

# Portsysteme als integraler Bestandteil von Chemotherapien

Ulf K. Teichgräber, Robert Pfitzmann, Herbert A. F. Hofmann

## ZUSAMMENFASSUNG

**Hintergrund:** Die Implantation von Portsystemen ist sowohl ambulant als auch stationär leicht durchführbar und sichert den zentralvenösen Zugang langfristig und zuverlässig. Portsysteme werden vorwiegend bei Krebspatienten eingesetzt.

**Methoden:** Die Übersicht basiert auf einer Literaturrecherche, den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin, der European Society for Clinical Nutrition and Metabolism und Empfehlungen der Gesellschaft für pädiatrische Onkologie und Hämatologie.

**Ergebnisse:** In der modernen Onkologie ersetzen zentralvenöse Portkathetersysteme zunehmend passagere oder getunnelte zentralvenöse Katheter. Die Implantation ist indiziert bei langfristiger Behandlungsdauer, beispielsweise zur Applikationen von Chemotherapeutika, zur parenteralen Ernährung sowie für Transfusionen, Infusionen, Injektionen und Blutentnahmen. Für Tumorkranke kann das Portsystem die Infusionstherapien oft erheblich erleichtern und verbessert somit die Lebensqualität. Planen, Vorbereiten und Durchführen der Portimplantation erfordern hohe Sorgfalt. Die Rate implantationsbedingter Komplikationen liegt beim geübten Operateur unterhalb von zwei Prozent. Für die Komplikationsraten insgesamt werden Daten zwischen 4,3 bis 46 % angegeben. Die Qualität der postoperativen Betreuung und die sachgerechte Benutzung des Systems sind entscheidend für die Prognose des Patienten. Die Infektionsrate während der Benutzung des Portsystems liegt in aktuellen Studien zwischen 0,8 und 7,5 %.

**Schlussfolgerungen:** Therapie, Nachsorge und Rehabilitation von Krebspatienten sind eine interdisziplinäre Aufgabe. Erst die Kooperation von Implanteur, Onkologen, Strahlentherapeuten, Ernährungsspezialisten, Pflegekräften aus Kliniken, Arztpraxen und Sozialstationen sowie die kontinuierliche Schulung garantieren dem Patienten eine optimale Versorgung und tragen zur Vermeidung von Komplikationen bei.

Institut für Radiologie, Charité Universitätsmedizin Berlin:  
 Prof. Dr. med. Teichgräber

Helios Klinikum Emil von Behring, Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Gefäßchirurgie: PD Dr. med. Pfitzmann

Zentrum für Portimplantationen, Berlin: Dr. med. Hofmann

**D**urch intensiviertere Chemotherapien und parenterale Therapieformen wurde es in den letzten Jahren immer wichtiger, langfristige und zuverlässige zentralvenöse Zugänge zu implantieren. Der zentralvenöse Port hat dabei als vollständig subkutan implantiertes Zugangssystem eine besondere Bedeutung. Neben der Verbesserung der Lebensqualität des Patienten sind auch ökonomische Gesichtspunkte in der Onkologie mit ihren kostenintensiven Therapien bedeutsam, wie es das Arzneimittelversorgungs-Wirtschaftlichkeitsgesetz (AVWG) verlangt (1). Somit wird der Port mit einem Abgabepreis von weit unter 500 Euro und einer Nutzungszeit von mehreren Jahren in der modernen Onkologie auch den ökonomischen Anforderungen gerecht und führt zu keiner signifikanten Erhöhung der Therapiekosten bei Chemotherapien.

## Lernziele

Lernziele für die Leser dieses Beitrags sind:

- eine Orientierung über die unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten der Portsysteme zu erlangen
- einen Überblick der Indikation, Ein- und Ausschlusskriterien der Portimplantation zu erhalten
- die Besonderheiten der Pflege und Betreuung von Patienten mit Portsystemen kennenzulernen.

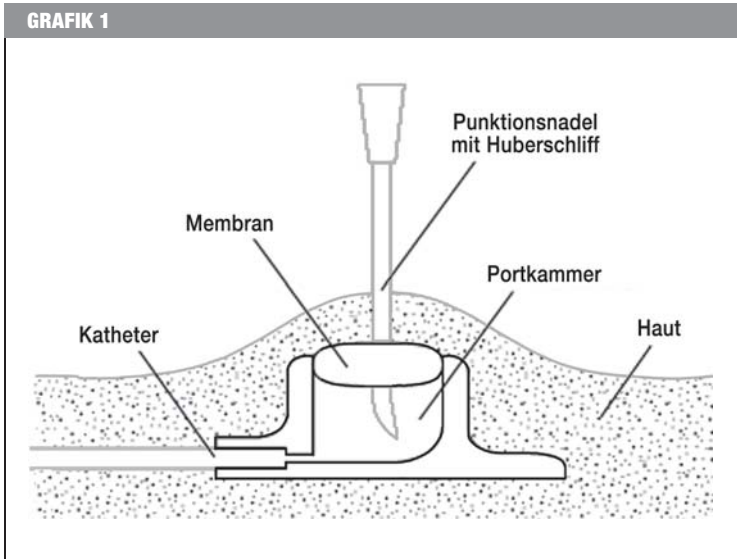
In dieser Übersichtsarbeit werden anhand einer selektiven Literaturrecherche die Funktionsweise, Indikationen und die wichtigsten Studien zu den Komplikationen und deren Management für die Portkathetersysteme, überwiegend der letzten 10 Jahre, vorgestellt.

## Prinzip und Funktionsweise

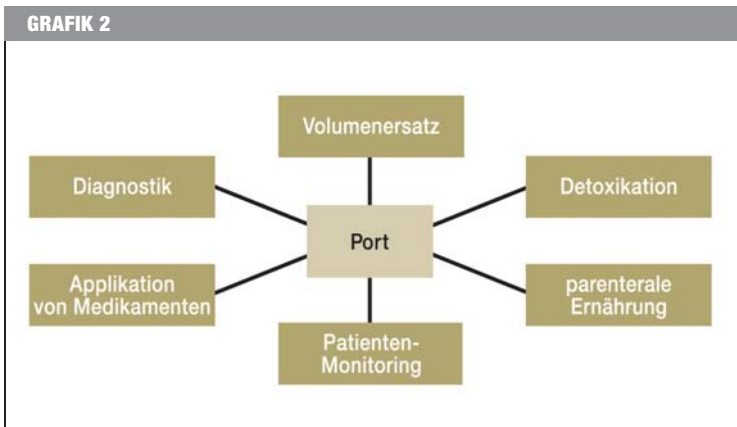
Unerwünschte Schäden durch Chemotherapeutika an der Gefäßwand peripherer Venen können zu einem raschen Ende dieser Behandlungsoption führen. Nach aktuellen Empfehlungen der European Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ESPEN) können Infusionen mit einer niedrigen Osmolarität (< 850 mOsm/L) über die peripheren Verweilkanülen erfolgen (2). Viele Chemotherapeutika können eine deutlich höhere Osmolarität aufweisen.

## Definition

**Der zentralvenöse Port ist ein vollständig subkutan implantiertes Zugangssystem.**



Aufbau eines subkutan implantierten zentralvenösen Portsystems



Neben der Chemotherapie als häufigste Indikation existieren weitere Nutzungsmöglichkeiten.

Komplikationen wie Entzündungen, Kalibereinengungen oder thrombotische Verschlüsse können diese Therapieform be- oder verhindern. Zur Überbrückung engerlumiger peripherer Gefäßabschnitte muss ein Katheter bis in den Bereich der herznahen Hohlvene vorgeführt werden. Hier strömen große Blutmengen an der Katheterspitze vorbei, wodurch jedes Medikament sofort soweit verdünnt wird, dass die Gefäßwand nicht geschädigt wird. So

**Indikationsstellung**

Die Indikation für die Portimplantation stellen in der Regel Onkologen sowie Strahlen- und Ernährungstherapeuten.

wurden in den 1950er Jahren zunächst perkutane nicht getunnelte Katheter entwickelt (3).

