

ff

CharitéCentrum für diagnostische und präventive Labormedizin

Charité | Institut für Hygiene, Hindenburgdamm 27, 12203 Berlin

Institut für Hygiene und Umweltmedizin
Direktorin: Prof. Dr. med. Petra Gastmeier

Herrn
Prof. Dr. med. M. Kramer
MPH, MBA Referatsleiter 321 –
Übertragbare Krankheiten, AIDS,
Seuchenhygiene
Bundesministerium für Gesundheit
Friedrichstr. 108
10117 Berlin

Nationales Referenzzentrum für
Surveillance von nosokomialen Infektionen

Bundesministerium für Gesundheit	
Berlin	
Eing.:	30. Aug. 2010
Anlg.:	321

Charité Campus Benjamin Franklin (CBF)
Renate Gilek - SEKRETARIAT
Tel.: (030) 8445-3680
Fax: (030) 8445-3682
e-mail: renate.gilek@charite.de

25.08.2010 / Ga-Gi

Projekt SPE-KISS

Sehr geehrter Herr Professor Kramer,

anbei übersende ich Ihnen den Abschlußbericht zum Projekt SPE-KISS.

Durch diese umfassende Analyse war es möglich, nicht nur umfassende Informationen zur Umsetzung von Hygienemaßnahmen zu erhalten, sondern auch die Möglichkeiten und Grenzen von multivariaten Analysen zum Zusammenhang Ergebnisqualität und Prozess- und Strukturqualität zu untersuchen.

Mit vielen Grüßen



(Prof. Dr. med. Petra Gastmeier)

Anlage

V
Re im d. B. u. Prüfung
GGG

**Nationales Referenzzentrum
für Surveillance
von nosokomialen Infektionen**

am Institut für Hygiene und Umweltmedizin

Charité – Universitätsmedizin Berlin (Prof. Dr. med. Petra Gastmeier)



ABSCHLUSSBERICHT (AZ: 2507NIK004)

Assoziation von Parametern zur Struktur- und Prozessqualität mit
Ergebnis-Qualitäts-Parametern der KISS-Datenbanken (SPE-KISS)

Hindenburgdamm 27, 12203 Berlin
Tel: (030) 8445-3680
Fax: (030) 8445-3682
Email: petra.gastmeier@charite.de

EINLEITUNG

Aufgrund der Zunahme des Alters der Patienten und der damit verbundenen Multimorbidität sowie der zunehmenden Invasivität der medizinischen Behandlung haben Infektionsprobleme im Krankenhaus eine zunehmende Bedeutung und alle Maßnahmen zur Prävention von nosokomialen Infektionen eine hohe Priorität. Gleichzeitig ist es aufgrund der ökonomischen Bedingungen im Gesundheitswesen notwendig, klare Informationen zur Evidenz von Präventionsmaßnahmen zu erlangen, um zielgerichtete Präventionsmaßnahmen empfehlen zu können.

Leider ist die Evidenz für viele Maßnahmen zur Infektionsprävention limitiert. Das hängt einerseits damit zusammen, dass es sich bei nosokomialen Infektionen aus statistischer Sicht um seltene Ereignisse handelt, deren Untersuchung zu unterschiedlichen Fragestellungen sehr große Stichprobenumfänge erfordert. Andererseits erfordern viele Fragestellungen einen aufwendigen multizentrischen Studienansatz, da Ergebnisse aus einem speziellen Fachbereich im Allgemeinen nicht auf alle Bereiche übertragbar sind. Für manche Fragestellungen verbieten sich aus ethischen Gründen entsprechende Studien von vornherein. Vor allem einige Fragen zur Strukturqualität können ohnehin nur in einem multizentrischen Ansatz untersucht werden.

Seit 1996 wurde mit Unterstützung des Bundesgesundheitsministeriums die Datenbank des Krankenhaus-Infektions-Surveillance-Systems (KISS) zu wichtigen Infektionsproblemen aufgebaut, die inzwischen regelmäßig Daten aus ca. 900 deutschen Krankenhäusern erfasst und analysiert, um durch ein geeignetes Feedback zusätzliche Präventionsmaßnahmen zu stimulieren (www.nrz-hygiene.de)¹. Die Datenbanken für die einzelnen Module sind mittlerweile teilweise so groß, dass sie multivariate Analysen zum Einfluss verschiedener Parameter der Prozess- und Strukturqualität auf die Endpunkte Atemwegsinfektions-, Sepsis-, Wundinfektions- oder MRSA-Rate erlauben. Dadurch eröffnet sich die Möglichkeit, zu überprüfen, ob bestimmte Maßnahmen, die in einzelnen Einrichtungen unter kontrollierten Studienbedingungen erfolgversprechende Resultate erzielten, auch in der Praxisanwendung einen Infektions-präventiven Nutzen haben. In der Vergangenheit konnten wir diese Methode bereits im Rahmen von einigen spezifischen Fragestellungen anwenden und zu interessanten Ergebnissen gelangen^{2, 3}.

Da sich die Fachexperten darüber einig sind, dass der Händedesinfektion im Krankenhaus eine besondere Bedeutung zukommt⁴, sollte die Untersuchung dieses Einflussfaktors ein besonderer Schwerpunkt des Projektes sein. Pittet et al. konnten nachweisen, dass durch deutliche Steigerung der Compliance zur Händedesinfektion eine Reduktion der nosokomialen Infektionsraten und der MRSA-Raten zu erreichen ist⁵. Die Ergebnisse dieser Studie waren auch eine wichtige Grundlage für die WHO, um ihre umfangreiche weltweite Kampagne „Clean care is safer care“ zu starten (www.who.int/patientsafety/en/). Gemeinsam mit der Gesellschaft für Qualitätsmanagement in der Gesundheitsversorgung und dem Aktionsbündnis Patientensicherheit ist auch für Deutschland seit 2008 eine entsprechende „Aktion saubere Hände“ aufgebaut worden⁶.

Da die Beobachtung der Compliance zur Händedesinfektion aufwendig und mit verschiedenen Fehlerquellen behaftet ist, wurde ein zusätzliches KISS-Modul HAND-KISS etabliert, um den Verbrauch von alkoholischem Händedesinfektionsmittel als Surrogatparameter für die Compliance zur Händedesinfektion zu erfassen. Die Daten zur Verteilung des Händedesinfektionsmittelverbrauchs pro Patiententag sollen benutzt werden, um durch den Vergleich mit den Referenzdaten zusätzliche

Händedesinfektionen in den beteiligten Krankenhäusern zu stimulieren. Außerdem kann die auf diese Weise erzeugte Datenbank zum Händedesinfektionsmittelverbrauch pro Patiententag benutzt werden, um für die oben beschriebene Initiative zur Verbesserung der Händedesinfektion in Deutschland begleitende Daten für die Beschreibung der Ausgangssituation sowie zur Quantifizierung möglicher Verbesserungen nach Intervention zu liefern. Ziel dieses Projektes war es, die Daten zum Händedesinfektionsmittelverbrauch für die einzelnen an KISS teilnehmenden Stationen und Abteilungen bzw. für gesamte Krankenhäuser pro Patiententag zu erfassen und gemeinsam mit weiteren Daten zur Struktur- und Prozessqualität mit den Outcome-Daten (Infektionsraten) zu korrelieren.

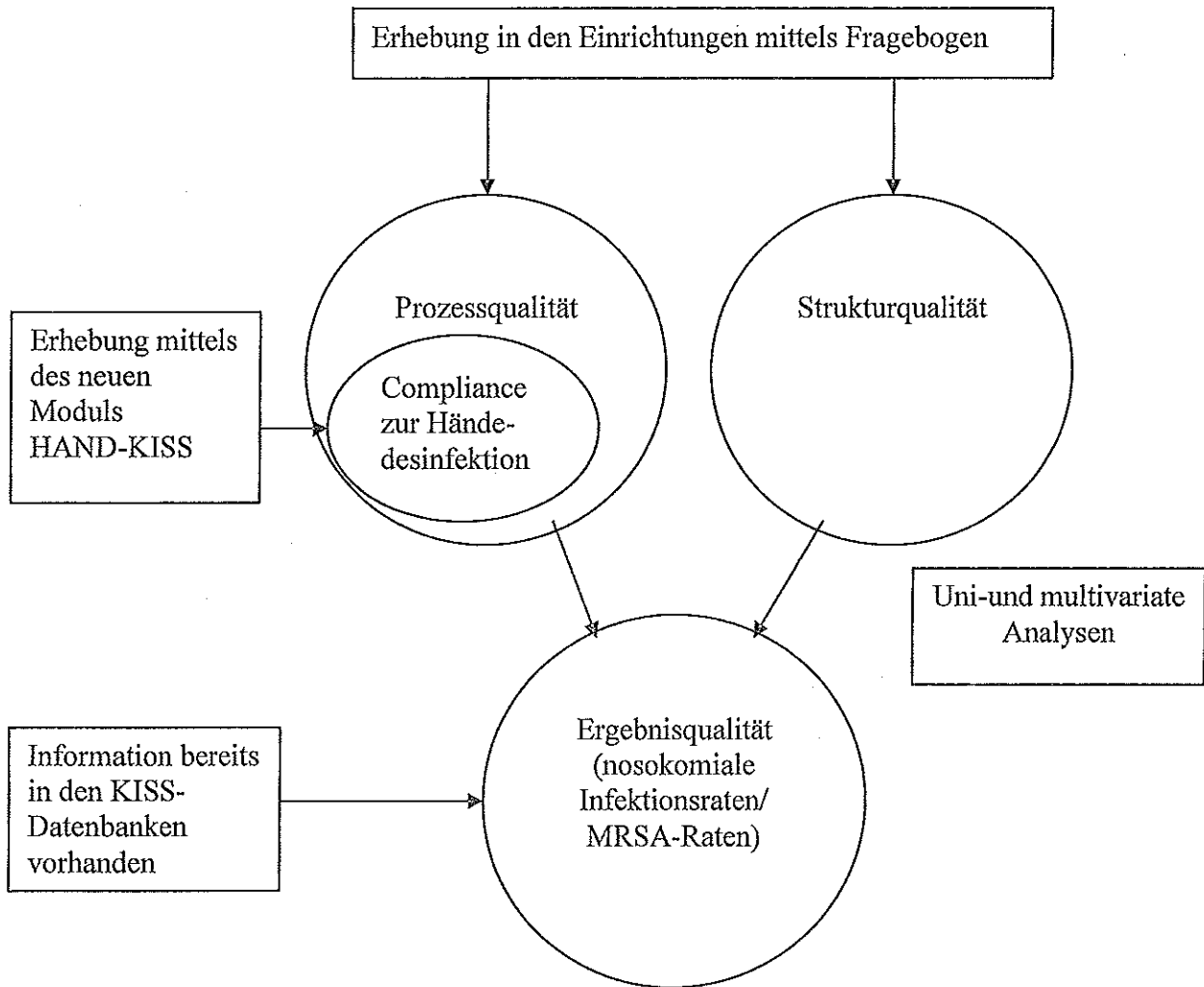


Abbildung 1: Beziehungen der einzelnen Elemente und Datenquellen

ZIELSTELLUNGEN

Das Projekt hatte im Einzelnen folgende Zielstellungen:

1. Aufbau eines Zusatzmoduls HAND-KISS für die Quantifizierung der Durchführung der hygienischen Händedesinfektion in verschiedenen Krankenhausbereichen
2. Assoziation von wichtigen Parametern der Struktur- und Prozessqualität (inklusive der Ergebnisse von HAND-KISS) mit den Endpunkten Beatmungs-assoziierte Infektionen der unteren Atemwege, ZVK-assoziierte Sepsis und Harnwegkatheter-assoziierte Harnwegsinfektionen in Intensivstationen (ITS-KISS)
3. Assoziation von wichtigen Parametern der Struktur- und Prozessqualität mit dem Endpunkt postoperative Wundinfektionen in operativen Abteilungen (OP-KISS)
4. Assoziation von wichtigen Parametern der Struktur- und Prozessqualität (inklusive der Ergebnisse von HAND-KISS) mit dem Endpunkt nosokomiale MRSA-Rate in Intensivstationen (MRE-KISS)

1. Aufbau eines Zusatzmoduls HAND-KISS für die Quantifizierung der Durchführung der Händedesinfektion in verschiedenen Krankenhausbereichen

ZIELSTELLUNG:

Aufbau eines Zusatzmoduls HAND-KISS für die Quantifizierung der Durchführung der Händedesinfektion in verschiedenen Krankenhausbereichen

METHODE

In HAND-KISS wird der Umfang der Händedesinfektion aus der Sicht aller behandelten Patienten erfasst. Retrospektiv wird hierzu der Händedesinfektionsmittel (HD)-Verbrauch einer Station/Abteilung/des gesamten Krankenhauses mit Hilfe von Verbrauchsdaten der Apotheke, des Einkaufs oder des Controllings erfasst und auf die Anzahl der Patiententage derselben Station/Abteilung/Krankenhaus des identischen Beobachtungszeitraumes (in der Regel das Kalenderjahr) bezogen. Somit erhält man die durchschnittliche Menge verbrauchter HD pro Patiententag.

$$\text{HD-Verbrauch pro Patiententag} = \frac{\text{HD-Verbrauch in ml im Beobachtungszeitraum}}{\text{Patiententage im Beobachtungszeitraum}}$$

Die Konfrontation mit den Verbrauchsdaten sollte genutzt werden, Fortbildungen über die richtigen Indikationen der Händedesinfektion anzubieten. Nach Start von HAND-KISS im Jahr 2008 mit retrospektiver Datenerfassung für das Kalenderjahr 2007 und dem Nachweis der Machbarkeit und Praktikabilität wurde eine Eingabemaske für eine Web-basierte Dateneingabe entwickelt.

Die an ITS-KISS teilnehmenden Intensivstationen wurden eingeladen, sich am neuen Modul HAND-KISS zu beteiligen (unabhängig von der Teilnahme an der ASH). Damit die verschiedenen Stationen sich im Sinne des Benchmarkings mit möglichst ähnlichen Stationen vergleichen können, wurde neben der Standardisierung eine Stratifizierung der HAND-KISS-Daten nach Intensivstationen /Nicht-Intensivstationen bzw. nach den Fachrichtungen vorgenommen. Für jede einzelne Fachabteilung wurden Diagramme zur Häufigkeitsverteilung erstellt und 10. Perzentil, 25. Perzentil, Median, 75. Perzentil und 90. Perzentil bestimmt. Jede beteiligte Station/Abteilung erhielt die Referenzdaten und die eigenen Daten als Feedback zur Stimulation der Verbesserung der Händedesinfektion. Seit Erfassung der HAND-KISS-Daten für das Ausgangsjahr 2007 werden diese jährlich erneut erhoben, um zeitliche Entwicklungen aufzeigen zu können.

Für diejenigen Krankenhäuser, die für alle drei Jahre (2007, 2008, 2009) die Verbrauchsdaten geliefert haben, wurden sie für das Jahr 2009 mit dem Ausgangsjahr 2007 verglichen. Dabei wurde nach Art der Station (Intensiv-/Nicht-Intensivstation) sowie nach der Größenklasse des Krankenhauses (\leq / \geq 400 Betten) stratifiziert und die Veränderung des HD-Verbrauchs berechnet.

ERGEBNISSE

Für das Jahr 2007 konnten erstmals Referenzdaten für HAND-KISS vorgelegt werden, getrennt nach Intensivstationen und Nicht-Intensivstationen (Tabellen 1 und 2). Bereits unmittelbar nach Einführung von HAND-KISS beteiligten sich 241 Intensivstationen und 1.507 Nicht-Intensivstationen und lieferten HD-Verbrauchsdaten für 2007. Im Mittel lag der HD-Verbrauch auf Intensivstationen bei 76 ml/Patiententag und auf Nicht-Intensivstationen bei 16ml/Patiententag. Die Daten wurden zusätzlich nach Fachrichtung der Stationen aufgetrennt und die wichtigsten Verteilungswerte der Verbrauchsdaten der einzelnen Stationen dargestellt. Dabei wurde deutlich, dass es nicht nur Unterschiede zwischen den verschiedenen Fachrichtungen gibt, sondern auch eine große Variationsbreite zwischen den teilnehmenden Stationen einer Fachrichtung.

Tabelle 1: Verteilung des alkoholischen Händedesinfektionsmittelverbrauchs für Intensivstationen 2007

Art der Station	Anzahl Stationen	Patienten-tage	Jahres-Verbrauch in Litern	Verbrauch in ml / Patiententag			
				MW* ¹	Q1* ²	Median	Q3* ³
Innere	39	132.100	8.573	65	40	59	84
Interdisziplinär	106	431.940	33.125	77	45	66	86
Chirurgie	36	136.008	10.822	80	51	78	102
Andere operative Fächer	15	54.963	3.173	58	38	56	74
Andere konservative Fächer	8	30.299	1.664	55	28	59	87
Pädiatrie	12	38.194	2.924	77	51	107	127
Neonatologie	25	84.758	8.621	102	65	88	162
Alle Intensiv-Stationen	241	908.262	68.902	76	45	68	98

*¹gepoolter arithmetischer Mittelwert, *² 25%-Perzentil, *³ 75%-Perzentil

Tabelle 2: Verteilung des alkoholischen Händedesinfektionsmittelverbrauchs für Nicht-Intensivstationen 2007

Art der Station	Anzahl Stationen	Patienten-tage	Jahres-Verbrauch in Litern	Verbrauch in ml / Patiententag			
				MW* ¹	Q1* ²	Median	Q3* ³
Innere	411	3.526.384	58.125	16	12	15	21
Interdisziplinär	124	9.11.749	15.489	17	9	13	19
Chirurgie	287	2.418.864	36.213	15	10	15	19
Andere operative Fächer	327	2.494.429	36.538	13	9	12	18
Andere konservative Fächer	255	1.818.495	27.010	15	6	12	19
Pädiatrie	89	437.069	14.898	34	19	30	48
Neonatologie	14	58.206	2.389	41	17	37	68
Alle Stationen	1.507	11.665.196	190.663	16	10	14	20

*¹gepoolter arithmetischer Mittelwert, *² 25%-Perzentil, *³ 75%-Perzentil

Tabelle 3 zeigt die Entwicklung der Anzahl teilnehmender Stationen in beiden Gruppen über die Jahre 2007 bis 2009. Es ist zu erkennen, dass die Zahl der teilnehmenden Stationen bzw. Krankenhäuser zugenommen hat und die Verbrauchsdaten langsam, aber kontinuierlich angestiegen sind. Um das Feedback der HD-Verbrauchsdaten an die Mitarbeiter plastischer vermitteln zu können, wird in HAND-KISS der Verbrauch in Anzahl Händedesinfektionen pro Patient und Tag umgerechnet. Hierfür wird ein mittlerer Verbrauchswert von 3ml pro Händedesinfektion zu Grunde gelegt (Tabelle 3).

Tabelle 3: Entwicklung des Verbrauchs von alkoholischem Händedesinfektionsmittel 2007 bis 2009 für Intensivstationen und Nicht-Intensivstationen (Stand Mai 2009)

Stationen	Jahr	Kranken- häuser	Stationen	Mittelwert HD- Verbrauch (ml) pro Tag	Händedesinfektionen pro Patiententag
Intensiv	2007	161	330	69	23
	2008	303	556	73	24
	2009	298	543	83	28
Nicht- Intensiv	2007	181	2042	16	5
	2008	343	3520	18	6
	2009	341	3358	20	7

Bei der Analyse der Verbrauchsdaten von 1659 Stationen (aus 129 Krankenhäusern) die alle 3 Jahre kontinuierlich Daten in HAND-KISS erfassten, ergab sich ein Anstieg des HD-Verbrauchs zwischen dem Jahre 2007 und 2009 (Tabelle 4). Auf ITS stieg der Verbrauch innerhalb von zwei Jahren im Median um 21,5 %, auf Nicht-Intensivstationen um 36,5 %. Für die Gesamtmenge der 129 Krankenhäuser ergab sich im Median ein Anstieg um 30,7 %. Die Auftrennung der zeitlichen Entwicklung des HD-Verbrauchs in Krankenhäuser ab 400 Betten und weniger als 400 Betten zeigt einen Anstieg für beide Krankenhausgrößenklassen mit einem Trend zu deutlicheren Verbrauchssteigerungen in kleineren Krankenhäusern, die allerdings auch auf niedrigerem Niveau gestartet sind und den Verbrauch größerer Krankenhäuser auch in 2009 nicht erreichten.

