

Lebensbedrohliche Risiken des Infusionsmanagements

Dr. med. Thomas Jack

Arbeitsgruppe Infusionsmanagement

Abteilung für Pädiatrische Kardiologie Intensivmedizin Medizinische Hochschule
Hannover



Medizinische Hochschule
Hannover

Infusionstherapie

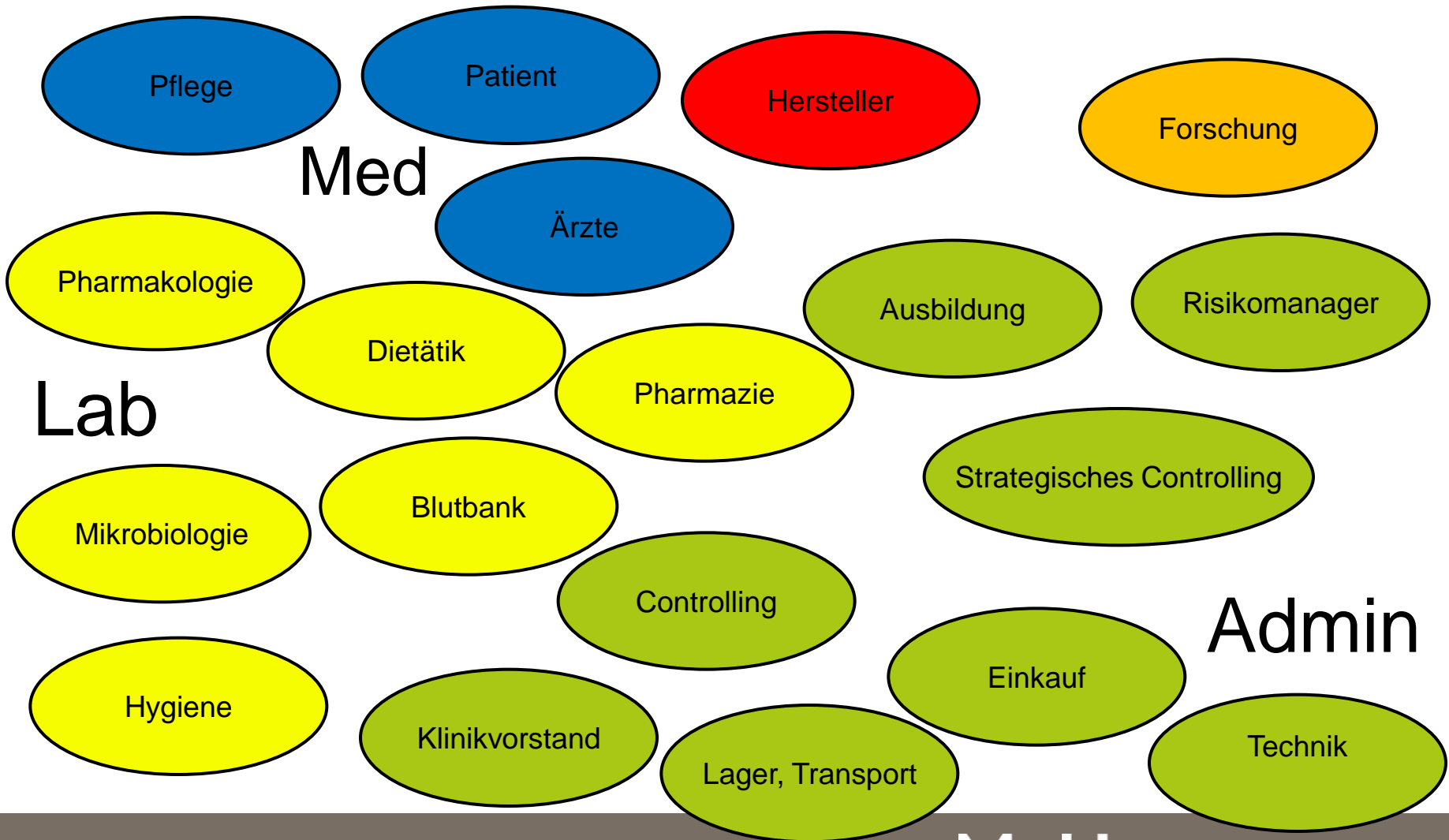
- Zufuhr von parenteral verabreichten Substanzen, wenn die Aufnahme dieser Substanzen in ausreichender Menge und Zeit über die Schleimhäute nicht gewährleistet werden kann.
- Jeder Intensivpatient erhält eine Infusionstherapie
- Anwendung hat mit fortschreitender Entwicklung der Technik, der Hygiene und der verabreichten Therapeutika in Quantität und Qualität beständig zugenommen

Standardprozeduren

- Nur etwa 20 % der Intensivstationen verfügen über ein schriftlich fixiertes Infusionsmanagement

(oftmals sind nur Teilprozesse geregelt)

Players of the game



Infusionsmanagement und Medikamentenapplikation haben eine hohe Fehlerrate

Tab. 5 Klassifizierung der Ereignisse

Fehlermeldung	Prozentanteil	Gesamt
Infusionsmanagement	29	20
Atemwegsmanagement	21	17
Herz-Kreislauf-Management	19	13
Neurologische Probleme	19	13
Medikamentenapplikation	17	12
Beatmungsmanagement	10	7
Management der Gefäßpunktion	4	3
Hämostasiologiemanagement	1	1
Transfusionsmanagement	1	1
Management des Säure-Basen-Haushalts	1	1
Allergische Probleme	1	1

>50 %

Hübler M et al. Anaesthesist. 2008; 57: 926-932

Errors in administration of parenteral drugs in intensive care units: multinational prospective study

BMJ

Table 3 | Observed rates of parenteral medication errors

	No of errors	Events/100 patient days* (95% CI)
Total	861	74.5 (69.5 to 79.4)
Wrong time	386	33.4 (30.1 to 36.7)
Missed medication	259	22.4 (19.7 to 25.1)
Wrong dose	118	10.2 (8.4 to 12.0)
Wrong drug	61	5.3 (4.0 to 6.6)
Wrong route	37	3.2 (2.2 to 4.2)

*Patient days calculated as total time (hours) of observation for all patients divided by 24.

