



Analyse der Ursachen krankenhauserworbener Infektionen und der Prävention am Beispiel Venenkatheter-assoziiierter Infektionen

Hardy-Thorsten Panknin

Ein 78-jähriger Patient mit Bronchialkarzinom im Spätstadium wurde zur operativen Entfernung einer Hirnmetastase stationär aufgenommen. Am Tag des Eingriffs erhielt er einen transurethralen Blasenkatheter, zwei großlumige peripher-venöse Zugänge, einen arteriellen Katheter und eine Einzeldosis Vancomycin i.v. Nach der Hirn-OP, bei der in Intubationsnarkose eine 2 x 1 cm große Hirnmetastase exzidiert wurde, entwickelte der Patient ein subdurales Hämatom in der hinteren Schädelgrube, welches abgesaugt werden musste. Zur Hirnödemprophylaxe erhielt der Patient Dexamethason 4 x 6 mg i.v. Auf der Intensivstation wurde der Patient am zweiten postoperativen Tag extubiert, er war zu diesem Zeitpunkt wach und zur Person sowie örtlich und zeitlich orientiert. Am dritten Tag traten Schluck- und Sprachstörungen auf, weshalb er zur Ernährung eine Magensonde erhielt. Einer der peripheren Zugänge sowie der Blasenkatheter wurden entfernt. Innerhalb der nächsten Stunden trat jedoch keine spontane Miktioin ein, weshalb eine zweimalige Einmalkatheterisierung erfolgte. Im Anschluss daran normalisierte sich die Miktionsstörung.

Am Tag 5 nach der OP konnte der Patient auf eine periphere Station verlegt werden, wo er am folgenden Tag Fieber von 38 °C entwickelte. Wegen starker Schleimsekretion forderten die behandelnden Chirurgen eine Thoraxröntgenaufnahme an, ein Harnstatus sowie Urin- und Blutkulturen wurden durchgeführt. Die Temperaturen stiegen am Tag 7 auf 39,2 °C, die Herzfrequenz auf 120/min. Das Thoraxröntgenbild wurde erst an diesem Tag befundet und zeigte Infiltrate im rechten Ober- und beiden Unterfeldern. Im Harnsediment zeigten sich 25–50 Leukozyten pro Gesichtsfeld (normal 0–1 pro Gesichtsfeld). Aufgrund dieser Befunde wurde unter der Diagnose einer nosokomialen, postoperativen Pneumonie und eines Harnwegsinfektes eine empirische

Antibiotikatherapie mit Piperacillin und Gentamicin begonnen. In den folgenden Tagen trafen die Kulturergebnisse ein, wobei im Blut und Urin *Klebsiella oxytoca*, im Urin zusätzlich *E. coli*, und im Sputum *Pseudomonas aeruginosa* nachgewiesen werden konnten. Die Röntgenbild-Kontrolle zeigte eine progrediente Pneumonie, weshalb die Therapie auf Clindamycin plus Ceftazidim umgestellt wurde, Gentamicin wurde beibehalten. Dennoch kam es in den folgenden Tagen zur weiteren Verschlechterung, mit der Notwendigkeit zur Reintubation. Am 14. Tag wurde zusammen mit der Familie die Entscheidung getroffen, nur noch supportive Therapiemaßnahmen weiterzuführen. Kurz darauf verstarb der Patient an der Infektion.

Zur Häufigkeit und Ursachen nosokomialer Infektionen

Der geschilderte Fall wurde im Rahmen einer Artikelserie der „Annals of Internal Medicine“ von Julie Gerberding, Direktorin der Centers for Disease Control und einer der führenden Infektionsspe-

zialisten in den USA, vorgestellt [1]. Ganz eindeutig handelt es sich bei dem Fall um eine krankenhauserworbene Infektion bei einem schwer vorerkrankten Patienten. Die Autorin versucht, die Ursachen der Infektion und mögliche Hygiene- bzw. Behandlungsfehler des Krankenhauspersonals herauszufinden. Grundsätzlich ist der Fall ein typisches Ereignis, denn die Statistik des Nationalen Erfassungssystems für nosokomiale Infektionen der USA weist nicht unerhebliche Erkrankungsdaten auf (Tab. 1).

