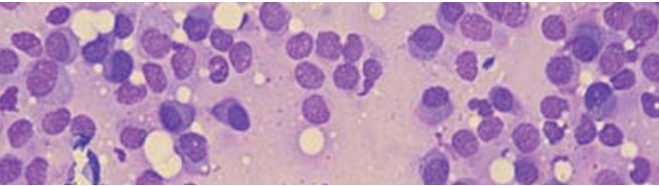


Chemische Kontamination

Risikoprävention in der Infusionstherapie



Chemische Kontamination



Definition Ursachen

Definition

Als chemische Kontamination bezeichnet man die unbeabsichtigte Exposition des medizinischen Fachpersonals gegenüber Gefahrstoffen.

Das American National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) definiert „Gefahrstoff“ als Substanz, die mindestens eines der folgenden Gefährlichkeitsmerkmale aufweist: Karzinogenität, Teratogenität oder Entwicklungstoxizität, Reproduktionstoxizität beim Menschen, Organtoxizität in niedriger Dosis bei Mensch oder Tier bzw. Genotoxizität oder neue Substanzen, die bekannten Gefahrstoffen in Struktur oder Toxizität ähneln [NIOSH 2004].

Angegeben sind 136 Gefahrstoffe, u. a.:

- Chemotherapeutika/Zytostatika
- Antibiotika/antivirale Mittel
- bio- oder gentechnisch erzeugte Wirkstoffe
- monoklonale Antikörper
- Gene und Hormone
- verschiedene andere Wirkstoffe

Ursachen

Im Folgenden wird eine Übersicht über die Ursachen chemischer Kontaminationen gegeben.

Laut Kromhout et al. ist die genaue Ursache bzw. der Wirkmechanismus dieser Exposition unklar [Kromhout et al. 2000], in der Fachliteratur werden vor allem zwei mögliche Expositionswege genannt: Kontamination über die Haut [Valanis et al. 1993a,b] oder Kontamination durch ein Aerosol [Kromhout et al. 2000].

Kontamination über die Haut

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, wie es durch Berührung zu dermalen Kontamination oder „Kontaktkontamination“ kommen kann, z. B. durch:

- die Oberfläche von Arzneimittelampullen [Mason et al. 2003],
 - die Oberfläche von Arzneimittelbehältern [Schmaus et al. 2002],
 - die Zubereitung von Arzneimitteln wie z. B. Cyclophosphamid [Fransman et al. 2004]
 - und den Umgang mit Körperflüssigkeiten von Patienten, die eine Chemotherapie erhalten [Fransman et al. 2004, Kromhout et al. 2000].
- Eine Kontamination in diesem Umfeld lässt annehmen, dass die Ursache entweder die Zubereitung von Zytostatika oder die Handhabung von Ampullen, Behältern oder Körperflüssigkeit ist. Andere Kontaminationsursachen, die von Fachinstitutionen wie dem NIOSH diskutiert werden, sind unzureichend dekontaminierte verschüttete oder ausgelaufene Flüssigkeiten, das Befüllen von Infusionssets, die Handhabung außerhalb der Apotheke und die Wahl eines ungeeigneten Produkts [NIOSH 2004].



Abb. 1: Kontamination durch Befüllen eines Infusionssets

„Es ist belegt, dass Apothekenmitarbeiter und Fachpersonal in der Onkologie der dermalen Kontamination durch Cyclophosphamid ausgesetzt sind“.
[Fransman et al. 2004]

Aerosolkontamination

Laut Fachinstitutionen wie dem NIOSH und nach Ansicht einiger Autoren [Neal et al. 1983, NIOSH 2004, Sessink 1994] kann es bei der Zubereitung und Verabreichung von Arzneimitteln zur Aerosolkontamination kommen. In einigen Studien fanden sich zwar keine Belege für eine Aerosolkontamination, dies könnte aber an unzureichenden Nachweisgrenzen gelegen haben [Larson et al. 2003].



Risiken

Hautkontakt bei:

- Kontakt mit Ampullenoberflächen
- Kontakt mit Packmaterialien
- Umgang mit Körperflüssigkeiten von Patienten
- Verschüttungen
- Priming von Infusionssets

Aerosolkontakt bei:

- Zubereitung von Arzneimitteln
- Verabreichung von Arzneimitteln

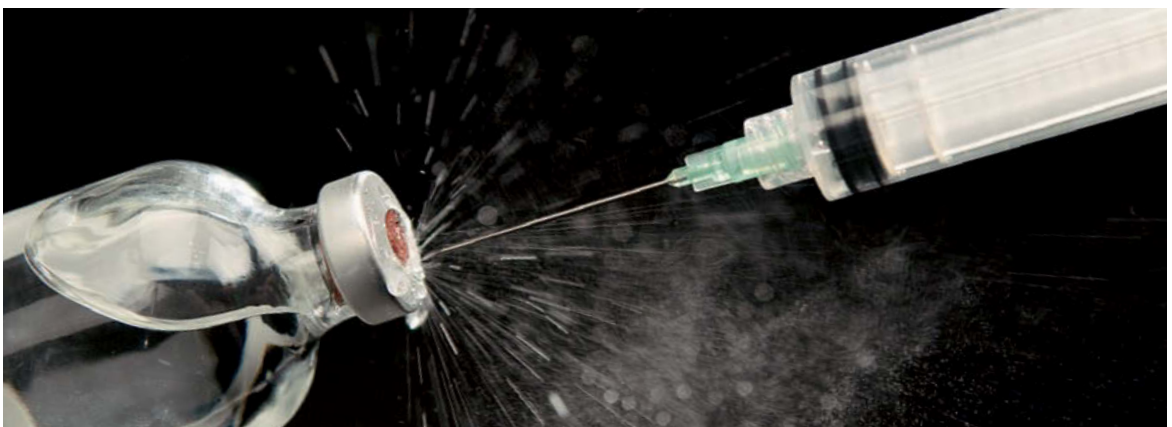


Abb. 2: Kontamination während der Zubereitung von Arzneimitteln

Chemische Kontamination

Folgen

Die Folgen einer chemischen Kontamination hängen von der kontaminierenden Substanz ab. Man unterscheidet zwischen toxischer und nicht toxischer Kontamination.

Nicht toxische Kontamination

Die Exposition gegenüber nicht toxischen Arzneistoffen wie z. B. Antibiotika ist keineswegs harmlos. Als mögliche Folgen sind Hautausschlag [Gielen & Goossens 2001] und Überempfindlichkeitsreaktionen beschrieben worden [AFS 2005], wodurch die Arbeitsfähigkeit des Betroffenen beeinträchtigt werden kann.

Toxische Kontamination

1. Akutsymptome

Die wichtigste Informationsquelle hinsichtlich Nebenwirkungen ist die Fachinformation zum jeweiligen Arzneimittel, die stets beachtet werden sollte. Paclitaxel beispielsweise kann Akutsymptome wie Übelkeit, Alopezie (Haarausfall) und Bradykardie auslösen [Fachinfo Paclitaxel 2010]. Studien belegen, dass nach einer Exposition gegenüber antineoplastischen Mitteln bei den Betroffenen dieselben Akutsymptome (z. B. Durchfall, pharyngeale Irritationen, Hautausschläge) signifikant häufiger auftraten als bei Kontrollpersonen [McDiarmid et al. 1988, Valanis et al. 1993a]. Das wichtigste Akutsymptom ist jedoch die Mutagenität. In Studien wurden zahlreiche Mutagenitätsindikatoren wie z. B. Schwesterchromatid-austausch oder -aberrationen beobachtet [Falck et al. 1979, Sarto et al. 1990]. Da chromosomale Mutagenität ein stochastischer Prozess ist [Health Counsel 1994], kann schon ein einziges Molekül eine Mutation auslösen. Aus diesem Grund nennen die Fachorganisationen keine Schwellenwerte einer akzeptablen Exposition.

„Die Ergebnisse belegen, dass Pflegepersonal, das bei der Arbeit gegenüber Antineoplastika exponiert ist, signifikant häufiger an Malignomen des Harntraktes erkrankt, als dies bei nicht exponiertem Pflegepersonal der Fall ist ... Schwangerschaften, in denen es eine Exposition gegenüber antineoplastischen Mitteln gab, führten signifikant häufiger zu einem unerwünschten Ergebnis.“ [Rogers & Emmett 1987].

2. Chronische Symptome

Karzinogenität

Mutagenität ist zwar eigentlich ein Akutsymptom, kann aber zu der chronischen Erkrankung Krebs führen. Der Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber hochdosierten zytotoxischen Substanzen und sekundären Malignomen ist belegt. Daher klassifiziert die International Agency for Research on Cancer [IARC] viele Antineoplastika als Substanzen der Gruppe 1 (Karzinogene beim Menschen) [IARC]. Die stochastische Natur der Karzinogenität macht sogar minimale Dosen wie bei einer Kontamination zu einem Risiko. Allerdings weisen die Studien, in denen ein solcher Zusammenhang aufgezeigt wurde, infolge der geringen Zahl von onkologischen Erkrankungen in der untersuchten Population und wegen der insgesamt eher kleinen Stichprobengrößen gewisse statistische Schwächen auf. Sessink errechnete das theoretische Lebensrisiko von medizinischem Fachpersonal für eine Leukämieerkrankung mit 95–475 pro eine Million [Sessink et al. 1995]. Die Arbeitsgruppe um Skov beobachtete bei medizinischem Fachpersonal in Kliniken ein erhöhtes Risiko für Leukämie und Non-Hodgkin-Lymphome [Skov et al. 1992].