Niederhuber et al. führten das Portsystem in der heutigen Form 1982 in die Klinik ein (4). Ein gravierender Unterschied zu anderen Implantaten besteht darin, dass dieses Objekt von vielen Ärzten und Mitarbeitern laufend benutzt wird, wobei es für die Infusion durch die Haut punktiert werden muss. Hierbei besteht aber die Gefahr des unsachgemäßen Umgangs. Komplikationen wie Infektionen, Paravasate, Nekrosen oder Materialdefekte können die Folge sein (5). Der hohen Verantwortung eines sorgsamsten Umgangs müssen sich alle an der Betreuung von Krebskranken Beteiligten bewusst sein. Während die reinen Kathetersysteme einen üblichen Anschluss mit Kopplungsvorrichtung am externen Ende haben, bedarf der Zugang zum Portsystem der Punktion durch Haut und Silikonmembran in den Hohlraum der Kammer (Grafik 1). Die Hautdesinfektion über dem Portlager und die Verwendung von sterilen Handschuhen bei der Portpunktion sollte zur Vermeidung von Portinfektionen immer erfolgen (6, 7).

Das Punktieren erleichtert man sich, indem die Ränder der Portkammer zwischen den Endphalangen von 2 bis 3 Fingern sicher fixiert werden (8). Für die Punktion durch die Silikonmembran des Portsystems werden spezielle, nicht stanzennde Nadeln mit einem Huberschiff verwendet (9, 10).

**Indikationen**

Die Indikation für diesen Eingriff stellen in der Regel Onkologen aus verschiedenen Disziplinen sowie Strahlen- und Ernährungstherapeuten (Grafik 2). Der Implanteur überprüft die Indikation und beurteilt die anatomischen Voraussetzungen, die sich nach chemotherapeutischer und radiologischer Vorbehandlung oder vorausgegangenen Operationen gegenüber Gesunden stark verändert haben können (11). Hiervon können Haut, Weichteilstrukturen, Venen oder das Skelett des Schultergürtels betroffen sein. Es empfiehlt sich eine Ultraschalluntersuchung der zentralen Venen an der oberen Thoraxapertur, um anatomische Variationen und Gefäßthrombosen auszuschließen (12–16).

**Die Implantation**

Ein Port kann ambulant, stationär oder in einer Tagesklinik implantiert werden. Anlässlich des Aufklärungsgesprächs sollte der Implanteur die erste klinische Untersuchung des Patienten und gegebenenfalls eine Ultraschalluntersuchung der Venen im vorgesehenen Implantationsgebiet durchführen (17). Hiernach richtet sich die

**Voruntersuchung**

Es empfiehlt sich eine Ultraschalluntersuchung der zentralen Venen an der oberen Thoraxapertur, um anatomische Variationen und Gefäßthrombosen auszuschließen.

Auswahl des zentralvenösen Zugangsweges und des passenden Portsystems für den Patienten (Abbildung 1). Bei Gewichtsdefizit empfiehlt sich eine flache Kammer eines sogenannten Niederprofilportsystems (18) und bei Adipositas ein höherer Port. So vermeidet man vorausschauend Hautnekrosen durch große Ports bei Kachexie sowie Ortungs- und Punktionsprobleme bei kleinen Ports in größeren Tiefen adipöser Fettdepots. Bei kombinierter Chemotherapie und parenteraler Ernährung stehen Doppelkammerportsysteme zur Verfügung (19, 20). Durch die zunehmende Verwendung von Kontrastmitteln bei Computertomographien, die bei vielen Krebserkrankungen zum Tumor-staging indiziert sind, werden seit kurzem auch Portsysteme für Kontrastmittelgaben angeboten (21). Der Begriff Hochdruckportsystem bezeichnet Portsysteme, welche für die Applikation von intravenösen Kontrastmitteln bei der Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT) zugelassen sind. Bei Hochdruckportsystemen sind Flußraten von bis zu 5 mL/Sek. möglich (22). Es muss hierbei beachtet werden, dass für die Kontrastmittelapplikation spezielle Hochdruckportnadeln verwendet werden müssen. Bisher sind solche speziellen Hochdruckportsysteme nur von wenigen Herstellern verfügbar. Die Identifikation für den Nutzer des jeweiligen Portsystems sollte durch einen Portpass erfolgen, der dem Patienten im Allgemeinen nach der Portimplantation ausgehändigt wird. Die Blutentnahme über Portsysteme und Gabe von Blutprodukten ist grundsätzlich über alle Portsysteme möglich. Es sollte jedoch darauf geachtet werden, dass die Portsysteme nach einer Infusion oder Blutentnahme hinreichend gespült werden, um den Verbleib von Blutkoageln innerhalb der Portkammer oder -katheter auszuschließen.

Die Verwendung von Kunststoffportsystemen hat in den letzten Jahren zugenommen. Diese sind auf konventionellen Röntgenaufnahmen schlechter sichtbar. Jedoch zeigen Kunststoffportsysteme keine Artefakte in der CT und MRT. Der Portkatheter ist im Allgemeinen aus röntgendichtem Material gefertigt, so dass die Erkennbarkeit in der Thoraxröntgenaufnahme gewährleistet ist (22).

Operationsbedingte Komplikationen treten bei Geübten in weniger als 2 % der Fälle auf (17). Mögliche Zugänge für den zum Port gehörenden Katheter sind die V. cephalica und V. subclavia am Schulter-Thorax-Bereich, die V. basilica an der Innenseite des Ober- (23) oder Unterarms (24), die V. jugularis interna am Hals vorn und seitlich (5, 25, 26). Auch die V. jugularis externa wird insbesondere bei pädiatrischen Patienten als alternativer chir-



Abbildung 1: Die Auswahl des Portsystems erfolgt nach der Indikationsstellung, von links nach rechts: Titan-, Kunststoff-, Niederprofil- und Doppelkammerportsystem

**TABELLE**

**Mit der Portimplantation assoziierte Komplikationen**

Komplikationen	Ein-griff* <sup>1</sup>	früh	spät
<b>interventionell beziehungsweise chirurgisch</b>			
arterielle Fehlpunktion (e48)	+	-	-
Luftembolie (e49)	+	+	+
Pneumothorax (e50)	++	+	-
Hämatom (e51)	++	+	-
Perforation (Herz, große Gefäße) (e52-e55)	+	+	+
kardiale Arrhythmien (e56)	+	+	+
Plexus-Irritationen (e57)	+	+	-
<b>katheterbedingt</b>			
Katheterdislokation (e58-e61)	+	+	+
Kathetereinklemmung (Pinch-off-Syndrom) (e62-e65)	-	+	++
Katheterleckage und -embolie (e66)	+	++	++
Fibrinumscheidung (e67, e68)	-	+	++
Katheterthrombose/-okklusion (e60)	-	+	+
Migration oder Torsion des Portreservoirs (e69)	+	+	+
Infektion	-	++	++
Hautnekrose (e70)	-	+	++
<b>vaskulär</b>			
Thrombose	-	++	+++
arterio-venöse Fistel (e71)	+	+	+

\*<sup>1</sup> während der Implantation auftretend; Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Komplikationen: - unwahrscheinlich; + gelegentlich; ++ häufig, +++ sehr häufig

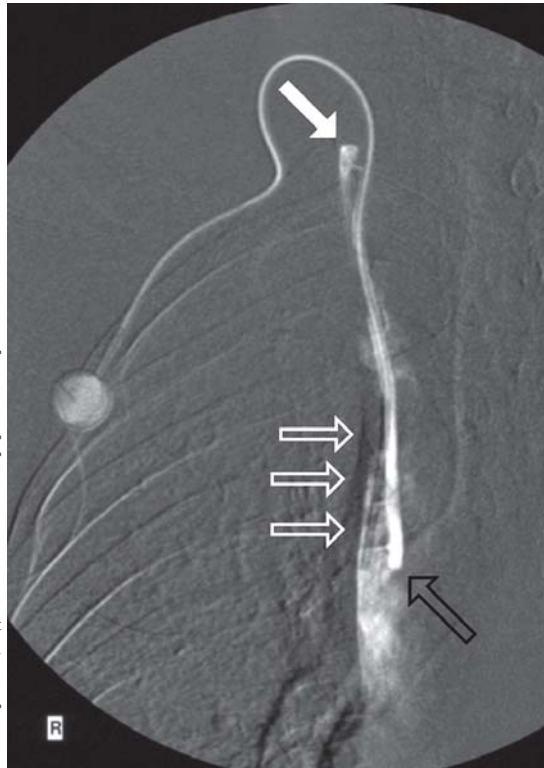
**Komplikationen**

Operationsbedingte Komplikationen treten bei geübten Implantateuren in weniger als 2 % der Fälle auf.