Folgende Fehler seitens der behandelnden Ärzte konnte J. Gerberding identifizieren:

1. Da der Patient durch Dexamethason immunsupprimiert war, hätte mit Beginn der klinischen Symptome am 6. Tag eine empirische Antibiotikatherapie begonnen werden müssen.
2. Es wurden keine abteilungsinterne Erregerstatistiken geführt, um gezielter eine Antibiotikakombination für die zu erwartenden Erreger auswählen zu können.
3. Bei der potentiell längeren Liegedauer des transurethralen Blasenka-

Art der Intensivstation	Art der Infektion	Gepoolte mittlere Infektionsinzidenz*
Medizinisch	Beatmungs-assoziierte Pneumonie	6,4
	Katheter-assoziierte Harnwegsinfektion	5,9
	Venenkatheter-assoziierte Septikämie	5,3
Chirurgisch	Beatmungs-assoziierte Pneumonie	12,1
	Katheter-assoziierte Harnwegsinfektion	4,3
	Venenkatheter-assoziierte Infektion	4,9

* Angegeben ist die Zahl der Infektionen pro 1000 Beatmungs- bzw. Kathetertage

Tab. 1: Infektionsinzidenz auf Intensivstationen, 1995-2000 (Zahlen des Nationalen Erfassungssystems für nosokomiale Infektionen der USA)

theters wäre ein Silber-beschichteter-Blasenkatheter indiziert gewesen. Der infektionspräventive Effekt derartiger Katheter wurde inzwischen in mehreren Studien und in einer Meta-Analyse belegt.

Die Mehrkosten für einen solchen Blasenkatheter betragen in den USA gegenüber konventionellen Kathetern ca. 5 \$ pro Stück. Dieser Preis ist bei einer Katheterisierungsdauer von mehr als zwei Tagen im DRG-System kosten-effektiv, da sich die Behandlungsdauer aufgrund vermiedener Infektionen im Mittel verkürzt.

Natürlich bleibt letztlich offen, ob die Infektion und der tödliche Verlauf hätten vermieden werden können. Dennoch votiert die Autorin [1] für eine verstärkte Aktivität von Infektions-Kontroll-Teams in den Krankenhäusern. Krankenhäuser sollten ihre eigene Infektionsstatistik führen, um sich von der Qualität ihrer Arbeit immer wieder selbst zu überzeugen oder Mängel aufzudecken.

Seit etwa fünf Jahren wird die Bekämpfung nosokomialer Infektionen zunehmend von verschiedenen amerikanischen Gruppen öffentlich thematisiert [2]. Die inzwischen sehr bekannt gewordene, so genannte „Getting to zero“-Kampagne propagiert sogar „Null-Toleranz“ bei Infektionszwischenfällen und bewertet jede einzelne nosokomiale Infektion als schweren Qualitätsmangel. Getragen wird die Kampagne von zahlreichen US-amerikanischen Krankenkassen und von starken Patientenverbänden. Neben dem Schutz der Patienten soll die Kampagne auch dazu beitragen, die mit nosokomialen Infektionen verbundenen Kosten im Interesse der Kostenträger deutlich zu senken.

Zwei aktuelle Studien zur Prävention Venenkatheter-assoziierten Infektionen sollen nachfolgend zeigen, wie man die Zahl schwerwiegender nosokomialer Infektionen durch gezielte Infektionspräventionsmaßnahmen eindrucksvoll senken kann.

Erfolge eines multizentrischen Katheterhygiene-Programms

Im Rahmen einer groß angelegten Initiative des Bundesstaates Michigan, die Patientensicherheit zu verbessern und Komplikationen während einer Krankenhausbehandlung zu vermeiden, wurde unter anderem auch ein Programm zum hygienischen Umgang mit zentralen Venenkathetern aufgelegt. Die Erfolge dieses Programms wurden bereits im New England Journal of Medicine zusammenfassend dargestellt [4]. Im Nachgang zu dieser Gesamtdarstellung des Projektes wurde kürzlich über die Erfahrungen und Ergebnisse des Hygieneprogramms an einem der beteiligten kleineren Krankenhäuser berichtet, eine Akutklinik mit operativen Disziplinen und einer Intensivstation [3]. Die Autorinnen Patricia Posa, Denise Harrison und Kathleen Vollman waren während der Studie auf der Intensivstation des St. Joseph Mercy Hospitals als Fachkräfte für Intensivkrankenpflege beschäftigt.

