

Redaktion
H.J. Bardenheuer • Heidelberg
H. Forst • Augsburg
R. Rossaint • Aachen
D. Spahn • Zürich

Die Beiträge der Rubrik „Weiterbildung“ sollen dem Stand des zur Facharztprüfung für den Anästhesisten notwendigen Wissens entsprechen und zugleich dem Facharzt als Repetitorium dienen. Die Rubrik beschränkt sich auf gesicherte Aussagen zum Thema.

Petra Gastmeier¹ • Klaus Weist¹ • Olaf Weigt² • Henning Rüden¹ • ¹Institut für Hygiene der Freien Universität Berlin, ²Abteilung für Anästhesie Krankenhaus Park Schönfeld Kassel

Prävention nosokomialer Infektionen in der Intensivstation und im OP

► Nosokomiale Infektionen (NI)

Nosokomiale Infektionen (NI) sind systemische oder lokale Infektionen, die bei der Krankenhausaufnahme weder vorhanden noch in der Inkubationsphase waren.

► Prävalenz

= Anzahl der Erkrankten im Verhältnis zur Anzahl der Untersuchten zu einem bestimmten Zeitpunkt.

► Inzidenz

= Anzahl der Neuerkrankungen im Verhältnis zur Anzahl der Untersuchten innerhalb eines bestimmten Zeitraums.

► Nosokomiale Infektionen (NI) sind systemische oder lokale Infektionen, die bei der Krankenhausaufnahme weder vorhanden noch in der Inkubationsphase waren. Auf Intensivstationen wird ihr Auftreten besonders begünstigt, denn

- bei Intensivpatienten liegen häufig bereits bei der Aufnahme auf die Intensivstation wesentliche prädisponierende Faktoren für das Entstehen von NI vor,
- viele infektionsbegünstigende invasive diagnostische und therapeutische Maßnahmen müssen angewandt werden,
- es ist ein besonders hoher Pflegeaufwand erforderlich und damit ein intensiver Kontakt zwischen Patient und Personal, und
- durch das insgesamt häufigere Auftreten von Infektionen auf Intensivstationen, u.a. auch durch multiresistente Erreger, sind die Möglichkeiten der Exposition ungleich größer als in anderen Krankenhausbereichen.

Abgesehen von den verschiedenen prädisponierenden Faktoren der Patienten hat vor allem das Geschehen im OP wesentlichen Einfluß auf das Zustandekommen von postoperativen Wundinfektionen. Deshalb können Anästhesisten mit ihren Kenntnissen und ihrem Verhalten auch hier erheblich zur Infektionsprophylaxe beitragen.

Häufigkeit

Obwohl nur 5-10% aller Krankenhauspatienten in Intensivstationen behandelt werden, bedingen die NI bei Intensivpatienten ca. ein Viertel aller NI in den Krankenhäusern. Auch die meisten Ausbrüche von NI werden auf Intensivstationen beobachtet.

Umfangreiche ► Prävalenzstudien haben für deutsche Intensivstationen durchschnittliche Prävalenzraten von 15-25% ergeben. Die häufigsten NI-Arten waren Pneumonien (35-40% aller NI), Bronchitiden (15-20%), Harnwegsinfektionen (ca. 14%) und Sepsis (ca. 12%) [1, 2]. Verschiedene Inzidenzuntersuchungen der letzten 20 Jahre ermittelten ► Inzidenzraten zwischen 10% und 30%. Ein wesentlicher Faktor ist die Art der Intensivstation. Die höchsten NI-Raten werden

Prevention of nosocomial infections in the intensive care unit and the operating room.

Key words: Nosocomial infection • Cross infection/prevention and control • Intensive care units • Guidelines • Review • Tutorial

PD Dr. Petra Gastmeier • Institut für Hygiene der FU Berlin, Hindenburgdamm 27, D-12203 Berlin; e-mail: petra.gastmeier@charite.de

- ▶ Epidemische NI
- ▶ Endemische NI

- ▶ Letalität

- ▶ „attributable mortality“

- ▶ Zusätzliche Aufenthaltsdauer

- ▶ Expositionelle Risikofaktoren

- ▶ Prädisponierende Faktoren

in Intensivstationen für Verbrennungspatienten und für neurochirurgische Patienten beobachtet, die günstigsten in pädiatrischen und kardiologischen Intensivstationen [3].

Man unterscheidet ▶ **epidemische NI** (Ausbrüche) und ▶ **endemische NI**. Obwohl Ausbrüche immer eine besondere Aufmerksamkeit erzeugen, liegt der Anteil der im Rahmen von Ausbrüchen auftretenden NI nur bei etwa 2-10%, d.h. die große Mehrheit der NI sind durch die endemisch auftretenden Infektionen bedingt, an deren Niveau sich das Stationspersonal „gewöhnt“ hat.

Unter operierten Patienten sind postoperative Wundinfektionen die häufigsten Infektionen [4]. Dabei ist die Inzidenz der Wundinfektionen je nach OP-Art sehr unterschiedlich, und wegen der immer kürzer werdenden stationären Aufenthaltsdauer wird ein großer Teil der postoperativen Wundinfektionen (12-84%) nicht mehr während des Krankenhausaufenthaltes wahrgenommen [4].

Konsequenzen von NI

NI können die Verweildauer erheblich verlängern und führen bei Intensivpatienten nicht selten zum Tode. Bei der Angabe der ▶ **Letalität** durch NI muß zwischen Patienten, die als Folge der NI versterben, und solchen, bei denen eine NI vorlag, die aber aus anderen Gründen verstorben sind, unterschieden werden. Da die exakte Todesursache bei Intensivpatienten auch wegen der geringen Obduktionsfrequenz oft nicht genau bestimmt werden kann, ist die Berechnung der ▶ **„attributable mortality“** eine geeignete Methode zur Quantifizierung dieses Problems. Man versteht darunter die Letalität, die – unabhängig von anderen Todesursachen – durch die NI allein verursacht wird. Mit derselben Methode kann auch die ▶ **zusätzliche Aufenthaltsdauer** der Patienten auf Intensivstationen durch das Auftreten von NI ermittelt werden. Anhand dieser Daten können dann Rückschlüsse auf zusätzliche Kosten durch NI abgeleitet werden (Tabelle 1).