Wirkungen auf die Fortpflanzungsfähigkeit

Studien belegen eine erhöhte Inzidenz habitueller Aborte [Selevan et al. 1985, Stücker et al. 1990, Valanis et al. 1999] und Teratogenität [Hemminki et al. 1985].

Andere chronische Wirkungen

Laut Sotaniemi sind chronische Leberschädigung und -fibrose weitere mögliche Folgen der Exposition gegenüber toxischen Substanzen [Sotaniemi et al. 1983].

„Es wurde ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Fehlgeburt und der Exposition gegenüber antineoplastischen Mitteln während des ersten Schwangerschaftstrimenons beobachtet.“ [Selevan et al. 1985].

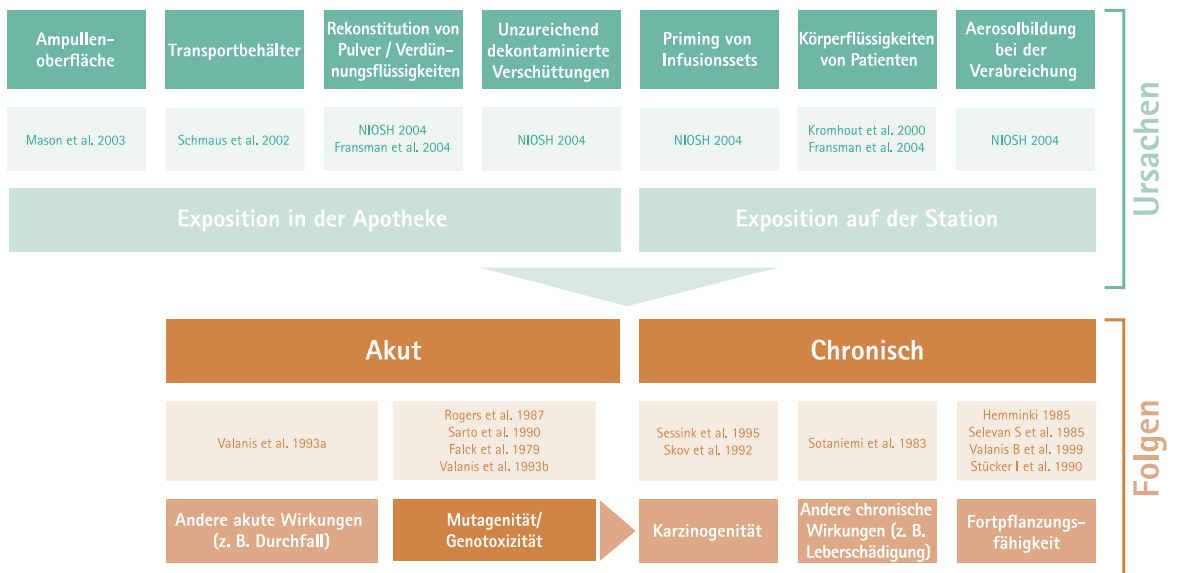


Abb. 3: Ursachen und mögliche Folgen chemischer Kontaminationen

Chemische Kontamination

Folgen



Im Folgenden werden die Kostenfaktoren aufgeschlüsselt in Kosten für das Gesundheitssystem und Kosten, die für die jeweilige medizinische Versorgungseinrichtung anfallen (Abb. 4).

Kosten für die medizinische Versorgungseinrichtung

Laut den gängigen Standard Operating Procedures (SOP, Arbeitsanweisungen in Kliniken) und den veröffentlichten Leitlinien müssen Mitarbeiter, die einer Kontamination ausgesetzt waren, die exponierte Körperfläche zehn Minuten lang gründlich mit Wasser spülen. Bei einer Kontamination der Augen ist ein Augenarzt zu konsultieren [QuapoS 2003]. Zum Ausfall an Arbeitszeit kommen die Kosten für Spülungen, Salben, Bandagen und Medikamente (z. B. zur Behandlung akuter Folgen wie Diarrhoe) hinzu.