**Operationsdauer**

Die Portimplantation dauert 15 bis 30 Minuten und ist durch einen Arzt allein durchführbar.

Abbildung 2 und 3 aus: Teichgraber U, Gebauer B, Bener T, Wagner H. Langfristige zentralvenöse Zugänge und deren Komplikationsmanagement. Fortschr Röntgenstr 2004; 176(7):944-952. Mit freundlicher Genehmigung des Thieme-Verlages



**Abbildung 2:** Darstellung der Ursache für eine sukzessive Funktionsbehinderung des Portkathetersystems. Fibrinumscheidung (transparente weiße Pfeile) des spitzennahen Katheteranteils in der Vena cava superior mit regelrechter Lage der Katheterspitze (transparenter schwarzer Pfeil) am cavoatrialen Übergang. Unter Kontrastmittelinjektion über das Portsystem verläuft das Kontrastmittel innerhalb der Fibrinscheide entlang des Katheters. Das Injektat fließt an einer ungewünschten Stelle in das Gefäßlumen (weißer Pfeil).

urgischer Gefäßzugangsweg gewählt (e1, e2). Äußerst selten wird der Zugang über die V. saphena magna am Oberschenkel (e3) oder über Kollateralgefäße gelegt (e4, e5), wenn durch Vorbehandlungen, vorausgegangene Operationen oder Gefäßthrombosen alle eingangs genannten Zugänge nicht mehr verfügbar sind. Die Katheterplatzierung durch eine Direktpunktion der V. subclavia oder der V. jugularis interna bietet viele Vorteile (e6–e8): Für den Eingriff ist eine Vollnarkose regelhaft nicht erforderlich. Die Art der Lokal- oder Leitungsanästhesie sollte aber so gewählt werden, dass postoperativ keine Schmerzen auftreten (e9). Der Einsatz geringer Mengen von Tumescenzanästhesie erweist sich als hilfreich. Die Seiten-

wahl wird oft durch einseitige Mammakarzinome (e10), Ulzera am Thorax, früher implantierte Pacemaker, vorbestehende einseitige venöse Thrombosen oder andere Umstände bestimmt. Die Portimplantation dauert 15 bis 30 Minuten und ist durch einen Arzt allein durchführbar. Die Wahl der Katheterlänge richtet sich vorrangig nach der Größe des Patienten und dem Implantationsort der Portkammer. Für die Implantation des Katheters über die rechte V. jugularis oder V. subclavia ergibt sich im Durchschnitt eine intravasale Katheterlänge von der Gefäßtrittsstelle bis zum cavo-atrialen Übergang von 12 cm, bei einem Gefäßzugang von links von 18 cm Katheterlänge (14). Das mitlaufende EKG zeigt durch eine erhöhte Schlagfrequenz beim Einbringen des Führungsdrahtes in das Herz den korrekten Weg an. Die intraoperative radiologische Kontrolle mittels eines sogenannten C-Bogens ist somit nicht dringend erforderlich – die Möglichkeit sollte aber vorhanden sein. Unter Durchleuchtungskontrolle lässt sich die Katheterlänge unmittelbar während der Portimplantation korrigieren. Die Portkatheterspitze sollte am cavo-atrialen Übergang liegen. Im Röntgenbild projiziert sich die optimale Position der Portkatheterspitze ein bis zwei Wirbelkörper unterhalb der Carina (Aufzweigung der Trachea in linken und rechten Hauptbronchus) (22).

Obligat ist aber postoperativ die radiologische Dokumentation der Katheterlage und des Ausschlusses eines Mantelpneumothorax durch eine Thoraxübersicht, die für den weiterbehandelnden Arzt bestimmt ist (e11, e12).

Die Portimplantation wird in Deutschland von Chirurgen und interventionellen Radiologen durchgeführt (26, e13). Im Wesentlichen werden als Implantationstechnik die klassische chirurgische („cut down“) Methode mit Freilegung des Gefäßzugangs, die Direktpunktion anhand von anatomischen Merkmalen („landmark“) oder die ultraschallgestützte Punktionsmethode eingesetzt (e14, e15). Eine aktuelle randomisiert kontrollierte Studie von Biffi et al. aus dem Jahr 2009 ergab, dass die Auswahl der Implantationsmethode, der Zugangsweg und die Implantationsseite am Patienten Früh- und Spät komplikationen nicht beeinflussen (16). Allerdings zeigt sich, dass der Punktionserfolg mit der ultraschallgestützten Methode den anderen Verfahren überlegen war, was auch durch andere Studien belegt wird (15, e16–e18). In der eTabelle sind prospektive und retrospektive Studien zu Brustwandportimplantation mit Fallzahlen von mehr als 100 Portimplantationen in Bezug auf die Zugangswege, Komplikationsraten und Portverweildauern aufgeführt (16, e19–e34). Die Infektionsrate schwankt in den aktuel-

**Implantationstechniken**

- die klassische chirurgische („cut down“) Methode
- die Direktpunktion anhand von anatomischen Merkmalen („landmark“)
- die ultraschallgestützte Punktionsmethode

**Infektionsrate**

Die Infektionsrate schwankt in aktuellen Studien zwischen 0,8 % und 7,5 % und ist immer noch die häufigste Portkomplikation und Ursache für Portexplantationen.



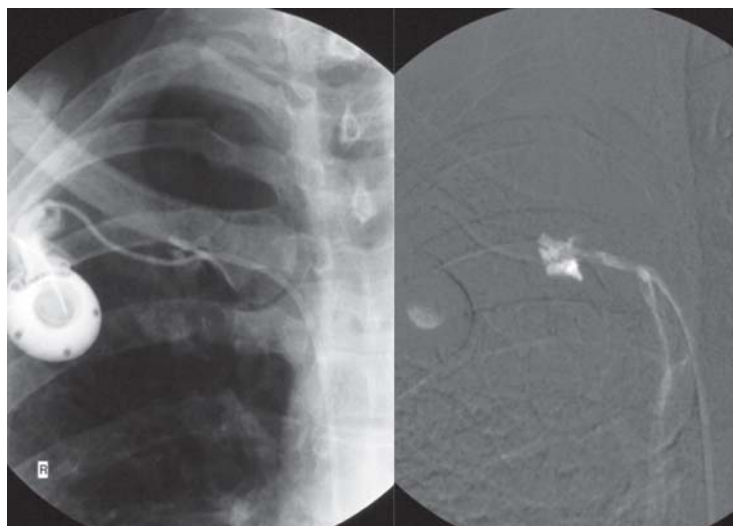
len Studien zwischen 0,8 % (16) und 7,5 % (e19) und ist immer noch die häufigste Portkomplikation und Ursache für Portexplantationen. Eine prä- oder postoperative prophylaktische Antibiotikatherapie ist im Allgemeinen nicht erforderlich. Gebauer et al. wiesen jedoch in einer Studie nach, dass eine einmalige perioperative Kurzinfusion eines Breitbandantibiotikums das Auftreten von Portinfektionen signifikant von 6,7 % auf 1,3 % verringern kann (e35). Die postoperative Thromboseprophylaxe genau wie die regelmäßige Spülung des Portkatheters mit Heparin (sogenannte Katheterblockung) ist umstritten (e36–e40). Portsysteme sollten gemäß den unterschiedlichen Herstellerempfehlungen nach Gebrauch mit 10 bis 100 IE Heparin/mL in 0,9-prozentiger NaCl-Lösung gespült werden (5). Goossens et al. konnten in einer repräsentativen randomisiert-kontrollierten Studie zeigen, dass ein alleiniges Spülen mit NaCl-Lösung im Vergleich zu einem sogenannten Heparin-Block (300 I.E. Heparin/3 mL) nach Portbenutzung zu keinem statistisch signifikanten Unterschied in Bezug auf einen Katheterverschluss oder die Infektionsrate führt (27).