Risikofaktoren

Bei den Risikofaktoren kann man zwischen expositionellen und prädisponierenden Risikofaktoren unterscheiden. Für die häufigsten ▶ **expositionellen Risikofaktoren** (zentrale Venenkatheter, Pulmonalis-Arterien-Katheter, Harnwegkatheter, Beatmung) wurde nachgewiesen, daß mit ihrer Anwendung signifikant höhere NI-Raten verbunden sind [1]. Vor allem die Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation ist ein wichtiger expositioneller Faktor, auch Personalmangel wurde bei der Aufklärung von Ausbrüchen mehrfach als Risikofaktor für NI [5, 6] identifiziert. Daneben liegen häufig auch ▶ **prädisponierende Faktoren** vor, z.B. wenn die Patienten schwere Grundkrankheiten haben, immunsupprimiert oder

Tabelle 1
Überblick über die durchschnittliche „attributable mortality“ und zusätzliche Aufenthaltsdauer durch die beiden wesentlichsten NI auf Intensivstationen – die Pneumonie und die Sepsis – und durch postoperative Wundinfektionen^b

Art der NI	„attributable mortality“ in %	Zusätzliche Aufenthaltstage für infizierte Überlebende auf der Intensivstation in Tagen
Pneumonie	0-30% ^a	ca. 8-25 ^a
Sepsis	28-35%	ca. 8
Postoperative Wundinfektion	Sehr abhängig von der OP-Art	ca. 7-14

^a Große Unterschiede je nach Art der Intensivstation und in Abhängigkeit von den Erregern, besonders hoch ist die Letalität bei *Pseudomonas spp.*, *Stenotrophomonas spp.* oder *Acinetobacter spp.* bedingten Pneumonien

^b Nosokomiale Harnwegsinfektionen bei Intensivpatienten scheinen nicht mit zusätzlicher Letalität verbunden zu sein und führen nicht oder nur in geringem Maße zu einer Verlängerung der Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation

Tabelle 2
Wichtigste Risikofaktoren für NI bei den vier häufigsten NI-Arten [7]

Pneumonie	Sepsis	Harnwegsinfektionen	Wundinfektionen
Hohes Alter	Hohes Alter	Hohes Alter	Hohes Alter
Frühgeborene	Frühgeborene	Frühgeborene	Frühgeborene
Chronische Lungenerkrankung	Gefäßkatheter (Anzahl und Dauer)	Weibliches Geschlecht	Adipositas
Abdominelle oder Thorax-OP	Parenterale Ernährung	Nierenversagen	Unterernährung
Intubation	Kolonisation der Insertions- oder Zuspitzstelle	Harnwegkatheter	Diabetes mellitus
Dauer der Beatmung	Zu häufige Verbandswechsel der Insertionsstelle	Dauer der Katheterisierung	Karzinom
Immunsuppression		Kolonisation des Meatus	OP-Dauer
Vorausgehende Antibiotikagabe			OP-Technik
			Lange präoperative Aufenthaltsdauer
			Präoperative Rasur am Vorabend der OP
			Andere Infektionen

unterernährt sind. Einige Faktoren steigern nur bei bestimmten NI-Arten das Infektionsrisiko, andere sind generell mit einem höheren Risiko verbunden (Tabelle 2) [7].

Bei postoperativen Wundinfektionen ist das Infektionsrisiko vor allem von der mikrobiellen Kontamination, der Virulenz der Erreger und der Abwehrkraft der Patienten abhängig. Es konnte gezeigt werden, daß bei Gewebkontaminationen von mehr als 10^5 Mikroorganismen pro g das Wundinfektionsrisiko deutlich ansteigt, bei Fremdkörperimplantationen sind auch geringere Kontaminationen ausreichend [4].

Wichtigste Erreger

Die ► **wichtigsten NI-Erreger** gehören zur Gruppe der fakultativ pathogenen Erreger. Insgesamt sind die häufigsten Isolate bei Patienten mit NI auf deutschen Intensivstationen heute [8]: S. aureus (12,2%), Enterokokken (11,0%), E. coli (9,9%), C. albicans (9,2%) P.aeruginosa (8,5%). Dabei unterscheidet sich die Situation bei den einzelnen NI-Arten (Tabelle 3).

Die Zunahme von multiresistenten Erregern in den letzten Jahren ist vor allem ein Problem der Intensivstationen. Nach den Daten des Krankenhaus-Infektions-Surveillance-Systems (KISS) werden z.Zt. in deutschen Intensivstationen ca. 11% aller durch S.aureus bedingten NI durch Methicillin-resistente S. aureus (MRSA) hervorgerufen, und auch bei gramnegativen Erregern gibt es Resistenzprobleme (z.B. ca. 10% multiresistente P. aeruginosa) [8].

► Wichtigsten NI-Isolate

- S. aureus
- Enterokokken
- E. coli
- C. albicans
- P.aeruginosa

Ca. 11% aller durch S.aureus bedingten NI werden durch Methicillin-resistente S. aureus (MRSA) hervorgerufen.

Tabelle 3
Häufigste Isolate bei den wichtigsten NI-Arten nach den Daten der deutschen Referenzdatenbank für NI in Intensivstationen und bei operierten Patienten (Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System „KISS“ [8], ein gemeinsames Projekt des Nationalen Referenzzentrums für Krankenhaushygiene und des Robert-Koch-Instituts)

Pneumonie	Sepsis	Harnwegsinfektionen	Wundinfektionen
S.aureus	S.epidermidis	Enterococcus spp.	S. aureus
C.albicans	Enterococcus spp.	E. coli	E. coli
Klebsiella spp.	S.aureus	C. albicans	Enterococcus spp.
P. aeruginosa	E. coli	P.aeruginosa	Koagulase negative Staphylokokken
Enterococcus spp.	Klebsiella spp.	Koagulase negative Staphylokokken	Streptokokken

▶ Endogene NI

▶ Exogene NI

▶ Vermeidungspotential

▶ Evidence

▶ HICPAC (= Hospital Infection Control Practices Advisory Committee)

▶ Ungelöste Frage

▶ Händedesinfektion

Endogene und exogene NI

Unter ▶ **endogenen Infektionen** werden diejenigen verstanden, bei denen die körpereigenen Erreger durch Translokation in normalerweise sterile Bereiche zu Infektionen führen (z.B. Pneumonie durch aufsteigende gastrointestinale Flora während der Beatmung) oder wenn durch Massenvermehrung einzelner Erreger (z. B. von *C. difficile* nach Breitspektrum-Antibiotikagabe) die infektionsauslösende Dosis überschritten wird. ▶ **Exogene NI** werden durch körperfremde Infektionserreger hervorgerufen, z.B. Übertragung von anderen Patienten (Hände des Personals) oder von Gegenständen in der Umgebung.

Da ein großer Anteil der NI auf Intensivstationen auf endogenem Infektionsweg zustande kommt und damit nur bedingt vermeidbar ist, sind NI auf Intensivstationen nur teilweise zu verhindern. Das ▶ **Vermeidungspotential** liegt aber bei mindestens 16 bis 32% und sollte durch Anwendung der Präventionsempfehlungen ausgeschöpft werden [9, 10].

Kategorien von Präventionsempfehlungen

Trotz der vergleichsweise hohen NI-Raten in Intensivstationen ist es bisher nur in relativ wenigen randomisierten kontrollierten Studien gelungen, den Nutzen bestimmter Präventionsmaßnahmen eindeutig nachzuweisen. So sind z.B. selbst bei der Pneumonie und einer angenommenen (eher hohen) Inzidenz von 15% mindestens 695 Patienten pro Studiengruppe notwendig, um einen signifikanten Effekt zu erreichen, wenn die Maßnahme die Infektionsrate um ein Drittel reduzieren kann. Bei selteneren Infektionen und geringerem Reduktionspotential steigt die notwendige Fallzahl schnell auf ein Vielfaches. Deshalb und auch weil in vielen Fällen entsprechende Interventionsstudien kaum durchzuführen sind, ist es häufig notwendig, Präventionsempfehlungen auf der Grundlage von Studien mit weniger geeignetem Design oder auf der Basis eines Konsensus von Experten zu geben. Um die hinter den Empfehlungen stehende ▶ „evidence“ transparent zu machen, hat sich das in den USA für die Herausgabe von Präventionsempfehlungen zuständige Expertengremium – ▶ HICPAC (= Hospital Infection Control Practices Advisory Committee) – entschlossen, die Empfehlungen entsprechend zu kennzeichnen (Tabelle 4).