Tabelle 4: Veränderung des Händedesinfektionsmittel-Verbrauchs von 2007 bis 2009 in 129 Krankenhäusern, die für alle drei Jahre Daten geliefert haben (stratifiziert nach Intensiv- und Nicht-Intensivstationen sowie Krankenhausgröße)

Kranken- hausgröße	Kranken- häuser	Stationen	Stations- typ	2007	2009			p-Wert
				HD- Verbrauch (ml) pro Tag (Median)	HD- Verbrauch (ml) pro Tag (Median)	Veränderung zu 2007 in ml (Median)*	Veränderung zu 2007 in % (Median)*	
Alle	111	223	ITS	65	83,2	15,5	21,5	<0,01
Alle	124	1436	Nicht-ITS	14,7	20,4	5,2	36,5	<0,01
Alle	129	1659	Alle	18,1	24	5,7	30,7	<0,01
>= 400 Betten	54	1045	Alle	19,7	25,9	5,5	29	<0,01
< 400 Betten	75	614	Alle	16,4	23,2	6	34,8	<0,01

* im Vergleich zum Ausgangsjahr 2007

DISKUSSION

Die erfreulich große Zahl von teilnehmenden Krankenhäusern bereits im ersten Jahr von HAND-KISS demonstriert das große Interesse vieler Krankenhäuser an diesem Thema. Aufgrund der Kopplung der AKTION saubere Hände mit HAND-KISS (die an der ASH teilnehmenden Krankenhäuser beteiligen sich gleichzeitig an HAND-KISS) ist die Anzahl der teilnehmenden Krankenhäuser nach 2007 weiter angestiegen.

HAND-KISS ist heute in der Lage Daten zum HD-Verbrauch aus vielen Einrichtungen Deutschlands zu sammeln und nach Stationsart und Fachrichtung stratifizierte Orientierungsdaten zur Verfügung zu stellen. Gerade auch die große Variationsbreite zwischen den Stationen einer Fachrichtung belegt, dass teilweise ein erhebliches Verbesserungspotential vorhanden ist und zeigt auch, dass es im täglichen Arbeitsablauf trotz hoher Arbeitsverdichtung durchaus möglich ist, eine höhere Frequenz der Händedesinfektion pro Patiententag zu erreichen. Bereits innerhalb von zwei Jahren wurde in den teilnehmenden Stationen im Median ein Anstieg um mehr als 30% erreicht. Ein Anstieg in dieser Größenordnung und in einer so großen Anzahl von Einrichtungen wurde bisher noch in keinem anderen Projekt zur Verbesserung der Compliance zur Händedesinfektion weltweit gezeigt. Damit konnte die AKTION saubere Hände zusammen mit ihrem Messinstrument HAND-KISS nachweisen, dass der eingeschlagene Weg der Kampagne funktioniert.

Publikation der Ergebnisse

Reichardt,C;Mönch,N;Hansen,S;Geffers,C;Gastmeier,P. Deutschlandweite Referenzdaten des Verbrauchs an Händedesinfektionsmittel; Hyg Med. 34 (1/2): 8-11. 2009

Reichardt,C;Mönch,N;Hansen,S;Geffers,C;Gastmeier,P. Verbrauch an Händedesinfektionsmittel - ein Surrogat - und Referenzparameter für Compliance der hygienischen Händedesinfektion; Krankenhaushygiene und Infektionsverhütung; 31(1): 4-7. 2009

Mönch,N;Behnke,M;Geffers,C;Gastmeier,P;Reichardt,C. Compliance of alcoholic hand disinfection in pediatrics and neonatology; Klin Padiatr; 254-5: 221(4): 254-5. 2009

2. Assoziation von wichtigen Parametern der Struktur- und Prozessqualität (inkl. der Ergebnisse von HAND-KISS) mit den Endpunkten Beatmungs-assoziierte Infektionen der unteren Atemwege, ZVK-assoziierte Sepsis und Harnwegkatheter-assoziierte Harnwegsinfektionen in Intensivstationen (ITS-KISS)

ZIELSTELLUNG

Überprüfung möglicher Assoziationen von Parametern der Struktur- und Prozessqualität (inklusive des Händedesinfektionsmittelverbrauchs) mit den Endpunkten Beatmungs-assoziierte Infektionen der unteren Atemwege, ZVK-assoziierte Sepsis und Harnwegkatheter-assoziierte Harnwegsinfektionen in Intensivstationen (ITS-KISS)

METHODE

2007 wurde ein Fragebogen zur Erhebung von Struktur- und Prozess-Parametern auf Intensivstationen erarbeitet und in einigen Pilotkrankenhäusern getestet. Die Fragebögen wurden unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus der Pilotphase zu einer webbasierten Umfrage modifiziert, und die Teilnehmer von ITS-KISS wurden im März 2008 mittels E-Mail eingeladen, die Fragen zu beantworten. Die Fragen beinhalteten folgende Themenkomplexe:

1. Struktur und Ausstattung der Intensivstationen
2. Abfrage von Prozessparametern zur Prävention der Sepsis, Atemwegsinfektionen und Harnwegsinfektionen
3. Abfrage zum Management bei MRSA (siehe Analyse unter Punkt 4).

Zu den drei Infektionsarten untere Atemwegsinfektionen (UAWI), primäre Sepsis und Harnwegsinfektionen wurden 43 Fragen gestellt, die die Prozessqualität in Bezug auf die Infektionsprävention abbilden sollten. In ITS-KISS wurden die Daten zu nosokomialen Infektionen für das Jahr 2007 und 2008 berücksichtigt. In HAND-KISS wurde der Händedesinfektionsmittelverbrauch für das Jahr 2007 und 2008 auf ITS erfasst und für die Analyse verwendet. Die Daten des Fragebogens und die Daten der zwei KISS-Module ITS-KISS und HAND-KISS der Jahre 2007 und 2008 wurden verknüpft und analysiert (Abbildung 2).

Fragebogen

Die Ergebnisse des Fragebogens wurden zunächst deskriptiv ausgewertet. Kategoriale Parameter wurden als Anzahl und Prozent angegeben, kontinuierliche Parameter mit dem Mittelwert und Standardabweichung (SD) sowie Median und „interquartilem Range“ (IQR; 25. /75. Perzentil bzw. Q1 und Q3). Für die weitere Analyse wurden kontinuierliche Parameter (aber auch kategoriale Parameter mit vielen Ausprägungen) kategorisiert.

Infektionsdaten

Für den Zeitraum 1. Januar 2007 bis 31. Dezember 2008 wurden für jede ITS die Inzidenzdichten folgender Device-assoziiierter Infektionen berechnet: ZVK-assoziierte mikrobiologisch bestätigte

Sepsis, Beatmungsassoziierte Pneumonie, Beatmungsassoziierte untere Atemwegsinfektion (Pneumonie und Bronchitis zusammen) sowie die Harnwegkatheter-assoziierte Harnwegsinfektion als Anzahl Device-assoziierte Infektionen / Device-Tage *1000. Die Intensivstationen mit hohen Inzidenzdichten wurden je Infektionsart über das 75. Perzentil (3. Quartil; Q3) der Verteilung der Inzidenzdichte (ID) aller ITS definiert: $ID > Q3 \rightarrow$ hoch; $ID \leq Q3$ nicht hoch.

Händedesinfektionsmittelverbrauch

Der Händedesinfektionsmittelverbrauch (HD-Verbrauch) auf einer ITS wurde in ml pro Patiententag berechnet.

Assoziation von hohen Inzidenzdichten Device-assoziiertes Infektionen zu Struktur- und Prozessparametern und dem HD-Verbrauch

Jede Infektionsart wurde separat analysiert. Die Assoziation des abhängigen Parameters (hohe/nicht hohe Inzidenzdichte) wurde mit den unabhängigen Parametern (Struktur- und Prozess-Parameter; HD-Verbrauch) assoziiert. Es wurde eine univariable und eine multivariable Analyse durchgeführt. In der univariablen Analyse wurden für binäre Parameter das relative Risiko (RR) mit dem 95% Konfidenzintervall (CI) und dem p-Wert nach dem Fisher's Exakten Test berechnet. Bei Parametern mit mehr als 2 Ausprägungen wurden die Unterschiede mit dem Chi-Quadrat-Test getestet und der entsprechende p-Wert angegeben.

In der multivariablen Analyse wurde eine logistische Regressionsanalyse durchgeführt. Als Variablenselektion wurde die schrittweise vorwärts gerichtete Methode gewählt mit dem Signifikanzniveau $\alpha=0,05$ für die Aufnahme eines Parameters in das Modell und $\alpha=0,10$ für das Entfernen eines Parameters aus dem Modell. In einem ersten Schritt wurden nur die Struktur- und Prozessparameter analysiert, da die HD-Verbrauchsdaten nur für eine geringe Anzahl der ITS verfügbar waren. In einem zweiten Schritt wurden dann auch die HD-Verbrauchsdaten berücksichtigt, wobei signifikante Parameter aus dem 1. Schritt in das Modell eingeschlossen wurden.

Datenverfügbarkeit

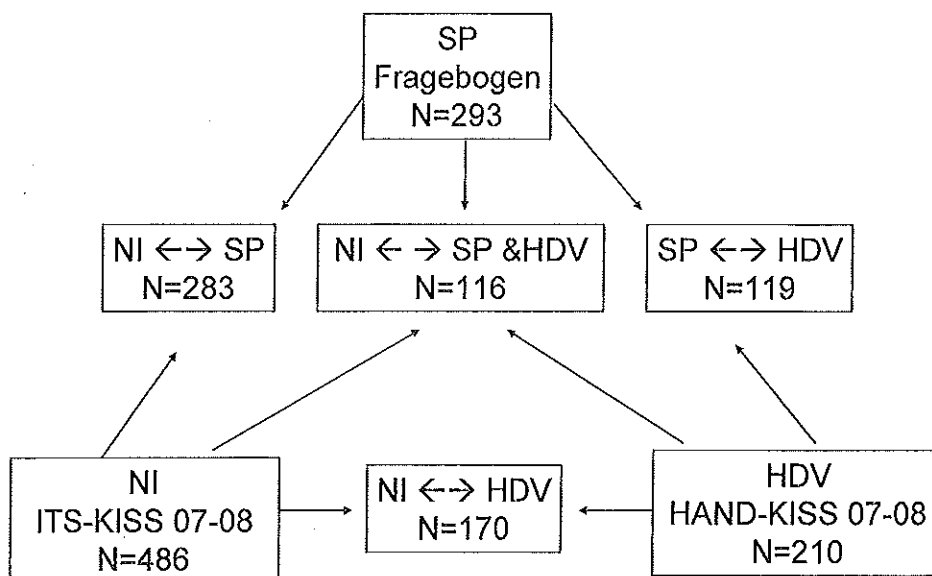


Abbildung 2: Datenverfügbarkeit zur Analyse der Assoziation zwischen hohen Inzidenzdichten Device-assoziiertes nosokomialer Infektionen (NI, gepoolte Daten 07-08, ITS-KISS) und Struktur- und Prozessparametern (SP; Fragebogen 2008) sowie dem Händedesinfektionsmittelverbrauch (HDV, gepoolte Daten 07-08, HAND-KISS) auf KISS-Intensivstationen.

ERGEBNISSE

Im Dezember 2007 waren 483 Intensivstationen in ITS-KISS angemeldet. 293 (61%) von 483 Intensivstationen haben die Fragebögen beantwortet. 283 Intensivstationen haben auch Infektionsdaten für den festgesetzten Zeitraum geliefert, so dass eine Überprüfung möglicher Assoziationen von Struktur- und Prozessparametern zu nosokomialen Infektionsraten einer Station möglich war. Für 116 Intensivstationen waren zusätzlich Daten zum Händedesinfektionsmittelverbrauch vorhanden.

Die analysierten 283 Intensivstationen hatten im Median 10 Betten und befanden sich in Krankenhäusern mit im Median 470 Betten. 16 % der Intensivstationen (ITS) waren in Universitätskliniken, 46 % in akademischen Lehrkrankenhäusern und der Rest in anderen Krankenhäusern. 52 % der Intensivstationen wurden als interdisziplinär eingestuft. Im Median hatten die ITS 11 Betten, davon 8 Beatmungsbetten und 2 Betten im Einzelzimmer.

In ca. einem Viertel der ITS wird auch ohne Infektionsverdacht Urin regelmäßig mikrobiologisch untersucht, in etwa 40% der ITS werden routinemäßig auch ohne Infektionsverdacht Atemwegsekrete untersucht. Der Median der Blutkulturen pro 1000 Patiententage betrug 45,5 mit einer großen Bandbreite (IQR 22,8 - 89,7). 38 % der ITS verfügten 2007/08 über ein mikrobiologisches Labor im eigenen Krankenhaus. In 56% der ITS wird die Surveillance von Hygienefachkräften durchgeführt, in ca. 30% ist hierfür ein Arzt der Station zuständig.

50% der ITS haben angegeben, bereits mit Anpassung von Präventionsmaßnahmen auf die Surveillance-Daten reagiert zu haben. Das Verhältnis Pflegekräfte IST zu SOLL wurde im Median mit 0,98 angegeben, in den meisten Intensivstationen sind Standards für die wichtigsten Präventionsmaßnahmen vorhanden. Die Verbreitung der verschiedenen Präventionsmaßnahmen ist Tabelle 5 zu entnehmen.

Tabelle 5: Deskriptive Statistik, Inzidenzdichten Device-assoziiertes nosokomialer Infektionen, Struktur- und Prozessparameter sowie Händedesinfektionsmittelverbrauch in den analysierten KISS-ITS.

Inzidenzdichten Device-assoziiertes Infektionen			
	Gültig	Median (IQR)	Mittelwert (±SD)
ZVK-assoziierte mikrobiologisch bestätigte Sepsis (pro 1000 ZVK-Tage)	281	0,87 (0,23-1,9)	1,33 (±1,86)
Beatmungsassoziierte Pneumonie (pro 1000 Beatmungstage)	282	3,77 (2-6,46)	4,56 (±3,63)
Beatmungsassoziierte untere Atemwegsinfektion (pro 1000 Beatmungstage)	282	4,93 (2,69-7,87)	5,7 (±4,31)
HWK-assoziierte Harnwegsinfektion (pro 1000 Harnwegkathetertage)	282	0,98 (0,27-2,59)	1,75 (±2,1)

Liegedauer, Device-Anwendungsdichten

	Gültig	Median (IQR)	Mittelwert (±SD)
Liegedauer auf ITS (Tage)	283	3,7 (2,67-4,82)	4,14 (±2,25)
ZVK-Anwendungsdichte (pro 100 Patiententage)	283	65,78 (49,35-79,88)	63,96 (±20,69)
Beatmungs-Anwendungsdichte (pro 100 Patiententage)	283	34,77 (22,96-49,04)	37,04 (±17,28)
HWK-Anwendungsdichte (pro 100 Patiententage)	283	81,96 (71,14-90,19)	77,97 (±17,3)

Händedesinfektionsmittelverbrauch

	Gültig	Median (IQR)	Mittelwert (±SD)
HD-Verbrauch pro Patiententag	116	75,01 (56,93-97)	81,11 (±34,27)
Händedesinfektionen pro Patiententag	116	25 (18,98-32,33)	27,04 (±11,42)

Krankenhaus

	Gültig	Median (IQR)	Mittelwert (±SD)
Krankenhausbetten	283	452 (271-800)	637 (±522)
Anzahl der ITS des Krankenhauses	283	2 (1-3)	2,78 (±2,56)
	Gültig	Anzahl	%
Art des Krankenhauses			
akademisches Lehrkrankenhaus	283	129	45,6%
anderes Krankenhaus	283	109	38,5%
Universitätsklinikum	283	45	15,9%
Wo wird die mikrobiologische Diagnostik durchgeführt?			
externes Labor	283	159	56,2%
im eigenen Labor des Krankenhauses	283	107	37,8%
Sonstiges	283	17	6,0%

Intensivstationen			
	Gültig	Anzahl	%
Art der ITS			
interdisziplinär	283	147	51,9%
internistisch	283	52	18,4%
chirurgisch	283	53	18,7%
sonst	283	31	11,0%
Anzahl der ITS auf denen die Entnahmestellen für Wasser zur Anwendung am Patienten überwiegend (mind. zu 80%) mit endständigen Wasserfiltern ausgestattet sind	283	84	29,7%
Anteil der Kurzlieger (>48 Stunden) bezogen auf alle aufgenommenen Patienten der ITS			
ein Drittel bis zwei Drittel	283	165	58,3%
mehr als zwei Drittel	283	30	10,6%
weniger als ein Drittel	283	88	31,1%
	Gültig	Median (IQR)	Mittelwert (±SD)
Anzahl Planbetten der ITS	283	11 (8-14)	11,7 (±5,1)
Anzahl Einzelbettplätze der ITS	283	2 (1-4)	3,1 (±3,2)
Anzahl Beatmungsplätze der ITS	283	8 (5-11)	8,74 (±5,3)
% Einzelbetten ITS	283	22,2 (11,1-36,4)	27,2 (±22,5)
% Beatmungsbetten ITS	283	75 (50-100)	73,3 (±24,9)

Untersuchungshäufigkeit			
	Gültig	Median (IQR)	Mittelwert (±SD)
Blutkulturen pro 1000 Patiententage	271	45,5 (22,8-89,7)	66,0 (±65,6)

Besetzung Pflegekräfte			
	Gültig	Median (IQR)	Mittelwert (±SD)
Pflegekräfte ist/Pflegekräfte soll	269	0,98 (0,94-1)	0,97 (±0,07)

Prozess- und Strukturparameter Beatmungsassoziierte Pneumonie

	Gültig	Anzahl	%
Anzahl ITS auf denen ein mikrobiologisches Routine-screening von Atemwegsekreten auch ohne Infektionsverdacht bei beatmeten Patienten durchgeführt wird	283	114	40,3%
Anzahl ITS auf denen nicht examinierte Pflegekräfte mit Beatmungsequipment arbeiten	283	24	8,5%
Anzahl ITS auf denen schriftliche Standards zur Prävention der beatmungsassoziierten Pneumonie existieren	283	238	84,1%
Frage: Sind die Standards für die Mitarbeiter auf der Station leicht abrufbar?			
Ja	283	237	83,7%
Nein	283	1	0,4%
Nicht zutreffend	283	45	15,9%
Standards enthalten Empfehlungen zu			
Hygienischen Maßnahmen bei Intubation	283	213	75,3%
Überprüfen des Cuffs	283	169	59,7%
Endotracheales Absaugen	283	233	82,3%
Mundpflege und Zahnhygiene	283	208	73,5%
Wechsel von Beatmungsschläuchen	283	229	80,9%
Oberkörperlagerung des Patienten	283	209	73,9%
Sedierungsprotokolle	283	100	35,3%
Frage: Wo wird der Großteil der Patienten Ihrer Station intubiert?			
Patienten kommen überwiegend beatmet auf die Station	283	180	63,6%
Patienten werden überwiegend auf eigener Station intubiert	283	103	36,4%
Frage: Welche Anlage wird bevorzugt?			
keine bevorzugte Anlage	283	9	3,2%
nasotracheal	283	16	5,7%
orotracheal	283	258	91,2%
Frage: Wird vor Tätigkeiten an Beatmungszubehör eine Händedesinfektion durchgeführt. Antwort: Immer	283	99	35,0%
Frage: Welches Befeuchtungssystem wird überwiegend eingesetzt?			
aktive Befeuchtung	283	65	23,0%
kein bevorzugtes System	283	14	4,9%
passive Befeuchtung mit BeatmungsfILTER/Heat and Moisture Exchanger (HME)	283	204	72,1%
Frage: Wie ist die routinemäßige Wechselfrequenz der Beatmungsschläuche bei aktiver Befeuchtung?			
alle 24Std.	283	25	8,8%
alle 7 Tage	283	153	54,1%
gar nicht routinemäßig	283	30	10,6%
Sonstiges	283	75	26,5%
Frage: Wie ist die routinemäßige Wechselfrequenz der Beatmungsschläuche bei Einsatz von HME?			
alle 24Std.	283	30	10,6%
alle 7 Tage	283	170	60,1%
gar nicht routinemäßig	283	37	13,1%
Sonstiges	283	46	16,3%
Frage: Wie oft erfolgt die Messung des Cuffdrucks ...			
erfolgt nach festgelegtem Intervall	283	218	77,0%
führt jede Pflegekraft individuell durch	283	47	16,6%
Sonstiges	283	18	6,4%

