsystem entfernt werden (L. Header und J. Jähne 2013). Die Therapie mit niedermolekularem Heparin soll für mindestens drei Monate erfolgen. Allgemein muss so lange, wie sich das Portsystem in situ befindet, therapiert werden. Nach Entfernung des Ports wird empfohlen, die Antikoagulation noch für weitere 6 bis 12 Wochen aufrechtzuerhalten (Dt. Gesellschaft für Angiologie – Gesellschaft für Gefäßmedizin 2015).

Bei einer systeminternen Katheterokklusion lässt sich in der Regel nach einer korrekten Punktion das Portsystem nicht spülen bzw. kein Blut aspirieren. Für die Therapie empfehlen Teichgräber et al. (2011a) eine bestimmte Vorgehensweise, mit welcher das System deblockiert werden kann. Zuerst empfehlen sie, das System mit 100 IE Heparin, aufgelöst in einer 5 ml 0,9-prozentigen NaCl-Lösung, zu spülen. Weiter soll eine Aspiration vorgenommen werden. Bei anhaltender Blockierung soll eine Injektion (1 ml) von 10.000 IE Urokinase in 2 ml 0,9-prozentiger NaCl-Lösung erfolgen. Nachdem die Lösung nach 20 Minuten aus dem Port aspiriert wird, soll das System mit 20 ml 0,9-prozentiger NaCl-Lösung gespült werden. Wenn dieses Vorgehen auch nach dreimaliger Durchführung kein Nutzen mit sich bringt, wird eine Kontrastmitteldarstellung empfohlen, um andere Komplikationen wie Katheterdislokationen oder Schlingenbildungen auszuschließen, welche ebenfalls für eine Funktionsunfähigkeit verantwort-

lich sein können (Teichgräber et al. 2011a). Sugimoto et al. (2003) sind angesichts ihrer durchgeführten retrospektiven Studie der Meinung, dass die Verwendung von niedrig dosierter Alteplase für die Thrombolyse gleichsam wirksam und sicher wie Urokinase ist. Ein Vorteil von Alteplase ist jedoch die deutlich kürzere notwendige Infusionszeit, was zu signifikanten Kosteneinsparungen führt. Chan (2008) ermittelt sogar noch bessere Ergebnisse mit der Anwendung von 2 mg Alteplase im Vergleich zu 10.000 IE Urokinase. Demnach können 98% der Portsysteme nach der Thrombolyse mittels Alteplase wieder eine volle Funktionstüchtigkeit vorweisen, während die Rate unter einer Urokinase-Therapie bei 59% liegt.

Ob eine routinemäßige medikamentöse Prophylaxe das Risiko für thrombotische Komplikationen nach einer Portimplantation minimieren kann, wird in der Literatur noch kontrovers diskutiert (L. Header und J. Jähne 2013).

Silberzweig et al. (2003) geben an, dass eine niedrigdosierte orale Antikoagulation das Risiko für eine postinterventionelle Thrombose deutlich verringern kann (Silberzweig et al. 2003). Demgegenüber soll laut Couban et al. (2005) eine prophylaktische Gabe von 1 mg Warfarin die Häufigkeit einer symptomatischen Venenthrombose oder einer systeminternen Okklusion nicht reduzieren (Couban et al. 2005). Karthaus et al. (2006) sind der Meinung, dass die Inzidenz für eine Katheter-assoziierte Thrombose ohnehin so gering ist, dass eine prophylaktische Medikation nicht notwendig ist. Außerdem erzielten sie mit der Gabe von niedermolekularem Heparin keine geringeren Raten an thrombotischen Komplikationen (Karthaus et al. 2006).

Es wird empfohlen, das Portsystem insbesondere nach Blutentnahmen oder Bluttransfusionen ausreichend zu spülen, um residuale Blutbestandteile aus dem Katheterschlauch zu entfernen (L. Header und J. Jähne 2013). Gerade die Hersteller eines Portsystems empfehlen die Blockung des Katheters mit einer Heparinlösung zwischen den Punktionen (Goossens et al. 2013). Diese Art der Katheterblockung wird aber kontrovers diskutiert, da laut verschiedener Studien die Katheterdurchgängigkeit mittels einer normalen 0,9-prozentigen Kochsalzlösung ebenso erfolgreich erreicht werden kann (Goossens et al. 2013; Goh et al. 2011; L. Header und J. Jähne 2013). Gerade bei der Benutzung einer reinen Kochsalzlösung können wesentliche Risiken einer Heparinspülung vermieden werden, wie hauptsächlich hypersensitive Reaktionen auf Heparin, lokale Gewebereizungen, iatrogene Blutungen sowie das Auftreten einer heparininduzierten Thrombozytopenie (L. Header und J. Jähne 2013; Goh et al. 2011). Da die Meinung bezüglich der empfohlenen Spüllösungen bei Nichtbenutzung des Port-

systems bzw. nach einer Punktion in der Literatur auseinandergehen, kann hier keine allgemeingültige Aussage getätigt werden.

In diesem Zusammenhang spielt auch die Tatsache eine große Rolle, dass sich die Patienten während der Portnutzung nicht mehr in der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie befinden. Die Nutzung findet entweder auf einer anderen Station oder aber bei einem niedergelassenen Mediziner statt. Somit müssen eventuell auftretende Pflegefehler von dem entsprechend behandelnden Personal kontrolliert werden.

5.2.6 Sonstige Komplikationen

Katheterdislokationen stellen in dieser Arbeit mit 12 Fällen (1,3%) die dritthäufigste Komplikation nach einer Portimplantation dar. Laut der Ergebnisse internationaler Autoren schwankt diese Rate von 0,21% bis 2,1% (Chang et al. 2013; Cil et al. 2006; Burger et al. 1998; Fan et al. 2014; Madabhavi et al. 2017). Generell gehört eine Migration des Katheters zu den seltenen Komplikationen nach einer Portanlage und kann zu unspezifischen Symptomen wie Schmerzen im Nacken oder in der Schulter sowie einer Gefäßthrombose führen (Fan et al. 2014).

Klinisch zeigt sich eine intravasale Malposition der Katheterspitze in der Regel nach der Punktion des Portsystems durch eine mangelnde Aspirations- bzw. Spülfähigkeit (Teichgräber et al. 2011a). Es kann aber auch der Fall sein, dass eine Katheterdislokation bereits periprozedural entsteht, jedoch asymptomatisch bleibt und erst Wochen nach dem Eingriff entdeckt wird. Gründe für die erst späte Identifizierung einer Dislokation sind eine plötzlich auftretende Symptomatik durch eine kardiale Arrhythmie oder eine um die Katheterspitze platzierte Fibrinscheide, welche das System okkludiert (Silberzweig et al. 2003). Generell tritt eine primäre Kathetermigration, also die Wanderung des Katheters während oder unmittelbar nach der Portanlage, eher selten auf (Fan et al. 2014). Dennoch ist es unerlässlich, die finale Katheterspitzenposition nach der interventionellen Anlage mittels Radiographie, Fluoroskopie oder Elektrokardiographie zu prüfen (Rupp et al. 2012). Gerade der Aspekt der möglichen Retraktion des Katheters nach Aufrichten des Patienten unmittelbar nach dem Eingriff unterstützt diese Empfehlung nochmals (Cil et al. 2006).