Unter den HICPAC-Präventionsempfehlungen für die Pneumonie sind nur ca. 1/5 der Kategorie IA zugeordnet [11], bei den Empfehlungen zur Prävention von Gefäßkatheter-assoziierten Infektionen beträgt der Anteil ca. 1/3 [12].

Besonders wichtig ist auch die Kategorie ▶ „ungelöste Frage“. Wenn einem Punkt diese Kategorie zugeordnet wurde, sollten vor allem klinische, ökonomische oder ökologische Aspekte bei der Entscheidung über das Vorgehen im Vordergrund stehen, im Hinblick auf die Infektionsprävention gibt es in diesen Fällen keine Unterschiede; d.h. bei diesen Maßnahmen der Intensivmedizin mit potentieller Infektionsgefährdung für die Patienten können unterschiedliche Vorgehensweisen ein „state of the art“-Vorgehen darstellen.

Im folgenden sollen für die genannten Präventionsempfehlungen jeweils die entsprechenden Kategorien angegeben werden. Der regelmäßigen Schulung des Personals über Präventionsmaßnahmen wurde bei allen infektionsspezifischen Empfehlungen die Kategorie IA zugeordnet.

Intensivstation

Allgemeine Empfehlungen

Die ▶ **Händedesinfektion** wird als wichtigste Einzel-Präventionsmaßnahme zur Verhinderung der Ausbreitung von Infektionen angesehen (Kategorie IA).

Sie sollte immer zwischen Patientenkontakten, bei Umgang mit „devices“ (z.B. Gefäßkatheter, Harnwegkatheter, Tuben), nach Kontakt mit potentiell infektiösem Material (z.B. Blut, Körperflüssigkeiten, Patientenpflegeutensilien) und nach Ablegen der Untersuchungshandschuhe durchgeführt werden. Verschiedene Studien haben eine unterschiedliche, teilweise aber sehr geringe Compliance mit der Hän-

Tabelle 4

Kategorien der HICPAC-Empfehlungen für die Prävention von NI (nach [11])

IA ^a	Sehr empfohlen für alle Krankenhäuser und gestützt durch gut geplante experimentelle oder epidemiologische Untersuchungen
IB ^a	Sehr empfohlen für alle Krankenhäuser und durch Fachexperten als effektiv angesehen, weil rationale oder hinweisende Fakten existieren, obwohl maßgebliche wissenschaftliche Studien nicht vorhanden sind
II	Zur Einführung empfohlen in vielen Krankenhäusern; die Empfehlungen werden durch hinweisende klinische oder epidemiologische Studien gestützt, durch streng theoretische Begründung oder durch maßgebliche Studien, die für einige, aber nicht alle Krankenhäuser anwendbar sind
Keine Empfehlung, ungelöste Frage	Maßnahmen, für die keine ausreichenden Hinweise oder kein Konsens bezüglich Effektivität existieren

^a In den älteren CDC-Empfehlungen für die Prävention von Harnwegsinfektionen wird noch nicht zwischen den Kategorien IA und IB unterschieden

▶ **Handschuhbenutzung**▶ **Schutzkleidung**

Ein generelles Tragen von besonderer Stationskleidung wird nicht empfohlen.

▶ **Allgemeine Empfehlungen**▶ **Beatmungsschlauchsysteme**

dedesinfektion in Intensivstationen gezeigt (30-80%), so daß gerade in diesem Bereich ein hohes Präventionspotential existiert.

Für die ▶ **Handschuhbenutzung** konnte nachgewiesen werden, daß sie zusätzlich die Ausbreitung von Erregern reduzieren kann, ihre Anwendung ist aber kein Ersatz für die Händedesinfektion. Bei Kontakt mit Blut, Körperflüssigkeiten, Sekreten und Exkreten sollten sie immer benutzt werden (Kategorie IA).

▶ **Schutzkleidung** wird unter der Vorstellung empfohlen, daß Infektionserreger über die Kleidung des Personals von einem Patienten auf den anderen übertragen werden, allerdings gibt es dazu wenig Daten [13]. In einer Studie wurde kein Vorteil gezeigt, aber die Aufforderung zu ihrer Benutzung war mit einer höheren Compliance der Handschuhbenutzung verbunden [14]. Wir empfehlen die Verwendung von Schutzkleidung immer bei der Pflege und Behandlung von Patienten mit multiresistenten Erregern sowie bei intensivem Patientenkontakt (Kategorie IB). Ein generelles Tragen von besonderer Stationskleidung (Besucher, Konsiliarärzte etc.) wird nicht empfohlen. Auf die Unsinnigkeit von Überziehschuhen muß wahrscheinlich kaum noch hingewiesen werden.

Prävention von beatmungsassoziierten Pneumonien

Auf folgende Maßnahmen soll besonders hingewiesen werden [11]:

- Anheben des Kopfendes des Bettes von Patienten mit hohem Pneumonierisiko bis zu einem Winkel von 30-45°, sofern keine Kontraindikation dafür gegeben ist (Kategorie IB).
- Unterbrechung der Magen/Darmsondenernährung und Entfernung aller „devices“ wie Intubationstuben, Tracheostoma, sobald die klinische Indikation bei den Patienten nicht mehr gegeben ist (Kategorie IB).
- Vor der Entblockung des Tubus muß gesichert sein, daß die Sekrete oberhalb des Cuffs entfernt sind (Kategorie IB).
- Schmerztherapie mit systemischen Analgetika, wenn die Schmerzen Husten und tiefes Einatmen in der postoperativen Periode behindern (Kategorie IB)
- Pneumokokken-Impfung bei entsprechenden Hochrisikopatienten (z.B. vor großen, planbaren OPs) (Kategorie IA).
- Beatmungsschlauchsysteme nicht häufiger als alle 7 Tage wechseln (hier sind einige weitere Studien seit 1994 erschienen [15]) (Kategorie IA).
- Kein routinemäßiger Beatmungsschlauchwechsel, wenn das System an ein HME (heat moisture exchange filter) gekoppelt ist, solange es bei einem Patienten benutzt wird (Kategorie IB).

► Vernebelung

- Periodisches Entleeren des Kondenswassers im Beatmungsschlauchsystem; dabei muß darauf geachtet werden, daß kein Kondensat zum Patienten zurückfließt (Kategorie IB); es sollten Einmalhandschuhe verwendet werden, um einer Übertragung von NI-Erregern auf andere Patienten vorzubeugen.