Das Hygieneprogramm umfasste folgende Komponenten:

- Laufende Surveillance Venenkatheter-assoziierten Infektionen mit Rückkopplung der Ergebnisse an die klinischen Anwender
- Adäquate Händehygiene vor dem Katheterlegen
- Maximale sterile Barrieremaßnahmen beim Katheterlegen (Kopf-

haube, Mundschutz, langärmeliger steriler Bündchenkittel, sterile Handschuhe, großes steriles Lochtuch)

- Verwendung von alkoholischer Chlorhexidinlösung zur Hautdesinfektion
- Vermeidung der Vena femoralis als Insertionsstelle
- Frühestmögliche Entfernung nicht mehr benötigter Katheter.

Um die Maßnahmen optimal umsetzen zu können, wurden regelmäßige Personalschulungen durchgeführt. Die wichtigste Aufgabe war dabei, eine Checkliste zur Katheteranlage bekannt zu machen, auf der die genannten Maßnahmen als ankreuzbare „Kästchen“ aufgeführt waren. Bei der Katheterinsertion hatten die Studienschwestern bzw. Studienpfleger die Einhaltung der einzelnen Hygieneschritte zu kontrollieren und auf der Checkliste abzuhaken. Sofern einer der Punkte nicht umgesetzt worden war, waren sie befugt, den Eingriff abubrechen und zur Entscheidung einen Oberarzt herbeizurufen. Das zweitwichtigste Element des Hygieneprogramms war die Anschaffung von so genannten „Katheterwagen“. Es handelte sich dabei um komplett bestückte Wagen, auf denen ein Katheterset, sterile Kittel und Handschuhe, Verbandsmaterialien und Desinfektionsmittel bevorratet wurden. Falls einzelne Utensilien bei der Katheterinsertion versehentlich unsteril wurden, befanden sich auf den Katheterwagen genügend Vorräte zur Nachbestückung. Es wurde je ein Katheterwagen für den OP, den Aufwachraum und die Intensivstation angeschafft.

Im Ergebnis (Tab. 2) wurde eine Senkung der Katheter-assoziierten Septikämierate von 7,6 pro 1000 Kathetertage auf 2,24 pro 1000 Kathetertage er-

Zeitraum	Katheter-assoziierte Septikämierate pro 1000 Venenkathetertage (75 % Vertrauensbereich)			
	St. Joseph Mercy Hospital	Alle teilnehmenden Kliniken aus Michigan	Akademische Lehrkrankenhäuser	Kleine Kliniken < 200 Betten
Vor Beginn des Hygieneprogramms	7,6	2,7 (0,6–4,8)	2,7 (1,3–4,7)	2,1 (0–3,0)
Während der Implementierung	2,24	1,6 (0–4,5)	1,7 (0–4,5)	0 (0–5,8)
1 Jahr nach Implementierung	1–2	0 (0–1,9)	0 (0–1,5)	0 (0–0)

Anmerkung: Die Raten im St. Joseph Mercy Hospital wurden ohne Vertrauensbereich angegeben. Die Raten aus den anderen Kliniken wurden aus Provonost et al., N Engl J Med [2006] 355, p. 2730 entnommen

Tab. 2: Rückgang der Venenkatheter-assoziierten Septikämierate am St. Joseph Mercy Hospital im Vergleich zu allen Studienkliniken in Michigan

reicht. Allein für die chirurgische Intensivstation wurde eine Netto-Kostensparnis von 60.064 US-\$ innerhalb eines Jahres erzielt.

Da die Venenkatheter-assoziierte Septikämierate nicht, wie in der Mehrzahl der anderen Teilnehmerkliniken, auf 0 gesenkt werden konnte, machten die Verantwortlichen des Hospitals in den Folgejahren zusätzliche Qualitätsanstrengungen. Es konnte festgestellt werden, dass die beobachteten Septikämiefälle nahezu ausschließlich bei solchen Kathetern auftraten, die nicht von Ärzten, sondern von Intensivfachpflegekräften über die Schleuse eines zuvor gezogenen Pulmonalarterienkatheters eingefädelt worden waren. Dabei wurden keine ausreichend sterilen Barrieremaßnahmen eingehalten. Nach Einführung von Barrieremaßnahmen auch für diese Technik und einigen weiteren Detailkorrekturen auf der Inten-

sivstation konnte schließlich eine Rate von nahezu 0 erreicht werden.