In dieser Studie traten vier Katheterdislokationen unmittelbar nach der Implantation auf (<24 Stunden). In einem Fall musste das Portsystem explantiert und in einem neuen Eingriff neu gelegt werden, während bei den drei weiteren Fällen die Lage des Ports in einem Revisionseingriff korrigiert wurde.

Die sekundäre Migration beschreibt die postinterventionelle Dislokation des Katheters. Der genaue Mechanismus ist im Detail noch unklar. Fest steht jedoch, dass sie in keinem Zusammenhang zu der interventionellen Anlage steht. Es werden laut Fan et al. (2014) ein erhöhter thorakaler Druck nach Husten oder Niesen und Armbewegungen für die Malposition verantwortlich gemacht. Ferner wurden mehr Migrationsraten bei kleineren Portsystemen mit Kathetern aus einem flexiblem Silikonmaterial beobachtet als bei solchen, welche aus Polyurethan gefertigt sind. Die typischen Venen, in welche die Katheterspitze dislozieren kann, sind die linke Vena subclavia, die rechte Vena thoracica interna, die Vena thyroidea inferior, die linke Vena brachialis sowie die rechte Vena brachiocephalica (Fan et al. 2014).

Laut einer aktuellen Studie von Tawk et al. (2018) sei die als lange Zeit geltende optimale Katheterspitzenposition auf Höhe der Vena cava superior überholt, da sie diese Lage für ein vermehrtes Aufkommen von Gefäßwandverletzungen, Funktionsuntüchtigkeit der Systeme sowie eine höhere Rezirkulationsrate der Infusionslösungen verantwortlich machen. Aus diesem Grund empfehlen sie die Positionierung der Katheterspitze auf mittlerer Höhe im rechten Vorhof, ohne das Gewebe zu berühren. Damit kann eine Perforation, Arrhythmie sowie eine Thrombusbildung vermieden werden.

In der Regel lassen sich Katheterdislokationen bzw. –malpositionen durch einen interventionellen Revisionseingriff über die Vena femoralis korrigieren, sodass oftmals eine Portexplantation vermieden werden kann (Teichgräber et al. 2011a; Fan et al. 2014; Chang et al. 2013).

Als weitere Komplikationen traten sechs Blutungen während der Intervention (0,7%), drei Nachblutungen aus der Wundnaht (0,3%) sowie ein Hämatom im Bereich des Portlagers (0,1%) eine kurze Zeit nach der Implantation auf. Die Blutungen, die unmittelbar bei der Anlage aufgetreten sind, konnten alle im selben Eingriff mit Umstichungenähten gestillt werden. Ob Blutungen während oder eine Zeit nach dem Eingriff auftreten, wird in den internationalen Studien oftmals nicht genau definiert. Demnach treten Raten zwischen 0,2% und 0,4% auf (Zhou et al. 2014; Cil et al. 2006). Außerdem bleibt oftmals unklar, ob diese periprozeduralen Komplikationen in vergleichenden Studien als solche gewertet oder vernachlässigt werden. Somit kann ein Vergleich diesbezüglich nicht eindeutig getätigt werden.

In der Literatur werden für das Aufkommen eines Hämatoms Werte zwischen 0,4% und 4,5% angegeben (Vardy et al. 2004; Cil et al. 2006; Zhou et al. 2014; Samad und Ibrahim 2015). Generell sind Blutungskomplikationen sehr gering vorkommende Komplikationen, welche zudem in der Therapie sehr gut behandelt werden können.

Außerdem traten sechs Portdysfunktionen (0,7%) auf, bei welchen trotz Kontrastmitteluntersuchung keine genaue Ursache zu finden war. Es konnte keine Katheterokklusion oder -dislokation diagnostiziert werden, welche ähnliche Funktionsprobleme wie mangelnde Aspirations- oder Spülfähigkeit zur Folge haben. In den sechs Fällen wurde das Portsystem explantiert und eine Neuimplantation vorgesehen.

Als sehr seltene Komplikationen sind in dieser Arbeit drei Wundranddehiszenzen, zwei Arzneimittelunverträglichkeiten während der Intervention sowie zwei Katheterperforationen aufgetreten. Oftmals werden solch selten vorkommende Komplikationen in anderen Arbeiten unter „Sonstige Komplikationen“ zusammengefasst, sodass ein direkter Vergleich einer einzelnen Komplikation in den meisten Fällen nicht möglich ist.

Die Wundranddehiszenzen (0,3%) mussten in einem Revisionseingriff therapiert werden. Cil et al. (2006) wiesen nach 476 Implantationen eine Rate von 0,2% auf und laut Samad und Ibrahim (2015) betrug die Inzidenz von Dehiszenzen 1,2% bei einer Fallzahl von 250. Auch die beiden akut auftretenden Arzneimittelunverträglichkeiten zählen zu einem Notfall und mussten dementsprechend sofort behandelt werden, was einen Abbruch der Portanlage zur Folge hatte. Die Katheterperforationen entstanden aufgrund der aggressiven Strahlentherapie zur Behandlung eines Karzinoms und machten eine Portexplantation erforderlich.

5.2.7 Gesamtkomplikationen

Obwohl die Einlage eines Portkathetersystems ein äußerst sicheres Verfahren ist, ist bei einer langfristigen Behandlung mit vollimplantierbaren Kathetern ein stetiges Risiko von Komplikationen vorhanden. Gerade für die Portnutzung ist es wichtig, dass die betreuenden Ärzte und das Pflegepersonal im Umgang mit dem System geschult sind. Bei auftretenden Problemen während der Nutzung ist es daher unumgänglich, den jeweiligen Implanteur des Portsystems zu informieren, sodass dieser die Funktion überprüfen und das Problem beheben kann (Teichgräber et al. 2011a).

In dieser Studie ergibt sich eine Komplikationsrate von 15,1%. Chang et al. (2013) ermittelten nach 195 Implantationen eine Rate von 19,4%. Auch eine prospektive Studie von Vardy et al. (2004) gibt eine Komplikationsrate von 19,3% (Fallzahl 111) unter sonographischer Punktion der Vena subclavia wieder. Bei Cil et al. (2006) liegt die Komplikationsrate hingegen bei 11,3%. Hier wurde bei insgesamt 476 Implantationen die rechte Vena jugularis interna in 92% der Fälle unter sonographischer Kontrolle punk-

tiert. Eine weitere Studie von Teichgräber et al. (2011b) mit 3160 Implantationen weisen eine Komplikationsrate von 11,8% vor. Auch hier wurde obligatorisch die interne Jugularisvene unter Sonographie punktiert mit anschließender fluosokopischer Kontrolle der Lage des Katheters.

Eine aktuelle Studie von Jonczyk et al. (2018) gibt für die radiologisch gesteuerte Implantation unter Bildgebung allgemein ein Komplikationsrisiko von 1,3%-20,7% an.