Bisher wurde noch nicht spezifisch untersucht, welche Kosten durch Hautausschläge und andere Überempfindlichkeitsreaktionen auf wiederholte Arzneimittelexposition entstehen. Mälkönen stellte fest, dass medizinisches Personal wegen berufsbedingter Hauterkrankungen krankgeschrieben werden musste (21 %) oder zum Berufswechsel gezwungen war (21 %) (Mälkönen 2009). Die eingeschränkte Arbeitsfähigkeit der Mitarbeiter, die weiter in der Klinik arbeiten, und die Aufwendungen für das Training neuer Mitarbeiter, die die Berufswechsler ersetzen sollen, sind zwei Kostenfaktoren, die nicht übersehen werden dürfen.

Ein anderer Aspekt der verminderten Arbeitsfähigkeit sind Krebserkrankungen, die beispielsweise in Großbritannien zu Krankschreibungen für bis zu 28 Wochen mit Krankengeldzahlungen von £ 79,15 (€ 90,00) pro Tag führten [Macmillan cancer support 2010].

Ähnliches gilt für die der Klinik entstehenden Kosten durch Fehlzeiten von Mitarbeitern infolge von Störungen der Fortpflanzungsfähigkeit (z. B. Fehlgeburt). Diese Kosten sind im Einzelfall unterschiedlich, nach dem Verlust eines Verwandten ersten Grades erfolgt in Deutschland beispielsweise in den meisten Industriebereichen eine Arbeitsbefreiung für mindestens zwei Tage [IGBCE 2000].

In Abhängigkeit von den nationalen rechtlichen Gegebenheiten könnte es für eine medizinische Versorgungseinrichtung massive juristische Konsequenzen haben, wenn eines der genannten Gesundheitsprobleme mangelnder Sorgfalt zuzuschreiben wäre.



Typische Komplikationen einer chemischen Kontamination	Schweregrad	Behandlung	Kosten für das Gesundheitssystem / die Krankenkassensysteme	Ursache der direkten Kosten für die Klinik	Kostenbelastung der Klinik ³
Krebserkrankungen Teratogenität	Hoch	<ul style="list-style-type: none"> ■ Medikation & Strahlentherapie ■ Chirurgie ■ Diagnostik ■ Ärztliche Beratung ■ Psychologische Betreuung 	12.950 € ¹	28 Wochen Krankschreibung, Krankengeld ⁴	26.600 €
		<ul style="list-style-type: none"> ■ Psychologische Betreuung der Eltern ■ Eventuelle chirurgische Behandlung des Kindes ■ Prothetik 	20.520 € ²		
Fehlgeburt	Mittel Hoch	<ul style="list-style-type: none"> ■ In der Spätschwangerschaft: Kaiserschnitt ■ Psychologische Betreuung der Eltern 	Gering	2 Tage Arbeitsbefreiung ⁵	200 €
Kontaktdermatitis Leberschädigung Überempfindlichkeitsreaktion	Mittel	<ul style="list-style-type: none"> ■ Medikation ■ Fachkonsultation 	Gering	Krankschreibung, erneutes Training	Relativ geringe Kosten. Keine Angaben in der Literatur
Halsbeschwerden Durchfall	Mittel Leicht	---	---	Medikation	
Lokale Reizung von Haut oder Augen Mutagenität, unterdrückt durch körpereigene Reparaturmechanismen	Leicht	<ul style="list-style-type: none"> ■ Konsultation ■ Keine Komplikation 	Gering	Desinfektionsmittel, Creme, Verband, Augenspülung-Notfallkit, Handschuhe, Fehlzeiten wegen ärztlicher Konsultation ---	

Chemische Kontamination

Literatur:
¹ Horner 2009, National Cancer Institute 2010
² Flintoff 2008
³ Vom britischen National Health Service (NHS) empfohlene Zahlung bei einem Jahresgehalt von € 30 000 (€ 100 pro Tag) [NHS 2010]
⁴ Macmillan cancer support 2010
⁵ IG BCE 2000

Abb. 4: Geschätzte zusätzliche Kostenbelastung durch Komplikationen infolge chemischer Kontamination

Chemische Kontamination



Präventionsstrategien



Abb. 5:
Zentrale Zubereitung
in der Klinikapotheke

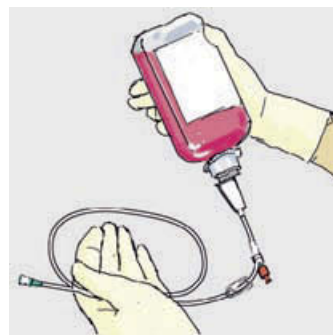


Abb. 6:
Sicherheitsvorkehrungen



Abb. 7:
Schutzkleidung bei der
Arbeit am Laminar-
Airflow-Arbeitsplatz



Präventionsstrategien

Die von nationalen Fachorganisationen (siehe Kasten rechts) empfohlenen Präventionsstrategien zielen auf das Vermeiden der Exposition ab. Die Abbildungen (links) zeigen die wichtigsten Maßnahmen:

- Zentrale Zubereitung, um Kontaminationen durch Handhabungsfehler zu vermeiden [QuapoS 2003]. Die Zubereitung erfolgt durch speziell ausgebildetes Personal (Abb. 5).
- Einsatz von Sicherheitsvorkehrungen, um die Freisetzung toxischer Kontaminationen zu vermeiden [NIOSH 2004]. Das Ziel ist die Verminderung von Aerosol- (z. B. durch Aerosolfilter) und Tropfkontaminationen (z. B. durch kanülenfreies Arbeiten) (Abb. 6).

Einige Kontaminationsursachen wie z. B. das Berühren der Ampullenoberfläche sind nur schwer zu vermeiden und lassen sich lediglich vermindern (Abb. 7):

- Aerosolkontaminationen lassen sich durch den Einsatz von Laminar-Airflow- (LAF) oder Abzug-Arbeitsplätzen vermindern [Nguyen et al. 1982, Crauste-Mandet et al. 2005].
- Spritz- oder Tropfkontaminationen werden durch Schutzkleidung (Kittel, Masken, Handschuhe) verhindert [ASTM 2005].

Außerdem werden zur Überwachung möglicher Expositionen regelmäßige Kontrollen (z. B. Bluttests) empfohlen [QuapoS 2003]. Durch systematisch durchgeführte Schutzmaßnahmen lässt sich die Exposition verringern [Ündeger et al. 1999, Skov et al. 1992].

Fachorganisationen

Die folgenden Organisationen (und auch andere) haben Empfehlungen für die Prävention chemischer Kontaminationen veröffentlicht:

- Bundesapothekerkammer
- Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (bgw)
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), USA
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC), USA
- International Society of Pharmacovigilance (ISOP)
- Deutsche Gesellschaft für Onkologische Pharmazie (DGOP), Deutschland
- Schwedisches Zentralamt für Arbeitsumwelt (Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS), Schweden

Chemische Kontamination

Risiko- prävention



Mini-Spike® Chemo V

Entnahme- und Zuspritzspike mit integriertem Ventil für sicheren und komfortablen Flüssigkeitstransfer mit Spritzen.

- Der 0,2 µm Belüftungsfiter verhindert den Austritt toxischer Aerosole.
- Vermeidung von Leckage und tropffreie Entnahme über Kopf durch integriertes Ventil möglich.



Cyto-Set® Mix

Geschlossenes Zubereitungssystem für eine sichere und einfache Präparation toxischer Stoffe.

- Ermöglicht die nadelfreie Zugabe in Infusionsbehälter.
- Optimale Systemkompatibilität mit Cyto-Set®.



Ecoflac® plus

Der i.v.-Lösungsbehälter auf dem neuesten Stand. Für die sichere und komfortable Durchführung aller intravenösen Therapiemaßnahmen vom Mischen der Arzneistoffe bis zu ihrer Verabreichung.

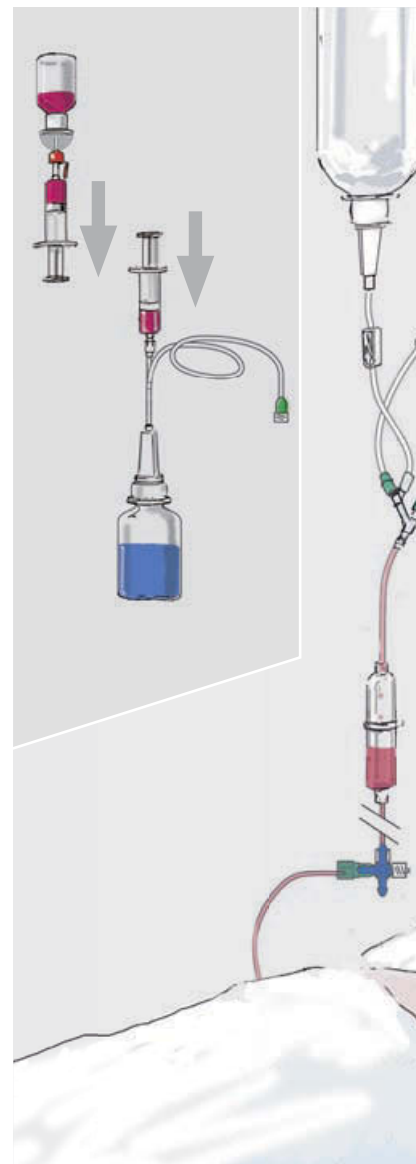
- Die überlegenen Merkmale der wiederverschließenden Portmembran verhindern ein Auslaufen der Infusionslösung.
- Das intelligente Design der Kappe ermöglicht eine sichere und einfache Zugabe und ein sicheres Spiking.