Prozess- und Strukturparameter Beatmungsassoziierte Pneumonie

	Gültig	Anzahl	%
Frage: Was ist die favorisierte Lagerungsform beatmeter Patienten? Antwort: Oberkörperhochlagerung	283	227	80,2%
Frage: Die Häufigkeit einer Mund- und Zahnpflege ...			
erfolgt nach festgelegtem Intervall	283	244	86,2%
führt jede Pflegekraft individuell durch	283	33	11,7%
Sonstiges	283	6	2,1%
Frage: Welches Absaugsystem wird überwiegend eingesetzt?			
geschlossene Absaugung	283	140	49,5%
kein bevorzugtes System	283	20	7,1%
offene endotracheale Absaugkatheter	283	123	43,5%

Prozess- und Strukturparameter HWK-assoziierte Harnwegsinfektion

	Gültig	Anzahl	%
Frage: Wird auf der ITS ein mikrobiologisches Routinescreening von Urin auch ohne Infektionsverdacht durchgeführt? Antwort: Ja	283	72	25,4%
Frage: Arbeiten nicht examinierte Pflegekräfte mit Harnwegkathetern und Urindrainagesystemen? Antwort: Ja	283	51	18,0%
Frage: Existieren schriftliche Standards zur Prävention der Katheter-assoziierten Harnwegsinfektion? Antwort: Ja	283	252	89,0%
Frage: Werden suprapubische Harnwegkatheter eingesetzt? Antwort: Ja, bevorzugt	283	30	10,6%

Prozess- und Strukturparameter ZVK-assoziierte Sepsis

	Gültig	Anzahl	%
Frage: Existieren schriftliche Standards zur Prävention der ZVK-assoziierten Sepsis? Antwort: Ja	261	237	90,8%
Frage: Sind die Standards für die Mitarbeiter auf der Station leicht abrufbar?			
Ja	261	236	90,4%
Nein	261	1	0,4%
keine Standards	261	23	8,8%
Enthalten diese Standards Empfehlungen zu:			
Hygienischen Maßnahmen bei ZVK-Anlage	261	234	89,7%
ZVK-Pflege und ZVK-Verbandswechsel	261	235	90,0%
Zubereitung von Parenteralia	261	176	67,4%
Umgang mit Infusionssystemen	261	217	83,1%
Anzahl ITS auf denen nicht examinierte Pflegekräfte mit ZVKs arbeiten	261	44	16,9%
Frage: Wo erhält der Großteil der Patienten Ihrer Station den ZVK?			
Patienten erhalten ZVK überwiegend auf eigener Station	262	173	66,0%
Patienten kommen überwiegend mit ZVK auf die Station	262	89	34,0%
Frage: Welche Einstichstelle wird für die ZVK-Anlage bevorzugt gewählt?			
keine bevorzugte Einstichstelle	261	16	6,1%
V. femoralis	261	2	0,8%
V. jugularis interna	261	180	69,0%
V. subclavia	261	63	24,1%

Prozess- und Strukturparameter ZVK-assoziierte Sepsis

	Gültig	Anzahl	%
Frage: Erfolgt die ZVK-Anlage unter maximal sterilen Bedingungen? Antwort: Ja	261	176	67,4%
Frage: Verwenden Sie beschichtete ZVKs (antibiotisch/antiseptisch)?			
Ja, aber nur bei besonderen Indikationen	259	30	11,6%
Ja, routinemäßig bei jedem Patienten	259	33	12,7%
Nein	259	196	75,7%
Frage: Werden bei der Anlage vorbereitete ZVK-Sets verwendet? Antwort: Ja	261	138	52,9%
Frage: Gibt es einen gesonderten Wagen, in dem alle für die ZVK-Anlage benötigten Materialien vorhanden sind? Antwort: Ja	261	160	61,3%
Frage: Werden bei nicht-infektiöser Indikation ZVK-Wechsel über Führungsdraht durchgeführt? Antwort: Ja	261	117	44,8%
Frage: Werden bei infektiöser Indikation ZVK-Wechsel über Führungsdraht durchgeführt? Antwort: Ja	261	16	6,1%
Frage: Wird eine Händedesinfektion vor allen Tätigkeiten am ZVK oder Infusionssystem durchgeführt? Antwort: Immer	261	112	42,9%
Frage: Die Desinfektion der Zuspritzstelle vor Medikamentenapplikation / Anschluss eines Infusionssystems erfolgt: Antwort: Immer	261	85	32,6%
Frage: Nach Benutzung eines Dreiwege-Hahns erfolgt der Verschluss mit frischem sterilen Verschlussstopfen? Antwort: Immer	261	163	62,5%
Frage: Verwenden Sie sogenannte In-Line-Filter (IV-Bakterien-Filter)?			
Ja, aber nur bei besonderen Indikationen	259	31	12,0%
Ja, routinemäßig bei jedem Patienten	259	49	18,9%
Nein	259	179	69,1%
Frage: Verwenden Sie Ventilverschlüsse für Infusionssysteme, die aufschraubbare sterile Verschlusskappen überflüssig machen (sogenannte needleless devices)?			
Ja, aber nur bei besonderen Indikationen	226	31	13,7%
Ja, routinemäßig bei jedem Patienten	226	19	8,4%
Nein	226	176	77,9%
Frage: Wie häufig werden bei wässrigen Lösungen die Infusionssysteme gewechselt? Antwort: Nicht häufiger als alle 72 Stunden	260	174	66,9%
Frage: Wie häufig werden bei Lipidlösungen die Infusionssysteme gewechselt? Antwort: Alle 24 Stunden	256	154	60,2%
Anzahl ITS auf denen angebrochene Einmaldosenbehältnisse (z.B. NaCl 0,9%) mehrfach verwendet werden	261	103	39,5%
Anzahl ITS auf denen Mischinfusionen größtenteils in der Apotheke oder unter LAF auf Station zubereitet werden	261	122	46,7%
Frage: Welche Verbandart wird für ZVK-Verbände überwiegend verwendet?			
Gaze-Verband	260	82	31,5%
Transparentverband	260	178	68,5%

Prozess- und Strukturparameter ZVK-assoziierte Sepsis			
	Gültig	Anzahl	%
Frage: Erfolgt eine Desinfektion der Einstichstelle beim Verbandwechsel? Antwort: Immer	261	206	78,9%
Anzahl ITS auf denen der Anteil der einlumigen ZVK an allen ZVK auf der ITS >50% ist	283	49	17,3%
Frage: Bei welchen Indikationen wird auf der ITS aus ZVK's Blut abgenommen?			
bei Verdacht auf ZVK-assoziierte Sepsis	283	72	25,4%
wenn peripherer Gefäßstatus sehr schlecht	283	135	47,7%

Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse der univariablen Analyse für den Zusammenhang zwischen hohen device-assoziierten Infektionsraten (> 75. Perzentil; Q3, Werte sind der Tabelle 5, oberer Wert des IQR zu entnehmen) und den verschiedenen Faktoren der Struktur- und Prozessqualität sowie des Händedesinfektionsmittelverbrauches (Median siehe Tabelle 5).

Tabelle 6: Ergebnisse der univariablen Analyse für die Zielgrößen hohe Inzidenzdichte der ZVK-assoziierten mikrobiologisch bestätigten Sepsis, der Beatmungsassoziierten Pneumonie, der Beatmungsassoziierten unteren Atemwegsinfektionen, der HWK-assoziierte Harnwegsinfektion; hohe Inzidenzdichte ist binär definiert über das 75% Perzentil der Verteilung über alle ITS (hoch, falls Inzidenzdichte >75% Perzentil). Signifikante Variablen sind FETT dargestellt

Strukturparameter Krankenhaus und Intensivstation					
Parameter	Ausprägungen	ZVK-ass. Mikrobiolog. bestätigte Sepsis > Q3	Beatmungs-ass. Pneumonie > Q3	Beatmungs-ass. Untere Atemwegsinfektion > Q3	HWK-ass. Harnwegsinfektion > Q3
		RR (CI95), p	RR (CI95), p	RR (CI95), p	RR (CI95), p
Art der ITS	sonst vs chirurg. vs intern. vs interdisz.	0,023	0,048	0,003	0,006
Art des Krankenhauses	Universitätsklinikum vs anderes Krankenhaus vs akademisches Lehrkrankenhaus	0,003	0,461	0,641	<0,001
Anzahl ITS des Krankenhauses	>Median vs <=Median	1,48 (0,95-2,29), 0,049	1,08 (0,85-1,63), 0,414	1,02 (0,67-1,54), 0,525	1,31 (1,39-3,73), <0,001
Planbetten der ITS	>Median vs <=Median	1,59 (1,04-2,43), 0,038	0,89 (0,59-1,34), 0,679	1,06 (0,71-1,59), 0,785	1,31 (1,24-3), 0,002
Einzelbettplätze der ITS	>Median vs <=Median	1,21 (0,81-1,82), 0,406	0,92 (0,61-1,38), 0,681	1,29 (0,86-1,94), 0,268	1,11 (0,82-1,83), 0,406
Beatmungsplätze auf der ITS	>Median vs <=Median	1,51 (0,98-2,34), 0,071	1,27 (0,83-1,93), 0,271	1,27 (0,83-1,93), 0,271	1,39 (1,62-4,46), <0,001

Strukturparameter Krankenhaus und Intensivstation

Parameter	Ausprägungen	ZVK-ass. Mikrobiolog. bestätigte Sepsis > Q3	Beatmungs-ass. Pneumonie > Q3	Beatmungs-ass. Untere Atemwegsinfektion > Q3	HWK-ass. Harnwegsinfektion > Q3
		RR (CI95), p	RR (CI95), p	RR (CI95), p	RR (CI95), p
Anteil Einzelbetten an allen ITS-Betten	>Median vs <=Median	1,01 (0,67-1,51), 1,000	0,9 (0,6-1,36), 0,680	0,9 (0,6-1,36), 0,680	1 (0,67-1,5), 1,000
Anteil Beatmungsplätze an allen ITS-Betten	>Median vs <=Median	1,45 (0,95-2,2), 0,098	1,15 (0,77-1,74), 0,495	1,22 (0,81-1,84), 0,339	1,35 (1,36-3,32), <0,001
Pflegekräfte ist / Pflegekräfte soll	<25% vs >=25%	1,12 (0,7-1,78), 0,627	1,1 (0,69-1,75), 0,745	0,72 (0,42-1,24), 0,256	1 (0,62-1,61), 1,000
Krankenhaus-Betten	>Median vs <=Median	1,81 (1,18-2,79), 0,006	0,96 (0,64-1,44), 0,891	0,9 (0,6-1,36), 0,680	1,38 (1,41-3,46), <0,001
Wo wird die mikrobiologische Diagnostik durchgeführt?	Sonstiges vs im eigenen Labor des Krankenhauses vs externes Labor	0,108	0,987	0,779	<0,001
Sind auf der ITS die Entnahmestellen für Wasser zur Anwendung am Patienten überwiegend (mind. zu 80%) mit endständigen Wasserfiltern ausgestattet?	Ja vs Nein	1,09 (0,71-1,69), 0,763	1,23 (0,81-1,88), 0,367	1,23 (0,81-1,88), 0,367	0,92 (0,56-1,41), 0,654
Wie hoch ist der Anteil der Kurzlieger (>48 h) bezogen auf alle aufgenommenen Patienten der ITS?	weniger als ein Drittel vs ein Drittel bis zwei Drittel vs mehr als zwei Drittel	0,018	0,958	0,84	0,147

Liegedauer, Anwendungsdichten, Blutkulturen, Händedesinfektionsmittelverbrauch

Parameter	Ausprägungen	ZVK-ass. Mikrobiolog. bestätigte Sepsis > Q3	Beatmungs-ass. Pneumonie > Q3	Beatmungs-ass. Untere Atemwegsinfektion > Q3	HWK-ass. Harnwegsinfektion > Q3
		RR (CI95), p	RR (CI95), p	RR (CI95), p	RR (CI95), p
Liegedauer	>Median vs <=Median	2,45 (1,54-3,89), <0,001	1,39 (0,92-2,11), 0,13	1,24 (0,82-1,87), 0,336	3,07 (1,88-5,03), <0,001
Beatmungs-Anwendungsrate	>Median vs <=Median	1,66 (1,08-2,53), 0,019	1,57 (1,03-2,39), 0,039	1,39 (0,92-2,11), 0,13	2,46 (1,55-3,92), <0,001
ZVK-Anwendungsrate	>Median vs <=Median	1,04 (0,69-1,56), 0,891	1,48 (0,97-2,25), 0,073	1,39 (0,92-2,11), 0,130	1,89 (1,22-2,92), 0,004
HWK-Anwendungsrate	>Median vs <=Median	1,04 (0,69-1,56), 0,891	1,77 (1,15-2,72), 0,009	1,57 (1,03-2,39), 0,039	1,48 (0,97-2,25), 0,073
Anzahl Blutkulturen/1000 Patiententage	>Median vs <=Median	1,55 (1-2,4), 0,061	1,11 (0,73-1,69), 0,671	1,05 (0,69-1,59), 0,887	1,83 (1,17-2,86), 0,010
HD-Verbrauch/Patiententag	>Median vs <=Median	0,75 (0,39-1,44), 0,516	1,27 (0,63-2,56), 0,652	1,42 (0,74-2,7), 0,391	1 (0,45-2,22), 1,000

Struktur- und Prozessparameter bei Beatmeten Patienten

		Beatmungs-ass. Pneumonie > Q3	Beatmungs-ass. Untere Atemwegsinfektion > Q3
		RR (CI95), p	RR (CI95), p
Wird auf der ITS ein mikrobiologisches Routinescreening von Atemwegsekreten auch ohne Infektionsverdacht bei beatmeten Patienten durchgeführt?	Ja vs Nein	1,00 (0,66-1,52), 1,000	0,89 (0,59-1,34), 0,673
Arbeiten nicht examinierte Pflegekräfte mit Beatmungsequipment?	Ja vs Nein	1,01 (0,49-2,08), 1,000	1,01 (0,49-2,08), 1,000
Existieren schriftliche Standards zur Prävention der beatmungsassozierten Pneumonie?	Ja vs Nein	0,76 (0,46-1,24), 0,346	0,70 (0,43-1,44), 0,187
Sind die Standards für die Mitarbeiter auf der Station leicht abrufbar?	keine Standards vs Ja vs Nein	0,118	0,072
Diese Standards enthalten Empfehlungen zu:			
Hygienischen Maßnahmen bei Intubation	Ja vs Nein	0,63 (0,42-0,96), 0,039	0,72 (0,47-1,1), 0,153
Sedierungsprotokolle	Ja vs Nein	1,08 (0,71-1,63), 0,774	0,89 (0,58-1,38), 0,667

Struktur- und Prozessparameter bei Beatmeten Patienten

		Beatmungs- ass. Pneumonie > Q3	Beatmungsass. Untere Atemweg- infektion > Q3
		RR (CI95), p	RR (CI95), p
Wird auf der ITS ein mikrobiologisches Routinescreening von Atemwegsekreten auch ohne Infektionsverdacht bei beatmeten Patienten durchgeführt?	Ja vs Nein	1 (0,66-1,52), 1,000	0,89 (0,59-1,34), 0,673
Wo wird der Großteil der Patienten Ihrer Station intubiert?	Patienten werden überwiegend auf eigener Station intubiert vs Patienten kommen überwiegend beatmet auf die Station	0,76 (0,48-1,19), 0,252	0,61 (0,38-0,99), 0,044
Welche Anlage wird bevorzugt?	orotracheal vs nasotracheal vs keine bevorzugte Anlage	0,371	0,206
Händedesinfektion vor Tätigkeiten an Beatmungszubehör	immer vs nicht immer	0,96 (0,63-1,48), 1,000	1,03 (0,67-1,57), 1,000
Welches Befeuchtungssystem wird überwiegend eingesetzt?	passive Befeuchtung mit Beatmungsfilter/Heat and Moisture Exchanger (HME) vs kein bevorzugtes System vs aktive Befeuchtung	0,056	0,056
Wie ist die routinemäßige Wechsel- frequenz der Beatmungsschläuche bei aktiver Befeuchtung?	Sonstiges vs gar nicht routinemäßig vs alle 7 Tage vs alle 24Std.	0,736	0,394
Wie ist die routinemäßige Wechsel- frequenz der Beatmungsschläuche bei Einsatz von HME?	Sonstiges vs gar nicht routinemäßig vs alle 7 Tage vs alle 24Std.	0,891	0,942
Messung des Cuffdrucks ...	Sonstiges vs führt jede Pflegekraft individuell durch vs erfolgt nach festgelegtem Intervall	0,867	0,935
Oberkörperhochlagerung beatmeter Patienten	Oberkörperhochlagerung vs keine Oberkörperhochlagerung	0,77 (0,49-1,23), 0,302	0,91 (0,56-1,48), 0,731
Die Häufigkeit einer Mund- und Zahnpflege ...	Sonstiges vs führt jede Pflegekraft individuell durch vs erfolgt nach festgelegtem Intervall	0,013	0,415
Welches Absaugsystem wird überwiegend eingesetzt?	offene endotracheale Absaugkatheter vs kein bevorzugtes System vs geschlossene Absaugung	0,773	0,645

Struktur- und Prozessparameter bei Patienten mit Harnwegkatheter (HWK)

		HWK-ass. Harnweg- Infektion > Q3
		RR (CI95), p
Wird auf der ITS ein mikrobiologisches Routine- screening von Urin auch ohne Infektionsverdacht durchgeführt?	Ja vs Nein	0,94 (0,58-1,51), 0,875
Arbeiten nicht examinierte Pflegekräfte mit Harnweg- kathetern und Urindrainagesystemen?	Ja vs Nein	0,67 (0,36-1,26), 0,214
Existieren schriftliche Standards zur Prävention der katheterassoziierten Harnwegsinfektion?	Ja vs Nein	1,11 (0,56-2,21), 1,000
Werden suprapubische Harnwegkatheter eingesetzt?	ja, bevorzugt vs sonst	0,38 (0,13-1,12), 0,043

Struktur- und Prozessparameter bei Patienten mit ZVK / iv-Therapie

		ZVK-ass. mikro- biolog. bestätigte Sepsis > Q3
		RR (CI95), p
Existieren schriftliche Standards zur Prävention der ZVK-assoziierten Sepsis?	Ja vs Nein	1,25 (0,55-2,8), 0,806
Sind die Standards für die Mitarbeiter auf der Station leicht abrufbar?	Ja vs Nein vs nicht zutreffend	0,622
diese Standards enthalten Empfehlungen zu:		
Hygienischen Maßnahmen bei ZVK-Anlage	Ja vs Nein	1,16 (0,56-2,43), 0,817
ZVK-Pflege und ZVK-Verbandswechsel	Ja vs Nein	1,36 (0,6-3,08), 0,635
Zubereitung von Parenteralia	Ja vs Nein	1,47 (0,9-2,43), 0,128
Umgang mit Infusionssystemen	Ja vs Nein	1,26 (0,68-2,35), 0,566
Arbeiten nicht examinierte Pflegekräfte mit ZVKs?	Ja vs Nein	1,44 (0,89-2,31), 0,183
Wo erhält der Großteil der Patienten Ihrer Station den ZVK?	Patienten kommen überwiegend mit ZVK auf die Station vs Patienten erhalten ZVK überwiegend auf eigener Station	0,78 (0,49-1,24), 0,298
Welche Einstichstelle wird für die ZVK-Anlage bevorzugt gewählt?	V. subclavia vs V. jugularis interna vs V. femoralis vs keine bevorzugte Einstichstelle	0,551
Erfolgt die ZVK-Anlage unter maximal sterilen Bedingungen?	immer vs nicht immer	1,92 (1,11-3,32), 0,014
Verwenden Sie beschichtete ZVKs (antibiotisch/antiseptisch)?	Ja, routinemäßig bei jedem Patienten vs Ja, aber nur bei besonderen Indikationen	0,937

