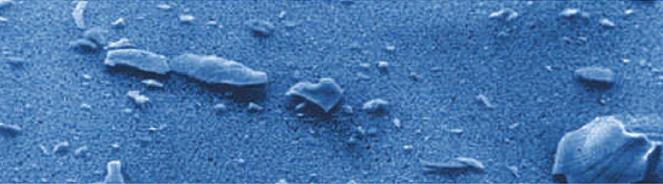


Partikelkontamination

Risikoprävention in der Infusionstherapie



Partikelkontamination



Definition Ursachen

Definition

Als Partikelkontamination bezeichnet man das ungewollte Vorliegen von außen stammender beweglicher und nicht gelöster Partikel in einer parenteralen Lösung. Die Partikelgrößen sind unterschiedlich, man grenzt die mit dem bloßen Auge sichtbaren Partikel der Größe $\geq 50 \mu\text{m}$ von den nicht sichtbaren Partikeln im Bereich von $2\text{--}50 \mu\text{m}$ ab. Vor allem der Nachweis von nicht mit dem bloßen Auge erkennbaren Partikeln erfordert spezifische analytische Tests (BSP 2009, USP 2009).

Ursachen

Es gibt eine Reihe möglicher Ursachen für Partikelkontaminationen in intravenösen Lösungen, da Medikamente in unterschiedlichen Arten von Behältern verfügbar sind (z. B. Durchstechflaschen, Ampullen, vorbefüllte Behälter und vorgemischte Lösungen) und sehr unterschiedlich in Anwendung und Handhabung sein können. Daher gibt es mehrere Arten der Partikelkontaminationen (Abb. 2):

- Glassplitter
- Kunststoffabrieb
- Gummi
- Nicht gelöste Partikel/Arzneistoffe
- Präzipitate inkompatibler Medikamentenkombinationen

Glasampullen stellen ein besonders hohes Risiko für Partikelkontaminationen dar, weil beim Öffnen der Ampulle winzige Glassplitter in die Ampulle gelangen können (Abb. 1) [Douglas et al. 2001]. Wenn für das Aufziehen des Inhalts einer Glasampulle eine Kanüle (z. B. 18G) verwendet wird, können winzige Glaspartikel mit in die Spritze aufgezogen werden und dann in den Körper des Patienten gelangen. Dieses Risiko bleibt auch dann bestehen, wenn Arzneistoffe routinemäßig über den Injektionsport der Venenverweilkanüle verabreicht werden, denn dieser Port ist dafür gedacht, das Personal vor Stichverletzungen zu schützen und besitzt keine Filterfunktion [Lye 2003]. Eine Kontamination durch Kunststoff entsteht meist durch Partikel, die aus dem Rohmaterial des Behälters stammen oder im Injektionsport bei Verwendung scharfer Gegenstände abgeschabt werden [Walpot et al. 1989]. Beim Einstechen einer Kanüle durch den Stopfen einer Durchstechflasche oder eines Infusionsbehälters kann es zum Ausstanzen eines Stopfenfragments kommen. Dieses Fragment kann dann in die Medikation/Infusionslösung gelangen. Wenn das Fragment sehr klein oder verdeckt ist (z. B. durch das Etikett, einen gleichfarbigen Hintergrund oder durch die Färbung der Ampulle), bleibt die Kontamination möglicherweise unbemerkt. Das Fragment wird dann eventuell in eine Spritze gezogen und einem Patienten injiziert [Roth 2007].

Auch nicht gelöste Feststoffe in Arzneimitteln oder parenteralen Lösungen können der Ursprung von Partikelkontaminationen sein [Durgan et al. 2004].

Eine weitere häufige Ursache von Partikeln ist die Folge von Inkompatibilitäten, d. h. eine unerwünschte Reaktion auf die Zugabe eines Arzneistoffs zu einer Trägerlösung oder mit dem Behälter bzw. weiteren Arzneistoffen, die zur intravenösen Lösung hinzu gegeben werden. Inkompatibilitäten können auch dann auftreten, wenn sich in Infusionssystemen oder Kathetern für die parenterale Verabreichung verschiedene Lösungen vermischen. Als eine Folge der Inkompatibilität kann eine Ausfällung stattfinden, die zur Partikelkontamination führt [Josephson 2006, RCN 2005, Douglas et al. 2001].

Preston et al. [2004] wiesen in 57 % der untersuchten Injektionslösungen Kontaminationen durch Glaspartikel einer Größe von $>130 \mu\text{m}$ nach. Auch Lye [2003] fand in mehr als 500 untersuchten Glasampullen im Durchschnitt 0,22 Glaspartikel pro Ampulle. Die Injektion solcher Partikel in Patienten stellt ein bedeutendes Risiko dar.