Werden die Ergebnisse miteinander verglichen, so könnte von einer Abhängigkeit des Auftretens von Komplikationen von der jeweiligen Zugangsvene ausgegangen werden. Diesbezüglich besteht jedoch Uneinigkeit bei den Autoren. Tsotsolis et al. (2015) stellen fest, dass mechanische Komplikationen bei verschiedenen Zugangswegen zwar gleichermaßen auftreten, jedoch die Art der Komplikation verschieden ist. So assoziieren sie die Vena subclavia mit einem erhöhten Aufkommen von Pneumothoraxen und die Vena jugularis interna mit arteriellen Fehlpunktionen (Tsotsolis et al. 2015). Währenddessen besteht laut anderer Studien kein Zusammenhang zwischen der Implantationsmethode, der Auswahl der Seite für das Portsystem sowie dem Zugangsweg und dem Auftreten von Komplikationen ((Biffi et al. 2009); (Samaras et al. 2008)).

Cil et al. (2006) sind der Meinung, dass es bei einer unter Bildgebung durchgeführten Punktion der rechten Vena jugularis interna zu weniger Komplikationen kommt als bei einer Punktion der Vena subclavia. Als Grund nennen sie den geraden Verlauf der Jugularisvene zu der oberen Hohlvene, der einen geringeren Wandkontakt des Katheters mit der Vene begünstigt. Demzufolge besteht ein kleineres Thromboserisiko. Außerdem erfolgt die Punktion schneller und die Gefahr eines Pneumothorax ist geringer. Die linke Vena jugularis interna wird demnach nur bei einer Stenose der rechten Vene sowie bei einer Mastektomie punktiert (Cil et al. 2006). Diese Aussage wird von Jonczyk et al. (2018) und Yip und Funaki (2002) bekräftigt. Eine Portimplantation über die Vena jugularis interna ist im Vergleich zu der Vena subclavia mit einer höheren Erfolgs- und geringeren Komplikationsrate verbunden (Yip und Funaki 2002). Es kommt zu weniger Portdysfunktionen, Kathetermigrationen, Venenthrombosen sowie frühen lokalen Infektionen. Außerdem ist die Vena jugularis interna aufgrund des größeren Durchmessers seltener von einer Stenose betroffen, was den Anteil an periprozeduralen Komplikationen verringert (Jonczyk et al. 2018).

Da eine Punktion über die Vena jugularis interna jedoch mit einem kosmetisch für den Patienten weniger zufriedenstellenden Ergebnis einhergeht, wird in dieser Arbeit bevorzugt die Vena subclavia als Zugangsvene gewählt.

Ein Grund für die zum Teil weit auseinander klaffenden Ergebnisse könnten die fehlenden standardisierten Definitionen für auftretende Komplikationen sein. Demnach zählen einige Autoren nur jene Komplikationen in den Ergebnissen auf, welche die Entfernung des Portsystems zur Folge hatten. Außerdem besteht auch bei der Definition einer Infektion Uneinigkeit. Während einige Studien nur solche Fälle mit positiven Blutkulturen als Infektion definieren, zählen bei anderen Studien auch jene zu Infektionen, die lokale Befunde, wie Schwellung oder Fieber, jedoch keinen positiven Keimnachweis aufweisen (Vardy et al. 2004).

Generell ist das Komplikationsmanagement nach einer Portimplantation von besonderer Bedeutung. Daher ist die Schulung von Ärzten und Pflegepersonal im Umgang mit Portsystemen besonders wichtig, um nutzungsbedingte Fehler an dem Portsystem zu vermeiden (Teichgräber et al. 2011a). Auch Jordan et al. (2008) sind der Meinung, dass die überwiegende Anzahl von Komplikationen, die nach einer Portimplantation auftreten, vermeidbar sind oder durch Schulung des Personals im Gesundheitswesen auf ein Minimum reduziert werden können.

5.2.7 Explantation

In dieser Arbeit wurden nur die Explantationen in die Dokumentation aufgenommen, welche aufgrund von Komplikationen durchgeführt werden mussten. Demnach wurden insgesamt 100 Portsysteme explantiert (11,1%). Davon wurden 16 Ports innerhalb der ersten vier Wochen postinterventionell entfernt. Die dafür verantwortlichen Komplikationen können in einem Zusammenhang mit der Intervention stehen. Der weitaus größere Teil jedoch, 84 Portsysteme, wurden nach diesem Zeitraum explantiert. Diese wurden somit als Folge einer Spätkomplikation entfernt, welche nicht kausal mit der Portanlage in Verbindung stehen. Der Hauptgrund für eine Explantation war die Portinfektion, welche anhand typischer klinischer Infektionszeichen, wie Fieber, Rötung oder Schwellung der Insertionsstelle auftritt. Allein 69 Portsysteme mussten aufgrund eines Verdachts auf eine Infektion des Portsystems entfernt werden.

Daher wird deutlich, wie ausschlaggebend ein richtiger Umgang mit dem Portsystem für ein langjähriges Nutzen ist. Auch Teichgräber et al. (2011a) machen die konsequente Durchführung aller Hygienerichtlinien sowie ein rechtzeitiges Komplikationsmanagement im Sinne von einem sofortigen Erkennen und Behandeln einer eventuellen Komplikation für eine langfristige Funktionsfähigkeit verantwortlich.

In der Studie von Chang et al. (2013) wurden nach 195 Implantationen 17 in der Klinik für Radiologie explantiert (8,7%), während Samaras et al. (2008) eine Explantationsrate von 9,5% angeben mit einer Fallzahl von 201. Alle Explantationen wurden auch in diesen Arbeiten nur aufgrund einer Komplikation durchgeführt.

Auch vergleichende Studien sehen unter den Komplikationen insbesondere jene, die vier Wochen postinterventionell vorkommen, als Hauptgrund für eine Explantation. Davon sind insbesondere Infektionen gefolgt von Thrombosen und Katheterdysfunktionen verantwortlich für die frühzeitige Entfernung eines Ports (Zhou et al. 2014; Kommission für Krankenhaushygiene beim RKI 2002). Es liegt dementsprechend laut dieser Ergebnisse nahe, die Inzidenz an infektiösen Zwischenfällen während der Portliegezeit durch entsprechende Maßnahmen zu reduzieren. Hierunter fallen insbesondere Pflegerichtlinien während und nach einer Portpunktion. Außerdem könnte vermehrt versucht werden, eine Infektion mittels gezielter Antibiose zu therapieren. Wird das Portsystem aufgrund laufender Chemotherapie dringend benötigt, könnte bei anschlagender Antibiose auf eine Explantation verzichtet werden. Dies würde dem Patienten nicht nur die Entfernung des Systems sondern auch eine nachfolgende Neuanlage ersparen. Somit könnten auch die Fälle zuerst mit einem Antibiotikum therapiert werden, bei denen trotz Fieber augenscheinlich keine typischen lokalen Entzündungszeichen an der Insertionsstelle des Portsystems zu sehen sind. Auch in der vorliegenden Studie traten insgesamt acht Fälle auf, bei denen die mikrobiologische Analyse des Portsystems nach Explantation keinen Keimnachweis erhielt und auch die Blutkultur negativ ausfiel.

5.3 Präventionsmaßnahmen

Damit das Portkathetersystem über einen ausreichend langen Zeitraum benutzt werden kann und dem Patienten unnötige Komplikationen erspart werden, muss auf eine strikte Durchführung der Hygienemaßnahmen geachtet werden.