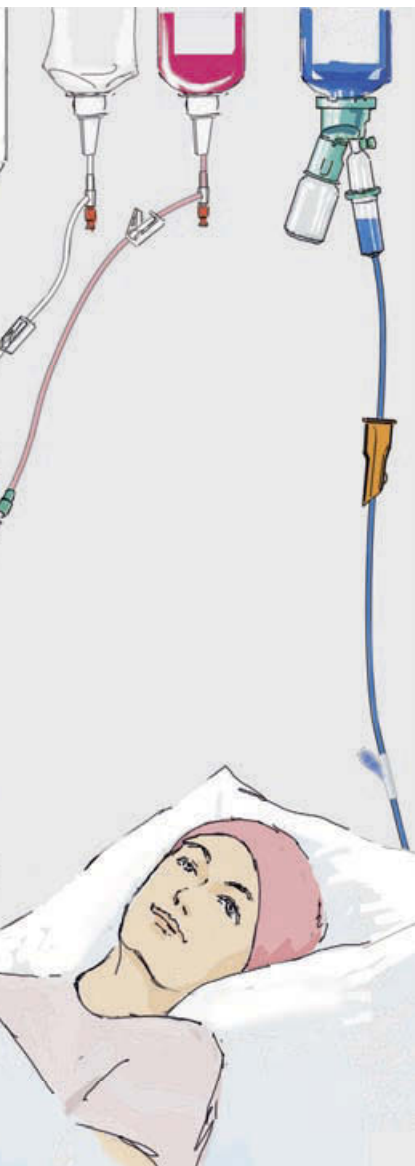
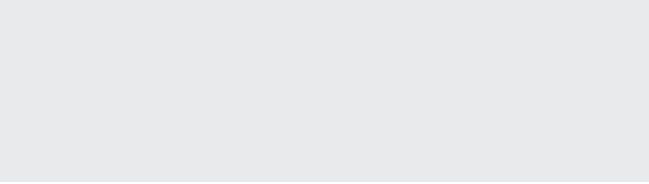


Safeflow

Ventile für den sicheren und komfortablen Zugang zum Infusionsschlauch. Das Ventil stellt sicher, dass das System geschlossen bleibt.

- Die nadelfreien Infusionssysteme von B. Braun vermindern das Kontaminationsrisiko durch Tropfenbildung, welches beim Einsatz von Kanülen besteht.





Ecoflac® Connect

Geschlossenes System für die Einzeldosiszubereitung.

- Das geschlossene System von Ecoflac® Connect stellt sicher, dass eine Kontamination der Umgebung vermieden wird.
- Das geschlossene System verringert das Kontaminationsrisiko des medizinischen Personals mit der Medikation.



Intrafix® SafeSet

Infusionsbesteck für die sichere und komfortable Infusion.

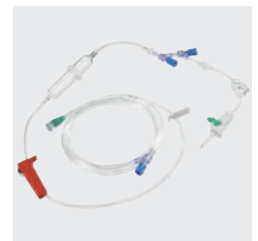
- Automatisches tropffreies Befüllen durch die in der Endkappe integrierte innovative PrimeStop-Membran.



Cyto-Set®

Komplett-Systemlösung für sichere und einfache Applikation toxischer Infusionen.

- Geringes Kontaminationsrisiko durch einfaches und tropffreies Entlüften mit neutraler Lösung.
- Das Design ermöglicht einfachen Wechsel zwischen toxischen Infusionen ohne Umstecken des Infusionsbestecks.



Discofix® C

Der einzigartige Dreivegehahn für höchste Sicherheit.

- Das spezielle Material verhindert das Austropfen toxischer Lösungen aus dem System, indem Spannungsrisse verhindert werden.