Struktur- und Prozessparameter bei Patienten mit ZVK / iv-Therapie

		ZVK-ass. mikrobiolog. bestätigte Sepsis > Q3
		RR (CI95), p
Werden bei der Anlage vorbereitete ZVK-Sets verwendet?	Ja vs Nein	1,56 (1,01-2,42), 0,047
Gibt es einen gesonderten Wagen, in dem alle für die ZVK-Anlage benötigten Materialien vorhanden sind?	Ja vs Nein	0,91 (0,6-1,39), 0,663
Werden bei nicht-infektiöser Indikation ZVK-Wechsel über Führungsdraht durchgeführt?	Ja vs Nein	0,72 (0,46-1,11), 0,152
Werden bei infektiöser Indikation ZVK-Wechsel über Führungsdraht durchgeführt?	Ja vs Nein	1,52 (0,78-2,97), 0,249
Wird eine Händedesinfektion vor allen Tätigkeiten am ZVK oder Infusionssystem durchgeführt?	immer vs nicht immer	0,71 (0,46-1,11), 0,150
Die Desinfektion der Zuspritzstelle vor Medikamentenapplikation / Anschluss eines Infusionssystems erfolgt:	immer vs nicht immer	0,84 (0,53-1,34), 0,543
Nach Benutzung eines Dreiwege-Hahns erfolgt der Verschluss mit frischem sterilen Verschlussstopfen?	immer vs nicht immer	0,72 (0,47-1,09), 0,141
Verwenden Sie sogenannte In-Line-Filter (IV-Bakterien-Filter)?	routinemäßig vs nicht routinemäßig & nein	0,79 (0,44-1,43), 0,472
Verwenden Sie Ventilverschlüsse für Infusionssysteme, die aufschraubbare sterile Verschlusskappen überflüssig machen (sogenannte needleless devices)?	routinemäßig vs nicht routinemäßig & nein	0,84 (0,34-2,04), 0,791
Wie häufig werden bei wässrigen Lösungen die Infusionssysteme gewechselt?	>=72h vs <72h	1,13 (0,72-1,78), 0,651
Wie häufig werden bei Lipidlösungen die Infusionssysteme gewechselt?	alle 24h vs <24h	1,01 (0,66-1,55), 1,000
Angebrochene Einmaldosenbehältnisse (z.B. NaCl 0,9%) werden mehrfach verwendet:	nie vs sonst	0,89 (0,58-1,38), 0,663
Mischinfusionen werden größtenteils ...	in Apotheke oder Laminar-Airflow zubereitet vs sonst	2,17 (1,39-3,38), 0,001
ZVK-Verbände: Welche Verbandart wird überwiegend verwendet?	Transparentverband vs Gaze-Verband	0,93 (0,6-1,45), 0,761

Struktur- und Prozessparameter bei Patienten mit ZVK / iv-Therapie		
		ZVK-ass. mikrobiolog. bestätigte Sepsis > Q3
		RR (CI95), p
Erfolgt eine Desinfektion der Einstichstelle beim Verbandwechsel?	immer vs nicht immer	0,92 (0,56-1,5), 0,73
Anteil der einlumigen ZVK an allen ZVK auf der ITS (%)	einlumig \geq 50% vs einlumig <50%	0,46 (0,21-0,99), 0,029
Bei welchen Indikationen wird auf der ITS aus ZVK's Blut abgenommen?		
bei Verdacht auf ZVK-assoziierte Sepsis	Ja vs Nein	0,66 (0,39-1,14), 0,155
wenn peripherer Gefäßstatus sehr schlecht	Ja vs Nein	1,08 (0,72-1,62), 0,783

RR, Relative Risiko; CI, Konfidenzintervall; p Fisher's Exakter Test (binäre Parameter) oder Chi-Quadrat-Test;

Tabelle 7 ist zu entnehmen, in Bezug auf welche unabhängigen Einflussfaktoren der Struktur- und Prozessqualität sich im Rahmen der multivariaten Analyse eine Assoziation zu hohen Beatmungsassoziierten Pneumonieraten ergab. Es verbleiben die spezialisierten Typen von Intensivstationen wie neurochirurgische, neurologische, kardiochirurgische oder pädiatrische Intensivstationen, die passive Befeuchtung im Vergleich zur aktiven Befeuchtung und die Durchführung der Mund- und Zahnpflege nach nicht festgelegtem Intervall.

Tabelle 7: Ergebnisse multivariable logistische Regressionsanalyse für die Zielgröße hohe Inzidenzdichte Beatmungsassoziierte Pneumonie

Parameter	Ausprägung	p	OR	CI95
Art der ITS	interdisziplinär	,004	1=Referenz	
	internistisch	,493	0,74	(0,32-1,74)
	chirurgisch	,097	1,88	(0,89-3,94)
	sonstige	,001	4,38	(1,77-10,82)
Welches Befeuchtungssystem wird überwiegend eingesetzt?	aktive Befeuchtung	,012	1=Referenz	
	kein bevorzugtes	,176	0,20	(0,02-2,03)
	passive Befeuchtung	,024	2,45	(1,13-5,33)
Die Häufigkeit einer Mund- und Zahnpflege ...	erfolgt nach festgelegtem Intervall	,002	1=Referenz	
	führt jede Pflegekraft individuell durch	,002	3,66	(1,61-8,34)
	Sonstige	,062	4,91	(0,92-26,15)

Logistische Regressionsanalyse mit Variablenselektion schrittweise vorwärts: Signifikanzniveau für die Aufnahme einer Variable in das Modell $p=0.05$ und für das Entfernen einer Variable aus dem Modell $p=0.10$; Nagelkerkes R-Quadrat=.146; Fläche unter der ROC-Kurve=.688

Im Hinblick auf den Endpunkt untere beatmungsassoziierte Atemwegsinfektion ergeben sich ausgenommen von der Mund-/Zahnpflege dieselben Risikofaktoren (Tabelle 8).

Tabelle 8: Ergebnisse multivariable logistische Regressionsanalyse für die Zielgröße hohe Inzidenz-dichte Beatmungsassoziierte untere Atemwegsinfektion

Parameter	Ausprägung	p	OR	CI95
Art der ITS	interdisziplinär	,001	1=Referenz	
	internistisch	,107	,461	(0,18-1,18)
	chirurgisch	,118	1,765	(0,87-3,6)
	sonstige	,002	4,125	(1,71-9,97)
Welches Befeuchtungssystem wird überwiegend eingesetzt?	aktive Befeuchtung	,015	1=Referenz	
	kein bevorzugtes	,363	,362	(0,04-3,23)
	passive Befeuchtung	,015	2,629	(1,21-5,73)

Logistische Regressionsanalyse mit Variablenselektion schrittweise vorwärts: Signifikanzniveau für die Aufnahme einer Variable in das Modell $p=0.05$ und für das Entfernen einer Variable aus dem Modell $p=0.10$; Nagelkerkes R-Quadrat=.122; Fläche unter der ROC-Kurve= .672

Tabelle 9 zeigt die signifikanten Risikofaktoren für hohe Harnwegkatheter-assoziierte Harnwegsinfektionsraten. Das Vorhandensein eines eigenen mikrobiologischen Labors im Krankenhaus und eine mittlere Liegedauer über dem Median der Intensivstationen sind danach signifikante Einflussfaktoren.

Tabelle 9: Ergebnisse multivariable logistische Regressionsanalyse für die Zielgröße hohe Inzidenz-dichte HWK-assoziierte Harnwegsinfektion

Parameter	Ausprägung	p	OR	CI95
Wo wird die mikrobiologische Diagnostik durchgeführt?	externes Labor	,000	1=Referenz	
	im eigenem Krankenhaus	,000	3,371	(1,82-6,24)
	sonstiges	,649	1,334	(0,39-4,62)
Liegedauer	> Median vs <=Median	,000	3,448	(1,83-6,51)

Logistische Regressionsanalyse mit Variablenselektion schrittweise vorwärts: Signifikanzniveau für die Aufnahme einer Variable in das Modell $p=0.05$ und für das Entfernen einer Variable aus dem Modell $p=0.10$; Nagelkerkes R-Quadrat=0.257; Fläche unter der ROC-Kurve= .733

In Bezug auf die ZVK-assoziierte Sepsis ergab die multivariate Analyse erneut den Status einer spezialisierten Intensivstation als Risikofaktor für hohe ZVK-assoziierte Sepsisraten sowie eine mittlere Liegedauer über dem Median der Intensivstationen. Intensivstationen, dieangaben Dreiwegehähne nach jeder Benutzung mit einem frischen sterilen Verschlussstopfen zu verschließen, waren signifikant seltener Stationen mit hoher ZVK-assoziiertes Sepsisrate. Stationen, die ihre Mischinfusionen regelmäßig in der Apotheke zubereiten ließen, gehörten signifikant häufiger zu den ITS mit hoher ZVK-assoziiertes Sepsisrate.

Tabelle 10: Ergebnisse multivariable logistische Regressionsanalyse für die Zielgröße hohe Inzidenzdichte ZVK-assoziierte Sepsis

Parameter	Ausprägung	p	OR	CI95
Art der ITS	interdisziplinär	,016	1=Referenz	
	internistisch	,614	,799	(0,33-1,91)
	chirurgisch	,932	,965	(0,43-2,17)
	sonstige	,003	4,757	(1,67-13,51)
Liegedauer	> Median vs <=Median	,003	2,800	(1,43-5,49)
Nach Benutzung eines Dreiwege-Hahns erfolgt der Verschluss mit frischem sterilen Verschlussstopfen?	immer vs nicht immer	,042	,518	(0,27-0,98)
Mischinfusionen werden größtenteils ...	in der Apotheke bestellt	,004	1=Referenz	
	auf der Station unter der Laminar-Air-Flow-Werkbank zubereitet	,020	,057	(0,01-0,64)
	im Patientenzimmer zubereitet	,006	,245	(0,09-0,66)
	in einem reinen Arbeitsraum zubereitet	,037	,469	(0,23-0,95)

Logistische Regressionsanalyse mit Variablenselektion schrittweise vorwärts: Signifikanzniveau für die Aufnahme einer Variable in das Modell $p=0.05$ und für das Entfernen einer Variable aus dem Modell $p=0.10$; Nagelkerkes R-Quadrat=.217; Fläche unter der ROC-Kurve= .738

Auf keine der vier Zielgrößen zeigte der Parameter Händedesinfektionsmittelverbrauch / Patiententag einen signifikanten Einfluss, weder in der einfachen noch in der multiplen logistischen Regressionsanalyse.

DISKUSSION

Eine Fragebogen-Beantwortungsquote von 61 % (293 Intensivstationen) liegt im Rahmen der Beantwortungsrate von anderen Umfragen und kann vor allem unter dem Aspekt der Ausführlichkeit des Fragebogens als erfreulich hoch angesehen werden. In Bezug auf Device-Anwendungsraten und Device-assoziierte Infektionsraten unterscheiden sich die Antwortenden nicht von der Gesamtgruppe der KISS-Intensivstationen. Von 283 Intensivstationen lagen für den festgelegten Zeitraum auch Infektionsdaten vor, so dass die Analysen sich auf diese Intensivstationen konzentrierten.

Betrachtet man die deskriptiven Daten zur Umsetzung von verschiedenen Präventionsmaßnahmen, so fällt eine große Variabilität zwischen den Intensivstationen auf. Teilweise werden nicht Evidenzbasierte Präventionsmaßnahmen unnötig durchgeführt (z.B. 9 % der Intensivstationen wechseln immer noch täglich Beatmungsschläuche obwohl das seit mehr als 10 Jahren nicht mehr empfohlen wird)^{7, 8}. Auf der anderen Seite werden immer noch Maßnahmen durchgeführt, die unbedingt zu vermeiden sind. Beispielsweise werden angebrochene Einmaldosenbehältnisse (z.B. NaCl 0,9%) in 40 % der Stationen nach Anbruch gelagert und weiter verwendet^{9, 10}.

Bei der Interpretation dieser Zahlen ist zusätzlich zu beachten, dass die Daten pro ITS erhoben wurden, und hier in der Regel das angegeben wurde, was die Stationsleitung im Zusammenwirken mit dem Hygienefachpersonal als Standard auf der Station ansah. Im Einzelfall kann die Realität deutlich

davon abweichen, wie aufgrund von Beobachtungsstudien z.B. für die Oberkörperhochlagerung beatmeter Patienten bekannt ist ¹¹.

Auch aufgrund methodischer Schwierigkeiten wurde im Fragebogen auf die Erhebungen der Erkrankungsschwere z.B. anhand von Score-System der auf der ITS überwiegend versorgten Patienten verzichtet. Sowohl die überdurchschnittliche lange Aufenthaltsdauer auf den Intensivstationen als auch die Unterbringung in der fachspezifischen Intensivstation ist in der Regel jedoch mit besonderer Erkrankungsschwere assoziiert. Beide Faktoren zeigten in der univariaten Analyse eine Assoziation zu hohen Infektionsraten. Die Verfügbarkeit eines eigenen mikrobiologischen Labors könnte zu einer höheren mikrobiologischen Untersuchungsfrequenz und damit auch zu einer höheren Wahrscheinlichkeit führen, dass die für die Diagnostik einer nosokomialen Infektion notwendigen Kriterien erfüllt sind. Im Fall der Katheter-assoziierten Harnwegsinfektion wird dieses Phänomen besonders deutlich. Aber auch die große Bandbreite der Frequenz der Abnahme von Blutkulturen mit einem „Range“ von 22,8 - 89,7 pro 1000 Patiententage zwischen den Quartilen muss in diesem Zusammenhang unbedingt erwähnt werden, denn eine laborbestätigte Sepsis kann nach den CDC-Kriterien nur auf der Basis einer positiven Blutkultur identifiziert werden. .

Etwas unerwartet ist der klare Vorteil der aktiven gegenüber der passiven Befeuchtung in Bezug auf hohe beatmungsassoziierte UAWI-Raten. Die Ergebnisse der bislang hierzu durchgeführten randomisierten kontrollierten Studien sind inkonsistent ^{12, 13, 14} und es existierten bisher keine klaren Hinweise für den Vorteil der aktiven Befeuchtung. Die Identifikation des Einflusses der regelmäßigen Mundpflege nach einheitlichem festgelegtem Intervall als Bestandteil der Präventionsmaßnahmen bei beatmeten Patienten auf einer Station auf deren beatmungsassoziierte Pneumonierate unterstreicht die inzwischen hinlänglich bekannte Bedeutung der oralen Pflege für die Vermeidung von beatmungsassoziierten Pneumonien ^{15, 16, 17}.

Der protektive Effekt der regelmäßigen Verwendung von frischen Verschlussstopfen bei der Prävention der ZVK-assoziierten Sepsis wird durch die Ergebnisse der multivariaten Analyse ebenfalls unterstrichen ^{10, 18}. Erstaunlich ist dagegen, dass sich die Zubereitung von Mischinfusionen in der Apotheke im Vergleich zur Zubereitung auf der Station als Risikofaktor für hohe ZVK-assoziierte Sepsisraten herausgestellt hat. Eventuell handelt es sich hier um eines der typischen reaktiven Phänomene, dass Intensivstationen mit hohen ZVK-assoziierten Sepsisraten ihre Verfahrensweise als Reaktion auf hohe Infektionsraten umgestellt haben. Da die Analyse nur das Vorhandensein einer Assoziation feststellen kann, nicht jedoch die Richtung im Sinne einer Ursache-Wirkungsbeziehung ist die hier festgestellte Beziehung der Variablen zu hohen Infektionsraten daher evtl. deren Wirkung und nicht deren Ursache.

Ein hoher Verbrauch von alkoholischem Händedesinfektionsmittel hat sich in der vorliegenden Analyse nicht als protektiver Faktor für eine der untersuchten Device-assoziierten Infektionen erwiesen. Dafür kommen die folgenden Erklärungen infrage:

- Da nur 116 Intensivstationen für diese Analyse herangezogen werden konnten, war die Datenmenge nicht ausreichend, um einen signifikanten Effekt nachzuweisen.

- Das Niveau der alkoholischen Händedesinfektion in den untersuchten Intensivstationen ist insgesamt noch auf einem zu geringen Niveau, um ausreichend zu diskriminieren.
- Der HD-Gesamtverbrauch unterscheidet nicht zwischen Händedesinfektion vor infektionsrelevanten Handlungen und Händedesinfektion aus anderer Indikation (Eigenschutz Personal). Stationen mit geringerer Compliance einer hygienischen Händedesinfektion vor infektionsrelevanten Tätigkeiten können durch eine evtl. hohe Compliance bei weniger relevanten Indikationen aufgrund der Messmethode nicht identifiziert werden. Der real existierende Präventionseffekt der Händedesinfektion wird hierdurch verschleiert.

Publikation der Ergebnisse

Ein Manuskript mit Darstellung der deskriptiven Analyse wird zur Zeit zur Einreichung in *Der Anaesthetist* präpariert.

3. Assoziation von wichtigen Parametern der Struktur- und Prozessqualität mit dem Endpunkt postoperative Wundinfektionsrate in operativen Abteilungen (OP-KISS)

ZIELSTELLUNG

Teil A: Analyse in Bezug auf die Ausstattung mit RLT-Anlagen von operativen Abteilungen und deren Assoziation zu postoperative Wundinfektionen

Teil B. Überprüfung möglicher Assoziationen von Parametern der Struktur- und Prozessqualität in operativen Abteilungen mit dem Outcome-Parameter postoperative Wundinfektionen (OP-KISS).

Gemeinsame METHODE Teil A und Teil B

Ende 2008 wurde ein Fragebogen mit insgesamt 90 Fragen zur Erhebung von Struktur- und Prozessparametern in operativen Abteilungen erarbeitet und in einigen Pilotkrankenhäusern getestet. Die Umfrage wurde unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus der Pilotphase zu einer webbasierten Umfrage umgearbeitet und die Teilnehmer von OP-KISS wurden im Februar 2009 mittels E-Mail eingeladen, die Fragen zu beantworten.

Die Fragen beinhalteten folgende Themenkomplexe:

1. Struktur und Ausstattung der operativen Abteilungen
2. Abfrage von Prozessparametern zur Prävention der Wundinfektionen im OP und auf den Stationen

Für 30 verschiedene Indikatoroperationen wurden im Jahr 2008 postoperative Wundinfektionen erfasst. Allerdings ist der Umfang der Beteiligung der chirurgischen Abteilungen bezüglich der erfassten Indikatoroperationsarten als auch der Anzahl erfasster Operationen sehr unterschiedlich. Für die Analyse der Fragestellungen in Teil A und Teil B wurden unterschiedliche methodische Festlegungen getroffen und die berücksichtigten OP-Daten auf unterschiedliche Zeiträume beschränkt. Nur so war es möglich, entsprechend der Fragestellungen, einerseits sinnvolle Zusammenfassungen vorzunehmen, aber andererseits bei wichtigen Einzeloperationsarten keine Verzerrung durch „Poolen“ der Daten zu erzeugen, sowie eine adäquate Anzahl Operationen je Abteilung in der Analyse berücksichtigen zu können.

METHODE Teil A

Es wurden getrennte Analysen für die wichtigsten orthopädischen/traumatologischen Indikator-OP-Arten durchgeführt, d.h. separat für Hüftendoprothesen bei Arthrose und Fraktur. Um bei den einzelnen OP-Arten ausreichend Operationen einschließen zu können, wurde der Zeitraum von Juli 2004 bis Juni 2008 berücksichtigt. Dieser lange Zeitraum erscheint gerechtfertigt, weil sich die Struktur von RLT-Anlagen nicht regelmäßig und kurzfristig verändert.