► Tracheotomie

- Ausschließliche Benutzung von sterilen Flüssigkeiten für die Vernebelung und aseptische Zubereitung dieser Flüssigkeiten (Kategorie IA).
- Medikamenten-Vernebler-Töpfchen („in-line“) und tragbare Vernebler sollen zwischen Behandlungen bei demselben Patienten desinfiziert, mit sterilem Wasser gespült oder luftgetrocknet werden (Kategorie IB).
- Wechsel des Verneblers zwischen den Patienten und Ersatz durch einen sterilisierten oder desinfizierten Vernebler (Kategorie IB).
- Durchführung der Tracheotomie unter aseptischen Bedingungen (Kategorie IB)
- Bei Wechsel eines Trachealtubus aseptische Technik anwenden und Ersatz durch sterile oder desinfizierte Tuben (Kategorie IB).

► Sterilisation/Desinfektion

- Sterilisation oder Desinfektion (thermisch oder chemisch) von Geräten und Hilfsmitteln, die in direkten oder indirekten Kontakt mit Schleimhäuten des unteren Atemwegtraktes kommen sowie der Beatmungsschläuche und Befeuchter (Kategorie IB).
- Sterilisation oder Desinfektion der wiederverwendbaren Beatmungsbeutel zwischen zwei Patienten (Kategorie IA).
- Keine routinemäßige Sterilisation oder Desinfektion des Kreissystems der Beatmungs- und Narkosegeräte (Kategorie IA).

► Monitoring

- Keine routinemäßige Durchführung eines mikrobiologischen Monitorings der Patienten bzw. hygienischen Monitorings der Geräte und Hilfsmittel (Kategorie IA).

► Ungelöste Fragen

Folgende Maßnahmen findet man in der Kategorie „ungelöste Frage“ [11]:

- Verwendung von orotrachealen statt nasalen Tuben zur Prävention der Aspiration, die mit der Intubation assoziiert ist (bei nasaler Intubation treten vermehrt Sinusitiden auf).
- Verwendung von Tuben mit einem separaten Absaugkanal über dem Cuff, der kontinuierlich oder intermittierend das Absaugen von Atemsekret erlaubt, das sich im subglottischen Raum ansammelt (hier gibt es inzwischen zwei spanische randomisierte kontrollierte Studien, die den Vorteil dieser Tuben gezeigt haben [16, 17]).
- Verwendung von geschlossenen Mehrfach-Absaugsystemen vs. offenen Einmal-Absaugsystemen (die Umgebungskontamination wird bei geschlossenen Systemen natürlich reduziert).
- Verwendung von Heat Moisture Exchange Filter (HME) statt eines Dampfefeuchters (hier gibt es inzwischen eine gute randomisierte kontrollierte Studie, die signifikant niedrigere Pneumonieraten in der HME-Gruppe gezeigt hat [18]).
- Selektive Darmdekontamination bei schwerkranken, mechanisch beatmeten oder Intensivpatienten mit oralen oder intravenösen Antibiotika (obwohl vor kurzem eine Metaanalyse dazu erschienen ist, die einen Vorteil gezeigt hat [19], sollte sie nur bei wenigen ausgewählten Patientengruppen erwogen werden).

Prävention von ZVK-assoziierten Septikämien

Auf folgende Maßnahmen soll besonders hingewiesen werden [12]:

► Allgemeine Empfehlungen

- Die Entscheidung bezüglich des Kathetertyps und möglicher Wechsel muß individuell für den jeweiligen Patienten getroffen werden (Kategorie IA).
- Verwendung einlumiger Katheter, es sei denn, mehrere Zugänge sind für die Behandlung des Patienten erforderlich (in der letzten Zeit sind allerdings auch Studien erschienen, die keine höheren Infektionsraten bei mehrlumigen Kathetern gezeigt haben [20]).

▶ **Katheter legen**

- Entfernen des Gefäßzuganges, sobald keine Indikation mehr besteht (Kategorie IA).
- Legen unter sterilen Bedingungen (steriler Kittel, sterile Handschuhe, Mund-Nasen-Schutz, großes steriles Abdecktuch) (Kategorie IB).
- Abwägen von Risiken und Nutzen einer in Bezug auf die Infektionskomplikationen empfohlenen Einstichstelle gegen die Risiken mechanischer Komplikationen (Pneumothorax, Hämatothorax, Katheterdislokation) (Kategorie IA) (Infektionsprophylaktisch ist der Zugang zur V. subclavia mit gewissen Vorteilen verbunden, aber selbstverständlich müssen bei der Wahl der Einstichstelle auch andere Aspekte beachtet werden).
- Verwendung von peripher gelegten ZVK, getunnelten Kathetern oder implantierbaren Gefäßzugängen bei Patienten ab 4 Jahren, bei denen absehbar ist, daß der Gefäßzugang länger als 30 Tage benötigt wird (Kategorie IA).

▶ **Katheter wechseln**

- Kein routinemäßiger Wechsel von nicht getunnelten ZVK zur Verhinderung von katheterbedingten Infektionen (Kategorie IA). *Ausnahme:* Wechsel von Pulmonalarterienkathetern mindestens alle 5 Tage (Kategorie IB). Diese Empfehlung berücksichtigt nur hygienische Aspekte. Das Risiko einer erneuten Punktion und Platzierung des Katheters muß dagegen abgewogen werden (s. o.).
- Kein Katheterwechsel über einen Führungsdraht, wenn eine katheterbedingte Infektion belegt ist. Falls der Patient weiterhin einen Gefäßzugang benötigt, Entfernung des betreffenden Katheters und Ersatz durch einen neuen an anderer Stelle (Kategorie IA).

▶ **Eintrittsstelle**

- Vor dem Legen eines Gefäßkatheters Hautdesinfektion mit einem alkoholischen oder PVP-jodhaltigen Hautdesinfektionsmittel (Kategorie IA).
- Keine routinemäßige Applikation von antimikrobiellen Salben auf die Insertionsstelle des ZVK (Kategorie IB).
- Verwendung von steriler Gaze oder transparenten (semipermeablen) Verbänden zum Abdecken der Kathetereintrittsstelle (Kategorie IA) (Infektionsprophylaktisch kann kein Unterschied zwischen beiden Verbandsmaterialien nachgewiesen werden).
- Tägliche Palpation der Kathetereintrittsstelle durch den Verband (Kategorie IB)
- Wechsel des Verbandes des ZVK bei Durchfeuchtung, Verschmutzung, Lockerung, notwendiger Inspektion der Eintrittsstelle (Kategorie IB).

▶ **Infusionsdauer**

- Lipidhaltige Infusionen zur parenteralen Ernährung sollten innerhalb von 24 h infundiert sein, wenn Lipidlösungen allein verabreicht werden, innerhalb von 12 h (Kategorie IB).
- Falls Mehrdosenbehältnisse benutzt werden, sollten diese nach dem Anbruch im Kühlschrank gelagert werden (außer der Hersteller macht andere Angaben) (Kategorie IA).

▶ **Schlauchsysteme**

- Desinfektion der Konnektionsstelle des Katheters, bevor Systeme angeschlossen werden (Kategorie IB).
- Wechsel der i.v.-Schläuche einschließlich der Drei-Wege-Hähne nicht häufiger als im 72 h-Intervall (Kategorie IA).
- Wechsel der Schläuche innerhalb von 24 h, wenn diese zur Verabreichung von Blut, Blutprodukten oder Lipidlösungen verwendet wurden (Kategorie IB).
- Keine routinemäßige Benutzung von inline-Infusionsfiltern zur Infektionsprophylaxe (Kategorie IA).