Valentin A et al.; BMJ 2009;33:b814

M_HH

Medizinische Hochschule
Hannover

Errors in administration of parenteral drugs in intensive care units: multinational prospective study

BMJ

Table 5 | Medication errors* with reports of subsequent serious harm by respective class of drugs and type of error

Medication	Wrong time (n=386)	Missed medication (n=259)	Wrong dose (n=118)
Vasopressors and catecholamines	0	1†	0
Insulin	0	1†	0
Coagulation related	0	0	1‡
Electrolytes	0	1†	0
Antimicrobial	0	2†	2†
Sedation and analgesia	0	0	1†, 1‡
Others	2‡	1† 1‡	1‡

*In one patient, two different errors with subsequent impact of death were reported. In another patient, three different errors with subsequent impact of permanent harm were reported.

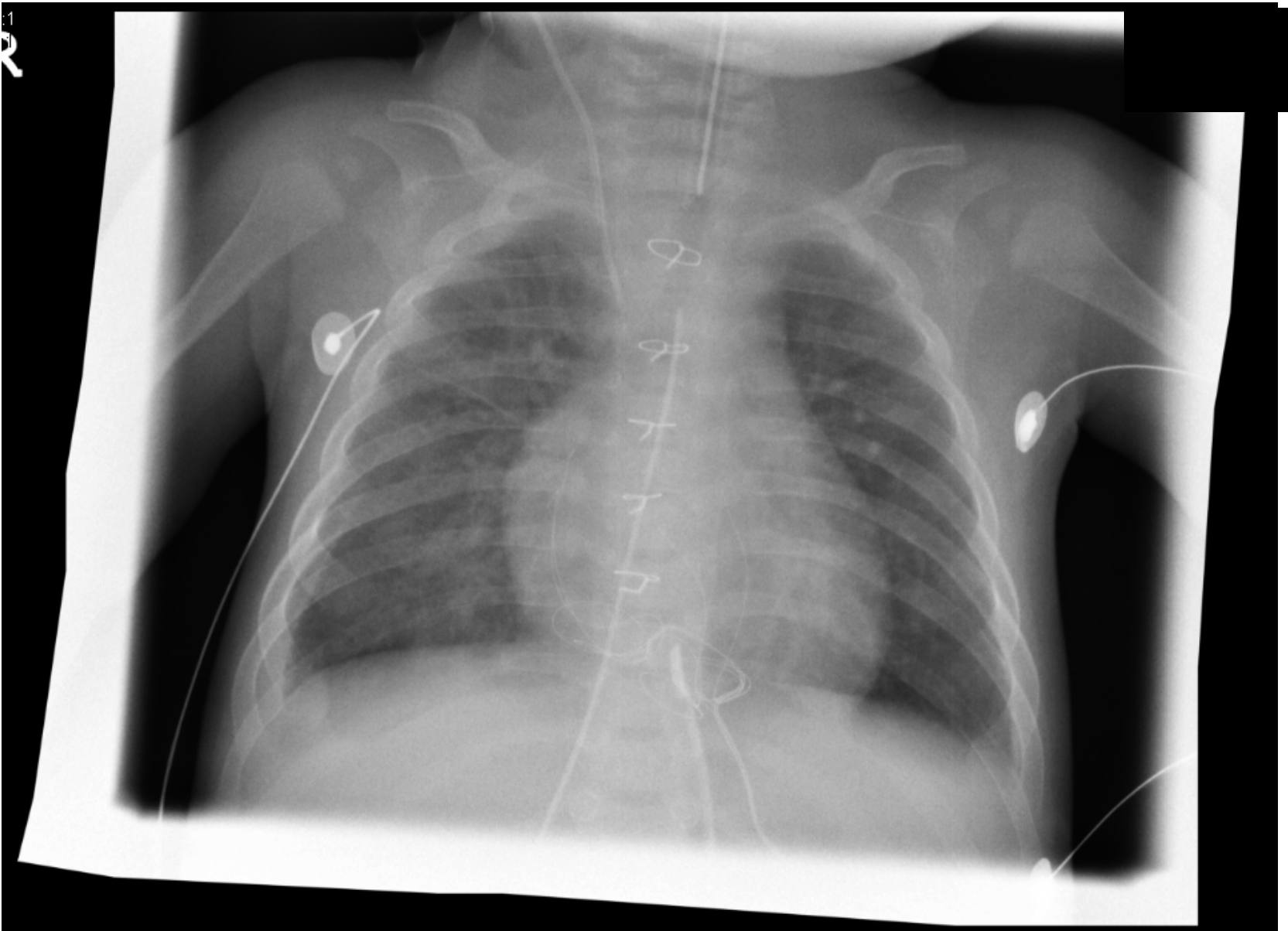
†Permanent harm.