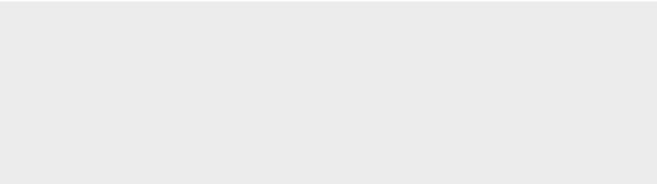
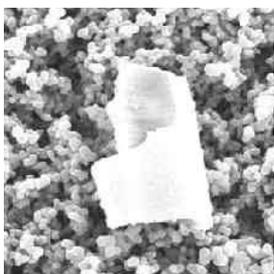
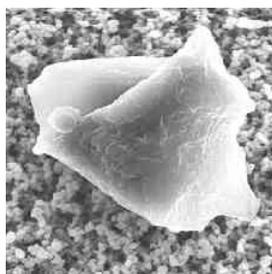


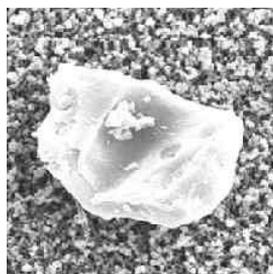
Abb. 1: Glasfragmente können beim Öffnen in die Ampulle gelangen.



Größe 15 μm



Größe 33 μm



Größe 36 μm



Größe 40 μm

Abb. 2: Elektronenmikroskopische Bilder von Partikeln, die in intravenösen Zubereitungen vor der Verwendung gefunden wurden.