▶ **Monitoring**

- Keine routinemäßigen mikrobiologischen Untersuchungen zur Überwachung von Patienten mit Gefäßzugängen (Kategorie IB).

▶ **Ungelöste Fragen**

Folgende Maßnahmen findet man in der Kategorie „ungelöste Frage“ [12]:

- Hängedauer von parenteral zu verabreichenden Flüssigkeiten, einschließlich nicht-lipidhaltiger Flüssigkeiten, die zur parenteralen Ernährung bestimmt sind

► Allgemeine Empfehlungen

► Katheter legen

► Katheter wechseln

► Urin-Ableitung

► Monitoring

- Häufigkeit eines routinemäßigen Verbandswechsels.
- Entnahme von Blut für Blutkulturen aus zentralen Gefäßzugängen.

In den letzten Jahren wurden zahlreiche randomisierte kontrollierte Studien über Vorteile von Chlorhexidin-Silbersulfadiazin- bzw. antimikrobiell (z.B. Rifampicin/Minocyclin) imprägnierte ZVK publiziert (Kategorie II). Von der Infektionsprävention her scheinen die antimikrobiell beschichteten wirkungsvoller zu sein [20], allerdings ist der Einfluß ihrer Anwendung auf die Resistenzentwicklung und der potentielle Nutzen für bestimmte Patientengruppen noch nicht ausreichend untersucht.

Prävention von katheterassoziierten Harnwegsinfektionen

Auf folgende Maßnahmen soll besonders hingewiesen werden [22]:

- Harnwegkatheter sollten nur gelegt werden, wenn sie erforderlich sind, und sobald wie möglich wieder entfernt werden (Kategorie I) (für ausgewählte Patientengruppen sollten auch andere Methoden der Harndrainage (z.B. supra-pubische Katheter) als sinnvolle Alternativen zu transurethralen Harnwegkathetern angesehen werden).
- Das Legen des Harnwegkatheters erfolgt aseptisch mit einem sterilen Katheterisierungsset (Kategorie I).
- Es sollen sterile Handschuhe, ein steriles Abdecktuch, sterile Tupfer, eine antiseptische Lösung für die periurethrale Reinigung und einzeln verpacktes Gleitmittel benutzt werden (Kategorie II).
- Harnwegkatheter sollten nicht routinemäßig in festen Intervallen gewechselt werden, sondern bei Bedarf nach individuellen Gesichtspunkten (Kategorie II).
- Nur sterile, dauerhaft geschlossene Urin-Ableitsysteme mit Antirefluxventil sollten angewandt werden (d.h. ohne Diskonnektion bei der Beutelentleerung) (Kategorie I).
- Katheter und Drainageschlauch sollten nicht diskonnektiert werden, außer wenn unbedingt eine Spülung notwendig ist, die allerdings grundsätzlich vermieden werden sollten (*Ausnahmen*: Blutungen im Zusammenhang mit Prostata- oder Blasen-OPs) (Kategorie I).
- Ein freier Urinabfluß sollte gewährleistet sein (d.h. kein „Blasentraining“) (Kategorie I).
- Ein regelmäßiges mikrobiologisches Monitoring katheterisierter Patienten als Maßnahme zur Infektionskontrolle wird nicht empfohlen, da die Effektivität nicht belegt ist.

OP-Saal

Anästhesisten und Anästhesiepflegepersonal führen eine Reihe von invasiven Maßnahmen wie das Legen von intravenösen Zugängen und endotrachealen Tuben im OP durch bzw. verabreichen intravenöse Medikamente und Lösungen. Durch Nichtbeachtung der Asepsis bei diesen Tätigkeiten sind vereinzelte Ausbrüche postoperativer Infektionen bekannt geworden. Weil normalerweise in der Nähe des OP-Feldes gearbeitet wird, wurde in einzelnen Untersuchungen das Anästhesiepersonal auch als Quelle der Wundinfektionserreger identifiziert. Deshalb beziehen sich die folgenden Empfehlungen auf das Verhalten im OP, auf die wichtigsten Empfehlungen zur perioperativen Prophylaxe sowie auf spezielle Maßnahmen bei der Prävention von anderen NI. Dabei wird zwischen Infektionsrisiken bei der Inhalationsnarkose, der intravenösen Anästhesie und der Peridural- und Spinalanästhesie unterschieden.

▶ **Allgemeine Empfehlungen**▶ **Mund-Nasenschutz**▶ **Kopfhaube**▶ **Überziehschuhe**▶ **Flächendesinfektion****Verhalten im OP**

Im einzelnen sollen folgende Präventionsempfehlungen beachtet werden [4]:

- Begrenzung des Personals im OP-Saal auf das notwendige Minimum (Kategorie II).
- OP-Türen sollen geschlossen gehalten werden, sofern sie nicht für die Passage von Geräten, Personal und Patient geöffnet werden müssen (Kategorie IB).
- Mund-Nasenschutz (Nase und Mund vollständig bedeckt) beim Betreten des OP-Saales anlegen, wenn eine OP beginnt oder bereits begonnen hat oder wenn steriles Instrumentarium exponiert ist, Tragen während der gesamten OP (Kategorie IB).
- Tragen einer Haube (die vollständig das Kopf- und Gesichtshaar bedeckt) beim Betreten des OP-Saales (Kategorie IB) (obwohl in der Regel zwischen dem Arbeitsbereich des Anästhesiologen und dem OP-Feld eine Barriere existiert, sind in der Literatur einige Ausbrüche beschrieben, die auf das Anästhesiepersonal zurückzuführen sind – z.B. Carrier von pathogenen Erregern, Hände-kontamination [23]).
- Keine Verwendung von Überziehschuhen (Kategorie IB).
- Bei sichtbarer Verschmutzung oder Kontamination auf Oberflächen oder Geräten mit Blut und anderen Körperflüssigkeiten während der OP-Desinfektion der Flächen vor der nächsten OP (Kategorie IB).

Obwohl bereits einige Studien über den Einfluß von Hypothermie auf die Wundinfektionsrate existieren, sind noch weitere Studien notwendig, um in dieser Hinsicht generelle Empfehlungen abzuleiten [4].