Somit führte das Venenkatheter-Programm bei weiterer Optimierung von Hygienemaßnahmen auch in dem kleineren Teilnehmerkrankenhaus zu einem außerordentlich positiven Resultat. Die Kostenkalkulation belegte eine Kostensparnis von 12.000 US-\$ für jede vermiedene Sepsis.

Gefäßkatheter-assoziierte Septikämien bei Neu- und Frühgeborenen

Im Kinderkrankenhaus der Universitätsklinik von Boston, Massachusetts, USA, wurde ebenfalls ein Programm zur Senkung der Anzahl nosokomialer Septikämien implementiert [2]. Im April 2004 wurde für die pädiatrische Intensivstation mit 24 Betten ein interdiszi-

plinäres Präventionskomitee gegründet, dem Mitarbeiter der Intensiv- und Anästhesiepflege, des intensivmedizinischen Ärzteteams, der Kardiologie, des Herzkatheterlabors, der Infektionsabteilung, der Apotheke und der Atemtherapieabteilung angehörten. In einer Präinterventionsphase im Jahr 2004 sichtigten die Komitee-Mitglieder zunächst die verfügbare Literatur zur Vermeidung gefäßkatheter-assoziiierter Septikämien auf Intensivstationen. Gleichzeitig wurde bereits fortlaufend die Septikämierate von Hygienefachkräften nach den CDC-Kriterien dokumentiert. Außerdem wurde eine schriftliche Erst-Evaluation aller Mitarbeiter der Intensivstation durchgeführt, bei der deutlich wurde, dass erhebliche Wissensdefizite hinsichtlich der korrekten Anlage und Pflege zentraler Venenkatheter auf der Basis bestehender Leitlinien bestanden.

Datum der Einführung	Maßnahme	Beschreibung
Januar 2005	Katheterinsertionsbündel	<ul style="list-style-type: none"> • Formulierung einer Insertions-Checkliste • Ultraschallkontrolle des Gefäßes vor Punktion • Maximale sterile Barrieremaßnahmen bei Punktion • Verwendung von 2 % Chlorhexidin in 70 % Isopropylalkohol zur Hautantiseptik bei Reifgeborenen, mittels gebrauchsfertigem Applikator • Chlorhexidin-haltiges Schwämmchen auf Katheterinsertionsstelle • Verpflichtende Schulung des Pflegeteams
Februar 2005	Schaffung der Position einer nur für die Intensivstation zuständigen Hygienefachkraft	Hygienefachkraft führt laufende Schulungen durch und koppelt die nach CDC-Kriterien ermittelte Infektionsrate an das Team zurück
März 2005	Intensivierung der Katheterpflege und Regeln für die Diskonnektion von Anschlüssen	<ul style="list-style-type: none"> • Händehygiene vor/nach jeder Maßnahme • Alle 7 Tage Verbandwechsel mit sterilen Handschuhen • Bevorzugte Verwendung von Transparentverbänden • Reinigung und Wischdesinfektion der Haut mit 2 % Chlorhexidin/Alkohol (s.o.) nach Verbandentfernung • Neuanlage eines Chlorhexidinschwämmchens • Gazeverband nur bei nässender Insertionsstelle, diesen 2tägig wechseln
Mai 2005	Verpflichtende Arztschulungen	
Juni 2005	Tägliche schriftliche Zielvorgabe für den ZVK	Schriftliche Eintragung bei Visite, warum und wie lange ZVK noch benötigt wird
Februar 2006	Einführung von Fertigsets für ZVK-Anlage	Einführung eines Fertigsets für die Insertion, enthält bereits den Chlorhexidinapplikator
März 2006	Einführung eines neuen nadellosen Konnektors	Umstellung von einem Neutraldruck- auf einen Positivdruck-Ventilkonnektor für Dreivegeähne, mit flacher, gut wischdesinfizierbarer Ventilmembran

Abkürzungen: CDC, Centers for Disease Control; ZVK, zentraler Venenkatheter

Tab. 3: Einzelschritte der partiellen Interventionsphase



Abb. 1: Neugeborenes im Inkubator. Frühgeborene sind besonders gefährdet, an einer Gefäßkatheter-assoziierten Septikämie zu erkranken. Bildherkunft: Prof. Dr. M. Trautmann, Stuttgart

Nach dieser Prä-Interventionsphase wurden zwischen Januar 2005 und März 2006 Schritt für Schritt die in Tab. 3 zusammengefassten Präventionsmaßnahmen implementiert und den Mitarbeitern durch Schulungen vermittelt („partielle Interventionsphase“). Zwischen April 2006 und Dezember 2006 („volle Interventionsphase“) wurden alle Maßnahmen in vollem Umfang angewendet, Änderungen des Maßnahmenkatalogs wurden nicht mehr vorgenommen.