Partikelkontamination

Folgen

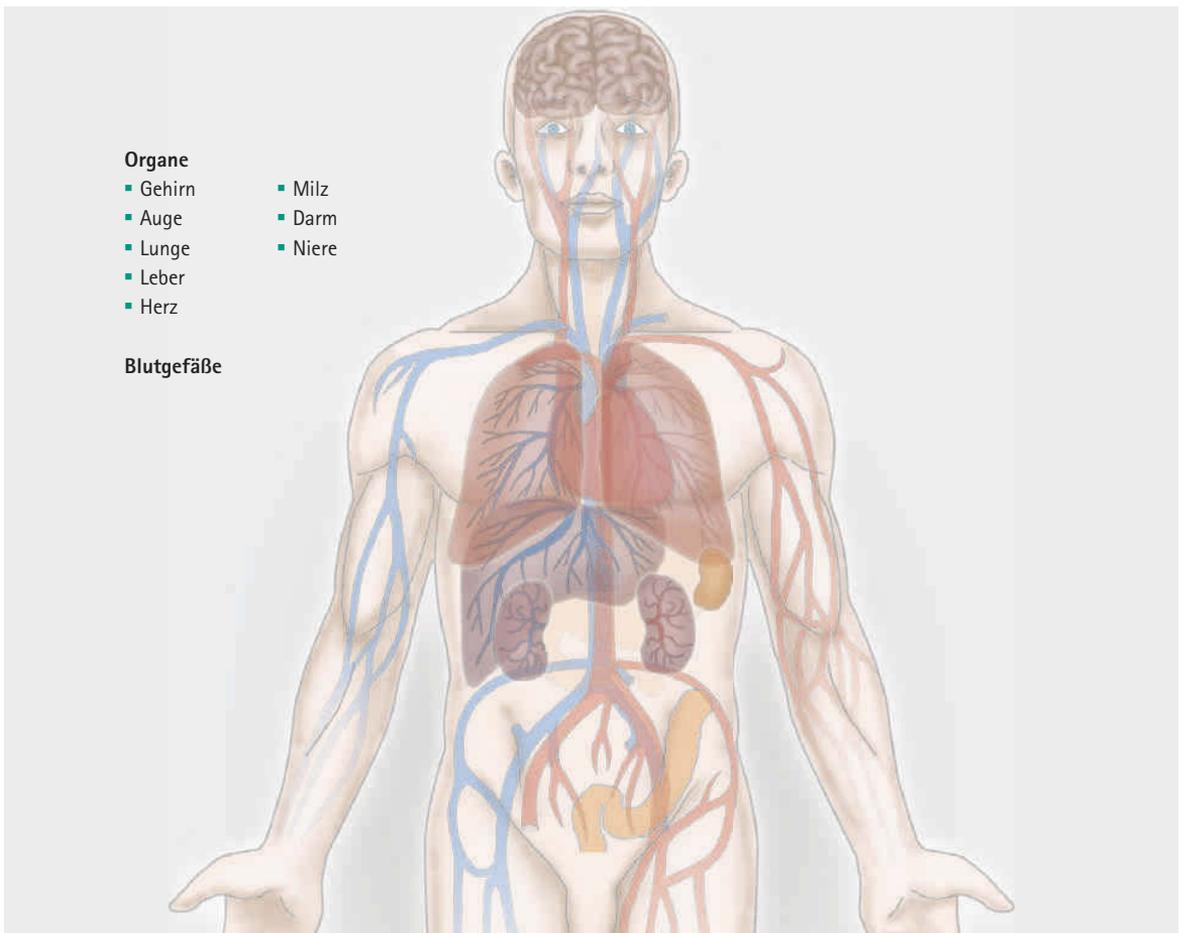


Abb. 3: Übersicht über die Regionen und Organe des menschlichen Körpers, die von Partikelkontaminationen in intravenösen Flüssigkeiten betroffen sein können.



Symptome und klinisches Bild

Alle Formen von Partikeln, die im intraluminalen Kompartiment vorliegen und nicht durch einen Filter zurückgehalten werden, gelangen direkt in den menschlichen Körper. Diese Partikel können unerwünschte Effekte haben, insbesondere erkrankte Menschen können davon betroffen sein. Bei Patienten können schon Partikel, die nur 1,5 µm groß sind, zur Verlegung von Gefäßen führen, während dies bei Gesunden erst für Partikel ab einer Größe von 6 µm beschrieben wurde [Lehr et al. 2002, Anonym 2004]. Generell wurden als Folgen Organschädigungen von Lunge, Niere, Leber und Milz beschrieben [Yorioka et al. 2006, Lye 2003, Puntis et al. 1992, Walpot et al. 1989, Turco et al. 1971], schwerkranke Patienten waren jedoch besonders stark betroffen [Jack et al. 2009, Oie et al. 2005, DeLuca et al. 1975, Schroeder et al. 1976, Turco et al. 1971]. Besonders empfindlich reagierten Patienten mit vorbestehenden Organschädigungen, da die Partikel die bereits beeinträchtigte Mikrozirkulation noch weiter verschlechterten [Anonym 2004, Lehr et al. 2002]. Ein weiteres klinisches Problem, das durch Partikel aus Glasampullen verursacht werden kann, ist die Phlebitis [Yorioka et al. 2006, DeLuca et al. 1975, Schroeder et al. 1976]. Eine Phlebitis manifestiert sich als lokale Überwärmung, Schmerzen und Rötung am Verabreichungsort der parenteralen Medikation [Grünewald et al. 2004].

Ferner kann eine Infusion von Glaspartikeln silikotische Veränderungen der Lungen und noduläre Fibrosen von Leber, Milz und Dünndarm infolge einer Fremdkörperreaktion verursachen [Lye 2003, Sabon et al. 1989]. Außerdem können Glasfragmente in Arzneimitteln nachweislich ein Atemnotsyndrom des Erwachsenen (ARDS) sowie bei unreifen Neugeborenen Granulome der Pulmonalarterien induzieren [Yorioka et al. 2006, Puntis et al. 1992, Walpot et al. 1989]. Die Kontamination mit Silikonpartikeln kann Auslöser granulomatöser Lungenerkrankungen sein [Bowen et al. 1981].

Bedeutende Risiken

- Beeinträchtigung der Mikrozirkulation
- Verlegung von Blutgefäßen
- Schädigung diverser Organe
- Phlebitis

Als weitere mögliche Komplikationen in Zusammenhang mit der Einschleppung von Kunststoffpartikeln sind Lungenerkrankungen [Rodriguez et al. 1989], Myokarditis [Kossovsky et al. 1990] und Hautausschlag [Ellenbogen et al. 1975] beschrieben worden. Diese Komplikationen traten nach Einschleppung großer Kunststoffmengen auf. Man weiß nur wenig über die langfristigen Effekte von Silikon beim Menschen. In Tierstudien fanden sich minimale Reaktionen im Gehirn [Dewan et al. 1995a] und in der Lunge [Dewan et al. 1995b, Veröffentlichungen nach Dewan et al. 2002]. Durch Gummi verursachte Komplikationen reichen vom Lungengranulom über lokalen Gewebsinfarkt bis hin zum Lungeninfarkt [Roth 2007, Lehr et al. 2002].

Partikel können Phlebitiden verursachen und Lunge, Niere, Leber und Milz schädigen. Neben der Schädigung des Patienten sind auch die zusätzlichen Behandlungskosten und die längere Liegezeit im Krankenhaus von Bedeutung.