Perioperative Antibiotikaphylaxe

In den letzten Jahren hat sich in der Literatur ein weitgehender Konsens über die Indikationsstellung und Durchführung der perioperativen Antibiotikaphylaxe entwickelt, und in zahlreichen Studien wurde ihr Vorteil nachgewiesen. Bei vielen Operationen werden trotzdem keine Antibiotika gegeben, oder eine perioperative Prophylaxe wird verabreicht, obwohl sie nach der Literatur nicht empfohlen wird [24]. Weil in vielen Krankenhäusern die Anästhesisten in die perioperative Prophylaxe eingebunden sind, werden die wichtigsten Empfehlungen aufgeführt [4]:

▶ **Allgemeine Empfehlungen**▶ **Zeitpunkt der Gabe**▶ **Kolorektale OPs**▶ **Sectio caesarea**▶ **Vancomycin**▶ **Schlauchwechsel**

- Gabe nur bei Indikationsstellung, Auswahl entsprechend der Effektivität gegen die häufigsten Wundinfektionserreger bei dieser OP-Art sowie den entsprechenden Empfehlungen (Kategorie IA).
- Intravenöse Gabe der ersten Dosis so, daß der wirksame Spiegel des Antibiotikums im Serum und Gewebe zum Zeitpunkt der Inzision bereits erreicht ist (Kategorie IA).
- Zusätzliche mechanische Vorbereitung des Darms (Einläufe) und Gabe von nicht-absorbierbaren oralen antimikrobiellen Substanzen am Tag vor der OP (Kategorie IA).
- Bei Risiko-Sectiones Gabe des Antibiotikums unmittelbar nach Unterbrechung der Nabelschnur (Kategorie IA).
- Nicht routinemäßig für eine Prophylaxe verwenden (Kategorie IB).

Inhalationsnarkose

Die Diskussion, ob anstelle des ▶ **Schlauchwechsels** nach jedem Patienten der Einsatz von bakteriedichten Filtern oder HMEs sinnvoll ist, ist derzeit noch nicht ab-

Tabelle 5
Empfehlungen für den Umgang mit Narkosegeräten und Hilfsmitteln [27]

	Gegenstände	Empfehlung
Kritisch	Kanülen, Katheter, Spritzen	Sterilität, schnelle Desinfektion nach der Anwendung, dann Sterilisation
Halbkritisch	Laryngoskopspatel, Magillzangen, Tuben, Führungsdrähte, Temperatursonden, Masken, Schläuche und Verbindungsstücke, Beatmungsbeutel	Reinigung und Desinfektion, eventuell Sterilisation
Unkritisch	Blutdruckmanschette, Ableitkabel, Pulsoximeter, Hauttemperatursonden, Bedienelemente der Narkosegeräte	Tägliche Desinfektion sowie nach Kontamination nach jedem Patienten desinfizieren
Weiteres	Ventile und CO ₂ -Absorber	Reinigung und Desinfektion während des routinemäßigen Austausches des Atemkalks
	Filter im Beatmungssystem	Nicht ausreichende Daten für generelle Empfehlung

geschlossen [25]. Es gibt jedoch einige, nicht zuletzt ökonomische Faktoren, die für die Anwendung von HME sprechen [26].

► **Larynxmasken** werden wegen des häufig geringen Bestandes der einzelnen Größen und der Notwendigkeit einer sofortigen Verfügbarkeit oft in der OP-Abteilung selbst aufbereitet. Da sie nach Tabelle 5 auch zu den „halbkritischen“ Gegenständen zu rechnen sind, ist eine thermische oder chemische Desinfektion ausreichend, eine Sterilisation ist nicht erforderlich.

Intravenöse Anästhesie

Mindestens sieben Ausbrüche sind in der Literatur beschrieben, die auf die Anwendung von Propofol zurückzuführen sind [6]. Diese Substanz ist lipidhaltig, enthält keine Konservierungsstoffe, wird bei Raumtemperatur gelagert und bietet damit Bedingungen, die das bakterielle Wachstum sehr fördern können. Deshalb sollte der Umgang mit diesen Ampullen besonders überwacht werden. Einige Ausbrüche waren auch auf unkorrektem Umgang mit Mehrdosenbehältnissen und die Benutzung von Aufzugspritzen für verschiedene Patienten zurückzuführen (Tabelle 6) [23].

Peridural- und Spinalanästhesie

Infektionen in Zusammenhang mit diesen Anästhesieformen sind nach der Literatur sehr selten, z.B: nach Analyse von vier Studien wurde eine Frequenz von zwei Epiduralabszessen pro 1 Mio. gynäkologische Periduralanästhesien hochgerechnet [23].

Surveillance

Unter Surveillance von NI versteht man die fortlaufende, systematische Erfassung, Analyse und Interpretation von Infektionsdaten einschließlich des Feedbacks an die behandelnden Ärzte.

Nach den HICPAC-Kategorien wurde dieser Maßnahme durchgehend die Kategorie IA/B zugeordnet. Dabei geht es weniger darum, durch Surveillance zeitliche Veränderungen der Infektionsraten zu beobachten, sondern das Ziel ist es vor allem, ein endemisch hohes Infektionsniveau zu erkennen und zu überwinden. Selbstverständlich ist die Voraussetzung dafür die Existenz von geeigneten Orientierungsdaten.

Tabelle 6
Empfehlungen für den Umgang mit Arzneimitteln in der Anästhesie [27]

Gegenstand	Empfehlung
Eindosenampullen ohne Konservierungsmittel	Erst bei Bedarf öffnen, anschließend sofort verwerfen, Gummimembran mit Alkohol abwischen und sterile Kanülen und Spritzen für Entnahme benutzen (patientengebunden)
In Spritzen aufgezoogene Medikamente	Nicht Medikamente aus einer Spritze an mehrere Patienten geben, spätestens nach 24 h verwerfen
Mehrdosenbehältnisse	Aseptische Technik beachten, Gummimembran mit Alkohol abwischen, bei jedem Durchstich sterile Kanülen und Spritzen benutzen
Infusionssets, Einweg-Druckmeßwandler	Flüssigkeiten und Schlauchsysteme nur für einen Patienten verwenden, das gilt auch für Einweg-Druckmeßwandler und andere Gegenstände, die Kontakt mit dem Gefäßsystem oder anderen sterilen Körperflüssigkeiten haben
Dreiwegehähne, Zuspritzöffnungen und andere Zugänge zu sterilen Flüssigkeiten	Mit steriler Technik behandeln, von Blut freihalten und mit steriler Kappe oder Spritze verschließen, wenn nicht in Benutzung Desinfektion der Zuspritzöffnungen mit alkoholischer Lösung vor Benutzung
Wiederverwendung von Spritzen für mehr als einen Patienten	Spritzen sind Einmalartikel, sie sind nach Zugang zu einem Schlauchsystem als kontaminiert zu betrachten
Nichtinjizierbare Medikamente, Salben und Sprays	Mehrdosenbehältnisse bei Verdacht auf Kontamination verwerfen, wenn immer möglich Einzelabpackungen verwenden

► **Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS)**

Das Nationale Referenzzentrum für Krankenhaushygiene und das Robert Koch-Institut haben in den letzten Jahren eine entsprechende Referenzdatenbank (► **Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS)**) aufgebaut, an der sich ca. 100 Intensivstationen kontinuierlich beteiligen und die regelmäßig solche Orientierungsdaten liefert (siehe Internetadresse am Ende). Voraussetzung für den Vergleich ist, daß die Intensivstationen dieselbe Methode anwenden, die auch die an die Nationale Referenzdatenbank angeschlossenen Intensivstationen benutzen. Die wesentlichen Elemente der Methode sind [8]:

1. Die Anwendung der CDC-Definitionen für nosokomiale Infektionen [28],
2. die Konzentration auf „device“-assoziierte Pneumonien, Sepsis-Fälle und Harnwegsinfektionen. Darunter sind die
 - beatmungsassoziierte Pneumonie (Beatmung innerhalb der letzten 48 h vor Infektionsbeginn),
 - ZVK-assoziierte Sepsis (ZVK innerhalb der letzten 48 h zuvor) und die
 - Harnwegkatheter-assoziierte Harnwegsinfektion (Harnwegkatheter innerhalb von 7 Tagen zuvor)
 zu verstehen.