Chemische Kontamination

Literatur

Literatur

AFS Cytostatics and other medications with permanent toxic effects [translation] Swedish Work Environment Agency 2005: 5

ASTM. D6978-05: Standard Practice for Assessment of Resistance of Medical Gloves to Permeation by Chemotherapy Drugs, American Society for Testing and Materials 2005

Bundesapothekerkammer. Leitlinie: Aseptische Herstellung und Prüfung applikationsfertiger Parenteralia mit toxischem Potenzial (11/2008). Accessed at http://www.abda.de/fileadmin/assets/Praktische_Hilfen/Leitlinien/Parenteraliaherstellung/LL_Parenteralia_toxisch.pdf on November 10, 2011

Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege. Zytostatika im Gesundheitsdienst. Accessed at http://www.bgw-online.de/internet/generator/Inhalt/OnlineInhalt/Medientypen/bgw_20themen/M620_Zytostatika_im_Gesundheitsdienst.property=pdfDownload.pdf on November 10, 2011

Crauste-Manciet S, Sessink PMJ, Ferrari S, Jomier JY, Brossard D. Environmental Contamination with Cytotoxic Drugs in Healthcare Using Positive Air Pressure Isolators. *Ann Occup Hyg* 2005; 49(7): 619–628

Falck K, Gröhn P, Sorsa M, Vainio H, Heinonen E, Holsti LR. Mutagenicity in urine of nurses handling cytostatic drugs. *Lancet* 1979; 1(8128): 1250–1251

Flintoff JP. Thalidomide: the battle for compensation goes on. *The Sunday Times*. March 23, 2008

Fransman W, Vermeulen R, Kromhout H. Occupational dermal exposure to cyclophosphamide in Dutch hospitals: a pilot study. *Ann Occup Hyg* 2004; 48(3): 237–244

Gielen K, Goossens A. Occupational allergic contact dermatitis from drugs in healthcare workers. *Contact Dermatitis* 2001; 45: 273–279

Health Counsel of the Netherlands. Risk assessment of carcinogenic chemicals in the Netherlands. *Regul Toxicol Pharmacol* 1994; 19: 14–30
Hemminki K, Kyyrönen P, Lindbohm M-L. Spontaneous abortions and malformation in the offspring of nurses exposed to anaesthetic

gases, cytostatic drugs, and other potential hazards in hospitals, based on registered information of outcome. *J Epidemiol Community Health* 1985; 39: 141–147

Horner MJ, Ries LAG, Krapcho M, et al (eds). SEER Cancer Statistics Review, 1975–2006, National Cancer Institute. Bethesda, Md, based on November 2008 SEER data submission, posted to the SEER web site, 2009. Table I-21, US Prevalence Counts, Invasive Cancers Only, January 1, 2006, Using Different Tumor Inclusion Criteria. Accessed at http://seer.cancer.gov/csr/1975_2006/results_single/sect_01_table.21_2pgs.pdf on September 3, 2009

IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans – Overall Evaluations of Carcinogenicity: An Updating of IARC Monographs 1987. Supplement 7; Volumes 1–42

IGBCE. Manteltarifvertrag 2000

Kromhout H, Hoek F, Uitterhoeve R, Huijbers R, Overmars RF, Anzion R, Vermeulen R. Postulating a dermal pathway for exposure to antineoplastic drugs among hospital workers. Applying a conceptual model to the results of three workplace surveys. *Ann Occup Hyg* 2000; 44(7): 551–560

Larson RR, Khazaeli MB, Dillon HK. A New Monitoring Method Using Solid Sorbent Media for Evaluation of Airborne Cyclophosphamide and Other Antineoplastic Agents. *Appl Occup Environ Hyg* 2003; 18(2): 120–131

Macmillan cancer support website. A guide to benefits and financial help for people affected by cancer. <http://www.cancer.gov/aboutnci/servingpeople/CostOfCancer>. Accessed Feb. 2010

Mälikönen T, Jolanki R, Alanko K, Luukkonen R, Aalto-Korte K, Lauerma A, Susitaival P. A 6-month follow-up study of 1048 patients diagnosed with an occupational skin disease. *Contact Dermatitis* 2009; 61(5): 261–8

Mason HJ, Morton J, Garfitt SJ, Iqbal S, Jones K. Cytotoxic drug contamination on the outside of vials delivered to a hospital pharmacy. *Ann Occup Hyg* 2003; 47(8): 681–685



McDiarmid MA, Egan T. Acute occupational exposure to antineoplastic agents. *J Occup Med* 1988; 30(12): 984–987

National Cancer Institute website (USA). <http://www.cancer.gov/aboutnci/servingpeople/CostOfCancer>. Accessed Feb. 2010
Neal AdW, Wadden RA, Chiou WL. Exposure of hospital workers to airborne antineoplastic agents. *Am J Hosp Pharm* 1983; 40(4): 597–601

Nguyen TV, Theiss JC, Matney TS. Exposure of pharmacy personnel to mutagenic antineoplastic drugs. *Cancer Res* 1982; 42: 4792–4796

NHS Careers website. www.nhs.uk. Accessed Feb. 2010

NIOSH Alert: Preventing occupational exposures to antineoplastic and other hazardous drugs in health care settings. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) 2004. Publication No. 2004-165