Bei der Umsetzung der Maßnahmen spielte die Kooperation mit einem bedeutenden Drittmittelgeber des Krankenhauses, der BlueCross BlueShield-Organisation von Massachusetts, eine wichtige Rolle. Das Krankenhaus unterzeichnete mit dieser Geldgeberinstitution einen Fünfjahresvertrag, in dem es sich zur Offenlegung der Gefäßkatheter-assoziierten Septikämierate und zu maximalen Anstrengungen aller Berufsgruppen zur Senkung der Rate verpflichtete. Im ersten Vertragsjahr wurden die Ergebnisse lediglich informativ an die BlueCross BlueShield-Organisation übermittelt. Für die nachfolgenden Jahre wurden Zielvereinbarungen abgeschlossen, bei denen die Höhe der an das Krankenhaus fließenden Drittmittel vom Erreichen einer zuvor gemeinsam festgesetzten Sepsisrate abhing. Dem Drittmittelgeber war erlaubt, die Infektionserfassung durch stichprobenartige Einsichtnahme in Krankenakten zu überprüfen.

Die erzielten Ergebnisse sind in Abb. 2 dargestellt. Bereits in der partiellen Interventionsphase konnte die mittlere Septikämierate von 7,8 pro 1000 Kathetertage auf 4,7 pro 1000 Kathetertage gesenkt werden ($p = 0,029$). Im Zeitraum der vollen Implementierung aller Maßnahmen lag sie schließlich nur noch bei 2,3 pro 1000 Kathetertage ($p = 0,0002$ gegenüber dem Ausgangswert von 2004). Die Anwendungsrate von zentralen Venenkathetern (Anzahl ZVK-Tage, geteilt durch Anzahl Patientenliegetage) hatte sich allerdings nicht wesentlich geändert, sie lag im Mittel während der gesamten Studie bei 0,65.

Schlussfolgerung der Autoren

Durch ein intensives Schulungs- und Interventionsprogramm mit laufender Rückkopplung der erreichten Infektionsraten an die klinischen Behandler konnte die Septikämierate innerhalb

Schlussfolgerung der Autoren

von zwei Jahren um 74 % reduziert werden. Schlüsselemente des Erfolgs und nach Ansicht der Autoren sind die verantwortliche Leitung des Steuerungs-Komitees durch den Sektionsleiter, die finanzielle Zielvereinbarung mit dem Drittmittelgeber sowie die durch ihn erfolgte externe Kontrolle.

Die beiden letztgenannten Aspekte des Interventionsprogramms sind absolut neu und sollten zukünftig auch in Deutschland als erfolgsträchtige Elemente von Präventionsprogrammen in Betracht gezogen werden. Finanzielle Anreizsysteme sorgen nicht zuletzt für ein hohes Maß an Interesse seitens der ärztlichen Klinikleitungen und der Geschäftsführung, die dann auch eher bereit sind, für solche Programme – wie in der vorliegenden Studie geschehen – neue Stellen für Hygienefachpersonal einzurichten. In Deutschland müssten eher die Krankenkassen für derartige Vereinbarungen gewonnen werden, da Drittmittelgeber hierzulande nicht die gleiche Rolle spielen wie in den USA, wo viele Krankenhäuser von Stiftungen und Nicht-Regierungsorganisationen mit getragen werden.

Fazit

Allen in der Intensivpflege Tätigen muss bewusst sein, dass infektiologische Komplikationen während der Therapie und Pflege weiter zunehmen werden. Grund hierfür ist, dass:

- immer mehr Patienten mit geschwächtem Immunsystem in den Krankenhäusern behandelt werden;