► **„device“-assoziierte Infektionsrate**

3. Die Berechnung von ► **„device“-assoziierten Infektionsraten**, z.B.:

$$\text{Beatmungsassoziierte Pneumonierate} = \frac{\text{Anzahl beatmungsassoziiierter Pneumonien}}{\text{Anzahl Beatmungstage}} \times 1000$$

4. Die stationsbezogene (nicht patientenbezogene) Erfassung von „device“-Tagen.

Für die Orientierung werden nicht nur die Mittelwerte der „device“-assoziierten Infektionsraten berechnet, sondern darüber hinaus die 25. Perzentile, der Median und die 75. Perzentile der Daten der beteiligten Intensivstationen (Tabelle 7). Zusätzlich werden die entsprechenden Daten auch für verschiedene Arten von Intensivstationen berechnet und publiziert, um die unterschiedlichen wesentlichen Grundkrankheiten der Patienten besser berücksichtigen zu können.

Besonders wenn eine Intensivstation über der 75. Perzentile liegende Raten ermittelt, muß eine sorgfältige Analyse erfolgen. Sofern nicht besondere Faktoren

Tabelle 7
Verteilung der „device“-assoziierten Infektionsraten für alle Intensivstationen (Stand KISS 12/98)

„device“-assoziierte Infektionsrate (pro 1000 „device“-Tage)	„device“-Tage	Gepoolter Mittelwert	25. Perzentile	Median	75. Perzentile
Beatmungsassoziierte Pneumonie	117 744	12,1	3,8	9,5	16,8
ZVK-assoziierte Sepsis	198 467	1,8	0,6	1,3	2,5
Harnwegkatheter-assoziierte Harnwegsinfektionsrate	211 736	3,6	0,5	2,4	4,8

► Ausbrüche

Ausbrüche werden definiert als das Auftreten von mehr Infektionsfällen als räumlich und zeitlich zu erwarten wären und bei denen eine einheitliche Ursache zu vermuten ist.

Bei Ausbruchverdacht immer den Krankenhaushygieniker einschalten.

existieren (z.B. besondere Patientenzusammensetzung, Anwendung besonderer diagnostischer Verfahren) sollten die Daten Anlaß dafür sein, die bisherigen Präventionsmaßnahmen gründlich zu überprüfen und nach Verbesserungsmöglichkeiten zu suchen.

Aufklärung von Ausbrüchen von NI

- „Ausbrüche“ werden definiert als das Auftreten von mehr Infektionsfällen als räumlich und zeitlich zu erwarten wären und bei denen eine einheitliche Ursache zu vermuten ist. Obwohl in dieser Definition auf die „normale“/endemische Infektionsrate Bezug genommen wird, sind Ausbrüche in der Regel auch unabhängig davon erkennbar (wenn keine kontinuierliche Surveillance erfolgt), wenn
- es zu einer auffälligen Häufung von Erkrankungen mit ähnlichen Symptomen kommt, oder
 - das mikrobiologische Labor ein gehäuftes Auftreten von seltenen Erregern oder Erregern mit einheitlichem Resistenzmuster bemerkt.

Die gründliche Untersuchung von Infektionsausbrüchen mit den Methoden der deskriptiven und analytischen Epidemiologie sowie gezielt durchgeführten mikrobiologischen Untersuchungen ist wichtig,

- um die gemeinsame Quelle zu identifizieren und – wenn möglich – zu beseitigen,
- um die rationale Basis für Kontrollmaßnahmen zur Prävention zukünftiger Ausbrüche zu schaffen und
- unter Umständen einen neuen Erreger, ein neues Vehikel oder einen neuen Übertragungsweg zu identifizieren.

Zunächst sollte bei Ausbruchverdacht immer der Krankenhaushygieniker eingeschaltet werden, unter Umständen kann auch die Arbeitsgruppe Aufsuchende Epidemiologie des Robert Koch-Institutes oder das Nationale Referenzzentrum für Krankenhaushygiene (z.B. unter der Adresse der Erstautorin) hinzugezogen werden.

Präventionsmaßnahmen bei multiresistenten Erregern

Die kontinuierliche Surveillance auf der Intensivstation sollte sich nicht nur auf NI beziehen, sondern auch auf das Vorkommen von multiresistenten Erregern, denn deren Vorkommen wird immer häufiger.

Dabei gibt es verschiedene Wege für das Auftreten und die Ausbreitung von resistenten Erregern (Tabelle 8), und die Situation in verschiedenen Intensivstationen kann sehr unterschiedlich sein. Untersuchungen in ausgewählten amerikanischen Intensivstationen haben gezeigt, daß eine hohe Inzidenz der MRSA-Kolonisation mit der Antibiotikaaanwendung zusammenhängen kann, durch krankenhaushygienische Probleme bedingt ist oder durch eine hohe Prävalenz der Kolonisation außerhalb des Krankenhauses oder der Intensivstation zu erklären ist [29]. Dementsprechend können die Präventionsmaßnahmen – je nach Problem – auch unterschiedlich in die eine oder andere Richtung akzentuiert sein, und es ist

Tabelle 8

Risikofaktoren und Interventionsmaßnahmen beim Auftreten bzw. der Ausbreitung von resistenten Erregern auf der Intensivstation (nach [30])

Wesentliche Wege für das Auftreten bzw. die Ausbreitung von resistenten Erregern	Risikofaktoren	Präventionsmaßnahmen
Import	Patient mit resistenten Erregern wird von einer anderen Station bzw. anderem Krankenhaus übernommen	Surveillance und Isolation bei Verdacht • Screening von Patienten aus bekannten Risikobereichen • Entsprechende Kennzeichnung der Patientenakten • Einführung von Distanzierungsmaßnahmen bei Patienten aus bekannten Risikobereichen (Aufhebung erst bei negativen Kulturen)
Mutation, Transfer von genetischem Material	Reservoir mit hoher Erregerzahl (erhöhte Chance für zufällige Mutationen oder Transfer z.B. Lungenabszesse, abdominale Abszesse etc.)	Verminderung von Erreger-Reservoirs mit Potential für Mutation (sorgfältiger Umgang mit Instrumenten, Flüssigkeiten, selektive Dekontamination)
Auftauchen, Selektion	Selektionsdruck durch Antibiotika-Anwendung (indikationsgerechte bzw. nicht indikationsgerechte Anwendung)	Verminderung des Selektionsdruckes durch reduzierte Antibiotika-Anwendung
Ausbreitung innerhalb der Station	Nicht ausreichende Distanzierungsmaßnahmen, Mangel an Aufmerksamkeit gegenüber den wichtigsten Übertragungsgegenständen (z.B. intravenöse Katheter, Meßfühler, Beatmungszubehör, Hände)	Einführung von Distanzierungsmaßnahmen, um die Ausbreitung zu verhindern (Beachtung der Reservoirs und der Ausbreitungswege) Besondere Aufmerksamkeit beim Umgang und Hilfsmitteln sowie bei Arbeiten, die zur Infektionsübertragung führen könnten

immer sinnvoll, sich bei entsprechenden Problemen durch einen Krankenhaushygieniker beraten zu lassen.