Teil A Analyse in Bezug auf die Ausstattung von operativen Abteilungen mit RLT-Anlagen

METHODE zu Teil A)

Für die Analyse wurden die OP-KISS-Daten des an eine Vorgängerstudie anschließenden Zeitraumes von Juli 2004 bis Juni 2008 verwendet. Für die Diagnostik der postoperativen Wundinfektionen wurden die Definitionen der Centers für Disease Control and Prevention (CDC) zugrunde gelegt¹⁹. Neben der Analyse zum Outcome aller postoperativen Wundinfektionen, wurde der Focus der Analyse zusätzlich auf die tiefen Wundinfektionen bzw. Gelenkinfektionen nach Hüftendoprothesen gelegt. Die oberflächlichen Wundinfektionen wurden wegen ihrer geringeren Konsequenzen nicht separat analysiert. Patienten mit Implantat wurden bis maximal 12 Monate nach der Operation nachbeobachtet, also längstens bis Juni 2009. In dieser Studie erfolgte eine Konzentration auf die aseptischen Patienten, da bei kontaminierten Wundverhältnissen ohnehin kaum mit einer Beeinflussung durch die OP-Luft zu rechnen ist. Zusätzlich wurde die Größe der „laminar airflow“ Decke berücksichtigt. Es wurden nur operative Abteilungen berücksichtigt, die wenigstens 100 Operationen dieser Art im Beobachtungszeitraum erfasst hatten.

Anfang 2009 wurde an alle an OP-KISS teilnehmenden operativen Abteilungen ein Fragebogen versendet, der auch Fragen zur Klimatisierung der in erster Linie bei der Durchführung der Indikatoroperationen verwendeten OP-Säle einschloss. Abteilungen mit sehr alten raumlufttechnischen (RLT) -Anlagen (vor 1990 installiert) wurden von der weiteren Analyse ausgeschlossen, ebenso erst ab 2005 installierte Anlagen, die somit während des Beobachtungszeitraumes überwiegend noch nicht vorhanden waren. Außerdem wurden Abteilungen von der Analyse ausgeschlossen, die zwar „laminar airflow“ (LAF) haben, aber keine geeignete Gewebedecke, so dass der durch die LAF-Strömung zu erwartende Effekt eingeschränkt sein könnte. Die Ergebnisse der Umfrage wurden mit den Daten der OP-KISS-Datenbank kombiniert. Alle Analysen wurden separat für die einzelnen OP-Arten durchgeführt. Die univariate und multivariate Analyse berücksichtigte als wichtige Risikofaktoren Geschlecht, Alter, OP-Dauer, ASA-Score (präoperativ vom Anästhesisten festgelegter Score von 1 bis 5 zur Berücksichtigung des Schweregrades eventuell vorhandener Grundkrankheiten), LAF versus konventionelle dreistufig gefilterte Luft und Größe der LAF-Decke mindestens 3,20 m x 3,20 m versus kleinere Decke. Für jede OP-Art wurden separate multiple logistische Regressionsanalysen durchgeführt, dabei wurde die Methode der „generalized estimating equations (GEE)“ angewendet, die die zu erwartenden Clustereffekte durch Durchführung verschiedener Operationen in einer OP-Abteilung berücksichtigt.

ERGEBNISSE zu Teil A:

Insgesamt 32 463 Hüftendoprothesen nach Arthrose aus 48 Abteilungen, und 7 749 Hüftendoprothesen nach Fraktur aus 41 Abteilungen konnten in die Untersuchung eingeschlossen werden, weil sowohl ausreichend Operationen pro Abteilung erfasst wurden und auch die Informationen zur RLT-Anlage vorlagen (Tabelle 11).

Tabelle 11: Beantwortung der Fragebögen und Charakterisierung der raumlufttechnischen (RLT)-Anlagen bei den orthopädischen Abteilungen, die 2009 Hüftendoprothese-Daten im Rahmen von OP-KISS erfassten

Charakterisierung der RLT-Anlage	OP-Säle für Hüftendoprothesen Arthrose	OP-Säle für Hüftendoprothesen-Fraktur
OP-Abteilungen, die die Hüftendoprothesen als Indikator-OP durchführen und einen Fragebogen erhielten	147	100
Abteilungen, die geantwortet haben	76 (52%)	60 (60%)
Davon mit Anlagen gebaut zwischen 1990 und 2005	53	44
Davon Anlagen mit HEPA-Qualität (HEPA= high efficiency particular air filter)	48	41
Davon Anlagen mit Laminar airflow (LAF)	33	30
Davon mindestens 3,20 m x 3,20 m Deckengröße	13	12

Die Mehrheit der orthopädischen Operationen wird in OP-Sälen mit LAF durchgeführt (Tabelle 12).

Tabelle 12: Wundinfektionsraten stratifiziert nach OP-Arten und der Technik der RLT-Anlage im OP (LAF vs. konventionelle 3-stufige Belüftung) (Wundinfektionen pro 100 Operationen)

OP-Art	Kategorien	Laminar airflow belüftete Abteilungen	Konventionell belüftete Abteilungen	Alle Abteilungen
Hüftendoprothese Arthrose	Abteilungen	33	15	48
	Operationen	23 017	10 446	33 463
	Alle Wundinfektionen (pro 100 OPs)	260 (1,13)	76 (0,73)	336 (1,00)
	Tiefe Wundinfektionen (pro 100 OPs)	196 (0,85)	52 (0,50)	248 (0,74)
Hüftendoprothese Fraktur	Abteilungen	30	11	41
	Operationen	6 513	1 236	7 749
	Alle Wundinfektionen (pro 100 OPs)	222 (3,41)	30 (2,43)	252 (3,25)
	Tiefe Wundinfektionen (pro 100 OPs)	160 (2,46)	25 (2,02)	185 (2,39)

Die Tabellen 13 und 14 zeigen die Ergebnisse der univariaten Analyse für die untersuchten Einflussfaktoren bezüglich der Endpunkte alle Wundinfektionen bzw. tiefe Wundinfektionen.

Tabelle 13: Univariate Analyse mit dem Endpunkt alle Wundinfektionen für die ausgewählten OP-Arten (Anzahl Wundinfektionen pro 100 Operationen)

Procedure	Risikofaktor	OP mit Risikofaktor	WI-Rate	OP ohne Risikofaktor	WI-Rate	p-Wert
Hüftendo- prothese Arthrose	Männliches Geschlecht	13 158	159 (1,21)	20 305	177 (0,87)	0,003
	Alter > 75. Perzentile	7 391	85 (1,15)	26 072	251 (0,96)	0,165
	OP-Dauer > 75. Perzentile	5 891	90 (1,53)	27 572	246 (0,89)	<0,0001
	ASA score \geq 3	11 827	178 (1,51)	21 636	158 (0,73)	<0,0001
	Laminar airflow - Belüftung	23 017	260 (1,13)	10 446	76 (0,73)	0,0006
	LAF-Decke mit mindestens 3.2 x 3.2 m Größe	7 291	79 (1,08)	26 172	257 (0,98)	0,426
Hüftendo- prothese Fraktur	Männliches Geschlecht	2 090	77 (3,68)	5 659	175 (3,09)	0,194
	Alter > 75. Perzentile	1 563	40 (2,56)	6 186	212 (3,43)	0,093
	OP-Dauer > 75. Perzentile	1 697	63 (3,71)	6 052	189 (3,12)	0,245
	ASA score \geq 3	5 325	193 (3,62)	2 424	59 (2,43)	0,006
	Laminar airflow - Belüftung	6 513	222 (3,41)	1 236	30 (2,43)	0,080
	LAF-Decke mit mindestens 3.2 x 3.2 m Größe	2 326	86 (3,70)	5 423	166 (3,06)	0,162

Tabelle 14: Univariate Analyse mit dem Endpunkt tiefe Wundinfektionen für die ausgewählten OP-Arten (Anzahl Wundinfektionen pro 100 Operationen)

Procedure	Risikofaktor	OP mit Risikofaktor	Tiefe WI-Rate	OP ohne Risikofaktor	Tiefe WI-Rate	p-Wert
Hüftendo- prothese Arthrose	Männliches Geschlecht	13 158	122 (0,93)	20 305	126 (0,62)	0,002
	Alter > 75. Perzentile	7 391	63 (0,85)	26 072	185 (0,71)	0,219
	OP-Dauer > 75. Perzentile	5 891	67 (1,14)	27 572	181 (0,66)	0,0002
	ASA score \geq 3	11 827	134 (1,13)	21 636	114 (0,53)	<0,0001
	Laminar airflow - Belüftung	23 017	196 (0,85)	10 446	52 (0,50)	0,0003
	LAF-Decke mit mindestens 3.2 x 3.2 m Größe	7 291	61 (0,84)	26 172	187 (0,71)	0,280
Hüftendo- prothese Fraktur	Männliches Geschlecht	2 090	63 (3,01)	5 659	122 (2,16)	0,036
	Alter > 75. Perzentile	1 563	27 (1,73)	6 186	158 (2,55)	0,063
	OP-Dauer > 75. Perzentile	1 697	50 (2,95)	6 052	135 (2,23)	0,105
	ASA score \geq 3	5 325	142 (2,67)	2 424	43 (1,77)	0,016
	Laminar airflow - Belüftung	6 513	160 (2,46)	1 236	25 (2,02)	0,416
	LAF-Decke mit mindestens 3.2 x 3.2 m Größe	2 326	63 (2,71)	5 423	122 (2,25)	0,224

Im Ergebnis der multivariaten Analyse resultieren Odds ratios für den Einfluss von LAF von 0,95 (CI95 0,54-1,72) mit dem Endpunkt alle Wundinfektionen und 1,08 (0,53-2,20) mit dem Endpunkt tiefe Wundinfektionen für Hüftendoprothesen nach Arthrose (Tabelle 15). Auch eine Deckengröße von mindestens 3,20 m x 3,20 m oder größer ist danach nicht mit einem Vorteil für die Patienten assoziiert. Nur patienteneigene Risikofaktoren wie männliches Geschlecht und hoher ASA-Score sowie lange OP-Dauer sind mit signifikant höheren Wundinfektionsraten assoziiert.

Tabelle 15: Adjustierte Odds ratios (mit 95 % Konfidenzintervall, CI95) nach einem multiplen logistischen Regressionsmodell (generalized estimating equations (GEE) – Methode für Hüftendoprothese (Arthrose)

Risikofaktoren	Endpunkt Wundinfektionen OR (CI95)	Endpunkt tiefe Wundinfektionen OR (CI95)
Männliches Geschlecht	1,36 (1,06-1,74)	1,47 (1,14-1,89)
Alter > 75. Perzentil	0,98 (0,75-1,28)	0,98 (0,73-1,30)
OP-Dauer > 75. Perzentil	1,68 (1,37-2,06)	1,68 (1,29-2,19)
ASA-Score \geq 3	1,82 (1,50-2,22)	1,93 (1,52-2,44)
Laminar airflow-Belüftung	0,95 (0,54-1,72)	1,08 (0,53-2,20)
Deckengröße mindestens 3,20 m x 3,20 m	1,03 (0,60-1,75)	1,05 (0,56-1,97)

Auch bei den Hüftendprothesen nach Fraktur ist weder ein Vorteil von laminar airflow noch von einer großen Deckengröße im Hinblick auf die beiden Endpunkte alle Wundinfektionen bzw. tiefe Wundinfektionen zu erkennen (Tabelle 16).

Tabelle 16: Adjustierte Odds ratios (mit 95 % Konfidenzintervall) nach einem multiplen logistischen Regressionsmodell (generalized estimating equations (GEE) – Methode für Hüftendoprothese (Fraktur)

Risikofaktoren	Endpunkt Wundinfektionen OR (CI95)	Endpunkt tiefe Wundinfektionen OR (CI95)
Männliches Geschlecht	1,20 (0,92-1,57)	1,43 (1,04-1,96)
Alter > 75. Perzentil	0,70 (0,48-1,02)	0,64 (0,41-1,01)
OP-Dauer > 75. Perzentil	1,19 (0,89-1,59)	1,28 (0,97-1,71)
ASA-Score \geq 3	1,54 (1,15-2,05)	1,55 (1,07-2,23)
Laminar airflow-Belüftung	1,44 (0,79-2,65)	1,25 (0,61-2,58)
Deckengröße mindestens 3,20 m x 3,20 m	1,03 (0,63-1,67)	1,06 (0,57-1,94)

DISKUSSION zu Teil A

Im Jahre 1982 erschienen die Ergebnisse einer englisch-schwedischen Arbeitsgruppe zum Einfluss von Laminar airflow (LAF) auf das Entstehen von tiefen postoperativen Wundinfektionen²⁰. Obwohl diese Studie verschiedene Limitationen hatte - so wurde beispielsweise nicht im Hinblick auf den Einfluss der gleichzeitig untersuchten perioperativen Antibiotikaprophylaxe adjustiert – sind inzwischen Operationsräume, die nicht nur mit 3-stufiger Filtration, sondern zusätzlich mit LAF ausgestattet sind, in vielen Krankenhäusern zum Standard geworden, vor allem in der Orthopädie.

Trotzdem ist die Evidenz für die zusätzliche Verwendung von LAF zu der 3-stufigen Filtration beim Einblasen von Luft in den OP wissenschaftlich kontrovers. Seit 1982 sind keine weiteren randomisierten kontrollierten Studien zu diesem Thema erschienen, die publizierten Studien zu diesem Thema haben nicht nur methodische Probleme, sondern auch zu unterschiedlichen Ergebnissen geführt^{21, 22, 23}. Die US amerikanischen Empfehlungen zur Infektionsprävention haben der Anwendung von LAF somit die Kategorie „keine Empfehlung, ungelöste Frage“ zugeordnet²⁴. Trotzdem und trotz der erheblichen Zusatzkosten für den Bau und Betrieb solcher LAF-Systeme gibt es Experten, die sogar eine Ausweitung des Einsatzes von LAF Systemen fordern, zum Beispiel für Implantat-Operationen im Bereich der Abdominal-oder Herzchirurgie. Auch eine Konzentration auf große LAF- Decken (mindestens 3,20 m x 3,20 m) wird vorgegeben (DIN 1946-4; 2008).

Um zusätzliches Material zur Beurteilung des Einflusses von LAF bei der Prävention von postoperativen Wundinfektionen zu liefern, haben wir kürzlich die Ergebnisse einer Analyse auf der Basis der Daten des Krankenhaus-Infektions-Surveillance-Systems (KISS) zum Auftreten von postoperativen Wundinfektionen für den Zeitraum 2000 bis Juni 2004 publiziert³. Nach unseren Ergebnissen hat LAF zu keinem zusätzlichen protektiven Effekt im Hinblick auf das Auftreten von Wundinfektionen bei orthopädischen und abdominalchirurgischen Operationen geführt. In einem begleitenden Editorial der „Annals of Surgery“ wurde kommentiert, dass auf der Basis der nun vorliegenden Daten zu diesem Thema und der hohen erforderlichen Fallzahl (ca. 2500 Patienten) es wahrscheinlich nicht mehr sinnvoll wäre, eine randomisierte kontrollierte Studie zum Vergleich LAF versus konventionelle Klimatisierung durchzuführen²⁵. In Deutschland hat diese Studie allerdings kontroverse Diskussionen ausgelöst^{26, 27, 28}. Deshalb haben wir uns entschieden, für den

anschließenden Zeitraum eine Folgestudie durchzuführen, dabei den Fokus allein auf Hüftendoprothesen zu legen, weil aufgrund der Implantate hier besonders vehement die Operation unter LAF-Decken gefordert wird, und zusätzlich die Größe der LAF Decke mit zu berücksichtigen, da teilweise angemerkt wurde, dass die in früheren Jahren gebauten LAF-Decken, die in der Vorstudie mitberücksichtigt wurden, überwiegend zu klein gebaut wurden.

Tabelle 17 gibt einen Überblick über die inzwischen zu dieser Fragestellung existierenden Untersuchungen.

Tabelle17: Überblick über Studien zum Einfluss von laminar airflow (LAF) auf die Entwicklung von postoperativen Wundinfektionen bei orthopädischen Operationen

Studie (Erstautor/ Jahr)	OP-Art	Land	Abteilungen	Anzahl OPs	OR (CI95) für den Risikofaktor LAF im Hinblick auf den Endpunkt Wundinfektionen
Engesaeter et al. 2003 ²⁹	Hüftendo- prothese	Norwegen	Nicht bekannt	22 170	Nicht signifikant (OR unbekannt)
Miner et al. 2007 ³⁰	Knieendo- prothese	USA	256	8 288	1,57 (0,75-3,31)
Brandt et al. 2008 ³ Periode: 2000 – 06/2004	Hüftendo- prothese	Deutschland	44	28 623	1,44 (0,93-2,23)
	Knieendo- prothese	Deutschland	18	9 396	2,38 (0,89-6,33)
Diese Analyse Periode: 07/2004 - 06/2009	Hüftendo- prothese, Arthrose	Deutschland	48	33 463	0,96 (0,54-1,72)
	Hüftendo- prothese, Fraktur	Deutschland	41	7 749	1,44 (0,79-2,65)

Aufgrund dieser sehr konsistenten Resultate verschiedener Studien wird deutlich, dass ein protektiver Effekt auf das Entstehen von postoperativen Wundinfektionen durch Anwendung von LAF nicht zu erwarten ist, auch dann nicht, wenn man sehr große Decken (mindestens 3,20 m x 3,20 m) baut.

Selbstverständlich hat auch diese Analyse Limitationen:

- Die Studie verwendet Surveillance-Daten, die eigentlich für einen anderen Zweck, nämlich das Qualitätsmanagement erhoben wurden. Das hat den Nachteil, dass bestimmte Patientenfaktoren wie z.B. Blutzuckereinstellung, chirurgische Technik nicht erhoben wurden, hat aber auch den großen Vorteil, dass eine große Anzahl von Eingriffen aus vielen Zentren in die Analyse eingeschlossen werden konnte.
- Wir waren nicht in der Lage die Gabe der perioperativen Prophylaxe individuell für jeden einzelnen Patienten zu berücksichtigen, weil diese Information nicht regelmäßig in KISS erhoben wird. Unter den teilnehmenden Zentren geben allerdings 99,1% an, regelmäßig eine Prophylaxe bei Hüftendoprothese wegen Arthrose durchzuführen und 95,2 % bei Fraktur - bedingter Hüftendoprothese.

Es kann geschlussfolgert werden, dass LAF keinen protektiven Effekt im Hinblick auf die Vermeidung von postoperativen Wundinfektionen bei Hüftendoprothesen hat. Dabei führen auch größere

Deckengrößen nicht zu einem verbesserten Effekt von LAF. Unter dem Aspekt des möglichst effektivsten Einsatzes der zunehmend limitierten finanzieller Ressourcen im Gesundheitswesen, sollten deshalb LAF-Decken nicht mehr eingebaut werden.

Publikation der Ergebnisse

Breier A, Sohr D, Gastmeier P. Operating Room Ventilation with Laminar Airflow: Effect on Severe Surgical Site Infection Rates in Hip Replacement Surgery; Oral Presentation Fifth, Decennial International Conference on Healthcare-associated Infections (SHEA): USA, Atlanta, March 21, 2010

Analyse in Bezug auf Parameter der Prozessqualität unter gleichzeitiger Berücksichtigung von Patienten- und Strukturparametern

METHODE zu Teil B

Hierfür wurde der Zeitraum 2007/2008 in die Analyse eingeschlossen, da kurzfristige Änderungen der Prozesse möglich sind und deshalb nur der Zeitraum im Jahr der Umfrage und des zurückliegenden Jahres berücksichtigt werden sollte. Um trotzdem pro operative Abteilung ausreichend Eingriffe berücksichtigen zu können, wurden für die Analyse die orthopädischen/traumatologischen Indikatoroperationsarten wie Hüftendoprothesen bei Arthrose und Fraktur und Knieendoprothesen zusammengefasst. Ebenso wurden ähnliche abdominalchirurgischen Indikatoroperationen (Appendektomie, Cholecystektomie und Colon-Operationen) pro operativer Abteilung zusammengefasst, da auch die Prozessqualitätsparameter für die gesamte Abteilung und nicht separat für einzelnen Indikatoroperation erfragt wurden. Die gynäkologisch-geburtshilflichen Eingriffe Sectio Caesarea und Mastektomien wurden jeweils separat analysiert. Alle übrigen Indikator-Operationen wurden nicht berücksichtigt, weil die Anzahl der teilnehmenden Zentren unter 20 lag oder nur eine relative geringe Anzahl von Einzeloperationen hätte berücksichtigt werden können.