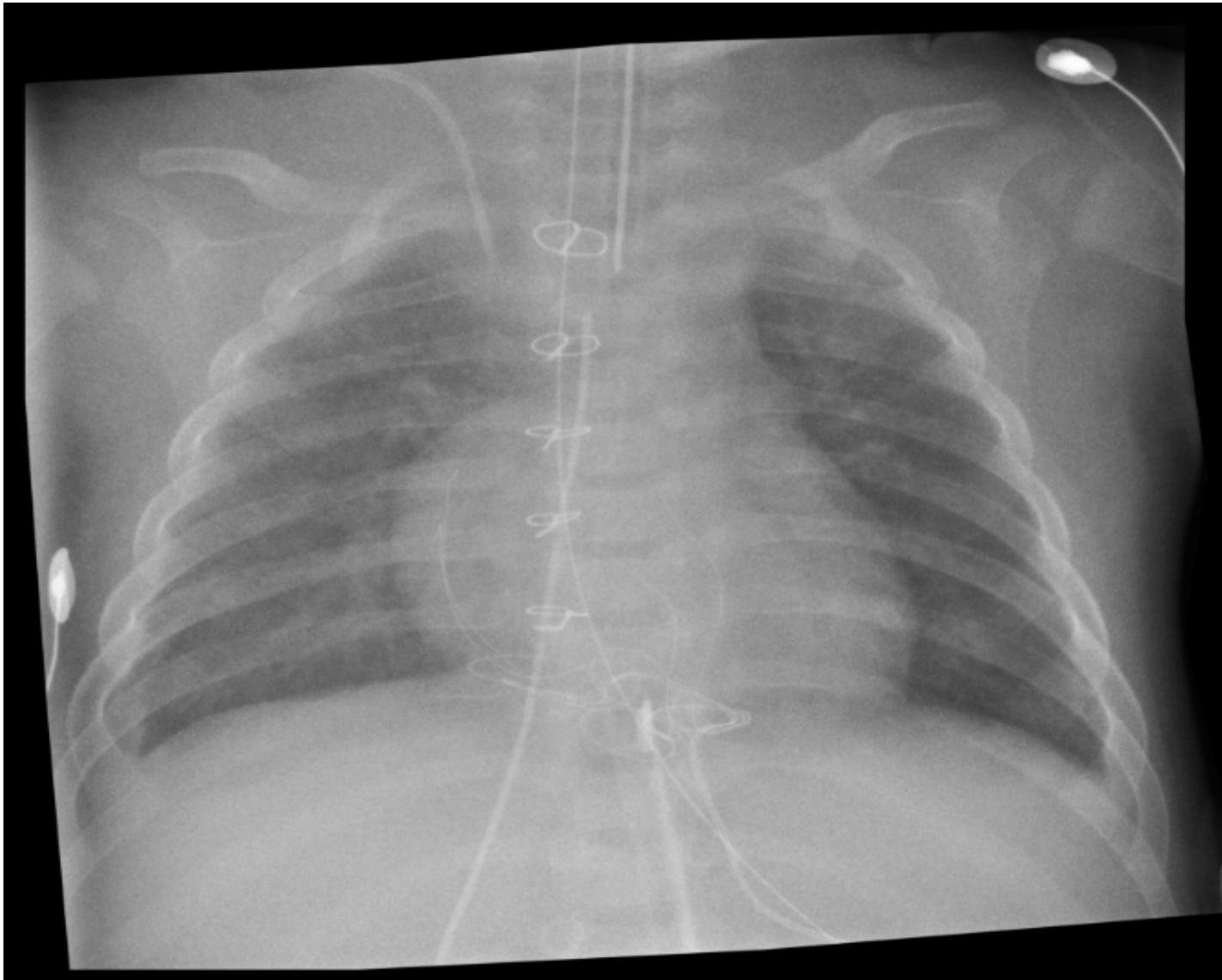
‡Died.