Eine Studie von Bisseling et al. zeigt an einem kleinen Patientenkollektiv, dass eine Katheterblockung mit Taurolidin anstelle von Heparin zu einer signifikanten Reduktion von Katheterinfektionen führt (e41). Es wird auch diskutiert, ob der Einsatz von Ethanol zur Katheterblockung katheterassoziierte Infektionen reduzieren kann (e42–e47). Safdar et al. wiesen in einer Metaanalyse nach, dass eine Katheterblockung mit Vancomycin bei Hochrisikopatienten katheterbedingte Bakteriämien reduzieren kann (e43).

### Komplikationsmanagement

Nach der Implantation ist auf eine störungsfreie Portfunktion zu achten, und es müssen nutzungsbedingte Komplikationen vermieden werden. Eine Schulung im Umgang mit Portsystemen für die betreuenden Ärzte sowie Pflegekräfte ist von zentraler Bedeutung. Es liegt nahe, dass der Implanteur in der Schulung von Nutzern eine entscheidende Rolle übernimmt. Er sollte bei allen Fragen und Problemen stets der erste Ansprechpartner für behandelnde Ärzte sein.

Bei den Portkomplikationen kann zwischen prozeduralen Komplikationen, die während der Implantation auftreten, sowie katheterbedingten und vaskulären unterschieden werden. Frühkomplikationen treten in einer Zeitspanne von 24 Stunden bis zu 4 Wochen nach Portimplantation auf. Spätkomplikationen treten erst nach 4 Wochen auf. Ein kausaler Zusammenhang mit der Portimplantati-



**Abbildung 3:** Katheterbrüche durch Einklemmen des Katheters zwischen erster Rippe und Klavikula (Pinch-off-Syndrom) sind besonders gefährlich, weil Chemotherapeutika durch die Katheterleckage in umliegendes Gewebe strömen und erhebliche Nekrosen verursachen können.

on als Eingriff ist hier unwahrscheinlich. Das zeitliche Auftreten von Komplikationen erlaubt somit eine bessere Zuordnung und Ursachenforschung (Tabelle) (18).

Infektionen des Portlagers zeigen das typische klinische Bild einer Entzündung. Bakterielle Besiedlungen im Katheter oder in der Portkammer führen nach der Portnutzung zu Fieber, Schüttelfrost und Unwohlsein (e72–e75). Paravasate werden vorwiegend konservativ behandelt. Bei ausgedehnten Paravasaten kann die Einlage einer Redondrainage oder eine Portexplantation erforderlich sein (e76).

Pneumothoraces sind an Hustenattacken, Ateminsuffizienz und Angstzuständen zu erkennen (e50). Sie erfordern eine sofortige stationäre Einweisung und oft die Anlage einer Pleuradrainage. Blutungen im Operationsgebiet sollten in jedem Fall unbedingt dem Implanteur und nicht Dritten vorgestellt werden. Oft sind Nachblutungen Komplikationen der Grunderkrankung (e51). Der Port sollte wenn möglich in situ verbleiben und gegebenenfalls eine Redondrainage eingelegt werden. Nach einigen Tagen kann das Portsystem erneut benutzt werden (5).

Ist nach korrekter Punktion der Portkammer ein Spülen des Portsystems oder eine Aspiration von Blut nicht möglich, liegt häufig eine systeminterne Okklusion vor. Im

### Portkomplikationen

Bei den Portkomplikationen kann zwischen prozeduralen Komplikationen, die während der Implantation auftreten, sowie katheterbedingten und vaskulären unterschieden werden.

### Systeminterne Okklusion

Ist nach korrekter Punktion der Portkammer ein Spülen des Portsystems oder eine Aspiration von Blut nicht möglich, liegt häufig eine systeminterne Okklusion vor.

Vordergrund stehen Verstopfungen durch Blut, Reste parenteraler Ernährung oder Medikamenteninkrustationen (e60). Hier ist die Art der letzten Nutzung gezielt zu erfragen. Eine Auflösung der Blockierung kann nach folgendem Schema erfolgen (e77, e78): Zuerst werden mit einer 5-mL-Spritze 100 IE Heparin in 5 mL 0,9-prozentiger NaCl-Lösung ohne Druck injiziert und aspiriert. Wenn dies nicht ausreicht, muss die Portnadel herausgezogen werden und nach Hautdesinfektion mit einer neuen Portnadel ein erneuter Deblockierungsversuch erfolgen. Bei weiter bestehender Undurchgängigkeit löst man 10 000 IE Urokinase in 2 mL 0,9-prozentiger NaCl-Lösung und injiziert 1 mL dieser Lösung. Nach 20 min wird diese Lösung aus dem Port aspiriert und der Port mit 20 mL 0,9-prozentiger NaCl-Lösung gespült. Dieser Vorgang kann bis zu dreimal wiederholt werden. In der Literatur wird auch über eine Deblockierung mit Alteplase als vergleichbar effizient diskutiert (e79–e81). Hierbei sollte ein Spülversuch mit 1 bis 4 mg Alteplase erfolgen (e82).

Ist eine Freispülung des Portsystems nicht möglich, sollte der Port mit Kontrastmittel dargestellt werden. Hierbei wird unter Fluoroskopie Kontrastmittel über die Portnadel injiziert. Mitunter können Verwerfungen des Katheters mit Schlingenbildung oder eine Katheterspitzendislokation Gründe für die plötzliche Gebrauchsunfähigkeit sein (e61). Solche Katheterdislokationen lassen sich in der Regel durch eine interventionsradiologische Manipulation über die Vena femoralis repositionieren, und eine Portexplantation und -neuanlage kann vermieden werden. Stellen sich schleichende Funktionsbehinderungen an einem vorher einwandfrei nutzbaren Port ein, so sind Fibrinumscheidungen, spitzennah am zentralen Katheterende, oft die Ursache (*Abbildung 2*) (e67, e68). Katheterbrüche und -leckagen durch Einklemmung des Katheters zwischen erster Rippe und Klavikula (Pinch-off-Syndrom) können beim Gefäßzugangsweg über die V. subclavia auftreten und sind gefährlich, wenn das Chemotherapeutikum durch das Leck in umliegendes Gewebe strömt und erhebliche Nekrosen auslöst (e70, e83). Die Katheterleckage lässt sich durch eine Portanspritzung mit Kontrastmittelinjektion unter Durchleuchtungstechnik nachweisen (*Abbildung 3*). Dislokationen der Katheterspitze können sich noch nach Monaten ereignen. Mitunter berichtet der Patient über infusionsbedingten Druck in einer Halsvene. Portkatheter-assoziierte Thrombosen mit Verschluss von zentralvenösen Gefäßen können bis zu einer oberen Einflussstauung führen (e84). Besonders schwerwiegende Komplikationen sind Katheterfehlagen im Mediastinum, die zu einem Infusionsthorax führen können (e53–e85).

Werden die Nutzerregeln eingehalten und vor jeder Infusion 20 mL physiologische Kochsalzlösung vorgespült, bemerkt der Patient an Druck und Brennen in der Höhe des Defektes diese Veränderung. Spritzen mit Volumina von weniger als 10 mL sollten zur Portinjektion nicht verwendet werden, weil diese wegen des höheren Injektionsdrucks zur Katheterdiskonnektion oder zum Katheterriss führen können. Die Explantation des defekten Systems ist dann obligat. Die Forderung nach regelmäßigen Punktionen, Spülungen und sogenannten Heparinblocks in den behandlungsfreien Intervallen ist nach aktueller Studienlage nicht gerechtfertigt (e37, e86). Einige Porthersteller vertreten mit Verweis auf das Medizinproduktegesetz aber eine gegenteilige Auffassung. Die Druckangaben der Hersteller sollten jedoch befolgt werden und für Kontrastmittelgaben über Portsysteme nur Hochdruckportsysteme eingesetzt werden (21).