Partikelkontamination

Folgen



Risikobedingte Kosten in der medizinischen Einrichtung

Angesichts der breitgefächerten Komplikationen, die beim Patienten durch die Kontamination mit Kunststoff-, Glas- und / oder Gummi-partikeln entstehen können, ist anzunehmen, dass Partikelkontaminationen zu verlängerten Krankenhausliegezeiten und zusätzlichen Behandlungskosten führen oder beitragen. Die dem Risiko zuzuschreibende Kostenbelastung kann anhand

der damit zusammenhängenden Kosten für die klinische Behandlung und den verlängerten Klinikaufenthalt ermittelt werden. Die Grundlage sind die durchschnittlich pro Tag entstehenden Kosten [Gianino 2007, Bertolini 2005] der zu erwartenden klinischen Therapie. Abbildung 4 zeigt die rechnerischen Ergebnisse für bestimmte Komplikationskategorien.



Komplikationen nach Partikelkontamination	Schweregrad	Klinische Therapie	Liegezeit	Zusätzliche Kosten ⁶
ARDS ¹ Lungenembolie ⁴ Schwere Funktionsstörung von Organen ²	Hoch	Ausschließlich Intensivmedizin (Therapie/Überwachung/Ernährung usw.)	4-30 Tage Intensivstation + 4-30 Tage Normalstation	7556 € - 56 670 €
Lokaler Embolus ⁵ Myokarditis ⁵	Mittel Hoch	Intensivstation/Spezialstation (Beobachtung/Überwachung/Therapie)	1-7 Tage Beatmung + 1-7 Tage Normalstation	1136 € - 7952 €
Leichte Funktionsstörung von Organen ² Thrombose ³	Mittel	Verlängerte Behandlung in der Klinik (Beobachtung/Überwachung)	0 Tage Beatmung + 1-3 Tage Normalstation	382 € - 1146 €
Thrombophlebitis ¹ Phlebitis ¹	Mittel Leicht	Lokale Behandlung (keine zusätzliche Überwachung)	0 Tage Intensivstation + 0-1 Tag Normalstation	0 € - 382 €
Lokale Rötung ¹	Leicht	Keine Komplikation beim Patienten	0 Tag Intensivstation + 0-1 Tage Normalstation	0 €

Partikelkontamination

Literatur
¹ Yorioka et al. 2006, Grünewald et al. 2004, Ellenbogen et al. 1975
² Yorioka et al. 2006, Lye 2003, Puntis et al. 1992, Walpot et al. 1989, Turco et al. 1971
³ Lehr et al. 2002, Panknin 2007, Walpot et al. 1989
⁴ Walpot et al. 1989, Garvan 1971, Gross et al. 1966
⁵ Kossovsky et al. 1995, Lehr et al. 2002, Douglas et al. 2001
⁶ Gianino et al. 2007, Bertolini et al. 2005

Abb. 4: Geschätzte zusätzliche Kostenbelastung durch Komplikationen infolge von Partikelkontaminationen. Zur einfacheren Zuordnung der Komplikation zur Kostenangabe sind Schweregrade angegeben. ARDS: Adult Respiratory Distress Syndrom (Atemnotsyndrom des Erwachsenen)

Fazit zu den wirtschaftlichen Auswirkungen

Der Schweregrad der direkten und indirekten Komplikationen, die eine Einschleppung von Fremdpartikeln in die Blutbahn des Patienten nach sich ziehen kann, verdeutlicht, dass es für den Gesundheitsdienstleister eine erhebliche Budgetschonung darstellen kann, wenn solche unerwünschten Ereignisse vermieden werden. Hinsichtlich Komplikationen wie schwere Organdysfunktionen, die eine umfangreiche intensivmedizinische Behandlung erfordern, kann die Einsparung im Einzelfall bis zu 56.670 € betragen.

Partikelkontamination

Präventionsstrategien

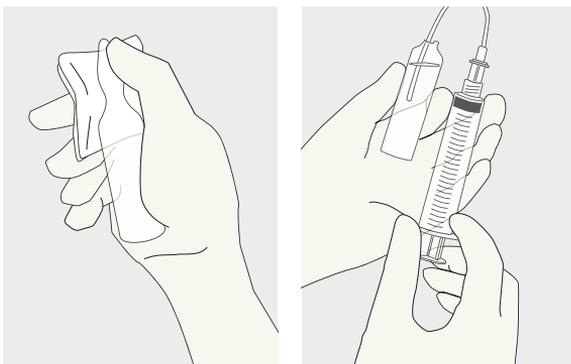


Abb. 5: Ampulle / Vial nach Standardverfahren öffnen.