Insbesondere bei der Punktion müssen einige Pflegehinweise berücksichtigt werden. Eine hygienische Händedesinfektion vor Behandlungsbeginn ist obligat ebenso wie das Tragen von sterilen Handschuhen zur Palpation und Fixierung der Portkammer. Zudem muss eine großflächige Desinfektion der Punktionsstelle unter Berücksichtigung der Einwirkzeit erfolgen (Kommission für Krankenhaushygiene beim RKI 2002; Teichgräber et al. 2011a).

Es wird empfohlen, die Haut mit 70%-igem Alkohol für eine Minute zu desinfizieren, um eine katheterbedingte Infektion zu vermeiden, die durch Mikroorganismen aus der Zu-

gangsöffnung oder aus der Verbindung zwischen Portkammer und Katheter begünstigt wird (Menyhay und Maki 2006).

Porthersteller geben folgende Pflegehinweise an:

Die Punktion der Membran darf nicht immer an der gleichen Stelle erfolgen. Nur so kann eine Fistelbildung vermieden werden. Außerdem muss auf das Wechselintervall der Portnadeln (z.B. EZ Huber alle 7 Tage), die Infusionsgeschwindigkeit (< 500ml/h), regelmäßige 0,9 %-ige Kochsalzspülungen entweder nach Ende der Infusion (10 ml), nach Aspiration von Blut (30 ml) oder bei Nichtbenutzung des Systems (alle vier Wochen 10 ml) geachtet werden. Bei jedem Portnadelwechsel soll die Injektionsstelle auf Rötung, Schwellung sowie dem Austritt seröser Flüssigkeit getestet werden, um eventuelle Infektionen rechtzeitig zu erkennen. Widerstände während einer Infusion können Hinweis auf einen thrombotischen Prozess sein, was den sofortigen Abbruch der Gabe der Infusionslösung zur Folge hat (pfmmedical 2014).

6. Zusammenfassung

Nachdem vollständig implantierbare Portkathetersysteme in den Achtziger Jahren erstmalig von Niederhuber et al. eingeführt wurden, sind sie heutzutage nicht mehr aus der modernen Medizin wegzudenken. Durch ihre vielen Vorteile gegenüber zuvor gebräuchlichen, zumeist getunnelten, zentralvenösen Kathetern steigt ihre Anwendungshäufigkeit immens. Gerade aufgrund der geringeren Komplikationsrate und dem größeren Anwenderkomfort wird die Lebensqualität von schwerkranken Menschen, welche dringend eine Chemotherapie oder parenterale Ernährung benötigen, deutlich verbessert (Teichgräber et al. 2011a).

Dennoch können plötzlich auftretende Komplikationen die Behandlung unterbrechen oder gar unmöglich machen, sodass es als behandelnder Arzt wichtig ist, Komplikationen rechtzeitig zu erkennen und zu behandeln.

In dieser Arbeit wurden insgesamt 900 Portimplantationen bei 475 männlichen und 425 weiblichen Patienten untersucht. Das Durchschnittsalter betrug $61,73 \pm 12,58$ Jahre.

Die Hauptindikation für ein Portkathetersystem war bei 93,5% aller Implantationen eine benötigte Chemotherapie. In 98,3% der Fälle konnte das Portsystem sofort sicher und korrekt platziert werden.

Die Rate an periprozeduralen Komplikationen beträgt 2,9%. Demnach traten während des Eingriffes oder innerhalb der ersten 24 Stunden postinterventionell 26 Komplikationen auf, welche therapiert werden mussten. Ein besonderes Augenmerk liegt auf dem Vorkommen eines Pneumothorax. In 9 Fällen (1,0%) wurde ein Pneumothorax, mit zum Teil langwierigem Verlauf bis zur vollständigen Ausheilung, ermittelt. Es wird empfohlen die radiologische Untersuchung des Thorax, auch in Anbetracht der Leitlinie der DGT, weiterhin routinemäßig zwei Stunden nach dem interventionellen Eingriff durchzuführen. Hier gilt es, in Erwägung zu ziehen, ob eine kleinere Punktionsnadel die Rate an Pneumothoraxe verringern könnte.

Es fallen besonders die 48 sicher diagnostizierten späten Infektionen auf. Hier ist eine Korrelation mit dem interventionellen Eingriff selber ausgeschlossen, jedoch lassen sich Rückschlüsse auf eine mangelnde Portpflege ziehen. Daher ist eine regelmäßige, intensive Schulung des medizinischen Personals über die richtige Portanwendung mit den dazugehörigen Hygienerichtlinien unentbehrlich.

Im Allgemeinen decken sich die Ergebnisse dieser vorliegenden Arbeit sehr gut mit den vergleichbaren, internationalen Studien. Erschwert wurde die Vergleichbarkeit der Ergebnisse jedoch durch den Aspekt, dass oftmals keine konkreten Definitionen für bestimmte Komplikationen in den durch andere Autoren publizierten Studien vorlagen

oder aber diese nicht einheitlich definiert wurden. Für zukünftige, eventuell prospektive, Studien wären in diesem Zusammenhang standardisierte und einheitliche Definitionen der Komplikationen wünschenswert.

Schlussendlich kann die interventionell durchgeführte Portkatheterimplantation als ein sehr sicheres Verfahren mit einer hohen technischen Erfolgsrate und einem geringen Komplikationsrisiko angesehen werden.

7. Summary

Totally implantable portacath systems have been introduced for the first time in the eighties by Niederhuber et al. and are indispensable in the modern medicine nowadays. Due to a lot of advantages compared with previously used, commonly tunneled, central venous catheters the frequency of application raises tremendously. Especially, the low complication rate and the major convenience of usage improve the quality of life of seriously ill humans who urgently need a chemotherapy or parenteral nutrition. Nevertheless, fulminated complications can interrupt the therapy or render it impossible such that it is important as an attending physician to identify and cure complications timely.

In the present work 900 port implantations on 475 male and 425 female patients were investigated. The average age was 61.73 ± 12.58 years.

The main indication for a port catheter system was a needed cytostatic therapy for 93.5 % of all the implantations. In 98.3 % of all cases the port system was placed immediately safe and correct.

The rate of periprocedural complications was 2.9 %. Thus, during the surgery or within the first 24 hours 26 complications, which have to be treated, occur post-interventionally. The focus is on the occurrence of a pneumothorax. In 9 cases (1.0 %) a pneumothorax with partially prolonged process until the entire healing up was investigated. Therefore, the radiological examination of the thorax allowing for the clue of DGT has to be still performed two hours after the interventional procedure. It has to be contemplated, if a minor puncture needle can decrease the rate of pneumothoraxes.

Especially, 48 surely diagnosed late infections are apparent. In this context a correlation with the interventional procedure itself can be excluded. However, it is possible to draw conclusions about a lack of port care. Therefore, a regular and intensive instruction of the medical personal about the appropriate application of ports with the related guidelines of hygiene is essential.

In general, the results obtained in the present work coincide very well with comparable international studies. However, the comparability of the results was aggravated because there are no specific or consistent definitions of the complications in the published studies. For further prospective studies standardized and uniform definitions of the complications are preferable.