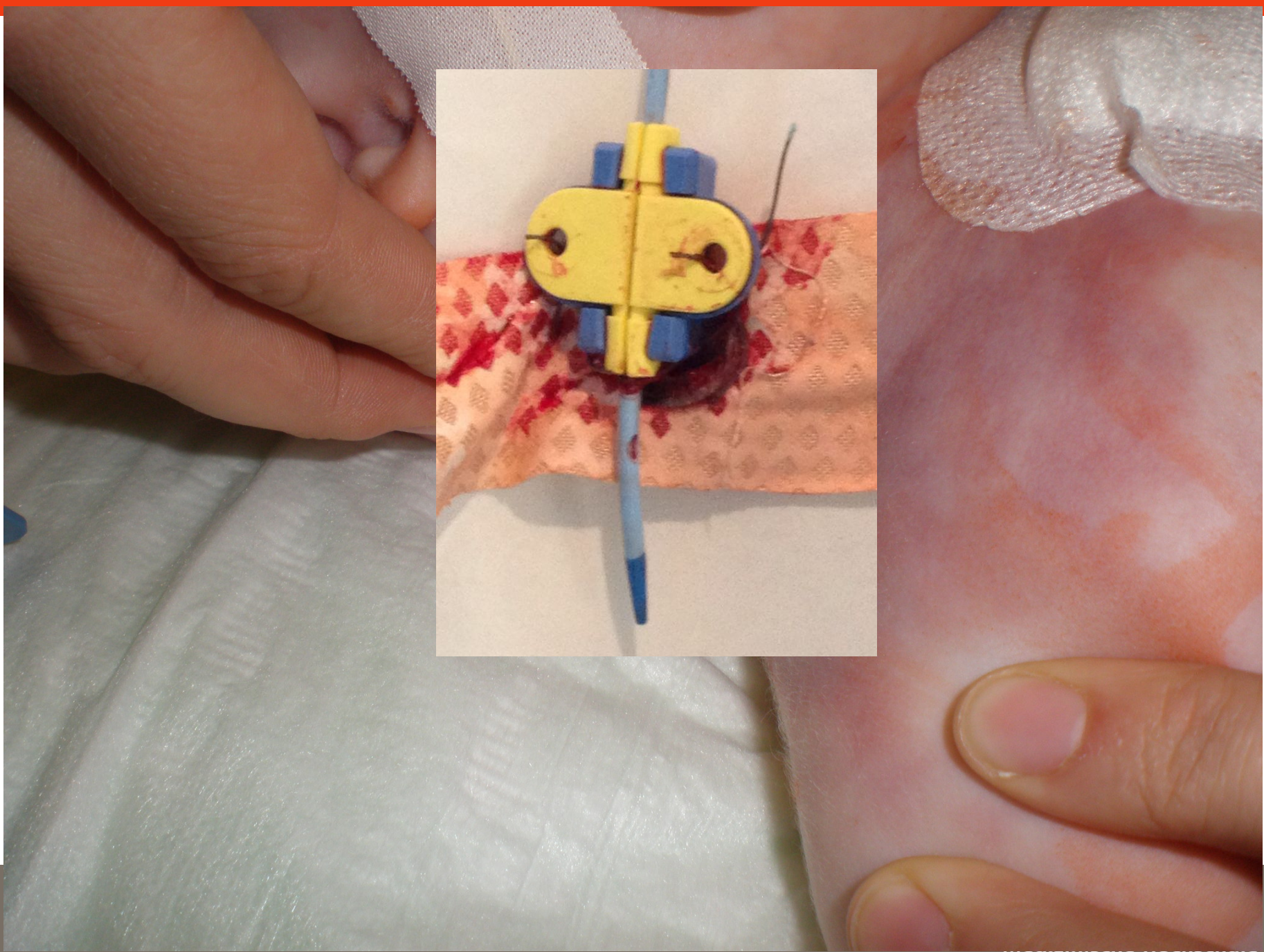
Valentin A et al.; BMJ 2009;33:b814

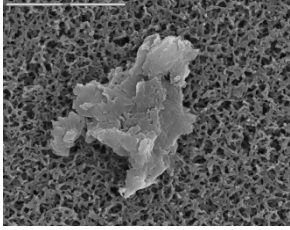


Medizinische Hochschule
Hannover









Risiken der Infusionstherapie

Inkompatibilität und Partikel in Infusionslösungen

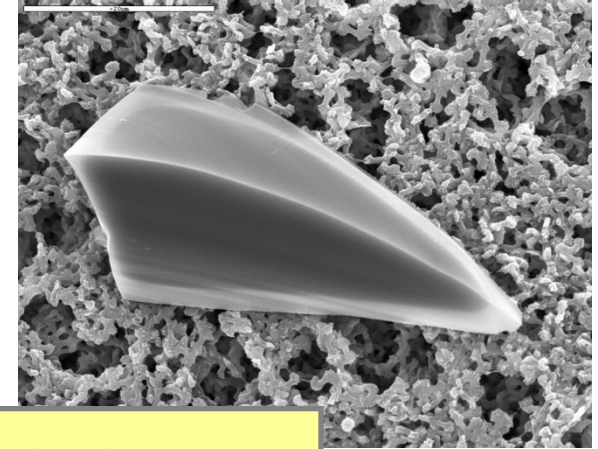
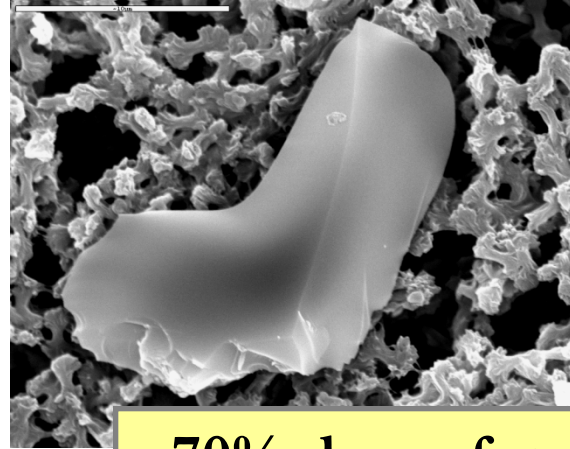
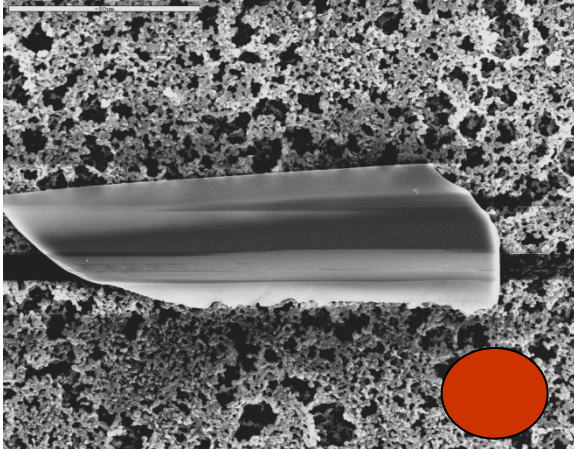
- Kontamination durch Partikel ein Risiko
- Partikuläre Kontamination der Infusionslösungen seit langem bekannt¹
- Schätzungen zufolge Infusion von bis zu 1 Million Partikeln pro Patient pro Intensivtag²

[1] Garvan JM & Gunner BW, Med. J. Austr. 1964. 41 (2):1-6.

[2] Mehrkens HH. Klin Anesthesiol Intensivther. 1977 (14):106-13.