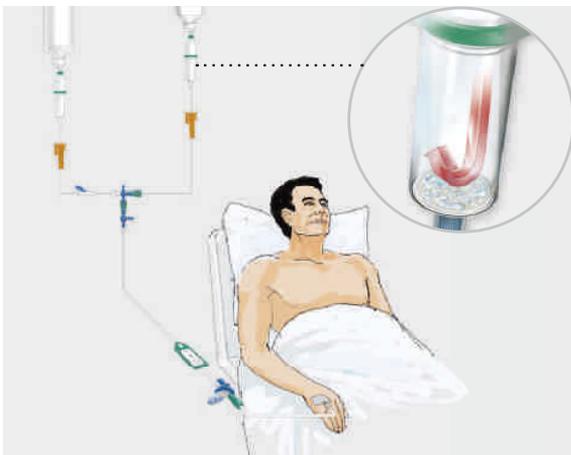


Abb. 6: Inline-Filter / Filter im Infusionsset verhindern, dass Partikel in den Körper des Patienten gelangen.

Präventionsstrategien

Die Prävention von Partikelkontaminationen an deren Ursprung erfordert eine breit angelegte Strategie wie die Verwendung von Qualitätsprodukten (z. B. Verschlussstopfen), die das Entstehen von Partikeln verhindern, sowie den Einsatz von Produkten mit niedrigem intrinsischem Partikelgehalt (z. B. Kunststoff- statt Glasampullen) und die Prävention von Arzneimittelinkompatibilitäten.

Falls es zu einer Partikelkontamination kommt, bieten Inline-Filter einen wichtigen Sicherheitsvorteil. Außerdem stellen solche Filter ein Frühwarnsystem durch optische Kontrolle der Infusionslösung dar, und sie stoppen die Infusion, wenn der Filter blockiert ist [Kuramoto et al. 2006, Anonym 2004].

Partikelkontaminationen lassen sich vermindern, wenn Inline-Filter und Filterkanülen zum Aufziehen der Arzneimittel aus Glasampullen verwendet werden [Panknin 2007, Heiss-Harris et al. 2004, Preston 2004, Lye 2003]. Inline-Filter können Partikelkontaminationen, mikrobiologische Kontaminationen und Luft aus Infusionslösungen entfernen (aber nicht alle Filter können alle drei Formen von möglichen Kontaminationen zurückhalten). Allerdings ist die Filterung nicht Standardpraxis [Jack et al. 2009, Ball 2003]. Filter sollten im Infusionssystem nahe beim Patientenzugang eingefügt werden. Auch Dispensernadeln (Spikes) bieten Schutz vor Partikeln in Lösungen [Ohgke et al. 1997].

Inline-Filter werden empfohlen für:

- Lösungen, die keine Fette enthalten (0,2 μm -Filter) [Ball 2003, Lehr et al. 2002, Bethune et al. 2001]
- Lipidlösungen und Zubereitungen für die totale parenterale Ernährung (1,2 μm -Filter) [Ball 2003, Bethune et al. 2001].

Die ISO-Norm 8536-4 (für Infusionssets) empfiehlt die Filterung zum Schutz des Patienten. Generell sollte der Flüssigkeitsfilter eine nominale Porengröße von 15 μm haben (ISO 8536-4).



Die British Pharmaceutical Nutrition Group (BPNG) erläutert in einer Leitlinie, wie die Kontamination mit unlöslichen Partikeln vermieden werden kann [Ball 2003, Bethune et al. 2001]:

- Lösungen, die aus Glasampullen oder -fläschchen in ein parenterales Ernährungsgemisch eingebracht werden, sollten durch einen Filter mit einer maximalen Porengröße von 5 µm aufgezogen werden. Filterkanülen und Dispensernadeln (Spikes) mit Partikelfilter vermindern das Risiko der Einschleppung von Glas in den Patienten (Abb. 5).
- Bei der parenteralen Ernährung von Patienten, die eine intensive oder langfristige parenterale Therapie brauchen, insbesondere Patienten mit Immunschwäche, Neugeborene und Kinder sowie Patienten, die zu Hause parenteral ernährt werden, sollten geeignete Filter verwendet werden.
- Inline-Filter sollten möglichst nah am Patienten in das System eingefügt werden (Abb. 6).
- Die 1,2 µm-Filter sollten für die Verabreichung fetthaltiger Lösungen (einschließlich All-in-One-Mixturen) verwendet und alle 24 Stunden ausgetauscht werden.

Zahlreiche Fachverbände und Institutionen empfehlen das Einfügen eines Filters in ein Infusionssystem:

- British Pharmaceutical Nutrition Group (BPNG)
- Royal College of Nursing [RCN 2005]
- National Coordinating Committee on Large Volume Parenterals (NCCLVP)
- Intravenous Nurses Society (INS)
- Food and Drug Administration (FDA)

In einer kürzlich veröffentlichten prospektiven, randomisierten und kontrollierten Studie [Jack et al. 2012] wiesen die Autoren erstmals signifikante Vorteile bezüglich der Komplikationsrate und der Dauer des Krankenhausaufenthalts durch eine Inline-Filtration bei Patienten auf der pädiatrischen Intensivstation nach.