Finally, the interventional port implantation is a very safe procedure with a high technical success rate and a low complication risk.

8. Eigene Publikation

Eingereichtes Paper:

Minimally invasive port implantation: Management and avoidance of complications in a study of 900 patients; Bilgen L., Obert M., Kampschulte M., Roller F., Mishunin G., Krombach G.A., Department of Diagnostic and Interventionell Radiology, University Medical Center Gießen, Justus-Liebig-University Gießen, Germany

RöFo – Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (2020)

9. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Katheterschlauch und Portkammer	4
Abbildung 2: Konnektion zwischen Katheter und Kammer	4
Abbildung 3: Ultraschallgerät.....	7
Abbildung 4: Instrumente.....	13
Abbildung 5: Links: Dilatator mit Abschälschläuse, Rechts: Führungsdraht von Schutzhülle umgeben	13
Abbildung 6: Einbringen des Führungs-.....	14
Abbildung 7: Einführen des Dilatators und der Schleuse über den Draht	14
Abbildung 8: Hautschnitt und Präparation der Porttasche	14
Abbildung 9: Mersilene-Nähte auf der Faszie	14
Abbildung 10: Tunnelung des Katheters.....	15
Abbildung 11: Vorschub des Katheters durch die Abschälschleuse in den rechten Vorhof.....	15
Abbildung 12: Interventionelles Durchleuchtungsbild Thorax (Pfeil markiert das Ende des Katheters).....	16
Abbildung 13: Entfernte Abschälschleuse, welche beim Entfernen automatisch halbiert wird.....	16
Abbildung 14: Konnektion der Portkammer mit dem Katheter	16
Abbildung 15: Platzierung der Portkammer in der Hauttasche	16
Abbildung 16: Versorgung der Wunde mit.....	17
Abbildung 17: Punktion der Portkammer	17
Abbildung 18: Portsystem JPP II Contrast (pfm medical ag, Köln, Deutschland); CT weist auf die Eigenschaft, Kontrastmittelinjektionen mittels Hochdruckinjektor standzuhalten, hin.	19
Abbildung 19: Portsystem Port-A-Cath II (Smiths Medical, Minneapolis, USA)	19
Abbildung 20: Portsystem PowerPort® (Bard Access Systems, Salt Lake City, USA) .	19
Abbildung 21: Portsystem JPP (pfm medical ag, Köln, Deutschland).....	19
Abbildung 22: Portsystem JPP II Contrast.....	20
Abbildung 23: Anzahl der Portimplantationen pro Jahr	29
Abbildung 24: Alters- und Geschlechterverteilung aller operierten Patienten (n=900)..	29
Abbildung 25: Anteil der erfolgreich durchgeführten.....	30
Abbildung 26: Verteilung der malignen Erkrankungen (n=851)	32
Abbildung 27: Portsysteme nach Herstellerfirmen verteilt (n=896)	33

Abbildung 28: Aufteilung der Komplikationen nach dem Zeitpunkt des Auftretens, bezogen auf 900 Implantationen	34
Abbildung 29: Häufigkeitsverteilung der periprozeduralen Komplikationen (n=26)	35
Abbildung 30: Einteilung der Pneumothoraxe nach Lokalisation (n=9)	36
Abbildung 31: Häufigkeitsverteilung der Frühkomplikationen (n=20)	38
Abbildung 32: Häufigkeitsverteilung der Spätkomplikationen (n=90)	40
Abbildung 33: Häufigkeitsverteilung der Keime (n=66)	42
Abbildung 34: Portexplantationen aufgeteilt nach dem Zeitpunkt des Auftretens	44
Abbildung 35: Komplikationen (n=100), welche eine Explantation notwendig machten	45
Abbildung 36: Mehrmalige Implantationen pro Patient	46
Abbildung 37: Gründe für mehrmalige Portimplantationen (n=50)	47

10. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vergleich der Portkathetersysteme	20
Tabelle 2: Gründe für einen OP-Abbruch (n=15)	30
Tabelle 3: Zeitlicher Verlauf eines Pneumothorax.....	37

11. Literaturverzeichnis

- Bademler, Süleyman; Üçüncü, Muhammed; Yıldırım, İlknur; Karanlık, Hasan (2019): Risk factors for complications in cancer patients with totally implantable access ports: A retrospective study and review of the literature. In: *The Journal of international medical research* 47 (2), S. 702–709. DOI: 10.1177/0300060518808167.
- Biffi, R.; Orsi, F.; Pozzi, S.; Pace, U.; Bonomo, G.; Monfardini, L. et al. (2009): Best choice of central venous insertion site for the prevention of catheter-related complications in adult patients who need cancer therapy. A randomized trial. In: *Annals of oncology : official journal of the European Society for Medical Oncology* 20 (5), S. 935–940. DOI: 10.1093/annonc/mdn701.
- Biffi, R.; Pozzi, S.; Cenciarelli, S.; Zambelli, M.; Andreoni, B. (2001): Treatment of pneumothorax as a complication of long-term central venous port placement in oncology patients. An observational study. In: *The journal of vascular access* 2 (3), S. 129–136.
- Buerger, T.; Meyer, F.; Ridwelski, K.; Halloul, Z.; Lippert, H. (1998): Komplikationen zentralvenöser Ports. Erfahrungen nach über 1200 Implantationen. In: *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie* 12 (1), S. 48–53. DOI: 10.1007/s003980050015.
- Caers, Jo; Fontaine, Christel; Vinh-Hung, Vincent; Mey, Johan de; Ponnet, Gerrit; Oost, Chris et al. (2005): Catheter tip position as a risk factor for thrombosis associated with the use of subcutaneous infusion ports. In: *Support Care Cancer* 13 (5), S. 325–331. DOI: 10.1007/s00520-004-0723-1.
- Chan, Micah R. (2008): Hemodialysis central venous catheter dysfunction. In: *Seminars in dialysis* 21 (6), S. 516–521. DOI: 10.1111/j.1525-139X.2008.00495.x.
- Chang, D-H; Kabbasch, C.; Bovenschulte, H.; Libicher, M.; Maintz, D.; Bangard, C. (2013): Komplikationsrate, Patientenzufriedenheit und klinischer Einsatz nach Implantation eines Portkathetersystems mit Zulassung zur Hochdruckinfusion. In: *Fortschr Röntgenstr* 185 (5), S. 454–460. DOI: 10.1055/s-0032-1330713.
- Choi, Won-Il (2014): Pneumothorax. In: *Tuberculosis and respiratory diseases* 76 (3), S. 99–104. DOI: 10.4046/trd.2014.76.3.99.
- Cil, Barbaros Erhan; Canyığıt, Murat; Peynircioğlu, Bora; Hazirolan, Tuncay; Carkaci, Selin; Cerkirge, Saruhan; Balkanci, Ferhun (2006): Subcutaneous venous port implantation in adult patients. A single center experience. In: *Diagnostic and interventional radiology (Ankara, Turkey)* 12 (2), S. 93–98.
- Couban, Stephen; Goodyear, Michael; Burnell, Margot; Dolan, Sean; Wasi, Parveen; Barnes, David et al. (2005): Randomized placebo-controlled study of low-dose warfarin for the prevention of central venous catheter-associated thrombosis in patients with cancer. In: *Journal of clinical oncology : official journal of the American Society of Clinical Oncology* 23 (18), S. 4063–4069. DOI: 10.1200/JCO.2005.10.192.