### Zusammenfassung

Häufige Punktionen der peripheren Venen und die lokale Wirkung von Chemotherapeutika führen zur Schädigung, Thrombosierung und Sklerosierung der Gefäßwände. Deshalb ist das Portsystem als permanenter zentralvenöser Zugangsweg aus der modernen Onkologie nicht wegzudenken. Der Port bietet den Vorteil, dass nach Infusionen die Punktionsnadel entfernt werden kann und die Haut, die das Portreservoir bedeckt, einen natürlichen Schutz gegen Infektionen bietet. Offene, getunnelte, zentralvenöse Kathetersysteme, wie Hickman- oder Borviak-Katheter haben, bedingt durch das äußere Katheterende, ein erhöhtes Infektionsrisiko (e31), stellen eine kosmetische Beeinträchtigung dar und schränken die körperliche Aktivität deutlich ein. Die Implantation von Portsystemen wird minimalinvasiv von Chirurgen und interventionellen Radiologen durchgeführt. Als venöse Zugangswege können zentrale Venen an der oberen Thoraxapertur oder Armvenen verwendet werden. Das Komplikationsrisiko differiert erheblich in Abhängigkeit vom Patienten, dem verwendeten Zugangsweg, der Punktions- und Implantationstechnik sowie der Erfahrung des Arztes (e87). Letztlich wird die Patientenzufriedenheit nach der Portimplantation nicht nur in den onkologischen Schwerpunktpraxen, sondern im kollegialen und streng patientenorientierten Zusammenwirken vieler Akteure erreicht. Der richtige Umgang und die Pflege des Portsystems hat für die Krebspatienten eine besondere Bedeutung. Das Erkennen von Komplikationen und deren Behandlungsmöglichkeiten sowie präventive Maßnahmen sind entscheidend für die Sicherstellung einer kontinuierlichen Infusionstherapie.

### Schwerwiegende Komplikationen

Besonders schwerwiegende Komplikationen sind Katheterfehlagen im Mediastinum, die zu einem Infusionsthorax führen können.

### Patientenzufriedenheit nach Portimplantation

Diese wird nicht nur in den onkologischen Schwerpunktpraxen, sondern im kollegialen und streng patientenorientierten Zusammenwirken vieler Akteure erreicht.

**Interessenkonflikt**

Prof. Teichgräber nimmt Beratertätigkeiten für die Firma Bard wahr und erhält Studienunterstützung von der Firma med-Kom. Die übrigen Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt besteht.

**Manuskriptdaten**

eingereicht: 12. 1. 2010, revidierte Fassung angenommen: 8. 4. 2010  
vom Autor aktualisiert: 12. 5. 2014

**LITERATUR**

1. Domagk K: Therapiekostenberechnungen in der Onkologie im Zeichen des AVWG. *Onkol Pharm* 2008; 10: 11–3.
2. Pittiruti M, Hamilton H, Biffi R, MacFie J, Pertkiewicz M: ESPEN guidelines on parenteral nutrition: central venous catheters (access, care, diagnosis and therapy of complications). *Clinical Nutrition* 2009; 28: 365–77.
3. Aubaniac R: L'injection intraveuse sous-infraclaviculaire. Avantages et technique. *Presse Med* 1952; 60: 1456.
4. Niederhuber JE, Ensminger W, Gyves JW, Liepman M, Doan K, Cozzi E: Totally implanted venous and arterial access system to replace external catheters in cancer treatment. *Surgery* 1982; 92: 706–12.
5. Teichgräber UK, Gebauer B, Benter T, Wagner J: Long-term central venous lines and their complications. *RoFo* 2004; 176: 944–52.
6. Bansal A, Binkert CA, Robinson MK, Shulman LN, Pellerin L, Davison B: Impact of quality management monitoring and intervention on central venous catheter dysfunction in the outpatient chemotherapy infusion setting. *J Vasc Interv Radiol* 2008; 19: 1171–5.
7. Maki DG, Kluger DM, Crnich CJ: The risk of bloodstream infection in adults with different intravascular devices: a systematic review of 200 published prospective studies. *Mayo Clin Proc* 2006; 81: 1159–71.
8. Menyhay SZ, Maki DG: Disinfection of needleless catheter connectors and access ports with alcohol may not prevent microbial entry: the promise of a novel antiseptic-barrier cap. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2006; 27: 23–7.
9. Haindl H, Müller H: An atraumatic needle for the puncture of ports and pumps. *Klin Wochenschr* 1988; 66: 1006–9.
10. Goossens GA, Moons P, Jérôme M, Stas M: Prospective clinical evaluation of the Polyperf Safe, a safety Huber needle, in cancer patients. *J Vasc Access* 2011; 12: 200–6.
11. Grant JP: Anatomy and physiology of venous system vascular access: implications. *J Parenter Enteral Nutr* 2006; 30(1 Suppl.): 7.
12. Denys BG, Uretsky BF: Anatomical variations of internal jugular vein location: impact on central venous access. *Crit Care Med* 1991; 19: 1516–9.
13. Slama M, Novara A, Safavian A, Ossart M, Safar M, Fagon JY: Improvement of internal jugular vein cannulation using an ultrasound-guided technique. *Intensive Care Med* 1997; 23: 916–9.
14. Benter T, Teichgräber UK, Klühs L, et al.: Anatomical variations in the internal jugular veins of cancer patients affecting central venous access. Anatomical variation of the internal jugular vein. *Ultraschall Med* 2001; 22: 23–6.
15. Mey U, Glasmacher A, Hahn C, et al.: Evaluation of an ultrasound-guided technique for central venous access via the internal jugular vein in 493 patients. *Support Care Cancer* 2003; 11: 148–55.
16. Biffi R, Orsi F, Pozzi S, et al.: Best choice of central venous insertion site for the prevention of catheter-related complications in adult patients who need cancer therapy: a randomized trial. *Ann Oncol* 2009; 20: 935–40.
17. Hofmann HAF: Die Portimplantation. *Chirurgische Praxis* 2008; 69: 695–708.
18. Teichgräber UK, Gebauer B, Benter T, Wagner HJ: Central venous access catheters: radiological management of complications. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2003; 26: 321–33.
19. Platzbecker U, Illmer T, Schaich M, et al.: Double lumen port access in patients receiving allogeneic blood stem cell transplantation. *Bone Marrow Transplant* 2001; 28: 1067–72.
20. Chaitowitz I, Heng R, Bell KW: Exchanging dual-lumen central venous catheters: how I do it. *Australas Radiol* 2007; 51: 106–9.

21. Wieners G, Redlich U, Dudeck O, Schütte K, Ricke J, Pech M: First experiences with intravenous port systems authorized for high pressure injection of contrast agent in multiphase computed tomography. *RoFo* 2009; 181: 664–8.
22. Teichgräber UK, Nagel SN, Kausche S, Enzweiler C: Clinical benefit of power-injectable port systems: a prospective observational study. *Eur J Radiol*. 2012; 81: 528–33. doi: 10.1016/j.ejrad.2011.01.038. Epub 2011 Mar 9.
23. Marcy PY, Chamorey E, Amoretti N, et al.: A comparison between distal and proximal port device insertion in head and neck cancer. *Eur J Surg Oncol* 2008; 34: 1262–9.
24. Lenhart M, Schätzler S, Manke C, et al.: Radiological placement of peripheral central venous access ports at the forearm. Technical results and long term outcome in 391 patients. *RoFo* 2010; 182: 20–8.
25. Stein M, Wagner RH: Complications of central venous access devices: outcome analysis of 2359 implantations. *Dtsch Med Wochenschr* 2005; 130: 1129–32.
26. Kock HJ, Pietsch M, Krause U, Wilke H, Eigler FW: Implantable vascular access systems: experience in 1500 patients with totally implanted central venous port systems. *World J Surg* 1998; 22: 12–6.
27. Goossens GA, Jérôme M, Janssens C, et al.: Comparing normal saline versus diluted heparin to lock non-valved totally implantable venous access devices in cancer patients: a randomised, non-inferiority, open trial. *Ann Oncol* 2013; 24: 1892–9.