Präventionsstrategien

- Glasampullen meiden
- Filterhalm oder -kanüle verwenden
- Infusionssystem mit patientennahen Inline-Filtern versehen
- Gebrauchsfertige Spritzen „Omniflush“
- Standardisierung des Infusionsregimes
- Überprüfung von Mediamentenkombinationen auf Inkompatibilitäten

Das Ergebnis zeigt eine deutliche, 10-prozentige Reduktion der allgemeinen Komplikationsrate durch den Filtereinsatz; besonders hervorzuheben ist die Senkung der SIRS-Fälle (Systemic Inflammatory Response Syndrome) um acht Prozent. Darüber hinaus wurden die Patienten, die durch die Filtration von einer Partikelkontamination verschont blieben, im Durchschnitt drei Stunden weniger mechanisch beatmet und konnten die Intensivstation durchschnittlich einen Tag eher verlassen.

Partikelkontamination

Risiko- prävention



Ecoflac® plus

Der moderne Infusionslösungsbehälter bietet eine sichere und anwenderfreundliche Durchführung aller intravenösen Therapiemaßnahmen – von der Arzneimittelzubereitung bis zu ihrer Verabreichung.

- Die hervorragend wiederabdichtende Portmembran verhindert ein Ausstanzen von Elastomerpartikeln bei der Punktion mit einer Kanüle oder einem Infusionsset.



Intrafix® SafeSet

Infusionsbesteck für die sichere und anwenderfreundliche Infusion.

- Ein Partikelfilter $\leq 15 \mu\text{m}$ verhindert die Infusion von Partikeln.
- Internationale Standards für Infusionssets empfehlen die Verwendung eines $15 \mu\text{m}$ -Partikelfilters (ISO 8536-4: Schwerkraftinfusion; ISO 8536-8: Infusionsgeräte zur Verwendung mit Druckinfusionsapparaten).



Caresite® / Safeflow

Kappenlose Ventile für einen sicheren und anwenderfreundlichen Zugang zum Infusionssystem.

- Die nadelfreien Membranventile von B. Braun verhindern das Ausstanzen von Kunststoffmaterial und vermindern dadurch das Risiko von Partikelkontaminationen.



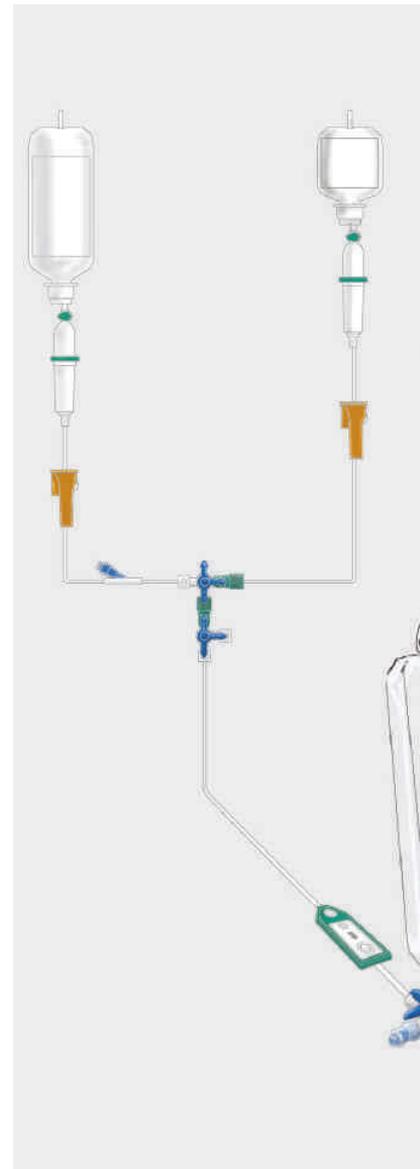
Intrapur® und Sterifix® Infusionsfilter

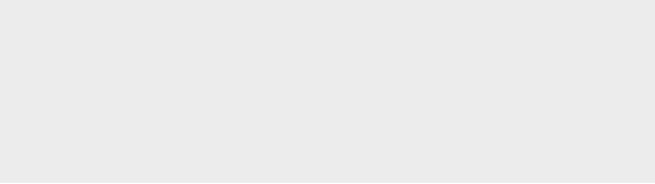
Eine umfangreiche Filterpalette für die sichere Infusionstherapie.

- Membranen der Größen $0,2 \mu\text{m}$ und $1,2 \mu\text{m}$ halten Partikel und Fett-Makromizellen, die größer sind als die Filterporengröße, zurück.