- Denys, B. G.; Uretsky, B. F.; Reddy, P. S. (1993): Ultrasound-assisted cannulation of the internal jugular vein. A prospective comparison to the external landmark-guided technique. In: *Circulation* 87 (5), S. 1557–1562.
- Deutsche Dermatologische Gesellschaft (2011): S2k + IDA Leitlinie: Diagnostik und Therapie Staphylococcus aureus bedingter Infektionen der Haut und Schleimhäute.
- Deutsche Gesellschaft fuer Haematologie und medizinische Onkologie (2015): ZVK Infektionen.
- Deutsche Gesellschaft für Thoraxchirurgie (DGT) (2018a): S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumthorax und postinterventionellem Pneumothorax.
- Deutsche Gesellschaft für Thoraxchirurgie (DGT) (2018b): S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumthorax und postinterventionellem Pneumothorax. AWMF – Register Nr. 010 – 007.
- Dietrich, Christoph F.; Braden, Barbara; Wagner, Thomas O. F. (2001): Thorax- und Lungenso-nographie.
- Dreier, Maren; Kramer, Silke; Stark, Klaus (2012): Epidemiologische Methoden zur Gewinnung verlässlicher Daten. In: *Public Health: Elsevier*, S. 409–449.
- Dt. Gesellschaft für Angiologie – Gesellschaft für Gefäßmedizin (2015): Diagnostik und Thera-pie der Venenthrombose und der Lungenembolie.
- Fan, Wen-Chieh; Wu, Cheng-Han; Tsai, Ming-Ju; Tsai, Ying-Ming; Chang, Hsu-Liang; Hung, Jen-Yu et al. (2014): Risk factors for venous port migration in a single institute in Taiwan. In: *World journal of surgical oncology* 12, S. 15. DOI: 10.1186/1477-7819-12-15.
- Fischer, Lars; Knebel, Phillip; Schroder, Steffen; Bruckner, Thomas; Diener, Markus K.; Hennes, Roland et al. (2008): Reasons for explantation of totally implantable access ports. A multi-variate analysis of 385 consecutive patients. In: *Annals of surgical oncology* 15 (4), S. 1124–1129. DOI: 10.1245/s10434-007-9783-z.
- Gebauer, B.; Teichgräber, U.; Werk, M.; Wagner, H-J (2007): Periinterventionelle prophylaktische Antibiotikagabe bei der radiologischen Portkatheterimplantation. In: *RoFo : Fort-schritte auf dem Gebiete der Rontgenstrahlen und der Nuklearmedizin* 179 (8), S. 804–810. DOI: 10.1055/s-2007-963276.
- Goh, Ling Jia; Teo, Hui Sin; Masagoes, Masayu (2011): Heparinised Saline versus Normal Saline in Maintaining Patency of Arterial and Central Venous Catheters. In: *Proceedings of Sin-gapore Healthcare* 20 (3), S. 190–196. DOI: 10.1177/201010581102000308.
- Goossens, G. A.; Jérôme, M.; Janssens, C.; Peetermans, W. E.; Fieuws, S.; Moons, P. et al. (2013): Comparing normal saline versus diluted heparin to lock non-valved totally im-plantable venous access devices in cancer patients. A randomised, non-inferiority, open trial. In: *Annals of oncology : official journal of the European Society for Medical Oncology* 24 (7), S. 1892–1899. DOI: 10.1093/annonc/mdt114.
- Hüttner, Felix J.; Bruckner, Tom; Alldinger, Ingo; Hennes, Roland; Ulrich, Alexis; Büchler, Mar-kus W. et al. (2015): Frequency of pneumothorax and haemothorax after primary open versus closed implantation strategies for insertion of a totally implantable venous access

- port in oncological patients. Study protocol for a randomised controlled trial. In: *Trials* 16, S. 128. DOI: 10.1186/s13063-015-0643-z.
- Jonczyk, Martin; Gebauer, Bernhard; Rotzinger, Roman; Schnapauff, Dirk; Hamm, Bernd; Collettini, Federico (2018): Totally Implantable Central Venous Port Catheters. Radiation Exposure as a Function of Puncture Site and Operator Experience. In: *In vivo (Athens, Greece)* 32 (1), S. 179–184. DOI: 10.21873/invivo.11222.
- Jordan, Karin; Behlendorf, Timo; Surov, Alexey; Kegel, Thomas; Maher, Gita; Wolf, Hans-Heinrich (2008): Venous access ports: frequency and management of complications in oncology patients. In: *Onkologie* 31 (7), S. 404–410. DOI: 10.1159/000140451.
- Karakitsos, Dimitrios; Labropoulos, Nicolaos; Groot, Eric de; Patrianakos, Alexandros P.; Kouraklis, Gregorios; Poularas, John et al. (2006): Real-time ultrasound-guided catheterisation of the internal jugular vein: a prospective comparison with the landmark technique in critical care patients. In: *Critical care (London, England)* 10 (6), R162. DOI: 10.1186/cc5101.
- Karanlik, Hasan; Kurul, Sidika; Saip, Pinar; Unal, Ersin Selcuk; Sen, Fatma; Disci, Rian; Topuz, Erkan (2011): The role of antibiotic prophylaxis in totally implantable venous access device placement. Results of a single-center prospective randomized trial. In: *American journal of surgery* 202 (1), S. 10–15. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2010.05.005.
- Karthus, M.; Kretzschmar, A.; Kröning, H.; Biakhov, M.; Irwin, D.; Marschner, N. et al. (2006): Dalteparin for prevention of catheter-related complications in cancer patients with central venous catheters. Final results of a double-blind, placebo-controlled phase III trial. In: *Annals of oncology : official journal of the European Society for Medical Oncology* 17 (2), S. 289–296. DOI: 10.1093/annonc/mdj059.
- Kaun, M.; Niebel, W.; Kroeger, K.; Fink, H.; Broelsch, C. E. (2002): Die vena subclavia Thrombose hat keinen Einfluss auf die Anwendung eines Port-Katheters. In: Jörg R. Siewert (Hg.): *Digitale Revolution in der Chirurgie*. 119. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie, 7. - 10. Mai 2002, Berlin, Bd. 2002. Berlin: Springer (Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie, 119 ; 0), S. 446–447.
- Klopp, M.; Dienemann, H.; Hoffmann, H. (2007): Behandlung des Pneumothorax. In: *Chirurg* 78 (7), S. 655–668. DOI: 10.1007/s00104-007-1358-9.
- Kluytmans, J.; van Belkum, A.; Verbrugh, H. (1997): Nasal carriage of *Staphylococcus aureus*. Epidemiology, underlying mechanisms, and associated risks. In: *Clinical microbiology reviews* 10 (3), S. 505–520.
- Kock, H. J.; Pietsch, M.; Krause, U.; Wilke, H.; Eigler, F. W. (1998): Implantable vascular access systems: experience in 1500 patients with totally implanted central venous port systems. In: *World journal of surgery* 22 (1), S. 12–16.
- Kommission für Krankenhaushygiene beim RKI (2002): Prävention Gefäßkatheterassoziierter Infektionen. In: *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 45 (11), S. 907–924. DOI: 10.1007/s00103-002-0499-8.
- Krause R.; Schilcher G; Zollner-Schwetz (2016): Infektionen durch Gefäßkatheter.