Paclitaxel SmPC. BMS 2010

QuapoS 3 Quality Standard for the Oncology Pharmacy Service with Commentary. Institute for Applied Healthcare Sciences (IFAHS e.V.) for the German Society of Oncology Pharmacy (DGOP e.V.). 2003

Rogers B, Emmett EA. Handling anti-neoplastic agents: urine mutagenicity in nurses. *J Nurs Scholarsh* 1987; 19: 108–113

Sarto F, Trevisan A, Tomanin R, Canova A, Fiorentino M. Chromosomal Aberrations, Sister Chromatid Exchanges, and Urinary Thioethers in Nurses Handling Antineoplastic Drugs. *Am J Ind Med* 1990; 18: 689–695

Schmaus G, Schierl R, Funck S. Monitoring surface contamination by anti-neoplastic drugs using gas chromatography-mass spectrometry and voltammetry. *Am J Health Syst Pharm* 2002; 59: 956–961

Selevan SG, Lindbohm M-L, Hornung RW, Hemminki K. A study of occupational exposure to antineoplastic drugs and fetal loss in nurses. *N Engl J Med* 1985; 313(19): 1173–1178

Sessink PJM, Van De Kerkhof MCA, Anzion RBM, Noordhoek J, Bos RP. Environmental contamination and assessment of exposure to antineoplastic agents by determination of cyclophosphamide in urine of exposed pharmacy technicians: is skin absorption an important exposure route? *Arch Environ Health* 1994; 49(3): 165–169

Sessink PJM, Kroese ED, van Kranen HJ, Bos RP. Cancer risk assessment for health care workers occupationally exposed to cyclophosphamide. *Int Arch Occup Environ Health* 1995; 67: 317–323

Skov T, Maarup B, Olsen J, Rørth M, Winthereik H, Lyng E. Leukemia and reproductive outcome among nurses handling antineoplastic drugs. *Br J Ind Med* 1992; 49: 855–861

Sotaniemi EA, Sutinen S, Arranto AJ, Sutinen S, Sotaniemi KA, Lehtola J, Pelkonen RO. Liver Damage in Nurses Handling Cytostatic Agents. *Acta Med Scand* 1983; 214: 181–9

Stücker I, Caillard J-F, Collin R, Gout M, Poyen D, Hémon D. Risk of spontaneous abortion among nurses handling antineoplastic drugs. *Scand J Work Environ Health* 1990; 16: 102–107

Ündeger Ü, Baþaran N, Kars A, Güç D. Assessment of DNA damage in nurses handling antineoplastic drugs by the alkaline COMET assay. *Mutat Res* 1999; 439: 277–285

Valanis BG, Vollmer WM, Labuhn KT, Glass AG. Acute symptoms associated with antineoplastic drug handling among nurses. *Cancer Nurs* 1993a; 16(4): 288–295

Valanis BG, Vollmer WM, Labuhn KT, Glass AG. Association of antineoplastic drug handling with acute adverse effects in pharmacy personnel. *Am J Hosp Pharm* 1993b; 50: 455–462

Valanis B, Vollmer WM, Steele P. Occupational exposure to antineoplastic agents: self-reported miscarriages and stillbirths among nurses and pharmacists. *J Occup Environ Med* 1999; 41(8): 632–638



Diese wissenschaftliche Übersicht richtet sich an Fachpersonal in der Patientenversorgung. Sie basiert auf der Auswertung der Fachliteratur und der Leitlinien. Dies ist gedacht als Einführung in die typischen Risiken der Infusionstherapie, um das Fachpersonal aufmerksamkeits- und bewussteinsschärfend auf diese Probleme hinzuweisen. In seiner summarischen Form beschränkt sich der Text auf eine Übersicht, die nicht alle speziellen Bedingungen berücksichtigen kann und soll. Bei nicht korrekter Auslegung der Hinweise übernimmt B. Braun keine Verantwortung für die möglichen Konsequenzen therapeutischer Maßnahmen auf der Grundlage dieser Übersicht.

B. Braun Melsungen AG | Hospital Care | 34209 Melsungen | Deutschland
 Tel. +49 5661 71-0 | www.bbraun.de | www.sichereinfusionstherapie.de

B. Braun Austria GmbH | Otto-Braun-Str. 3-5 | 2344 Maria Enzersdorf | Österreich
 Tel. +43 2236 465 41-0 | Fax +43 2236 484-79 | www.bbraun.at

B. Braun Medical AG | Seesatz 17 | 6204 Sempach | Schweiz
 Tel. +41 58 258 50-00 | Fax +41 58 258 60-00 | www.bbraun.ch