Querschnitt





Mini-Spike® Filter & Chemo

Zuspritz- und Entnahmespikes für den sicheren und anwenderfreundlichen Flüssigkeitstransfer mit Spritzen – erhältlich mit dicht verschließender Schnappkappe oder dem bewährten Safeflow-Ventil.

- Partikel wie z. B. ungelöste Lyophilisate werden durch den eingebauten 5 µm-Filter zurückgehalten.



Sterifix® Filterhalme

Filterhalme für das partikelfreie Aufziehen und Filtrieren von Flüssigkeiten aus Ampullen.

- Ein 5 µm-Filter verhindert, dass beim Öffnen der Ampulle entstandene Glassplitter in den Patienten gelangen. Der Filter ist bereits im Ansatz des Filterhalms integriert.



Mini-Plasco® connect / Mini-Plasco®

Die Kunststoffampulle bietet kleine Volumina intravenöser Lösung für die Arzneimittelzubereitung.

- Der geringe intrinsische Partikelgehalt des Kunststoffbehälters verhindert eine Partikelkontamination der Lösung.
- Beim Öffnen entstehen keine Partikel.



B. Braun Omniflush®

Omniflush® ist eine gebrauchsfertige, mit NaCl 0,9% vorgefüllte Spritze zum Spülen.

- Ready-to-use: Senkt Kontaminations-, Verletzungs- und Verwechslungsrisiken und erhöht die Sicherheit für die Patienten und die Anwender.
- Sterile Lösung, steriler Flüssigkeitsweg und für den Sterilbereich auch mit steriler äußerer Oberfläche erhältlich.

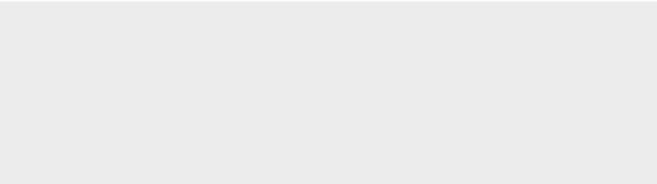


Partikelkontamination

Literatur

Literatur

- Anonymous. Risks due to particles in infusion therapy – experts promote use of infusion filters (Transl.: Gefahren durch Partikel in der Infusionstherapie – Experten fordern Einsatz von Infusionsfiltern). *Krankenpf J* 2004; 42(3-4): 97
- Ball PA. Intravenous in-line filters: filtering the evidence. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2003; 6(3): 319-25
- Bertolini G, Confalonieri M, Rossi G, Rossi, Simini B, Gorini M and Corrado A. Costs of the COPD. Differences between intensive care unit and respiratory intermediate care unit. *Respiratory Medicine* 2005; 99: 894-900
- Bethune K, Allwood M, Grainger C, Wormleighton C. British Pharmaceutical Nutrition Group Working Party. Use of filters during the preparation and administration of parenteral nutrition: position paper and guidelines prepared by a British pharmaceutical nutrition group working party. *Nutrition* 2001; 17(5): 403-8
- Bowen JH, Woodard BH, Barton TK, Ingram P and Shelburne JD. Infantile pulmonary hypertension associated with foreign body vasculitis. *Am J Clin Pathol* 1981; 75(4): 609-14
- BSP: British Pharmacopoeia, 2009
- Carbone-Traber KB and Shanks CA. Glass Particle Contamination in Single-Dose Ampules. *Anesth Analg* 1986; 65: 1361-3
- DeLuca PP, Rapp RP, Bivins B, McKean HE and Griffen WO. Filtration and infusion phlebitis: a double-blind prospective clinical study. *Am J Hosp Pharm* 1975; 32(10): 1001-7
- Dewan PA, Ehall H, Edwards GA, Middleton DJ, Terlet J. Plastic particle migration during intravenous infusion assisted by a peristaltic finger pump in an animal model. *Pediatr Surg Int* 2002; 18(5-6): 310-4
- Dewan PA, Owen AJ, Byard RW. Histological response to injected Polytet and Bioplastique in the sheep brain. *Br J Urol* 1995a; 75(5): 666-9
- Dewan PA, Stefanek W, Byard RW. Long-term response to intravenously injected Teflon and Silicone in a rat model. *Pediatric Surgery International* 1995b; 10(2,3): 129-133
- Douglas JB, Hedrick C. Pharmacology. In: Perucca R. Infusion therapy equipment: types of infusion therapy equipment. In: Infusion therapy in clinical practise. Philadelphia: Saunders 2001; 176-208
- Durgin JM, Hanan ZI. Thomson Delmar Learning's Pharmacy Practice for Technicians 2004; 227
- Ellenbogen R, Rubin L. Injectable fluid silicone therapy. Human morbidity and mortality. *JAMA* 1975; 234(3): 308-9
- Gianino MM, Vallino A, Minniti D, Abbona F, Mineccia C, Silvapiana P and Zotti CM. A method to determine hospital costs associated with nosocomial infections (transl). *Ann Ig* 2007; 19(4): 381-92
- Grünewald M, Kobbert E, Terodde H. Pflege von Patienten mit Erkrankungen des Herz-Kreislauf- und Gefäßsystems. In: Kellnhauser E, Schewior-Popp, et al. Thiemes Pflege. Stuttgart, New York: Thieme 2004; 316-317
- Heiss-Harris GM, Verklan MT. Maximizing patient safety: filter needle use with glass ampules. *J Perinat Neonatal Nurs* 2005; 19(1): 74-81
- ISO 8536-4: 2004. Infusion equipment for medical use – Part 4: Infusion sets for single use, gravity feed
- Jack T, Boehne M, et al. In-line filtration reduces severe complications and length of stay on pediatric intensive care unit: a prospective, randomized, controlled trial; *Intensive Care Med*, DOI 10.1007/s00134-012-2539-7, April 2012
- Jack T, Boehne M, et al. In-line filtration reduces the incidence of SIRS in critically ill children. Poster presentation, ISICEM 2009