- L. Header; J. Jähne (2013): Indikation, Technik und Komplikationen der Portimplantation. In: *Der Chirurg*. DOI: 10.1007/s00104-012-2408-5.
- Lebeaux, David; Fernández-Hidalgo, Nuria; Chauhan, Ashwini; Lee, Samuel (2016): Management of infections related to totally implantable venous-access ports: challenges and perspectives.
- Leigh-Smith, S.; Harris, T. (2005): Tension pneumothorax—time for a re-think? In: *Emergency Medicine Journal : EMJ* 22 (1), S. 8–16. DOI: 10.1136/emj.2003.010421.
- Lewis, Curtis A.; Allen, Timothy E.; Burke, Dana R.; Cardella, John F.; Citron, Steven J.; Cole, Patricia E. et al. (2003): Quality improvement guidelines for central venous access. In: *Journal of vascular and interventional radiology : JVIR* 14 (9 Pt 2), S231-5.
- Lorch, H.; Zwaan, M.; Kagel, C.; Weiss, H. D. (2001): Central venous access ports placed by interventional radiologists. Experience with 125 consecutive patients. In: *Cardiovascular and interventional radiology* 24 (3), S. 180–184. DOI: 10.1007/s002700001721.
- Ma, L. I.; Liu, Yueping; Wang, Jianxin; Chang, Yuan; Yu, Long; Geng, Cuizhi (2016): Totally implantable venous access port systems and associated complications. A single-institution retrospective analysis of 2,996 breast cancer patients. In: *Molecular and clinical oncology* 4 (3), S. 456–460. DOI: 10.3892/mco.2016.726.
- Madabhavi, Irappa; Patel, Apurva; Sarkar, Malay; Anand, Asha; Panchal, Harsha; Parikh, Sonia (2017): A Study of Use of "PORT" Catheter in Patients with Cancer. A Single-Center Experience. In: *Clinical Medicine Insights. Oncology* 11, 1179554917691031. DOI: 10.1177/1179554917691031.
- Menyhay, Steve Z.; Maki, Dennis G. (2006): Disinfection of needleless catheter connectors and access ports with alcohol may not prevent microbial entry. The promise of a novel anti-septic-barrier cap. In: *Infection control and hospital epidemiology* 27 (1), S. 23–27. DOI: 10.1086/500280.
- Michels, G.; Breitzkreutz, R.; Pfister, R. (2014): Stellenwert der Lungensonographie in der Notfall- und Intensivmedizin. In: *Deutsche medizinische Wochenschrift (1946)* 139 (45), S. 2301–2307. DOI: 10.1055/s-0034-1387309.
- Morris, S. L.; Jaques, P. F.; Mauro, M. A. (1992): Radiology-assisted placement of implantable subcutaneous infusion ports for long-term venous access. In: *Radiology* 184 (1), S. 149–151. DOI: 10.1148/radiology.184.1.1609072.
- Niederhuber, J. E.; Ensminger, W.; Gyves, J. W.; Liepman, M.; Doan, K.; Cozzi, E. (1982): Totally implanted venous and arterial access system to replace external catheters in cancer treatment. In: *Surgery* 92 (4), S. 706–712.
- pfmmedical (2012): Port systems for continuous vascular access.
- pfmmedical (2014): PB2010DE_Pflegeratgeber_Portpflege_Portpunktion_DE.
- pfmmedical (2015): PB2002_DE_Ports_09.2015 (2).
- Pittiruti, Mauro; Hamilton, Helen; Biffi, Roberto; MacFie, John; Pertkiewicz, Marek (2009): ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: central venous catheters (access, care, diagnosis

- and therapy of complications). In: *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)* 28 (4), S. 365–377. DOI: 10.1016/j.clnu.2009.03.015.
- Platzbecker, U.; Illmer, T.; Schaich, M.; Freiberg-Richter, J.; Helwig, A.; Plettig, R. et al. (2001): Double lumen port access in patients receiving allogeneic blood stem cell transplantation. In: *Bone marrow transplantation* 28 (11), S. 1067–1072. DOI: 10.1038/sj.bmt.1703285.
- Puel, V.; Caudry, M.; Le Metayer, P.; Baste, J. C.; Midy, D.; Marsault, C. et al. (1993): Superior vena cava thrombosis related to catheter malposition in cancer chemotherapy given through implanted ports. In: *Cancer* 72 (7), S. 2248–2252.
- Roberts, Derek J.; Leigh-Smith, Simon; Faris, Peter D.; Ball, Chad G.; Robertson, Helen Lee; Blackmore, Christopher et al. (2014): Clinical manifestations of tension pneumothorax: protocol for a systematic review and meta-analysis. In: *Systematic reviews* 3, S. 3. DOI: 10.1186/2046-4053-3-3.
- Rupp, Stephen M.; Apfelbaum, Jeffrey L.; Blitt, Casey; Caplan, Robert A.; Connis, Richard T.; Domino, Karen B. et al. (2012): Practice guidelines for central venous access. A report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access. In: *Anesthesiology* 116 (3), S. 539–573. DOI: 10.1097/ALN.0b013e31823c9569.
- Safdar, Nasia; Maki, Dennis G. (2004): The pathogenesis of catheter-related bloodstream infection with noncuffed short-term central venous catheters. In: *Intensive care medicine* 30 (1), S. 62–67. DOI: 10.1007/s00134-003-2045-z.
- Safdar, Nasia; Maki, Dennis G. (2006): Use of Vancomycin-Containing Lock or Flush Solutions for Prevention of Bloodstream Infection Associated with Central Venous Access Devices: A Meta-Analysis of Prospective, Randomized Trials.
- Samad, Amr Mahmoud Abdel; Ibrahim, Yosra Abdelzاهر (2015): Complications of Port A Cath implantation. A single institution experience. In: *The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine* 46 (4), S. 907–911. DOI: 10.1016/j.ejrn.2015.06.004.
- Samaras, Panagiotis; Dold, Stefan; Braun, Julia; Kestenholz, Peter; Breitenstein, Stefan; Imhof, Alexander et al. (2008): Infectious port complications are more frequent in younger patients with hematologic malignancies than in solid tumor patients. In: *Oncology* 74 (3-4), S. 237–244. DOI: 10.1159/000151393.
- Schellhaas, S.; Breikreutz, R. (2012): Grundsätze der Notfallsonographie. Verfahren und klinische Integration. In: *Praxis* 101 (18), S. 1153–1160. DOI: 10.1024/1661-8157/a001055.
- Schütz, U.; Beer, M.; Wild, A.; Oehler, S.; Kraus, M. (2016): Strahlenschutz bei C-Bogen-gestützten Wirbelsäulenprozeduren in Orthopädie und Unfallchirurgie.
- Silberzweig, James E.; Sacks, David; Khorsandi, Azita S.; Bakal, Curtis W. (2003): Reporting Standards for Central Venous Access. In: *Journal of Vascular and Interventional Radiology* 14 (9), S443-S452. DOI: 10.1097/01.RVI.0000094617.61428.bc.
- Strahlenschutzkommission (2004): Anwendung der digitalen Radiographie und Fluoroskopie in der Medizin.
- Strahlenschutzkommission (2007): Interventionelle Radiologie. Empfehlung der Strahlenschutzkommission.