**Anschrift für die Verfasser**

Prof. Dr. med. Ulf K. Teichgräber  
Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie II,  
Universitätsklinikum Jena  
Friedrich-Schiller-Universität  
Erlanger Allee 101  
07740 Jena  
E-Mail: Radiologie@med.uni-jena.de

**Weitere Informationen zu cme**

Dieser Beitrag wurde von der Nordrheinischen Akademie für ärztliche Fort- und Weiterbildung zertifiziert.

Die erworbenen Fortbildungspunkte können mithilfe der Einheitlichen Fortbildungsnummer (EFN) verwaltet werden.

Unter [cme.aerzteblatt.de](http://cme.aerzteblatt.de) muss hierfür in der Rubrik „Meine Daten“ oder bei der Registrierung die EFN in das entsprechende Feld eingegeben werden und durch Bestätigen der Einverständniserklärung aktiviert werden.

Die 15-stellige EFN steht auf dem Fortbildungsausweis.

**Wichtiger Hinweis**

Die Teilnahme an der zertifizierten Fortbildung ist ausschließlich über das Internet möglich: [cme.aerzteblatt.de](http://cme.aerzteblatt.de)

Einsendeschluss ist der 22. 6. 2014.

Einsendungen, die per Brief oder Fax erfolgen, können nicht berücksichtigt werden.

Bitte beantworten Sie folgende Fragen für die Teilnahme an der zertifizierten Fortbildung. Pro Frage ist nur eine Antwort möglich. Bitte entscheiden Sie sich für die am ehesten zutreffende Antwort.

**Frage Nr. 1**

**Wie lange dauert die Implantation des Portsystems in der Regel?**

- a) 5 bis 10 min
- b) 10 bis 15 min
- c) 15 bis 30 min
- d) 30 bis 60 min
- e) 60 bis 120 min

**Frage Nr. 2**

**Was versteht man unter einem Hochdruck-Portsystem?**

- a) Portsystem für Volumenersatztherapie, Flussrate bis 10 mL/sec
- b) Portsystem für Hämodialyse, Flussrate bis 10 mL/min
- c) Portsystem für Kontrastmittelapplikation, Flussrate bis 5 mL/sec
- d) Portsystem für Antibiotikagabe, Flussrate bis 2 mL/sec
- e) Portsystem für parenterale Ernährung, Flussrate bis 5 mL/min

**Frage Nr. 3**

**Was ist eine häufige katheterbedingte Spätkomplikation?**

- a) Pneumothorax
- b) Katheterembolie
- c) Arteriosklerose
- d) Niereninsuffizienz
- e) Kachexie

**Frage Nr. 4**

**Womit kann eine Okklusion des Portsystems nach parenteraler Gabe aufgelöst werden?**

- a) durch systemische Applikation von Streptokinase
- b) ausschließlich durch Explantation der Portkammer
- c) durch Spülung des Portsystems mit destilliertem Wasser
- d) durch wiederholte forcierte Spülung der Portkammer mit Breitbandantibiotikum
- e) durch Spülung der Portkammer mit Urokinase

**Frage Nr. 5**

**Was ist ein möglicher Zugang für den zum Port gehörenden Katheter?**

- a) Vena azygos
- b) Vena iliaca
- c) Vena cephalica
- d) Vena portae
- e) Vena cava

**Frage Nr. 6**

**Was muss nach Implantation eines Portsystems auf jeden Fall erfolgen?**

- a) Belastungs-EKG zum Ausschluss von Rhythmusstörungen
- b) radiologische Dokumentation der Katheterlage
- c) 24 Stunden dauernde stationäre Beobachtung
- d) Vitamin-K-Gabe zur Blutungsprophylaxe
- e) präventive Spülung des Port mit Reteplase

**Frage Nr. 7**

**Was für ein Portsystem sollte implantiert werden, wenn eine simultane parenterale Ernährung und Chemotherapie geplant sind?**

- a) Hochprofilportsystem
- b) Titan-Portsystem
- c) Niedrigprofilportsystem
- d) Doppelkammerportsystem
- e) Kunststoff-Portsystem

**Frage Nr. 8**

**Wie kann eine Katheterdislokation in den meisten Fällen behoben werden?**

- a) durch gezielte Krankengymnastik
- b) durch radiologische Intervention über die Vena femoralis
- c) durch äußere manuelle Reposition am liegenden Patienten
- d) durch rasche Applikation von NaCl-Lösung in den Port
- e) durch maximale Streckung des Patienten

**Frage Nr. 9**

**Wie lange kann ein Portsystem bei komplikationsloser Anwendung maximal genutzt werden?**

- a) 1 bis 2 Wochen
- b) 1 bis 3 Monate
- c) 3 bis 6 Monate
- d) maximal ein Jahr
- e) mehrere Jahre

**Frage Nr. 10**

**Welche Strategie hat sich gemäß einer Metaanalyse bewährt, um das Risiko katheterbedingter Bakteriämien bei Hochrisikopatienten zu reduzieren?**

- a) wöchentliche Spülung des Port mit 0,9% NaCl-Lösung
- b) Wundverband über Injektionsstelle
- c) Katheterblockung mit Vancomycin
- d) systemische Antibiotikaprophylaxe mit Breitbandantibiotikum
- e) Vermeidung längerer Krankenhausaufenthalte