Josephson DL. Risks, complications, and adverse reactions associated with intravenous infusion therapy. In: Josephson DL. Intravenous infusion therapy for medical assistants. The American association of Medical Assistants. Clifton Park: Thomson Delmar Learning 2006; 56-82

Kossovsky N, Cole P, Jackson DA. Giant cell myocarditis associated with silicone. An unusual case of biomaterials pathology discovered at autopsy using X-ray energy spectroscopic techniques. *Am J Clin Pathol* 1990; 93(1): 148-52

Kuramoto K, Shoji T, Nakagawa Y. Usefulness of the final filter of the IV infusion set in intravenous administration of drugs - contamination of injection preparations by insoluble microparticles and its causes. *Yakugaku Zasshi* 2006; 126(4): 289-95

Lehr HA, Brunner J, Rangoonwala R and Kirkpatrick CJ. Particulate matter contamination of intravenous antibiotics aggravates loss of functional capillary density in posts ischemic striated muscle. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 165(4): 514-20

Lye ST, Hwang NC. Glass particle contamination: is it here to stay? *Anaesthesia* 2003; 58(1): 93-4

Ohgke H, Krauß R. Senkung des Kontaminationsrisikos bei der Entnahme von Medikamenten aus Mehrdosisbehältern. *Die Schwester Der Pfleger* 1997

Oie S, Kamiya A. Particulate and microbial contamination in in-use admixed parenteral nutrition solutions. *Biol Pharm Bull* 2005; 28(12): 2268-70

Panknin HT. Particle release from infusion equipment: etiology of acute venous thromboses. *Kinderkrankenschwester* 2007; 26(10): 407-8

Preston ST, Hegadoren K. Glass contamination in parenterally administered medication. *J Adv Nurs* 2004; 48(3): 266-70

Puntis JW, Wilkins KM, Ball PA, Rushton DI and Booth IW. Hazards of parenteral treatment: do particles count? *Arch Dis Child* 1992; 67(12): 1475-7

RCN. Royal College of Nursing. Standards for infusion therapy. 2005

Rodríguez MA, Martínez MC, Lopez-Artiguez M, Lusía M, Bernier F. and Repetton M. Lung embolism with liquid silicone. *J Forensic Sci* 1989; 34(2): 504-10

Roth JV. How to enter a medication vial without coring. *Anesth Analg* 2007; 104(6): 1615

Sabon RL Jr, Cheng EY, Stommel KA and Hennen C. Glass particle contamination: influence of aspiration methods and ampule types. *Anesthesiology* 1989; 70(5): 859-62

Schroeder HG, DeLuca PP. Particulate matter assessment of a clinical investigation on filtration and infusion phlebitis. *Am J Hosp Pharm* 1976; 33(6): 543-6

Turco SJ, Davis NM. Detrimental effects of particulate matter on the pulmonary circulation. *JAMA* 1971; 217(1): 81-2

Walpot H, Franke RP, Burchard WG, Agternkamp C, Müller FG, Mittermayer C, Kalff G. The filter effectiveness of common 15-micron filters (DIN 58362). II: Scanning electron microscopy and roentgen analysis. *Infusionstherapie* 1989; 16(3): 133-9

Yorioka K, Oie S, Oomaki M, Imamura A and Kamiya A. Particulate and microbial contamination in in-use admixed intravenous infusions. *Biol Pharm Bull* 2006; 29(11): 2321-3



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