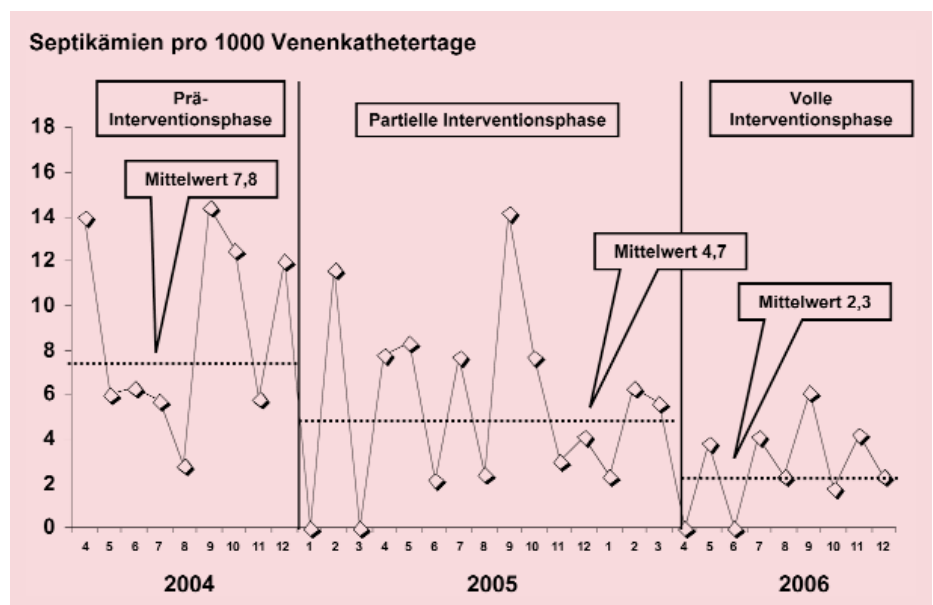


Abb. 2: Verlauf der Septikämierate in der Studie von Costello et al.

- immer häufiger komplizierte und schwierige Operationen aufgrund der Fortschritte in der operativen Technik durchgeführt werden;
- immer häufiger invasive Maßnahmen (zentralvenöse Katheter, Blasenkatheeter, Intubation etc.) mit erhöhtem Infektionsrisiko durchgeführt werden;
- immer häufiger therapeutische Maßnahmen durchgeführt werden, die die Abwehrkraft herabsetzen;
- immer mehr sehr alte Patienten in die Krankenhäuser aufgenommen werden. Die Tendenz ist aufgrund der demographischen Entwicklung steigend.

Zu den medizinischen und pflegerischen Hauptaufgaben muß es daher auch gehören, die bestmöglichen Strategien in der Erkennung (Surveillance) und Prävention (nationale und internationale Empfehlungen) von Klinikinfek-

tionen anzuwenden. Regelmäßige Schulungsmaßnahmen müssen nach den Kriterien der evidenzbasierten Medizin (EBM) in Verantwortung der Hygieneabteilungen forciert werden. Bedacht werden sollte auch, dass die vermeidbaren Komplikationen und Mängel in Deutschland aus der Pauschalvergütung an das Krankenhaus finanziert werden. Qualitätsmängel wie lange Verweildauern müssen daher vom Krankenhaus mehr denn je bekämpft werden. Ganz besonders ist darauf hinzuweisen, dass zwischen der Infektionsrate und dem Personalschlüssel eine signifikante Korrelation besteht. Lag der Personalschlüssel auf der Intensivpflegestation 2 bis 4 Tage vor dem Auftreten der Infektion deutlich unter dem mittleren Wert von 1,9 Pflegekräfte pro Patient, war die Personalknappheit signifikant mit dem Auftreten von Infektionen assoziiert. Um nosokomiale Infektionen zu vermeiden, ist daher ein

ausreichender Pflegestellenschlüssel auf den Intensivstationen unabdingbar [5].

Weiterführende Literatur

1. Gerberding, J. L.: Hospital-onset infections: a patient safety issue. *Ann Intern Med* [2002] 137: 665-670
2. Costello, J. M. et al.: Systematic intervention to reduce central line-associated bloodstream infection rates in a pediatric intensive care unit. *Pediatrics* [2008] 121: 915-923
3. Posa, P. et al.: Elimination of central line-associated bloodstream infections. *AACN Advanced Critical Care* [2006] 17: 446-454
4. Pronovost, P. et al.: An Intervention to Decrease Catheter-Related Bloodstream Infections in the ICU. *N Engl J Med* [2006] 355: 2725-32
5. Hugonnet, S. et al.: The effect of workload on infection risk in critically ill patients. *Crit Care Med* [2007] 35: 76-81

Hardy-Thorsten Panknin
Badensche Straße 49
D-10715 Berlin
E-Mail ht.panknin@berlin.de