# Portsysteme als integraler Bestandteil von Chemotherapien

Ulf K. Teichgräber, Robert Pfitzmann, Herbert A.F. Hofmann



## eLITERATUR

- e1. Zhang Q, Jiao L, Zhou H: Comparison of implantable central venous ports with catheter insertion via external jugular cut down and subclavian puncture in children: single center experience. *Pediatr Surg Int* 2009; 25: 499–501.
- e2. Tsai HL, Liu CS, Chang JW, Wei CF, Chin TW: Totally implantable venous access ports via the external jugular vein: safety and effectiveness for young pediatric patients. *J Pediatr Hematol Oncol* 2008; 30: 366–8.
- e3. D'Angelo FA, Ramacciato G, Aurello P, et al.: Alternative insertion sites for permanent central venous access devices. *Eur J Surg Oncol* 1997; 23: 547–9.
- e4. Teichgräber UK, Streitparth F, Gebauer B, Benter T: Placement of a port catheter through collateral veins in a patient with central venous occlusion. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2010; 33: 417–20.
- e5. Forauer AR, Brenner B, Haddad LF, Bocchini TP: Placement of hemodialysis catheters through dilated external jugular and collateral veins in patients with internal jugular vein occlusions. *Am J Roentgenol* 2000; 174: 361–2.
- e6. Lorenz JM, Funaki B, Van Ha T, Leef JA: Radiologic placement of implantable chest ports in pediatric patients. *Am J Roentgenol* 2001; 176: 991–4.
- e7. Schwarz RE, Groeger JS, Coit DG: Subcutaneously implanted central venous access devices in cancer patients: a prospective analysis. *Cancer* 1997; 79: 1635–40.
- e8. Shetty PC, Mody MK, Kastan DJ, et al.: Outcome of 350 implanted chest ports placed by interventional radiologists. *J Vasc Interv Radiol* 1997; 8: 991–5.
- e9. Meissner W, Mescha S, Rothaug J, et al.: Quality improvement in postoperative pain management: Results from the QUIPS project. *Dtsch Arztebl Int* 2008; 105: 865–70.
- e10. Gandhi RT, Getrajdman GI, Brown KT, et al.: Placement of subcutaneous chest wall ports ipsilateral to axillary lymph node dissection. *J Vasc Interv Radiol* 2003; 14: 1063–5.
- e11. Lucey B, Varghese JC, Haslam P, Lee MJ: Routine chest radiographs after central line insertion: mandatory postprocedural evaluation or unnecessary waste of resources? *Cardiovasc Intervent Radiol* 1999; 22: 381–4.
- e12. Giacomini M, Iapichino G, Armani S, Cozzolino M, Brancaccio D, Gallieni M: How to avoid and manage a pneumothorax. *J Vasc Access* 2006; 7: 7–14.
- e13. Wagner HJ, Teichgräber U, Gebauer B, Kalinowski M: Transjugular implantation of venous port catheter systems. *RoFo* 2003; 175: 1539–44.
- e14. Karakitsos D, Labropoulos N, De Groot E, et al.: Real-time ultrasound-guided catheterisation of the internal jugular vein: a prospective comparison with the landmark technique in critical care patients. *Crit Care* 2006; 10: R162.
- e15. Denys BG, Uretsky BF, Reddy PS: Ultrasound-assisted cannulation of the internal jugular vein. A prospective comparison to the external landmark-guided technique. *Circulation* 1993; 87: 1557–62.
- e16. Martin MJ, Husain FA, Piesman M, et al.: Is routine ultrasound guidance for central line placement beneficial? A prospective analysis. *Curr Surg* 2004; 61: 71–4.
- e17. Hind D, Calvert N, McWilliams R, et al.: Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis. *BMJ* 2003; 327: 361.
- e18. Hayashi H, Amano M: Does ultrasound imaging before puncture facilitate internal jugular vein cannulation? Prospective randomized comparison with landmark-guided puncture in ventilated patients. *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia* 2002; 16: 572–5.
- e19. Ignatov A, Hoffman O, Smith B, Fahlke J, Peters B, Bischoff J, Costa SD: An 11-year retrospective study of totally implanted central venous access ports: complications and patient satisfaction. *Eur J Surg Oncol* 2009; 35: 241–6.
- e20. Hsieh CC, Weng HH, Huang WS, et al.: Analysis of risk factors for central venous port failure in cancer patients. *World J Gastroenterol* 2009; 15: 4709–14.
- e21. Rouzrokh M, Shamsian BS, Khalegh Nejad Tabari A, et al.: Totally implantable subpectoral vs. subcutaneous port systems in children with malignant diseases. *Arch Iran Med* 2009; 12: 389–94.
- e22. Vandoni RE, Guerra A, Sanna P, Bogen M, Cavalli F, Gertsch P: Randomised comparison of complications from three different permanent central venous access systems. *Swiss Med Wkly* 2009; 139: 313–6.
- e23. Araujo C, Silva JP, Antunes P, et al.: A comparative study between two central veins for the introduction of totally implantable venous access devices in 1201 cancer patients. *Eur J Surg Oncol* 2008; 34: 222–6.
- e24. Samaras P, Dold S, Braun J, et al.: Infectious port complications are more frequent in younger patients with hematologic malignancies than in solid tumor patients. *Oncology* 2008; 74: 237–44.
- e25. Chen PT, Sung CS, Wang CC, Chan KH, Chang WK, Hsu WH: Experience of anesthesiologists with percutaneous nonangiographic venous access. *J Clin Anesth* 2007; 19: 609–15.
- e26. Marcy PY, Magné N, Castadot P, Baillet C, Macchiavello JC, Namer M, Gallard JC: Radiological and surgical placement of port devices: a 4-year institutional analysis of procedure performance, quality of life and cost in breast cancer patients. *Breast Cancer Res Treat* 2005; 92: 61–7.
- e27. Caers J, Fontaine C, Vinh-Hung V, et al.: Catheter tip position as a risk factor for thrombosis associated with the use of subcutaneous infusion ports. *Support Care Cancer* 2005; 13: 325–31.
- e28. Vardy J, Engelhardt K, Cox K, et al.: 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. *Br J Cancer* 2004; 91: 1045–9.
- e29. Biffi R, Pozzi S, Agazzi A, Pace U, Floridi A, Cenciarelli S, et al.: Use of totally implantable central venous access ports for high-dose chemotherapy and peripheral blood stem cell transplantation: results of a monocentre series of 376 patients. *Ann Oncol* 2004; 15: 296.
- e30. Wolosker N, Yazbek G, Nishinari K, et al.: Totally implantable venous catheters for chemotherapy: experience in 500 patients. *Sao Paulo Med J* 2004; 122: 147–51.