Partikel in Infusionslösungen

Elektronenmikroskopie



Bilder von Partikeln auf Filtern
Patientin nach Aortenklappenoperation

70% der gefundenen
Partikel waren größer als
der Durchmesser einer
Lungenkapillare (5-10 μ m)

Jack & Brent et al. Eur Heart J. 2007; 28(10): 1192

Wie entstehen Partikel?

Medikamenten Inkompatibilität

Bildung von sichtbaren unlöslichen Kristallen, Komplexen oder Präzipitaten durch inkompatible Medikamente oder Infusionslösungen

- Veränderte Löslichkeit (Temperatur-, pH-, Konzentrations-Veränderungen)
- Chemische oder physikalische Reaktionen der Komponenten

Wie entstehen Partikel?

Medikamenten Inkompatibilität

- Auf Intensivstationen ist die simultane Infusion von zwei

Me
ko

**Reduktion von Partikelbelastung durch
sinnvolles Infusionsmanagement möglich!**

- Hälfte der potentiellen Kombinationen der 41 meist verwendeten
Medikamente auf Intensivstation nicht auf physikalische

Ko

**Nicht zu vermeiden bleibt die systemimmanente
Kontamination mit Partikeln!**

- Wi

- Bil

Bis zu 100.000 Partikel/Liter Lösung [1,2]

[1] Mehrkens. Possibilities of material contamination due to additional injections. Klin Anesthesiol Intensivther. 1979
Taxi [2] Walpot H et al (1989). Particulate contamination of infusion solutions and drug additives within the scope of long-term
Voge intensive therapy. 1. Energy dispersion electron images in the scanning electron microscope-REM/EDX. Anaesthesist.
Kähr Oct;38(10):544-8.
Kanji S. Crit Care Med. 2010;38:1890-1898

Wie entstehen Partikel?

Systemimmanente Kontamination

- **Inkomplette Rekonstitution von Medikamenten oder Partikel in der Infusionslösung**
 - Jede Lösung befindet in einem Gleichgewicht von gelösten und ungelösten Partikeln, Verhältnis ist abhängig von pH-Wert, Temperatur, Konzentration, etc.
 - Parenterale Ernährungslösungen: Instabilität der Emulsion, Bildung von Fettröpfchen, Risiko von Calciumphosphat-Präzipitaten
 - Generika sind vielfach mit Partikeln kontaminiert

Sendo T. et al. J Clin Pharmacy and Therapeutics. 2001; 26: 87 – 91
Lehr H.-A. et al. Am J Respir Crit Care Med. 2002; 165: 514–520

Driscoll DF et al. Clinical Nutrition. 2005; 24: 699-700
Driscoll DF et al Clinical Nutrition. 2006; 25(5): 842-50

Wie entstehen Partikel?

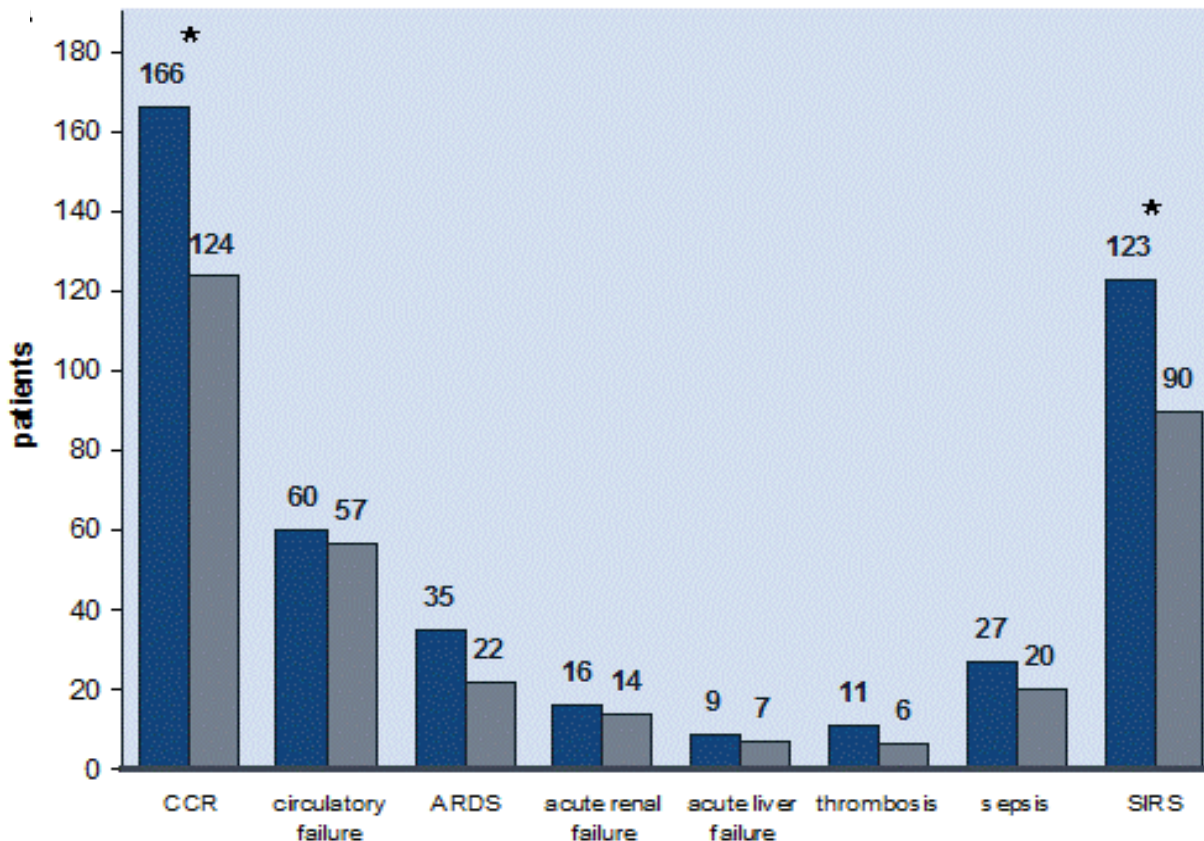
Systemimmanente Kontamination

Partikuläre Kontamination durch Komponenten des Infusionssystems

- Herstellungstäube
- Infusionsleitungen (z. B. in Verbindung mit Rollerpumpen)
- 3-Wege-Hähne (Abrieb an Konnektionen und Hahnenbänken)
- Gummistopfen auf Infusionsflaschen
- Glasfragmente von Ampullen