ERGEBNISSE zu Teil B

Im Zeitraum 2007/2008 wurden die in Tabelle 18 dargestellten Operationsanzahlen in den teilnehmenden OP-Zentren erfasst. Eingegangen sind nur Daten von Operationsarten sofern wenigstens 20 Abteilungen Daten lieferten (Tabelle 18)

Tabelle 18: Die häufigsten Indikatoroperationen mit wenigstens 20 Abteilungen

Indikatoroperationsart	Anzahl beteiligte Abteilungen	Anzahl Operationen
Hüftendoprothese (Arthrose)	71	24 358
Hüftendoprothese (Fraktur)	59	5 272
Knieendoprothese	50	14 870
Appendektomie	20	4 476
Cholecystektomie	38	11 533
Colorektale Operation	45	8 370
Mastektomie	29	11 746
Sectio Caesarea	25	12 219

Für diese Analyse konnten entsprechend den im Methodenteil genannten Einschlusskriterien 99 orthopädische Abteilungen, 70 abdominalchirurgische Abteilungen, 25 geburtshilfliche Abteilungen sowie 29 Abteilungen, in denen Mastektomien durchgeführt werden, berücksichtigt werden (Tabellen 19 bis 22). Die Durchschnittliche postoperative Wundinfektionsrate nach den orthopädischen Eingriffen betrug 0,96 pro 100 Operationen, bei den abdominalchirurgischen OPs 4,4, bei Sectio Caesarea 0,5 und bei Mastektomien 0,6.

Tabelle 19: Verteilung der Risikofaktoren, Wundinfektionsraten und Odds ratios nach der GEE-Methode für orthopädische Operationen (Hüftendoprothese nach Arthrose und Fraktur, Knieendoprothesen)

Variable	Anzahl OPs mit Risikofaktor (%)	Anzahl WI (WI-Rate)	p Wert	OR GEE Methode
Abteilungen mit ≥ 30 OP pro Jahr)	99			
Anzahl Operationen	44 720	429 (0,96)		
Anzahl Betten im Krankenhaus > Median	23 076 (51,6)	216 (0,94)	0,628	0,72
Anzahl Betten in der Abteilung > Median	29 691 (66,4)	250 (0,84)	<0,001	1,19
Anzahl OPs in der Abteilung pro Jahr > Median	28 685 (64,1)	249 (0,87)	0,010	0,83
Geschlecht männlich	16 386 (36,6)	169 (1,03)	0,247	1,22
Alter in Jahren > Q3	10 150 (22,7)	103 (1,01)	0,524	0,93
OP-Dauer in Min. > Q3	9 547 (21,4)	133 (1,39)	<0,001	1,67
Wundkontaminationsklasse > 2	66 (0,15)	5 (7,58)	<0,001	5,46
Nicht endoskopische OPs	--	-	-	-
ASA > 2	16 566 (37,0)	269 (1,62)	<0,001	2,06
Fortbildung zur Hygiene mindestens 2x pro Jahr	34 030 (76,1)	307 (0,90)	0,031	0,78
Patienten duschen präoperativ	37 574 (84,0)	331 (0,88)	<0,001	0,89
Patienten duschen mit antiseptischer Seife	2 339 (5,23)	38 (1,62)	0,002	1,58
Perioperative AB-Prophylaxe als "single shot"	35 961 (80,4)	346 (0,96)	0,951	0,86
Perioperative AB-Prophylaxe über den OP-Tag	3 133 (7,01)	20 (0,64)	0,057	0,60
Perioperative AB-Prophylaxe über längere Zeit	3 299 (7,38)	18 (0,55)	0,009	0,38
Präoperative Haarentfernung grundsätzlich	29 424 (65,8)	268 (0,91)	0,152	1,10
Präoperative Haarentfernung elektrisch oder mit Enthaarungscreme	18 899 (42,3)	126 (0,67)	<0,001	0,84
Chirurgische Händedesinfektion ohne Waschphase	13 864 (31,0)	120 (0,87)	0,190	0,80
Nagelbürsten regelmäßig	6 920 (15,5)	53 (0,77)	0,081	0,82
Hautdesinfektion nur mit alkoholischem Desinfektionsmittel	20 126 (45,0)	153 (0,76)	<0,001	0,74
Präoperative Dekolonisation (Mupirocin)	9 363 (20,9)	93 (0,99)	0,721	1,07

Tabelle 20: Verteilung der Risikofaktoren, Wundinfektionsraten und Odds ratios nach der GEE Methode für abdominalchirurgische OPs (Cholecystektomien, Appendektomien, Colon-Operationen)

Variable	Anzahl OPs mit Risikofaktor (%)	Anzahl WI (WI-Rate)	p Wert	OR GEE Methode
Abteilungen mit ≥ 30 OP pro Jahr)	70			
Anzahl Operationen	24 343	1 075 (4,42)		
Anzahl Betten im Krankenhaus > Median				
Anzahl Betten in der Abteilung > Median	16 885 (69,4)	748 (4,43)	0,892	0,78
Anzahl OPs in der Abteilung pro Jahr > Median	14 283 (58,7)	675 (4,73)	0,005	1,10
Geschlecht männlich	15 368 (63,1)	743 (4,83)	<0,001	1,129
Alter in Jahren > Q3				
OP-Dauer in Min. > Q3	10 006 (41,1)	555 (5,55)	<0,001	1,18
Wundkontaminationsklasse > 2	6 151 (25,3)	293 (4,76)	0,132	1,02
Nicht endoskopische OPs	5 451 (22,4)	353 (6,48)	<0,001	1,46
ASA > 2	9 020 (37,1)	506 (5,61)	<0,001	1,24
Fortbildung zur Hygiene mindestens 2x pro Jahr	15 066 (61,9)	534 (3,54)	<0,001	0,98
Patienten duschen präoperativ	14 205 (58,4)	581 (4,09)	0,004	0,98
Patienten duschen mit antiseptischer Seife	618 (2,54)	44 (7,12)	0,002	1,76
Perioperative AB-Prophylaxe als "single shot"	15 698 (64,5)	765 (4,87)	<0,001	1,37
Perioperative AB-Prophylaxe über den OP-Tag	1 122 (4,61)	149 (13,28)	<0,001	2,44
Perioperative AB-Prophylaxe über Längere Zeit	333 (1,37)	21 (6,31)	0,105	0,82
Präoperative Haarentfernung grundsätzlich	11 814 (48,5)	542 (4,59)	0,212	1,14
Präoperative Haarentfernung elektrisch oder mit Enthaarungscreme	8 846 (36,3)	566 (6,40)	<0,001	1,30
Chirurgische Händedesinfektion ohne Waschphase	8 464 (34,8)	312 (3,69)	<0,001	0,77
Nagelbürsten regelmäßig	2 197 (9,03)	88 (4,01)	0,355	0,78
Hautdesinfektion nur mit alkoholischem Desinfektionsmittel	12 050 (49,5)	574 (4,76)	0,010	1,08

Tabelle 21: Verteilung der Risikofaktoren, Wundinfektionsraten und Odds ratios nach der GEE Methode für Sectio Caesarea

Variable	Anzahl OPs mit Risikofaktor (%)	Anzahl WI (WI-Rate)	p Wert	OR GEE Methode
Abteilungen mit ≥ 30 OP pro Jahr)	25			
Anzahl Operationen	12 219	60 (0,49)		
Anzahl Betten im Krankenhaus > Median	6 765 (55,4)	40 (0,59)	0,090	0,32
Anzahl Betten in der Abteilung > Median	6 766 (55,4)	38 (0,56)	0,242	3,08
Anzahl OPs in der Abteilung pro Jahr > Median	6 651 (54,4)	30 (0,45)	0,518	0,42
Alter in Jahren > Q3	1 664 (13,6)	13 (0,78)	0,086	1,67
OP-Dauer in Min. > Q3	2 975 (24,4)	16 (0,54)	0,653	1,12
Wundkontaminationsklasse > 2	1 822 (14,9)	15 (0,82)	0,043	1,60
ASA > 2	338 (2,77)	4 (1,18)	0,084	1,79
Fortbildung zur Hygiene mindestens 2x pro Jahr	9 300 (76,1)	57 (0,61)	<0,001	5,53
Patienten duschen präoperativ	8 576 (70,2)	32 (0,37)	0,007	0,27
Patienten duschen mit antiseptischer Seife	239 (1,92)	0 (0)	0,632	–
Perioperative AB-Prophylaxe als single shot	8 911 (72,9)	42 (0,47)	0,662	2,01
Perioperative AB-Prophylaxe über den OP-Tag	0 (0)	–	–	–
Perioperative AB-Prophylaxe über längere Zeit	1 114 (9,12)	4 (0,36)	0,655	1,16
Präoperative Haarentfernung grundsätzlich	8 765 (71,7)	57 (0,62)	<0,001	1,86
Präoperative Haarentfernung elektrisch oder mit Enthaarungscreme	2 262 (18,6)	16 (0,70)	0,132	0,43
Chirurgische Händedesinfektion ohne Waschphase	4 378 (35,8)	28 (0,57)	0,347	1,41
Nagelbürsten regelmäßig	278 (2,28)	0 (0)	0,648	–
Hautdesinfektion nur mit alkoholischem Desinfektionsmittel	5 640 (46,2)	36 (0,64)	0,037	1,35

Tabelle 22: Verteilung der Risikofaktoren, Wundinfektionsraten und Odds ratios nach der GEE Methode für Mastektomien

Variable	Anzahl OPs mit Risikofaktor (%)	Anzahl WI (WI-Rate)	p Wert	OR GEE Methode
Abteilungen mit ≥ 30 OP pro Jahr)	29			
Anzahl Operationen	11 746	70 (0,60)		
Anzahl Betten im Krankenhaus > Median	6 994 (59,5)	43 (0,61)	0,808	0,80
Anzahl Betten in der Abteilung > Median	6 659 (56,7)	35 (0,53)	0,277	1,17
Anzahl OPs in der Abteilung pro Jahr > Median	5 942 (50,6)	30 (0,50)	0,230	0,71
Alter in Jahren > Q3	2 802 (23,9)	21 (0,75)	0,259	1,28
OP-Dauer in Min, > Q3	2 320 (19,8)	28 (1,21)	<0,001	2,64
Wundkontaminationsklasse > 2	57 (0,49)	3 (5,26)	0,005	9,48
Nicht endoskopische OPs	–	–	–	–
ASA > 2	1 917 (16,3)	16 (0,83)	0,144	1,29
Fortbildung zur Hygiene mindestens 2x pro Jahr	7563 (64,4)	55 (0,73)	0,012	2,82
Patienten duschen präoperativ	9 463 (80,6)	54 (0,57)	0,450	0,47
Patienten duschen mit antiseptischer Seife	691 (5,88)	8 (1,16)	0,067	0,97
Perioperative AB-Prophylaxe als "single shot"	7 946 (67,7)	58 (0,73)	0,007	3,11
Perioperative AB-Prophylaxe über den OP-Tag	247 (2,10)	0 (0)	0,407	–
Perioperative AB-Prophylaxe über längere Zeit	133 (1,13)	2 (1,50)	0,188	2,91
Präoperative Haarentfernung grundsätzlich	3 965 (33,8)	33 (0,83)	0,022	2,04
Präoperative Haarentfernung elektrisch oder mit Enthaarungscreme	4 320 (36,8)	20 (0,46)	0,172	1,00
Chirurgische Händedesinfektion ohne Waschphase	3 392 (28,9)	17 (0,50)	0,430	0,40
Nagelbürsten regelmäßig	638 (5,43)	4 (0,63)	0,792	0,56
Hautdesinfektion nur mit alkoholischem Desinfektionsmittel	3 485 (29,7)	25 (0,72)	0,294	0,74

Tabelle 23: Zusammenfassung der Odds ratios nach der GEE Methode für alle 4 OP-Gruppen/Arten

Variable	Orthopädische OPs	Abdominal- chirurgische OPs	Sectio Caesareea	Mast- ektomien
Abteilungen mit ≥ 30 OP pro Jahr)	99	70	25	29
Anzahl Operationen	44 720	24 343	12 219	11 746
Anzahl Betten im Krankenhaus > Median	0,72	0,78	0,32	0,80
Anzahl Betten in der Abteilung > Median	1,19	1,10	3,08	1,17
Anzahl OPs in der Abteilung pro Jahr > Median	0,83	1,12	0,42	0,71
Geschlecht männlich	1,22	1,18	–	–
Alter in Jahren > Q3	0,93	1,02	1,67	1,28
OP-Dauer in Min, > Q3	1,67	1,46	1,12	2,64
Wundkontaminationsklasse > 2	5,46	1,24	1,60	9,48
Nicht endoskopische OPs	–	3,48	–	–
ASA > 2	2,06	1,48	1,79	1,29
Fortbildung zur Hygiene mindestens 2x pro Jahr	0,78	0,98	5,53	2,82
Patienten duschen präoperativ	0,89	0,98	0,27	0,47
Patienten duschen mit antiseptischer Seife	1,58	1,75	–	0,97
Perioperative AB-Prophylaxe als "single shot"	0,86	1,37	2,01	3,11
Perioperative AB-Prophylaxe über den OP-Tag	0,60	2,44	–	–
Perioperative AB-Prophylaxe über längere Zeit	0,38	0,82	1,16	2,91
Präoperative Haarentfernung grundsätzlich	1,10	1,14	1,86	2,04
Präoperative Haarentfernung elektrisch oder mit Enthaarungscreme	0,84	1,30	0,43	1,00
Chirurgische Händedesinfektion ohne Waschphase	0,80	0,77	1,41	0,40
Nagelbürsten regelmäßig	0,82	0,78	–	0,56
Hautdesinfektion nur mit alkoholischem Desinfektionsmittel	0,74	1,08	1,35	0,74
Präoperative Dekolonisation (Mupirocin)	1,07			

Tabelle 23 zeigt zusammenfassend die OR für die vier analysierten OP-Gruppen/-Arten. Danach sind vor allen die patienteneignen Risikofaktoren mit hohen Wundinfektionsraten assoziiert. Keiner der Strukturfaktoren der Krankenhäuser zeigt eine signifikante unabhängige Assoziation. Interessant sind signifikanten Assoziationen zwischen hohen Wundinfektionsraten bei orthopädischen Operationen und Duschen der Patienten mit antiseptischer Seife sowie zwischen Verlängerung der perioperativen Prophylaxe über den OP-Tag und hohen Wundinfektionen bei abdominalchirurgischen Eingriffen. Bei Sectio Caesarea hat das präoperative Duschen einen signifikanten Vorteil ebenso wie Haarentfernung mit elektrischem Clipper oder Haarentfernungscreme im Vergleich zur Rasur. Bei den Mastektomien fällt auf, dass die „single shot“-Prophylaxe im Vergleich zu verlängerter Gabe mit einem höheren Risiko assoziiert ist, ebenso wie eine häufigere Durchführung von Fortbildungen zur Infektionsprävention (2x oder mehr pro Jahr).

DISKUSSION zu TEIL B

Um trotz des relativen kurzen Zeitraumes der einzuschließenden OP-Daten, der auf das Jahr der Fragebogenumfrage einschließlich des zurückliegenden Jahres (Jahr 2008 und 2009) beschränkt war, für die Analyse ausreichend viel Operationen als Nenner zur Verfügung zu haben, wurden einzelne OP-Arten für die Analyse zu sinnvollen Gruppen zusammengeführt. Dieses Vorgehen war bereits durch entsprechenden Aufbau des Fragebogens berücksichtigt worden, in dem bei verwandten operativen Prozeduren nicht für jede einzelne OP-Art die Strukturen oder das Vorgehen in der Abteilung abgefragt wurde, sondern bereits die Fragen prozedurenübergreifend formuliert waren. Lediglich für Sectio Caesarea und Mastektomie wurde die Analyse spezifisch als Einzelanalysen durchgeführt, da sich diese einer sinnvollen Gruppierung entzogen.

Betrachtet man zunächst deskriptiv die Umsetzung von Präventionsempfehlungen in den orthopädischen Abteilungen, so fällt auf, dass die meisten Abteilungen mindestens zweimal jährlich Fortbildungen zur Hygiene anbieten. Trotzdem werden die Präventionsempfehlungen der KRINKO beim Robert Koch-Institut nur bedingt umgesetzt³¹. Zum Beispiel erhalten 14 % der Patienten regelmäßig die perioperative Prophylaxe über die OP-Dauer hinaus, und nur 42 % der Patienten erhalten eine Haarentfernung mit Clipper oder Haarentfernungscreme anstatt durch Rasur. Auch das präoperative Bürsten der Hände durch das OP-Team ist noch relativ weit verbreitet, ebenso die alleinige Verwendung von alkoholischen Hautdesinfektionsmitteln anstatt in Kombination mit remanenten Hautdesinfektionsmitteln. Bei 21 % der Patienten erfolgt ein Versuch der präoperativen Dekolonisation mit Mupirocin. Auch in den abdominalchirurgischen Abteilungen werden überwiegend 2x jährlich oder häufiger Hygiene-Fortbildungen durchgeführt. Aber auch hier findet die Rasur zur Haarentfernung noch sehr häufig Anwendung und die Nichtverwendung von Hautdesinfektionsmitteln mit remanenter Wirkung ist häufig anzutreffen.

Keiner der Faktoren, die die Krankenhausstruktur betreffen, zeigten nach Adjustierung noch einen unabhängigen Einfluss auf die postoperativen Wundinfektionen.

Vor allem die patienteneigenen Faktoren waren signifikant mit höheren Wundinfektionsraten assoziiert. Sowohl bei orthopädischen als auch bei abdominalchirurgischen Eingriffen waren das der hohe ASA-Score von 3 oder höher und eine Wundkontaminationsklasse kontaminiert oder septisch. Bei den abdominalchirurgischen Eingriffen kamen noch das männliche Geschlecht und konventionelle OP-Durchführung im Vergleich zu endoskopisch durchgeführten Eingriffen als Risikofaktoren hinzu, was auch zu erwarten war³². Auch lange OP-Dauer (über der 75. Perzentile) war in beiden Gruppen ein signifikanter Risikofaktor. Dahinter kann sich einerseits verbergen, dass die OP-Bedingungen bei dem speziellen Patienten eher kompliziert waren (als Surrogat für Erkrankungsschwere), es ist aber auch möglich, dass durch OP-Management-Probleme eine verlängerte OP-Dauer zustande gekommen ist, oder der Operateur weniger geübt war und daher für die Prozedur länger brauchte.

Unter den Prozessqualitätsparametern konnte kein Parameter mit einem signifikanten protektiven Effekt identifiziert werden, für das antiseptische Duschen resultieren signifikant höhere Wundinfektionsraten. Hier könnte es sich erneut um einen reaktiven Effekt handeln, falls die Abteilungen, die erhöhte postoperative Wundinfektionsraten im Vergleich zu anderen Einrichtungen realisiert haben, versuchen gegenzusteuern und zum Beispiel das präoperative Duschen mit

antiseptischer Seife eingeführt haben, in der Hoffnung hierdurch eine Verbesserung zu erzielen, die zumindest im Analysezeitraum jedoch nicht auftrat. Die Evidenz für die Verwendung von antiseptischen Seifen im Hinblick auf postoperative Wundinfektionen ist auch nicht gegeben, eine Metaanalyse der letzten Jahre hat keinen signifikanten Vorteil gezeigt³³. Auch bei den abdominalchirurgischen Eingriffen erweist sich keine der angewendeten Präventionsmaßnahmen als protektiv im Vergleich zu den Alternativmethoden. Auffallend ist hier nur die positive Assoziation von über den OP-Tag hinaus verlängerter perioperativer OP-Prophylaxe zum Wundinfektionsrisiko. Auch hier ist die reaktive Verlängerung der perioperativen Prophylaxe eine mögliche Erklärung.