- Strahlenschutzkommission (2008): Orientierungshilfe für bildgebende Untersuchungen. Empfehlung der Strahlenschutzkommission.
- Sugimoto, Koji; Hofmann, Lawrence V.; Razavi, Mahmood K.; Kee, Stephen T.; Sze, Daniel Y.; Dake, Michael D.; Semba, Charles P. (2003): The safety, efficacy, and pharmacoeconomics of low-dose alteplase compared with urokinase for catheter-directed thrombolysis of arterial and venous occlusions. In: *Journal of vascular surgery* 37 (3), S. 512–517. DOI: 10.1067/mva.2003.41.
- Tawk, Sammy; Barakat, Elie; Hammer, Frank (2018): A Proposed Simple and Accurate Technique for Optimal Long-Term Hemodialysis Catheter Tip Placement. In: *Journal of the Belgian Society of Radiology* 102 (1), S. 21. DOI: 10.5334/jbsr.1474.
- Teichgräber, Ulf K. (2011): In Reply. In: *Deutsches Arzteblatt international* 108 (30), S. 523–524. DOI: 10.3238/arztebl.2011.0523b.
- Teichgräber, Ulf K.; Pfitzmann, Robert; Hofmann, Herbert A. F. (2011a): Central venous port systems as an integral part of chemotherapy. In: *Deutsches Arzteblatt international* 108 (9), 147-53; quiz 154. DOI: 10.3238/arztebl.2011.0147.
- Teichgräber, Ulf K. M.; Kausche, Stephan; Nagel, Sebastian N.; Gebauer, Bernhard (2011b): Outcome analysis in 3,160 implantations of radiologically guided placements of totally implantable central venous port systems. In: *European radiology* 21 (6), S. 1224–1232. DOI: 10.1007/s00330-010-2045-7.
- Thomopoulos, Theodoros; Meyer, Jeremy; Staszewicz, Wojciech; Bagetakos, Ilias; Scheffler, Max; Lomessy, Antoine et al. (2014): Routine chest X-ray is not mandatory after fluoroscopy-guided totally implantable venous access device insertion. In: *Annals of vascular surgery* 28 (2), S. 345–350. DOI: 10.1016/j.avsg.2013.08.003.
- Tsotsolis, Nikolaos; Tsirgogianni, Katerina; Kioumis, Ioannis; Pitsiou, Georgia; Baka, Sofia; Pappaiwannou, Antonis et al. (2015): Pneumothorax as a complication of central venous catheter insertion. In: *Annals of translational medicine* 3 (3), S. 40. DOI: 10.3978/j.issn.2305-5839.2015.02.11.
- Ullman, Amanda J.; Marsh, Nicole; Mihala, Gabor; Cooke, Marie; Rickard, Claire M. (2015): Complications of Central Venous Access Devices. A Systematic Review. In: *Pediatrics* 136 (5), e1331-44. DOI: 10.1542/peds.2015-1507.
- Vardy, J.; Engelhardt, K.; Cox, K.; Jacquet, J.; McDade, A.; Boyer, M. et al. (2004): Long-term outcome of radiological-guided insertion of implanted central venous access port devices (CVAPD) for the delivery of chemotherapy in cancer patients. Institutional experience and review of the literature. In: *British journal of cancer* 91 (6), S. 1045–1049. DOI: 10.1038/sj.bjc.6602082.
- Wells, Philip S.; Forgie, Melissa A.; Rodger, Marc A. (2014): Treatment of venous thromboembolism. In: *JAMA* 311 (7), S. 717–728. DOI: 10.1001/jama.2014.65.
- Wolf, Hans-Heinrich; Leithauser, Malte; Maschmeyer, Georg; Salwender, Hans; Klein, Ulrike; Chaberny, Iris et al. (2008): Central venous catheter-related infections in hematology and oncology. Guidelines of the Infectious Diseases Working Party (AGIHO) of the German So-

ciety of Hematology and Oncology (DGHO). In: *Annals of hematology* 87 (11), S. 863–876. DOI: 10.1007/s00277-008-0509-5.

Yip, D.; Funaki, B. (2002): Subcutaneous chest ports via the internal jugular vein. A retrospective study of 117 oncology patients. In: *Acta radiologica (Stockholm, Sweden : 1987)* 43 (4), S. 371–375.

Zhou, Jie; Qian, Shikun; He, Weixing; Han, Guodong; Li, Hongsheng; Luo, Rongcheng (2014): Implanting totally implantable venous access port via the internal jugular vein guided by ultrasonography is feasible and safe in patients with breast cancer. In: *World journal of surgical oncology* 12, S. 378. DOI: 10.1186/1477-7819-12-378.

12. Ehrenwörtliche Erklärung

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, oder habe diese nachstehend spezifiziert. Die vorgelegte Arbeit wurde weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

Heinsberg, 15.08.2021

Ort, Datum



Unterschrift

13. Danksagung

Zunächst möchte ich mich ganz herzlichst bei Prof. Dr. Gabriele A. Krombach für die freundliche Überlassung des Themas dieser Arbeit sowie für die großartige Betreuung und Unterstützung bedanken. Sie hatte stets bereichernde Anmerkungen, welche maßgeblich zum Aufbau und Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Des Weiteren danke ich der Prüfungskommission Prof. Dr. Schmitz und Prof. Dr. Glebe sowie PD Dr. Hörbelt für die Übernahme der zweiten Begutachtung.

Zudem möchte ich mich besonders bei Dr. Martin Obert für die hilfreiche Betreuung bedanken. Er stand mir gerade zu Beginn meiner Dissertation mit wertvollen Ratschlägen und Ideen zur Seite. Somit hat er mir den Einstieg in die wissenschaftliche Arbeit sehr erleichtert.

Ferner gilt mein Dank den Mitarbeitern aus der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie für den jederzeit fachlichen Austausch.

Von ganzem Herzen danke ich meinen lieben Eltern und meiner großen Schwester. Sie haben mir während meines Studiums viel Kraft gegeben und mich in jeglicher Art liebevoll unterstützt. Durch ihre ununterbrochen motivierenden Worte und guten Ratschläge haben sie einen großen Teil zur erfolgreichen Anfertigung dieser Arbeit beigetragen. Ohne ihre Hilfe wären das Studium und die anschließende Dissertation nicht geglückt.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei all jenen bedanken, die mir während der Erstellung dieser Arbeit zur Seite gestanden und mich motiviert haben.

14. Tabellarischer Lebenslauf

Der Inhalt wurde aus Datenschutzgründen entfernt.



édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

**VVB LAUFERSWEILER VERLAG
STAUFENBERGRING 15
D-35396 GIESSEN**

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890
redaktion@doktorverlag.de
www.doktorverlag.de

ISBN: 978-3-8359-6979-7



9 783835 196979 7