Prospektive, randomisierte Studie zur In-line-Filtration bei kritisch kranken Kindern

Primäre Endpunkte



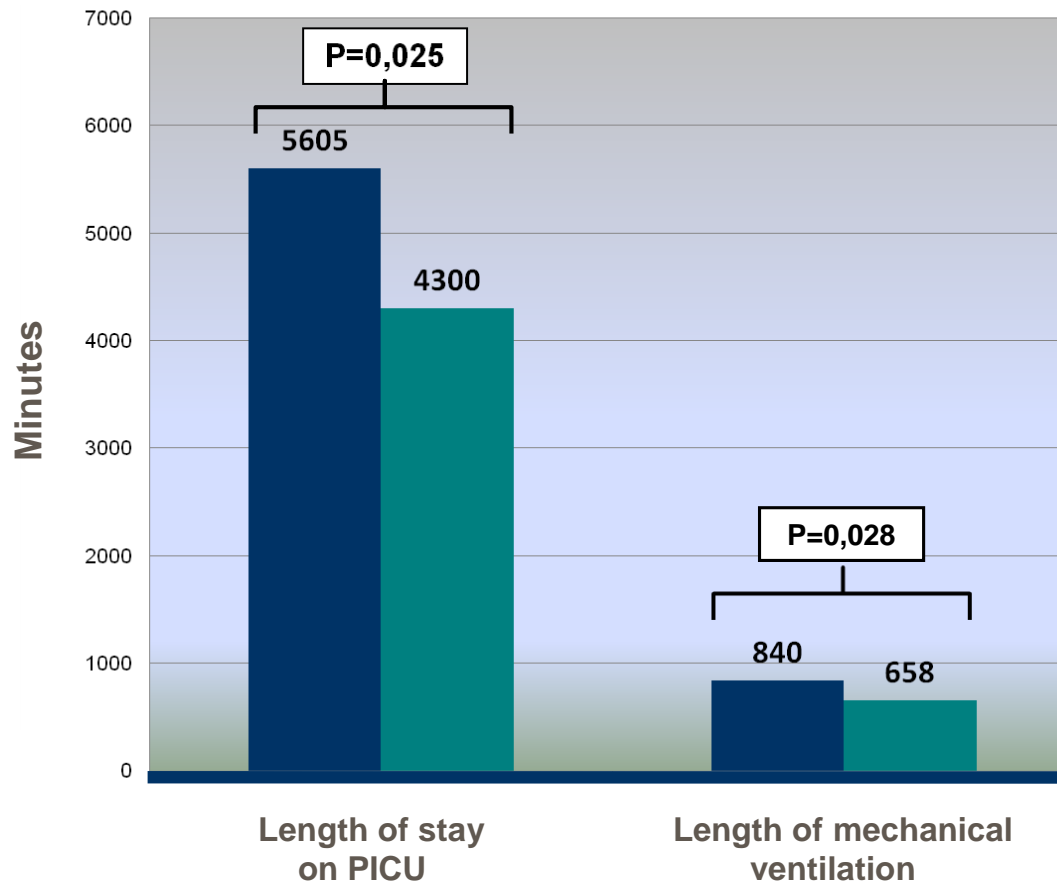
In-line Filtration reduziert signifikant:

- Gesamtkomplikationsrate (40,3% vs. 30,3%; Kontroll- vs. Filter-Gruppe; 95% CI, $p=0.011$)
- Auftreten von SIRS (123 vs. 90 Pat.; Kontroll- vs. Filter-Gruppe; 95% CI, $p=0.026$)

Jack T & Boehne M, et al.; Intensive Care Med. 2012;

Prospektive, randomisierte Studie zur In-line-Filtration bei kritisch kranken Kindern

Liegezeit auf ICU/ Beatmungsdauer



In-line Filtration reduziert signifikant:

- Liegedauer auf PICU um 21 Std. (3,89 vs. 2,98 Tage; Kontroll- vs. Filter-Gruppe; $p=0,025$)
- Beatmungsdauer (14,0 vs. 11,0 Std.; Kontroll- vs. Filter-Gruppe; $p=0,028$)

Jack T and Boehne M, et al.; Intensive Care Med. 2012; *in press*

Risiken der Infusionstherapie

- Fehldosierung und Intoxikation, Überinfusion
- Infektion
- Partikel
- Inkompatibilitäten von Medikamenten
- Phlebitis
- Thrombosen, Luftembolie
- Paravasat
- Allergie
- Gerätedefekt, Fehleinstellung des Gerätes
- Devicedefekt > Verschluss, kommunizierende Röhren
- Defekte in zuführenden Leitungen
- usw.

Lösungen ?