Die Analyse für die OP-Arten Mastektomie und Sectio caesarea identifizierte neben patienteneigenen Risikofaktoren jeweils zwei unabhängige Einflussvariablen, die mit einem erhöhten Risiko (regelmäßige Hygienefortbildungen und Durchführung einer perioperativen Antibiotikaprophylaxe als single shot bei Mastektomie) und zwei Variablen, die mit erniedrigten postoperativen Wundinfektionen assoziiert waren (präoperatives Duschen und Haarentfernung mittels elektr. Haarschneidegerät bzw. Enthaarungscreme bei Sectio caesarea). Limitierend für Interpretationsansätze wirkt sich hier die Beschränkung auf die spezifischen OP-Arten für die Durchführung der Analyse aus, die bei den beobachteten niedrigen Wundinfektionsraten von 0,6 bzw. 0,5/100 OP und dem zugelassenen Zeitraum dazu führte, dass pro Abteilung durchschnittlich jeweils unter 500 Operationen dieser beiden OP-Arten in die Analyse eingingen, Abteilungsspezifische Charakteristika somit auf nur wenige Operationen wirken konnten bzw. die Charakteristika einiger weniger Abteilungen mit hohen Fallzahlen das Ergebnis beeinflussen könnten.

Limitierend ist bei dieser Analyse zu erwähnen, dass im Gegensatz zur Untersuchung zum Einfluss von RLT-Anlagen, bei der davon auszugehen ist, dass bei Vorhandensein der entsprechenden OP-Ausrüstung diese auch regelmäßig bei allen Operationen Verwendung findet, bei den Prozessparametern nicht die Durchführung am individuellen Patienten als Variable überprüft werden konnte, sondern lediglich das grundsätzliche Vorgehen der Station bewertet wurde.

4. Assoziation von wichtigen Parametern der Struktur- und Prozessqualität (inkl. der Ergebnisse von HAND-KISS) mit dem Endpunkt nosokomiale MRSA-Rate in Intensivstationen (MRE-KISS)

ZIELSTELLUNG

Assoziation von wichtigen Parametern der Struktur- und Prozessqualität (inklusive der Ergebnisse von HAND-KISS) mit dem Outcome-Parameter nosokomiale MRSA-Rate in Intensivstationen (MRE-KISS)

METHODE

Im März 2008 wurde ein webbasierter Fragebogen an alle Intensivstationen gesendet, um Informationen über MRSA-Präventionsmaßnahmen zu erfassen (siehe oben). 185 (67,3%) von insgesamt 275 Intensivstationen, die an MRE-KISS teilnehmen, beantworteten den Fragebogen. Für die Analyse wurden nur die 140 Intensivstationen berücksichtigt, die ein aktives Aufnahmescreening durchführen und bei denen daher die Zuordnung „nosokomialer Neuerwerb“ eindeutiger von spät nachgewiesenen mitgebrachten MRSA abgegrenzt werden konnte.

Die Daten umfassten einerseits Strukturparameter (z.B. Art und Größe des Krankenhauses und der Intensivstation, geografische Region, Anzahl Beatmungsplätze, Einzelzimmer) und andererseits Prozessqualitätsparameter (z.B. Verweildauer, Device-Anwendungsraten, beschäftigtes Personal, Anteil der Kurzlieger (<48 h), Implementierung eines MRSA-Alert-Systems, MRSA-Screening bei Aufnahme, Art des Screenings, Zeitpunkt des Screenings, vorbeugende Isolation bevor der MRSA-Befund vorliegt, Isolationsmaßnahmen, Dekolonisationsmaßnahmen).

Monatliche Daten zur Anzahl der Patienten, Patiententage, Device-Tage und MRSA-Fälle wurden aus MRE-KISS für den Zeitraum Januar 2007 bis Dezember 2008 für die Untersuchung herangezogen. Folgende Definitionen wurden verwendet:

- MRSA-Fälle: Jeder Patient mit MRSA-Nachweis unabhängig ob infiziert oder kolonisiert
- Nosokomiale MRSA-Fälle: Nachweis von MRSA später als 48 Stunden nach Aufnahme, entweder im Ergebnis von Screening-Untersuchungen oder durch Nachweis aus klinischen Proben.
- Importierte MRSA-Fälle: Kenntnis des MRSA bereits bei Aufnahme bzw. Nachweis innerhalb von 48 nach Aufnahme
- MRSA-Inzidenz: Anzahl MRSA-Fälle pro 100 Patienten
- MRSA-Inzidenzdichte: Anzahl MRSA-Fälle pro 1000 Patiententage
- Device-Anwendungsrate: Anzahl Device-Tage pro 100 Patiententage.
- Personal/Patienten-Verhältnis: Anzahl beschäftigte Mitarbeiter pro 1000 Patiententage

Daten-Analyse:

Bei der Darstellung der beschreibenden Statistik wurden kategoriale Variablen (Anzahl und Prozente) und kontinuierliche Variablen (Mittelwerte und Standardabweichungen bei Normalverteilung bzw. als Mediane und interquartiler Range (IQR) bei Variablen, die nicht normalverteilt sind) unterschieden. Univariable und multivariable Analysen wurden durchgeführt um unabhängige Risikofaktoren für nosokomiale MRSA-Fälle zu identifizieren. Ein generalisiertes lineares Regressionsmodell mit der Anzahl der nosokomialen MRSA-Fälle als Zielgröße und dem Logarithmus der Patiententage als Offset-Parameter wurde verwendet, um die Assoziation zu bestimmen. Wegen „Overdispersion“ wurde statt einer Poisson-Verteilung eine negative Binominal-Verteilung als Wahrscheinlichkeitsverteilung gewählt. Für die multivariate Analyse wurde ein schrittweiser Vorwärts-Ansatz verwendet, der alle Variablen mit p-Werten von weniger als 0,25 in der univariablen Analyse berücksichtigte. Der p-Wert für Einschluss in das Modell betrug 0,05. Vergleiche zwischen den Arten

der Intensivstationen und den Krankenhausgrößenklassen wurden mit Hilfe des Kruskal Wallis-Testes und des Wilcoxon-Rank-Summentestes durchgeführt. Die Analysen erfolgten mit Stata (Version 9).

ERGEBNISSE

In 140 Intensivstationen aus allen Regionen Deutschlands wurden im Beobachtungszeitraum 2007/2008 insgesamt 228 703 Patienten mit 852 835 Patiententagen behandelt. Bei einer Gesamtzahl von 4 279 MRSA-Fällen waren 3496 (81,7%) in die Intensivstation importiert und 783 (18,3%) wurden als nosokomial angesehen (auf der Intensivstation erworben).

Tabelle 24 beschreibt die MRSA-Situation in den Intensivstationen. Medizinische Intensivstationen haben signifikant geringere Anzahlen von nosokomialen MRSA-Fällen pro Monat im Vergleich zu interdisziplinären und chirurgischen Intensivstationen (Wilcoxon rank sum test, $p=0,030$ bzw. $p=0,007$) und eine geringere Inzidenzdichte nosokomialer MRSA-Fälle (Wilcoxon rank sum test, $p=0,01$ bzw. $p=0,002$). Vergleicht man die MRSA-Parameter stratifiziert nach der Größenklasse des Krankenhauses (≤ 1000 Betten und >1000 Betten) so ergibt sich eine höhere Inzidenzdichte und eine höhere Inzidenz der importierten MRSA-Fälle in großen Krankenhäusern (Wilcoxon Rang-Summen Test, $p=0,001$ bzw. $p<0,001$), wogegen die nosokomialen Inzidenzdichten keine Differenz zwischen großen und kleinen Krankenhäusern zeigen (Wilcoxon Rang-Summen Test, $p=0,34$).

Tabelle 24: Parameter, die die Situation der Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA) in den 140 Intensivstationen beschreiben (gesamt und stratifiziert nach Typ der Intensivstation)

Parameter	Alle ITS Median (IQR)	Interd, ITS Median (IQR)	Medizin, ITS Median (IQR)	Chirurg, ITS Median (IQR)	p- Wert
Anzahl MRSA-Fälle pro Monat	1,0 (0,35—1,96)	0,79 (0,41-1,75)	0,92 (0,33-2,04)	1,38 (0,63-2,08)	0,330
Anzahl nosokomialer MRSA-Fälle pro Monat	0,16 (0,04-0,47)	0,17 (0,04-0,42)	0,07 (0-0,33)	0,29 (0,10-0,54)	0,020
Inzidenzdichte der MRSA	3,66 (1,51-6,10)	3,34 (1,30-5,71)	2,94 (1,07-6,06)	3,94 (2,36-6,48)	0,500
Inzidenzdichte der nosokomialen MRSA	0,59 (0,15-1,35)	0,64 (0,26-1,50)	0,24 (0-0,82)	0,93 (0,41-1,45)	0,006
Inzidenz der importierten MRSA	0,94 (0,35-2,22)	0,68 (0,36-1,58)	0,94 (0,27-2,65)	1,24 (0,50-2,48)	0,380
Mediane Anzahl der ITS-Tage bis zum Auftreten eines nosokomialen MRSA	13,0 (9,0-18,0)	13,0 (9,0-17,5)	14,5 (5,0-19,5)	12,0 (9,0-18,0)	0,990

Die strukturellen Parameter sowie die Prozessqualität sowie die Ergebnisse der univariaten Analyse im Hinblick auf den Endpunkt nosokomiale MRSA-Fälle pro Monat sind in Tabelle 25 zu finden. Die Mehrheit der teilnehmenden Intensivstationen gehört zu Lehrkrankenhäusern (50%), 20,7 % gehören zu Universitätskliniken und 29,3 % zu anderen Krankenhäusern. Die Krankenhäuser sind weitgehend gleichmäßig über die Regionen Deutschlands verteilt. 67,9 % der Intensivstationen gehören zu

Krankenhäusern mit weniger als 1000 Betten, und 46,4 % der Intensivstationen sind als interdisziplinär eingestuft worden. Während 51 (36,4 %) der Intensivstationen alle Patienten bei Aufnahme screenen, beschränken 89 (63,6 %) das Screening auf ausgewählte Risikogruppen einschließlich ehemalige MRSA-Patienten und Kontaktpatienten. Die Mehrheit von ihnen führt ein Screening bei Aufnahme auf die Intensivstation durch (86,4%), nur wenige haben ein Screening in regelmäßigen Intervallen etabliert (27,9%). 20 Intensivstationen (14,3 % kombinieren beide Strategien. Unter den 51 Intensivstationen, die alle Patienten bei Aufnahme screenen, haben 13 (25,5%) auch eine vorbeugende Isolierung der Patienten bis zum Vorliegend es Befundes eingeführt. Bei bekanntem MRSA-Status werden aber in fast allen Intensivstationen die Patienten isoliert.

Nach den Ergebnissen der univariaten Analyse haben Universitätskliniken mehr, aber nicht signifikant mehr nosokomiale MRSA-Fälle. Große Intensivstationen scheinen mehr Probleme mit nosokomialen MRSA zu haben. Mit steigender Anwendungsrate von Devices steigt auch die Häufigkeit von nosokomialen MRSA-Fällen. Die Inzidenz der importierten Fälle ist ein signifikanter Einflussfaktor.

Tabelle 25: Struktur-, Prozess- und MRSA-Parameter in 140 Intensivstationen und Ergebnisse der univariablen Regressionsanalyse mithilfe eines generalisierten linearen Regressionsmodell mit der Anzahl der nosokomialen MRSA-Fälle als Zielgröße und dem Logarithmus der Patiententage als Offset-Parameter sowie der negative Binominal-Verteilung als Wahrscheinlichkeitsverteilung.

Parameter	Anzahl ITS	Anteil (%)	Relatives Risiko	p-Wert
STRUKTURPARAMETER				
Typ der Intensivstation				
- interdisziplinär	65	46,4	Referenz	
- medizinisch	34	24,3	0,48	0,001
- chirurgisch	41	29,3	1,09	0,66
Bettenzahl auf der Intensivstation				
<=12	78	55,7	Referenz	
>12	62	44,3	1,49	0,03
Art des Krankenhauses				
- Universitätsklinikum	29	20,7	Referenz	
- Lehrkrankenhaus	70	50,0	0,75	0,23
- andere	41	29,3	0,83	0,49
Bettzahl im Krankenhaus				
<=1000	95	67,9	Referenz	
>1000	45	32,1	1,13	0,54
Geografische Region				
- Ost	33	23,6	Referenz	
- Südost	31	21,1	0,74	0,27
- Südwest	22	15,7	1,18	0,57
- Nord	21	15,0	0,95	0,85
- West	33	23,6	1,02	0,61
Intensivstationen im Krankenhaus				
1-2			Referenz	
> 2 (2=Median)			0,97	0,88
Anteil der Einzelzimmer				
<= 21%			Referenz	
> 21 % (21% = Median)			1,11	0,58

Parameter	Anzahl ITS	Anteil (%)	Relatives Risiko	p-Wert
STRUKTURPARAMETER				
Anteil der Beatmungsplätze				
<= 80 %			Referenz	
>80 % (80% = Median)			1,09	0,62
Personal/Patienten-Verhältnis pro Schicht				
<= 0,93			Referenz	
> 0,93 (0,93 = Median)			0,86	0,42
Anteil Kurzlieger (<=48 h)				
<1/3	50	35,7	Referenz	
1/3-2/3	77	55,0	0,78	0,18
> 2/3	13	9,3	1,01	0,97
PROZESSPARAMETER				
Verweildauer				
<= 3,8 Tage	3,8	2,9-5,1	Referenz	
> 3,8 Tage			1,23	0,26
CVC-Anwendungsrate				
<=55 %			Referenz	
>55-71 %			1,28	0,33
>71-81 %			2,00	0,006
>81 %			1,28	0,33
Harnwegkatheter-Anwendungsrate				
<=74 %			Referenz	
>74-83 %			1,96	0,009
>83-90 %			2,62	<0,001
>90 %			2,33	0,001
Beatmungsrate				
<= 27 %			Referenz	
>27-38 %			1,38	0,22
>38-51 %			1,78	0,03
>51 %			1,72	0,04
MRSA-PARAMETER				
Inzidenz der importierten MRSA				
<= 0,94			Referenz	
>0,94 (0,94 = Median)			1,81	0,001
Alert-System für MRSA				
vorhanden	122	87,1	Referenz	
nicht vorhanden			1,81	0,001
Screening for MRSA				
- nur Risikopatienten	89	63,6	Referenz	
- alle Patienten	51	36,4	1,03	0,56
Vorbeugende Isolierung bis zum Vorliegende des Screening-Befundes				
- nein	37	72,6	Referenz	
- ja	14	27,4	1,5	0,19
Zeitpunkt des MRSA-Screenings				
- nur bei Aufnahme	101	72,1	Referenz	
- nur in regelmäßigen Intervallen	19	13,6	1,21	0,46
- bei Aufnahme und in regelmäßigen Intervallen	20	14,3	1,50	0,11

Parameter	Anzahl ITS	Anteil (%)	Relatives Risiko	p-Wert
STRUKTURPARAMETER				
Einzelzimmer-Isolation der MRSA-Patienten				
- Alle MRSA-Patienten	73	52,1	Referenz	
- wenn möglich	57	40,7	0,72	0,32
- Nein	10	7,1	0,57	0,22
Dekolonisation				
- keine	10	7,6	Referenz	
- nur mit Mupirocin	26	19,7	0,93	0,86
- mit Mupirocin + antiseptische Waschungen	96	72,7	0,93	0,84
Händedesinfektionsmittelverbrauch	66			
<= 75 ml/Patiententag			Referenz	
> 75 ml/Patiententag (75 = Median)			1,56	0,17

Die multivariable Analyse bestätigt, dass der Status einer medizinischen Intensivstation ein signifikant protektiver Faktor ist (RR 0,42; CI95 0,24-0,74; p=0,003). Die Inzidenz der importierten Fälle ist ein signifikanter Risikofaktor für den Erwerb von MRSA auf der Intensivstation (RR 1,74; CI95 1,23-2,45; p=0,002) (Tabelle 26). Der Händedesinfektionsmittelverbrauch der Jahre 2007 und 2008 war nur für 66 der 140 ITS verfügbar. In der univariablen Analyse ergab sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen einem Händedesinfektionsmittelverbrauch über dem Median (75ml/Patiententag; entspricht 25 Händedesinfektionen pro Patiententag) und den nosokomialen MRSA Fällen. Adjustiert man das Ergebnis der multivariablen Analyse (N=140) außerdem mit dem Parameter Händedesinfektionsmittelverbrauch (N=66), ergab sich ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang.

Tabelle 26: Ergebnisse der multivariaten Analyse mithilfe eines generalisierten linearen Regressionsmodells mit der Anzahl der nosokomialen MRSA-Fälle als Zielgröße und dem Logarithmus der Patiententage als Offset-Parameter sowie der negative Binominal-Verteilung als Wahrscheinlichkeitsverteilung.

Risikofaktor	Relatives Risiko	CI95	p-Wert
Medizinische Intensivstation	0,42	0,24-0,74	p=0,003
Inzidenz der importierten MRSA > Median	1,74	1,23-2,45	p=0,002

Die Variablenselektion war schrittweise vorwärts und alle Variablen mit p-Werten < 0,25 in der univariablen Analyse wurden dabei berücksichtigt. Der p-Wert für Einschluss in das Modell betrug 0,05.

DISKUSSION

Interessanterweise hatten bereits 2008 etwa ein Drittel der Intensivstationen ein generelles Aufnahmescreening auf MRSA eingeführt, in der Mehrheit der Stationen allerdings nicht mit einer vorbeugenden Isolierung der Patienten bis zum Vorliegen des Befundes verbunden. Auch die Dekolonisation der Patienten nur mit Mupirocin oder in Kombination mit antiseptischen Waschungen ist relativ weit verbreitet. Die Mehrheit der Intensivstation (52%) gibt an, dass sie MRSA-Patienten regelmäßig in Einzelunterbringung isolieren, weitere 41 % zumindest immer dann, wenn es möglich ist.

Der protektive Effekt der Behandlung auf einer medizinischen Intensivstation im Hinblick auf das Auftreten von nosokomialen MRSA ist nicht unerwartet, denn im Gegensatz zu Patienten mit postoperativen Wundinfektionen mit MRSA auf chirurgischen und interdisziplinären Intensivstation scheint das Ausbreitungspotential auf Intensivstationen auch geringer zu sein. Vielleicht könnten aber auch Unterschiede in der Anwendung von Antibiotika auf chirurgischen/interdisziplinären vs. medizinischen Intensivstationen zu diesem Resultat geführt haben. Bereits in einer vorausgehenden Analyse auf der Basis der KISS-Daten hatten wir chirurgische Intensivstationen als Risikofaktoren für hohe nosokomiale MRSA-Raten identifiziert². Die Bedeutung einer hohen MRSA-Kolonisationsrate bereits bei Aufnahme auf die Intensivstation ist ebenfalls ein zu erwartendes Ergebnis. Merrer und Bonten^{34 35} haben bereits in der Vergangenheit die Bedeutung des auf der Station vorhandenen Kolonisationsdruckes für die Entwicklung von nosokomialen Fällen von multiresistenten Erregern gezeigt. Deshalb ist es auch so wichtig, beim Vergleich von nosokomialen Infektionsraten zwischen verschiedenen Gesundheitseinrichtungen diesen Kolonisationsdruck zu berücksichtigen. Die Ergebnisse dieser Analyse unterstreichen somit bereits bekanntes Wissen zu den Risikofaktoren für nosokomiale MRSA-Fälle. Erneut konnte auch in dieser Analyse bezogen auf das Outcome nosokomialer MRSA-Erwerb ein vergleichsweise höherer HD-Verbrauch nicht als protektiv wirksame Variable bestätigt werden. Wie bereits in der Diskussion zur Assoziation zu Infektionsraten ausgeführt, könnte dies in der Nicht-Unterscheidbarkeit der Indikation des Einsatzes des Händedesinfektionsmittels begründet sein.

Publikation der Ergebnisse

Schweickert B, Geffers C, Farragher T, Gastmeier P, Behnke M, Eckmanns T, Schwab F. The MRSA-Import in ICUs is the most important predictor for the occurrence of nosocomial MRSA-cases. Submitted for publication to the J Hosp Infect.