- e31. Moureau N, Poole S, Murdock MA, Gray SM, Semba CP: Central venous catheters in home infusion care: outcomes analysis in 50,470 patients. *J Vasc Interv Radiol* 2002; 13: 1009–16.
- e32. Yip D, Funaki B: Subcutaneous chest ports via the internal jugular vein. A retrospective study of 117 oncology patients. *Acta Radiol* 2002; 43: 371–5.
- e33. Biffi R, De Braud F, Orsi F, et al.: A randomized, prospective trial of central venous ports connected to standard open-ended or Groshong catheters in adult oncology patients. *Cancer* 2001; 92: 1204–12.
- e34. Hartkamp A, van Boxtel AJ, Zonnenberg BA, Witteveen PO: Totally implantable venous access devices: evaluation of complications and a prospective comparative study of two different port systems. *Neth J Med* 2000; 57: 215–23.
- e35. Gebauer B, Teichgräber U, Werk M, Wagner HJ: Periinterventional prophylactic antibiotics in radiological port catheter implantation. *RoFo* 2007; 179: 804–10.
- e36. Stephens LC, Haire WD, Tarantolo S, et al.: Normal saline versus heparin flush for maintaining central venous catheter patency during apheresis collection of peripheral blood stem cells (PBSC). *Transfus Sci* 1997; 18: 187–93.
- e37. Kuo YS, Schwartz B, Santiago J, Anderson PS, Fields AL, Goldberg GL: How often should a port-A-cath be flushed? *Cancer Invest* 2005; 23: 582–5.
- e38. Mayo DJ, Horne MK, Summers BL, Pearson DC, Helsabeck CB: The effects of heparin flush on patency of the Groshong catheter: a pilot study. *Oncol Nurs Forum* 1996; 23: 1401–5.
- e39. Kannan A: Heparinised saline or normal saline? *J Perioper Pract* 2008; 18: 440–1.
- e40. Cesaro S, Tridello G, Cavaliere M, et al.: Prospective, randomized trial of two different modalities of flushing central venous catheters in pediatric patients with cancer. *J Clin Oncol* 2009; 27: 2059–65.
- e41. Bisseling TM, Willems MC, Versleijen MW, Hendriks JC, Vissers RK, Wanten GJ: Taurolidine lock is highly effective in preventing catheter-related bloodstream infections in patients on home parenteral nutrition: A heparin-controlled prospective trial. *Clin Nutr* 2010; 29: 464–8.
- e42. Johnston DA, Walker K, Richards J, Pennington CR: Ethanol flush for the prevention of catheter occlusion. *Clin Nutr* 1992; 11: 97–100.
- e43. Safdar N, Maki DG: 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. *Clin Infect Dis* 2006; 43: 474–84.
- e44. Werlin SL, Lausten T, Jessen S, et al.: Treatment of central venous catheter occlusions with ethanol and hydrochloric acid. *J Parenter Enteral Nutr* 1995; 19: 416–8.
- e45. Opilla MT, Kirby DF, Edmond MB: Use of ethanol lock therapy to reduce the incidence of catheter-related bloodstream infections in home parenteral nutrition patients. *J Parenter Enteral Nutr* 2007; 31: 302–5.
- e46. Metcalf SC, Chambers ST, Pithie AD: Use of ethanol locks to prevent recurrent central line sepsis. *J Infect* 2004; 49: 20–2.
- e47. Maiefski M, Rupp ME, Hermsen ED: Ethanol lock technique: review of the literature. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2009; 30: 1096–108.
- e48. Benter T, Teichgräber UK, Klühs L, Dörken B: Percutaneous central venous catheterization with a lethal complication. *Intensive Care Med* 1999; 25: 1180–2.
- e49. Teichgräber UK, Benter T: Images in clinical medicine. Air embolism after the insertion of a central venous catheter. *N Engl J Med* 2004; 350: e17.
- e50. Kincaid EH, Davis PW, Chang MC, Fenstermaker JM, Pennell TC: „Blind“ placement of long-term central venous access devices: report of 589 consecutive procedures. *Am Surg* 1999; 65: 520–3; discussion 523–4.
- e51. Ahmed Z, Mohyuddin Z: Complications associated with different insertion techniques for Hickman catheters. *Postgrad Med J* 1998; 74: 104–7.
- e52. Robinson JF, Robinson WA, Cohn A, Garg K, Armstrong JD: Perforation of the great vessels during central venous line placement. *Arch Intern Med* 1995; 155: 1225–8.
- e53. Rodier JM, Malbec L, Lauraine EP, Batel-Copel L, Bernadou A: Mediastinal infusion of epirubicin and 5-fluorouracil. A complication of totally implantable central venous systems. Report of a case. *J Cancer Res Clin Oncol* 1996; 122: 566–7.
- e54. Lee YM, Kim HJ, Lee JE, et al.: Cardiac tamponade following insertion of an internal jugular vein catheter for hemodialysis. *Clin Nephrol* 2009; 72: 220–3.
- e55. Ervo R, Angeletti S, Turrini Dertenois L, Cavatorta F: Dialysis catheter associated cardiac tamponade: quick diagnosis by extemporaneous echocardiography. *J Vasc Access* 2008; 9: 69–71.
- e56. Yilmazlar A, Bilgin H, Korfali G, Eren A, Ozkan U: Complications of 1303 central venous cannulations. *J R Soc Med* 1997; 90: 319–21.
- e57. Karakaya D, Baris S, Güldogus F, Incesu L, Sarihasan B, Tür A: Brachial plexus injury during subclavian vein catheterization for hemodialysis. *J Clin Anesth* 2000; 12: 220–3.
- e58. Park HS, Choo IW, Do YS, Choo SW: Migrated Hickman catheters: a simple repositioning method using a stiff hydrophilic guidewire. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2000; 23: 70–2.
- e59. Schmitz-Rode T, Kilbinger M, Günther RW: Repositioning of a central venous catheter with a guide wire with movable core. *RoFo* 1999; 170: 222–4.
- e60. Colón-Casasnovas NE, Lugo-Vicente H: Distal fragmented port catheter: case report and review of literature. *Bol Asoc Med P R* 2008; 100: 70–5.
- e61. Elkhoury MI, Boeckx WD, Chahine EG, Feghali MA: Retrieval of port-A catheter fragment from the main and right pulmonary arteries 3 years after dislodgment. *J Vasc Access* 2008; 9: 296–8.
- e62. Hofer S, Schnabel K, Vogelbach P, Herrmann R: The „pinch off“ syndrome: a complication of implantable catheter systems in the subclavian vein. *Schweiz Med Wochenschr* 1997; 127: 1247–50.
- e63. Lenglinger FX, Hartl P, Kirchgatterer A, Lenglinger GM, Baldinger C: Fracture and embolization of a central venous port catheter without prior compression between the clavicle and the 1st rib. *Wien Klin Wochenschr* 2001; 113: 134–7.
- e64. Schlüter A, Stock K, von Pöbloski A, Behrmann C, Jassoy A, Spielmann RP: Radiological evaluation of complications of implantable venous access port systems. *RoFo* 1999; 171: 324–8.
- e65. Biffi R, Orsi F, Grasso F, De Braud F, Cenciarelli S, Andreoni B: Catheter rupture and distal embolisation: a rare complication of central venous ports. *J Vasc Access* 2000; 1: 19–22.
- e66. Inaba K, Sakurai Y, Furuta S, et al.: Delayed vascular injury and severe respiratory distress as a rare complication of a central venous catheter and total parenteral nutrition. *Nutrition* 2009; 25: 479–81.
- e67. Faintuch S, Salazar GM: Malfunction of dialysis catheters: management of fibrin sheath and related problems. *Tech Vasc Interv Radiol* 2008; 11: 195–200.
- e68. Reddy AS, Lang EV, Cutts J, Loh S, Rosen MP: Fibrin sheath removal from central venous catheters: an internal snare manoeuvre. *Nephrol Dial Transplant* 2007; 22: 1762–5.
- e69. Gebauer B, Teichgräber UK, Podrabsky P, Werk M, Hänninen EL, Felix R: Radiological interventions for correction of central venous port catheter migrations. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2007; 30: 668–74.
- e70. Teichgräber UK, Streitparth F, Cho CH, Benter T, Gebauer B: A comparison of clinical outcomes with regular- and low-profile totally implanted central venous port systems. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2009; 32: 975–9.
- e71. Venta LA, Feldman L: A subclavian line complication: embolisation of an arteriovenous fistula. *Clin Radiol* 1988; 39: 210–1.

- e72. Brouns F, Schuermans A, Verhaegen J, De Wever I, Stas M: Infection assessment of totally implanted long-term venous access devices. *J Vasc Access* 2006; 7: 24–8.
- e73. Wolf HH, Leithäuser M, Maschmeyer G, et al.: Central venous catheter-related infections in hematology and oncology: guidelines of the Infectious Diseases Working Party (AGIHO) of the German Society of Hematology and Oncology (DGHO). *Ann Hematol* 2008; 87: 863–76.
- e74. Elishoov H, Or R, Strauss N, Engelhard D: Nosocomial colonization, septicemia, and Hickman/Broviac catheter-related infections in bone marrow transplant recipients. A 5-year prospective study. *Medicine (Baltimore)* 1998; 77: 83–101.
- e75. Worth LJ, Seymour JF, Slavin MA: Infective and thrombotic complications of central venous catheters in patients with hematological malignancy: prospective evaluation of nontunneled devices. *Support Care Cancer* 2009; 17: 811–8.
- e76. Fischer L, Knebel P, Schröder S, et al.: Reasons for explantation of totally implantable access ports: a multivariate analysis of 385 consecutive patients. *Ann Surg Oncol* 2008; 15: 1124–9.
- e77. Frascini G, Jadeja J, Lawson M, Holmes FA, Carrasco HC, Wallace S: Local infusion of urokinase for the lysis of thrombosis associated with permanent central venous catheters in cancer patients. *J Clin Oncol* 1987; 5: 672–8.
- e78. Monturo CA, Dickerson RN, Mullen JL: Efficacy of thrombolytic therapy for occlusion of long-term catheters. *J Parenter Enteral Nutr* 1990; 14: 312–4.
- e79. Sugimoto K, Hofmann LV, Razavi MK, et al.: The safety, efficacy, and pharmacoeconomics of low-dose alteplase compared with urokinase for catheter-directed thrombolysis of arterial and venous occlusions. *J Vasc Surg* 2003; 37: 512–7.
- e80. Eyrich H, Walton T, Macon EJ, Howe A: Alteplase versus urokinase in restoring blood flow in hemodialysis-catheter thrombosis. *Am J Health Syst Pharm* 2002; 59: 1437–40.
- e81. Semba CP, Deitcher SR, Li X, Resnansky L, Tu T, McCluskey ER: Cardiovascular thrombolytic to open occluded lines investigators: Treatment of occluded central venous catheters with alteplase: results in 1,064 patients. *J Vasc Interv Radiol.* 2002; 13: 1199–205.
- e82. Whigham CJ, Lindsey JI, Goodman CJ, Fisher RG: Venous port salvage utilizing low dose tPA. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2002; 25: 513–6.
- e83. Demirciođlu F, Ylmaz S, Oren H, Özgüven AA, Irken G: Skin and soft tissue complications in pediatric leukemia patients with and without central venous catheters. *J Pediatr Hematol Oncol* 2008; 30: 32–5.
- e84. Hasskarl J, Illerhaus G, Waller CF, Köberich S, Frydrychowicz A: Complete caval thrombosis secondary to an implanted venous port – a case study. *Dtsch Arztebl Int* 2008; 105: 18–21.
- e85. Dougherty L: IV therapy: recognizing the differences between infiltration and extravasation. *Br J Nurs* 2008; 17: 896, 898–901.
- e86. Beutel K, Simon A: Diagnostics and management of central venous line infections in pediatric cancer patients. *Klin Padiatr* 2005; 217(Suppl. 1): 91–100.
- e87. Jordan K, Behlendorf T, Surov A, Kegel T, Maher G, Wolf HH: Venous access ports: frequency and management of complications in oncology patients. *Onkologie* 2008; 31: 404–10.