Die parenterale Therapie bedarf einer vorausschauenden, übergeordneten Strategie

Infusionsmanagement-Konzept

1. Interdisziplinäre Zusammenarbeit
2. Organisationsstrukturen

Organisationsstrukturen

Algorithmen zur Verbesserung der Patientensicherheit

- Critical Incident Reporting System
- Arbeitsorganisation
- Standard operating procedure (SOP)

Valentin A et al.; BMJ 2009;33:b814

Hübler M et al. Anaesthesist. 2008; 57: 926-932

Organisationsstrukturen

Arbeitsorganisation

- Arbeitsbelastung eingrenzen, Patient/Pflege Ratio
- Routinekontrollen bei Dienstübergabe der Pflege
- Supervision der Auszubildenden (an mehr als der Hälfte der Medikationsfehler beteiligt)
- Interdisziplinäre Gegenkontrollen etablieren

Valentin A et al.; BMJ 2009;33:b814

Hübler M et al. Anaesthesist. 2008; 57: 926-932

Organisationsstrukturen

Standard operating procedure

- Medikamentenapplikation
 - Zugänge und Applikationswege festschreiben
 - Infusionshardware und –komponenten
- (der richtige Zugang für den richtigen Patienten)

Valentin A et al.; BMJ 2009;33:b814

Hübler M et al. Anaesthesist. 2008; 57: 926-932

Medikamentenapplikation

Standard operating procedure

- Sortiment ausgewählter Medikamente mit bekannten physikalischen bzw. chemischen Eigenschaften
- Definierte Konzentration, Applikationsrate, -zeit, -menge, -ort
- Klare Kennzeichnung, Normierte Aufkleber nach ISO
- Definierte Lumenanordnung für Medikamentengruppen
- Vermeidung von Inkompatibilitäten
- Handlungsanweisungen bei Zwischenfällen in der Medikamentenapplikation



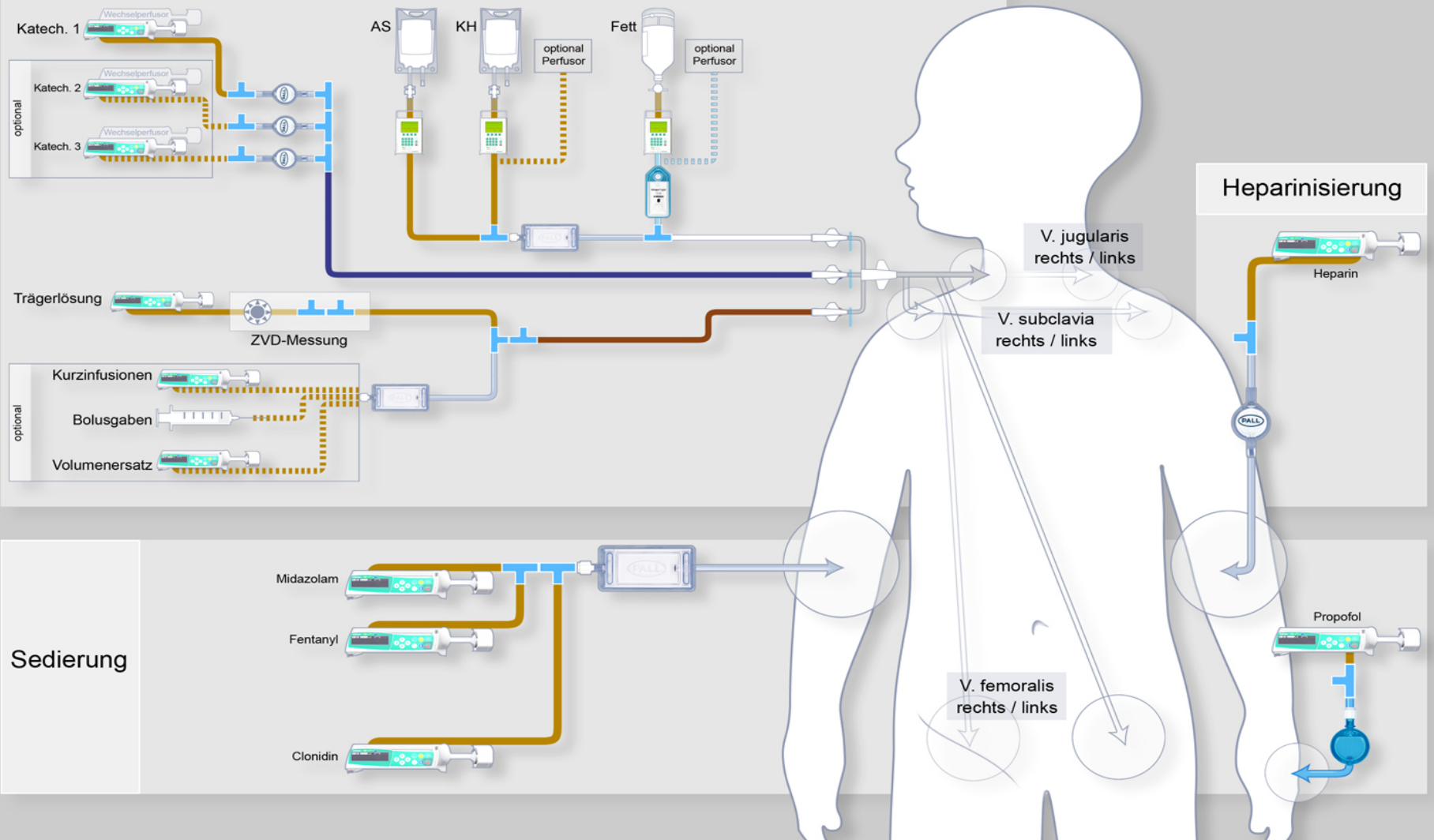
KiK 4.0
Kompatibilität im Katheter



Bereitstellung der notwendigen Mittel

Gesamtübersicht – Lumenanordnung Hannover

ZVK (3 Lumen) mit parenteraler Ernährung und Katecholamintherapie



Infusionsmanagement-Konzept

1. Interdisziplinäre Zusammenarbeit
2. Organisationsstrukturen
3. Ausbildung des medizinischen Personals

Zugänge und Applikationswege

Ausbildung des medizinischen Personals

- Indikationen, Kontraindikationen und Risiken
- Durchführung der Anlage,
- Hygienische Aspekte,
- Wissen um mögliche Komplikationen und deren Beherrschung
- Sichere Bedienung von Geräten und Komponenten
- Sinnvolle Nutzung der technischen Voraussetzungen
- Einsatzmöglichkeiten und Fallstricke
- Limitationen der eingesetzten Komponenten
- **Vermittlung der Standards**