Zusammenfassende DISKUSSION

Einordnung der durch Assoziationsstudien generierten Evidenz

Nach der Klassifikation des Oxford Center for EBM haben Systematische Reviews von randomisierten kontrollierten Studien und einzelne geeignete und gut geplante randomisierten kontrollierten Studien (RCTs) den höchsten Evidenz-Grad. Aber RCTs können nicht zur Beantwortung aller wichtigen Fragen der Infektionsprävention durchgeführt werden. Ebenso ist es häufig nicht möglich, gut geplante Kohortenstudien durchzuführen, die in der Lage sind, die wichtigsten Confounder zu berücksichtigen. Durch das hier angewendete Studiendesign war es jedoch möglich, Evidenz auf dem Level 2c (Evidenz durch Outcome-Research-Studien) zu generieren (Tabelle 27). Für viele Fragestellungen auf dem Gebiet der Infektionsprävention im Krankenhaus stellt dies das höchstmöglich erreichbare Evidenz-Niveau dar.

Bisher sind analoge Untersuchungen mit den in anderen Ländern an nationalen Referenzzentren beteiligten Stationen/Abteilungen noch nicht in dieser Art durchgeführt worden. Das liegt daran, dass außer dem US-amerikanischen nationalen Surveillance-System (NHSN) alle anderen Systeme von der Zahl der beteiligten Einrichtungen her kleiner sind, und somit die Untersuchung derartiger Fragestellungen kaum erlauben, oder wie das US-amerikanische System keine kontinuierliche Dateneinsendung fordern, so dass die Behandlungsqualität in einzelnen Stationen/Abteilungen nur ungenau beschrieben werden kann.

Tabelle 27: Einordnung der Evidenz nach der Klassifikation des Oxford Centers of evidence based medicine (EBM) ³⁶

Evidenzgrad	Subgrad	Design der Studie
1	a	Systematisches Review randomisierter kontrollierter Studien (RCTs)
	b	Gut geplante RCT
	c	Alle- oder Keiner-Prinzip
2	a	Systematisches Review gut geplanter Kohortenstudien
	b	Gut geplante Kohortenstudie oder RCT mäßiger Qualität
	c	Evidenz durch Outcome-Research-Studie
3	a	Systematisches Review gut geplanter Fall-Kontroll-Studien
	b	Fall-Kontroll-Studie
4		Fallserien/Kohorten- und Fall-Kontrollstudien mäßiger Qualität
5		Expertenmeinung ohne explizit kritische Bewertung oder basierend auf physiologischen Modellen, Laborforschungsergebnissen oder „first principles“

Möglichkeiten und Limitation dieses Analysetyps

Die Umfragen lieferten wichtige Informationen zur Struktur der teilnehmenden Intensivstationen und operativen Abteilungen sowie zu den etablierten Infektionspräventionsstrategien bei den Teilnehmern. Die Ergebnisse der deskriptiven Analysen wurden allen KISS-Teilnehmern zur Verfügung gestellt, um die Informationen zur Unterstützung der Interpretation eigener Infektionsraten nutzen zu können.

Die Assoziationsanalysen zeigen teilweise bereits erwartete Ergebnisse (dominierende Rolle der patienteneigenen Faktoren bei der Infektionsentstehung, Rolle des MRSA-Kolonisationsdruckes bei Aufnahme auf die Intensivstation für nosokomiale MRSA-Fälle).

Die Ergebnisse der logistischen Regression zeigen auch einige Strukturelemente auf, die als potentielle zusätzliche Stratifizierungsmerkmale bei zukünftigen Auswertungen zu ITS-KISS-Referenzdaten Berücksichtigung finden könnten.

Die identifizierten Einflussfaktoren unter den Prozessvariablen zeigen zum Teil Einflussrichtungen, die darauf hinweisen, dass die beschriebenen Maßnahmen bereits Reaktion auf Infektionsraten sind und nicht unbedingt als Ursache hoher oder niedriger Raten angesehen werden können. Dies deutet auf ein Problem solcher Assoziationsuntersuchungen mittels Fragebögen hin, das darin besteht, dass die Analyse eine Gleichzeitigkeit von Einflussfaktoren und Infektionsraten untersucht, während eigentlich zeitliche Aussagen zur Ursache-Wirkungsbeziehung getroffen werden sollen. Dieses Defizit kann nur überwunden werden, wenn wiederholte Untersuchungen durchgeführt werden, die auch reaktive Veränderungen erfassen können.

Die Händedesinfektionsmittelverbrauchs-Daten pro Patiententag haben bisher keine Assoziation zu Infektionsraten gezeigt. Ursache können auch hier möglicherweise reaktive Effekte sein. Deshalb sollte als Endpunkt für entsprechende Untersuchungen das Delta als Endpunkt Verwendung finden: z.B. Anstieg des alkoholischen Händedesinfektionsmittelverbrauchs in einer bestimmten Zeitperiode/ Rückgang der Infektionsrate in einer bestimmten Zeitperiode.

Tabelle 28: Möglichkeiten und Limitation von Assoziationsuntersuchungen zwischen Struktur- und Prozessqualität in Gesundheitseinrichtungen und Infektionsraten

Analyseelemente	Möglichkeiten	Limitationen
Nutzung von Surveillance-Daten für die Bestimmung der Infektionsraten	<ul style="list-style-type: none"> • Große Datenbanken und Teilnahme vieler Zentren sind ohnehin vorhanden • Abteilungen Station haben durch die Surveillance erkannt, dass sie möglicherweise Infektionsprobleme haben, dadurch kann es zu reaktiven Anpassungen kommen 	<ul style="list-style-type: none"> • bestimmte Faktoren können kaum nachträglich erhoben werden, aber auch nicht „manipuliert“ werden • Unterschiedliche Diagnostikbedingungen, z.B. hohe oder niedrige Blutkultur-Frequenzen können kaum berücksichtigt werden
Strukturqualitätsparameter	<ul style="list-style-type: none"> • in der Regel einfach zu ermitteln • meist relativ konstant über längere Zeiträume (kaum reaktive Phänomene) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausnahmen; z.B. Personal/Patientenschlüssel • Strukturparameter sind eher als Surrogatparameter für die eigentlichen Einflussfaktoren anzusehen
Prozessqualitätsparameter	<ul style="list-style-type: none"> • in der Regel einfach zu ermitteln 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Angaben spiegeln die Einschätzung des Befragten wider, entsprechen aber nicht unbedingt der Realität

		<ul style="list-style-type: none"> • Bilden den Standard einer Abteilung/Station ab, das Vorgehen beim individuellen Patienten kann hiervon abweichen • Sie unterliegen Veränderungen über die Zeit, Ursache-Wirkungsrichtung nicht bestimmbar, reaktive Effekte sind möglich.
--	--	--

Allgemeine Limitationen und Schlussfolgerungen

- Die Angaben in den Fragebögen entsprechen häufig eher dem, was in den Standards der Stationen/Abteilungen verankert ist als dem, was täglich umgesetzt wird bzw. beim individuellen Patienten tatsächlich durchgeführt wurde
- Assoziationsstudien können interessante Ergebnisse liefern, haben aber den großen Nachteil, dass Assoziationen nicht Kausalität bedeutet
- Assoziationen können reaktiv sein
- vor allem dann, wenn es sich um statische Parameter handelt (z.B. bauliche Strukturen wie Einzelzimmer, Laminar airflow im OP), die keine kurzfristigen reaktiven Entwicklungen erwarten lassen, können wichtige Schlussfolgerungen gezogen werden
- wenn reaktive Entwicklungen zu erwarten sind (z.B. mehr Screening wegen hoher MRSA-Rate), dann sind zeitliche Analysen zu planen, z.B. Delta des Anstieges des Händedesinfektionsmittelverbrauches und Delta der Reduktion der MRSA-Raten

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund:

Seit 1996 wurde das Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS) aufgebaut. Seine drei besonders großen Module sind die für nosokomiale Infektionen (ITS-KISS) und multiresistente Erreger (MRE-KISS) in Intensivstationen und für postoperative Wundinfektionen (OP-KISS). Die in diesen Datenbanken enthaltenen Daten wurden bisher in erster Linie zur internen Problemidentifikation und Stimulation von zusätzlichen Präventionsmaßnahmen genutzt, sie könnten aber auch im Sinne der Versorgungsforschung einen wertvollen Beitrag zur Generierung zusätzlicher Evidenz für die Infektionsprävention liefern.

Zielstellung:

Assoziation von wichtigen Parametern der Struktur- und Prozessqualität von Krankenhäusern, Stationen und Abteilungen mit der hygienischen Ergebnisqualität, also den nosokomialen Infektionen bzw. der Neuerwerbshäufigkeit von MRSA:

- auf Intensivstationen mit den Beatmungs-assoziierten Infektionen der unteren Atemwege und der ZVK-assoziierten Sepsis (ITS-KISS)
- in operativen Abteilungen bei ausgewählten Indikatoroperationen mit der postoperativen Wundinfektionsrate (OP-KISS)
- auf Intensivstationen mit der Häufigkeit der nosokomialen MRSA-Fälle (MRE-KISS)

Da innerhalb der Prozessqualität der Compliance der Händedesinfektion wahrscheinlich eine besonders wichtige Rolle zukommt, sollte ein zusätzliches Modul zur Erfassung des Händedesinfektionsmittel-Verbrauchs pro Patiententag etabliert werden (HAND-KISS).

Methoden:

Mit Hilfe von Webbasierten Erfassungsbögen und eines Eingabesystems zur Dokumentation des Händedesinfektionsmittelverbrauchs wurden für alle drei ausgewählten KISS-Module wichtige Parameter der Struktur- und Prozessqualität mit möglichem Einfluss auf die Infektionsraten systematisch erhoben und mit der Ergebnisqualität (Infektionshäufigkeit bzw. MRSA-Neuerwerbshäufigkeit) mit Hilfe von univariaten und multivariaten Analysen assoziiert.

Ergebnisse:

Es wurden die methodischen und technischen Voraussetzungen für ein neues Modul zur Erfassung des Händedesinfektionsmittelverbrauchs in medizinischen Einrichtungen geschaffen und das Modul wurde, mit 341 teilnehmenden Krankenhäusern in 2009, erfolgreich etabliert. Der HD-Verbrauch zeigt z.T. große Unterschiede auch innerhalb der gleichen Stationsart. Auch die Erhebung weiterer Prozessqualitätsparameter zeigte Varianzen zwischen Stationen und Abteilungen zum Umsetzungsgrad verschiedener Infektionspräventionsstrategien auf. Die Überprüfung möglicher Assoziationen von Variablen der Prozessqualität, der Strukturqualität und Patientenvariablen zu nosokomialen Infektionshäufigkeiten und MRSA-Häufigkeiten erbrachte unterschiedliche Ergebnisse für die verschiedenen Infektionsarten und zur MRSA-Häufigkeit. Neben der Bestätigung einiger bekannter Einflussfaktoren (z.B. Intensivstationsart auf Infektionsrate, lange OP-Dauer bei drei der vier analysierten OP-Gruppen auf Wundinfektionsrisiko und Häufigkeit mitgebrachter MRSA auf den

MRSA-Neuerwerb usw.), konnten auch weniger gut untersuchte Zusammenhänge aufgezeigt werden (z.B. bevorzugte passive Befeuchtung bei maschineller Beatmung als Risikofaktor für beatmungsassoziierte Infektionen der unteren Atemwege). Diese eher unerwarteten Ergebnisse sollten durch klinische Studien überprüft, oder durch Wiederholung der hier angewandten Untersuchungsmethode später erneut bestätigt werden, bevor hieraus Empfehlungen abgeleitet werden können. Insbesondere ist bei Prozessvariablen, die zeitlichen Veränderungen unterzogen sein können, die Zuordnung Ursache – Wirkung mittels der hier angewandten Studienform nicht möglich. Variablen, die zeitlich mit größerer Konstanz anzutreffen sind, wie z.B. die meisten Strukturvariablen, sind grundsätzlich geeigneter für Assoziationsstudien, wie hier angewandt. Nicht nur festgestellte Assoziationen sind ein wichtiges Ergebnis dieser Studie, sondern auch der Nachweis eines nicht festzustellenden Einflusses von als wirksam angenommenen Variablen ist ebenso bedeutsam. Zu nennen ist hier insbesondere der nicht festzustellende Effekt von LAF-Belüftung im OP-Saal auf das Wundinfektionsrisiko bei orthopädischen Eingriffen als Ergebnis dieser Studie.

Schlussfolgerungen:

Die Nutzung von Surveillance-Daten zu Assoziationsanalysen ist geeignet, den Erkenntnisgewinn zu Zusammenhängen von Struktur-, Prozess- und Patientenvariablen zu nosokomialen Infektionen bzw. nosokomialen MRSA zu steigern. Auch nach Adjustierung auf Patientenvariablen wurden Struktur- und Prozessvariablen identifiziert, die mit nosokomialen Infektionen bzw. MRSA assoziiert sind. Die Kenntnis dieser Einflussfaktoren kann für die Interpretation von Surveillancedaten ebenso genutzt werden, wie zur Hypothesenbildung für zukünftige Untersuchungen zu Präventionsmaßnahmen oder zur Verifizierung des Nutzens bereits eingeführter Maßnahmen.

REFERENZEN

1. Gastmeier P, Sohr D, Schwab F, Behnke M, Zuschneid I, Brandt C, et al. Ten years of KISS: The most important requirements for success. *J Hosp Infect* 2008;70 suppl 1:11-16.
2. Gastmeier P, Schwab F, Geffers C, Rüden H. To isolate or not to isolate? Analysis of Data from the German Nosocomial Infection Surveillance System Regarding the Placing of MRSA Patients in Private Rooms in intensive Care Units. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2004;25:109-13.
3. Brandt C, Hott U, Sohr D, Daschner F, Gastmeier P, Rüden H. Operating room ventilation with laminar airflow shows no protective effect on the surgical site infection rate in orthopedic and abdominal surgery. *Ann Surg* 2008;248:695-700.
4. Boyce J, Pittet D. Guideline for hand hygiene in health-care settings: Recommendations of the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee and HICPAC/SHEA/APIC/IDSA Hand Hygiene Task Force. *MMWR Morb Mortality Wkly Rep* 2002;51:1-44.
5. Pittet D. Compliance with hand disinfection and its impact on nosocomial infections. *J Hosp Infect* 2001;28 (Suppl A):S40-S46.
6. Reichardt C, Eberlein-Gonska M, Schrappe M, Gastmeier P. "Aktion saubere Hände". Keine Chance den Krankenhausinfektionen! *Unfallchirurg* 2009;112:679-82.
7. Anonym. Prävention der nosokomialen Pneumonie. *Bundesgesundheitsbl* 2000;43:302-309.
8. Gastmeier P, Lode H, Rüden H. Was ist bei der Prävention der beatmungsassoziierten Pneumonie gesichert? *Dtsch med Wschr* 1999;124:1241-1244.
9. Vonberg R, Gastmeier P. Hospital acquired infections related to contaminated substances. *J Hosp Infect* 2007;65:15-23.
10. O'Grady N, M A, Dellinger E, Gerberding J, Heard S, Maki D, et al. Guideline for the prevention of intravascular catheter-related infections. *MMWR* 2002;51(RR-10):1-29.
11. van Nieuwenhoven CA, Vandenbroucke-Grauls C, van Tiel FH, Joore HC, van Schijndel RJ, van der Tweel I, et al. Feasibility and effects of the semirecumbent position to prevent ventilator-associated pneumonia: a randomized study. *Crit Care Med* 2006;34(2):396-402.
12. Niel-Weise B, Wille J, van den Broek P. Humidification policies for mechanical ventilated intensive care patients and prevention of ventilator-associated pneumonia: a systematic review of randomized controlled trials. *J Hosp Infect* 2007;Epub.
13. Kola A, Eckmanns T, Gastmeier P. Efficacy of heat and moisture exchangers in preventing ventilator-associated pneumonia: meta-analysis of randomized controlled trials. *Intensive Care Med* 2005;31:5-11.
14. Kelly M, Gillies D, Todd DA, Lockwood C. Heated humidification versus heat and moisture exchangers for ventilated adults and children. *Cochrane Database Syst Rev*;4:CD004711.
15. Koeman M, van der ven A, Halk E, Joore H, Kaasjager K, de Smet A, et al. Oral decontamination with chlorhexidine reduces the incidence of ventilator-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* 2006;173:1348-1355.
16. Kola A, Gastmeier P. Efficacy of oral chlorhexidine in preventing lower respiratory tract infections. Meta-analysis of randomized controlled trails. *J Hosp Infect* 2007;66:207-16.
17. Chan E, Ruest A, Meade M, Cook D. Oral decontamination for prevention of pneumonia in mechanically ventilated adults: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2007;334:889.
18. Anonym. Prävention Gefäßkatheter-assoziiertes Infektionen. *Bundesgesundhbl* 2002;45:907-24.

19. Horan TC, Gaynes RP, Martone WJ, Jarvis WR, Emori TG. CDC definitions of surgical site infections: a modification of CDC definitions of surgical wound infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1992;13:606-608.
20. Lidwell O, Lowbury E, Whyte W, Blowers R, Lowe D. Effect of ultraclean air in operating rooms on deep sepsis in the joint after total hip or knee replacement: a randomised study. *Br Med J* 1982;285:10-14.
21. van Griethausen A, Soies-van Rooijen N, Hoogenboom-Verdegaal A. Surveillance of wound infections and a new theatre: unexpected lack of improvement. *J Hosp Infect* 1996;34:99-106.
22. Pasquarella C, Sansebastiano G, Ferretti S, Saccani E, Fanti M, Moscato U, et al. A mobile laminar airflow unit to reduce air bacterial contamination at surgical area in a conventionally ventilated operating theatre. *J Hosp Infect* 2007;66:313-19.
23. Rodridues da Costa A, Kothari A, Bannister G, Blom A. Investigating bacterial growth in surgical theatres: establishing the effect of laminar airflow on bacterial growth on plastic, metal and wood surfaces. *Ann R Coll Surg Engl* 2008;90:417-19.
24. CDC/HICPAC. Guidelines for Environmental Infection Control in Health Care Facilities. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2003;52.
25. Lipsett P. Do we really need laminar flow ventilation in the operating room to prevent surgical site infections? *Ann Surg* 2008;248:701-03.
26. Assadian O, Kuelpmann R, Zhumadilova A, Kobayashi H, Heidecke C-D, Kramer A. Protective effect of HEPA-filtered operating room air ventilation with or without laminar airflow on surgical site infections. *Ann Surg* 2009;250:659-60.
27. Brandt C, Rüden H, Gastmeier P. Protective effect of HEPA-filtered operating room air ventilation with or without laminar airflow on surgical site infections. *Ann Surg* 2009;250:660.
28. Kramer A, Külpmann R, Wille F, Christiansen B, Exner M, Kohlmann T, et al. Infektiologische Bedeutung von Raumlufotechnischen Anlagen (RLTA) in Operations- und Eingriffsräumen. *Zentralbl Chirurgie* 2009; epub.
29. Engesaeter L, Lie S, Espehaug B, Furnes O, Vollset S, Havelin L. Antibiotic prophylaxis in total hip arthroplasty. *Acta Orthop Scand* 2003;74:644-651.
30. Miner A, Losina E, Katz J, Fossel A, Platt R. Deep infection after total knee replacement: Impact of laminar airflow systems and body exhaust suits in the modern operating room. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2007;28:222-26.
31. Anonym. Prävention postoperativer Infektionen im Operationsgebiet; Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut. *Bundesgesundhbl* 2007;50:377-393.
32. Brümmer S, Sohr D, Rüden H, Gastmeier P. Surgical site infection rates using a laparoscopic approach: results of the German national nosocomial infections surveillance system. *Der Chirurg* 2007;78:910-14.
33. Webster J, Osborne S. Preoperative bathing or showering with skin antiseptics to prevent surgical site infection. *Cochrane Database Syst Rev* 2006;Apr 19:CD004985.
34. Merrer J, Santoli F, Appere de Vecchi C, Tran B, DeJonghe B, Outin H. "Colonization pressure" and risk of acquisition of Methicillin resistant S.aureus in a medical intensive care unit. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2000;21:718-23.
35. Bonten M, Slaughter S, Amberger A, Hayden M, van Voohis J, Nathan C, et al. The role of "colonization pressure" in the spread of Vancomycin resistant enterococci. *Arch Intern Med* 1998;158:1127-1132.
36. Oxford Centre for Evidence-Based Medicine. http://www.cebm.net/levels_of_evidence.asp 2001.