Infusionsmanagement-Konzept

1. Interdisziplinäre Zusammenarbeit
2. Organisationsstrukturen
3. Ausbildung des medizinischen Personals
4. Reevaluation des gesamten Prozesses

Errors in administration of parenteral drugs in intensive care units: multinational prospective study

WHAT IS ALREADY KNOWN ON THIS TOPIC

Serious concerns about medication safety in intensive care units have been raised, mostly in single centre studies

The extent to which medication safety represents a common problem in units is unknown

Cause of medication errors is related to human factors and, more important, system failures, but preventive factors are only partly explored

WHAT THIS STUDY ADDS

The administration of parenteral medication seems to represent a common pattern of weakness in patients' safety in intensive care units

Organisational factors such as error reporting systems and routine checks can reduce the risk of parenteral administration errors at the administration stage

...nt serious harm by respective class of

Used medication (n=259)	Wrong dose (n=118)
-------------------------	--------------------

1†	0
----	---

1†	0
----	---

0	1‡
---	----

1†	0
----	---

2†	2†
----	----

0	1†, 1‡
---	--------

1† 1‡	1‡
-------	----

death were reported. In another patient, three e reported.

Table 6 | Odds ratios* (OR) for occurrence of at least one error in parenteral drug administration in intensive care unit (ICU). Univariate logistic regression

Variable	Variable measurement†	OR (95% CI)	P value
All observed types of parenteral drug administration errors			
ICU size (beds)	1	1.02 (1.01 to 1.03)	<0.01
ICU type: medical	1	0.64 (0.42 to 0.96)	0.03
ICU type: mixed	1	1.57 (1.04 to 2.38)	0.03
Patients per nurse	1	1.26 (1.04 to 1.54)	0.02
CIRS in place	Yes/no	0.67 (0.53 to 0.84)	<0.01
Infusions previously prepared by pharmacist	Yes/no	1.32 (1.02 to 1.70)	0.03
No of different types of infusion pumps	1	0.89 (0.81 to 0.99)	0.03
Routine check at shift change	Yes/no	0.63 (0.50 to 0.81)	<0.01
Labelling of syringes	Yes/no	0.61 (0.44 to 0.86)	<0.01
Occupancy rate (%)	10	1.02 (1.00 to 1.05)	0.04
Relative turnover	1	0.75 (0.60 to 0.93)	0.01
Errors of commission (wrong dose, wrong drug, wrong route)			
Hospital size (beds)	100	1.05 (1.02 to 1.08)	<0.01
ICU size (beds)	1	1.02 (1.01 to 1.03)	<0.01
Patients per nurse	1	1.51 (1.10 to 2.07)	0.01
Patients per physician	1	1.10 (1.01 to 1.20)	0.03
ICU beds per nurse	1	1.35 (1.02 to 1.77)	0.03
CIRS in place	Yes/no	0.36 (0.24 to 0.54)	<0.01
Infusions previously prepared by pharmacist	Yes/no	2.32 (1.57 to 3.41)	<0.01
Electronic prescribing system in use	Yes/no	0.62 (0.40 to 0.95)	0.03
Errors requiring an intervention			
CIRS in place	Yes/no	0.44 (0.26 to 0.75)	<0.01
Electronic prescribing system in use	Yes/no	0.43 (0.23 to 0.82)	0.01
No of different types of perfusers	1	1.16 (1.04 to 1.29)	0.01
Labelling of syringes	Yes/no	0.31 (0.18 to 0.56)	<0.01

CIRS=critical incident reporting system.

*Odds ratios calculated by using dependent variable "occurrence of at least one medication error" with patients as unit of analysis. Table displays unit related variables reaching significance in different sets of error.

†Increment or binary.

**Erhöhte
Arbeitsbelastung
führt zu Fehlern**

Infusionsmanagement

Zusammenfassung

- Mit zunehmender Komplexität der Infusionstherapie steigt die Komplikationsrate
- Einführung von Standards bedarf einer guten Vorbereitung und Einweisung
- Infusionsmanagement kann trainiert werden
- Übergeordnetes, interdisziplinäres Konzept zum Infusionsmanagement notwendig, um die Sicherheit für den Patienten zu erhöhen



Arbeitsgruppe:

Dr. med. Michael Sasse
Dr. med. Thomas Jack
Dr. med. Martin Böhne
Dr. med. Florian Schmidt
Dr. med. Guntram Schwörer
Frank Schröder
Hannah Toensfeuerborn
Viktoria Hemprich
Claudia Sander
Miriam Weis
Lena Schweisfurth
Christiane Haßfeld
Karin Mönnickes
Steffanie Wiedeburg
Ute Brandt
Dr. med. Bernadette Brent
Dr. rer. nat. Meike Müller
Dr. rer. nat. K. Seewald
Dr. rer. nat. Armin Braun