In der Vergangenheit hat man gegen die Bedrohung der resistenten Erreger vor allem auf die Entwicklung von neuen Antibiotika gesetzt, in der Zukunft ist dieser Weg aber nicht sehr erfolgversprechend, denn selbst wenn sie auf den Markt kommen, werden sie immer teurer und oft auch toxischer [30]. Deshalb werden andere Präventionsmaßnahmen immer wichtiger. Sie können von den dargelegten Wegen des Auftretens und der Ausbreitung von resistenten Erregern abgeleitet werden (Tabelle 8). Auf einige ausgewählte multiresistente Erreger soll besonders eingegangen werden:

Methicillin resistente Staphylococcus aureus (MRSA)

Die Erreger werden über die Markerresistenz gegen Oxacillin (Methicillin), die an das Vorliegen des chromosomalen *mecA* Gens gebunden ist, identifiziert. Hiermit einher geht eine stets vorliegende Resistenz gegen alle β -Lactamantibiotika. Häufig sind MRSA auch gegen viele weitere Antibiotikagruppen, die für Staphylokokken eingesetzt werden können, resistent. Dies führt zu schwer zu behandelnden Infektionen, bei denen ► **Reserveantibiotika** wie Vancomycin eingesetzt werden müssen.

MRSA werden vor allem über Kontakt und hier vor allem über die Hände übertragen. Die Möglichkeit der Übertragung über die Luft ist gezeigt worden, dieser Infektionsweg spielt aber wahrscheinlich kaum eine Rolle.

Es konnte nachgewiesen werden, daß die ► **Isolierung von MRSA-Patienten** in Einzelzimmern bzw. die Kohortenisolierung von mehreren infizierten oder kolonisierten Patienten eine wirkungsvolle Methode zur Verminderung der Ausbreitung dieser Stämme ist. Ursprüngliche Mitpatienten sollten gescreent werden, um mögliche weitere Carrier zu identifizieren. Außerdem sollten bei Betreten des Zimmers Handschuhe getragen werden und immer dann, wenn zu erwarten ist, daß die Kleidung intensiveren Kontakt mit dem Patienten, Oberflächen oder Gegenständen haben wird, sollte auch ein Schutzkittel benutzt werden. Die Iso-

► **Reserveantibiotika**

MRSA werden vor allem über Kontakt, und hier vor allem über die Hände übertragen.

► **Isolierung von MRSA-Patienten**

► Mupirocin

Kolonisierte Patienten sollten in Einzelzimmern untergebracht werden.

► Personal-Screening-Untersuchungen

lierung wird aufgehoben, wenn drei konsekutive Abstriche (Nase, Rachen, andere kolonisierte Stellen) negativ sind. Die topische Anwendung von ► **Mupirocin** ist effektiv für die Eradikation eines Carrier-Status sowohl von Patienten als auch von kolonisierten Mitarbeitern. Extreme Reaktionen wie die Verweigerung der Aufnahme von MRSA-Patienten auf die Station sind nicht zu begründen.

Wirklich Vancomycin-resistente *S. aureus* aus klinischem Untersuchungsmaterial sind bis jetzt nicht beschrieben. Das Auftreten von Vancomycin-intermediär-resistenten *S. aureus* (VISA) in Japan (1996) und in den USA (1997) unterstreicht die Bedeutung sinnvoller Isolierungsmaßnahmen. Die Außerachtlassung der MRSA-Präventionsmaßnahmen birgt das Risiko einer schnellen Verbreitung von MRSA mit dem Ergebnis, daß Infektionen und natürlich vorkommende Kolonisationen mit Oxacillin-sensiblen *S. aureus* durch MRSA ersetzt werden.

Vancomycin-resistente Enterokokken (VRE)

Das sind multiresistente Enterokokken (vor allem *E. faecium*), die vor allem bei abwehrgeschwächten Patienten auftreten und teilweise lebensbedrohliche Infektionen (z.B. Sepsis) bedingen können. Die Markerresistenz gegen das Glycopeptid-Antibiotikum Vancomycin beinhaltet häufig auch eine Unempfindlichkeit gegen alle anderen zugelassenen Antibiotika.

Der wichtigste Übertragungsfaktor der VRE sind die Hände des medizinischen Personals; darüberhinaus spielen kontaminierte medizinische Geräte und Hilfsmittel eine große Rolle (z.B. elektronische Thermometer, Stethoskope, Blutdruckmanschetten). Eine luftgetragene Übertragung von VRE wurde bisher nie gezeigt, dagegen ist die mögliche Verbreitung über die Nahrung nachgewiesen. Von besonderer Bedeutung ist der zeitige mikrobiologische Nachweis von VRE, um entsprechende Präventionsmaßnahmen rechtzeitig einzuleiten bzw. zu verstärken. Infizierte und kolonisierte Patienten sollten in Einzelzimmern untergebracht werden, bei Betreten des Raumes sollten Handschuhe übergezogen werden und immer, wenn intensiverer Patientenkontakt zu erwarten ist, sollten Schutzkittel verwendet werden. Patienten im selben Zimmer sollten gescreent werden, um weitere Carrier zu identifizieren. Die Distanzierungsmaßnahmen können erst aufgehoben werden, wenn drei aufeinander folgende Stuhl-Untersuchungen, Rektalabstriche oder Abstriche von anderen kolonisierten Stellen negativ sind. In der Regel persistieren die VRE während des gesamten Krankenhausaufenthaltes einmal positiver Patienten.

Die Nichtbeachtung der VRE-Präventionsmaßnahmen birgt das Risiko einer Verbreitung von VRE mit dem Risiko, schwer oder nicht therapierbarer VRE-Infektionen sowie der Gefahr der plasmidgebundenen Übertragung der Vancomycin-Resistenz auf MRSA.

Multiresistente gram-negative Erreger

Zu ihnen gehören u.a. Imipenem-resistente *P. aeruginosa*, Breitspektrum-Betalactamase produzierende Enterobakterien wie *E. coli*, *Klebsiella* spp., *Enterobacter*. Treten mehrere Infektionen mit diesen Erregern auf, können zusätzliche Präventionsmaßnahmen sinnvoll sein.

Da es sich im wesentlichen um dieselben Übertragungswege wie bei VRE handelt (s.o.), sollten auch dieselben Präventionsmaßnahmen beachtet werden. Die Händedesinfektion ist natürlich beim Auftreten von allen multiresistenten Erregern von essentieller Bedeutung!

Treten Infektionen mit multiresistenten Erregern gehäuft auf und der Verdacht existiert, daß es sich um einen Ausbruch handelt, sind in der Regel weitere Präventionsmaßnahmen zu veranlassen (z.B. ► **Personal-Screening-Untersuchungen**).

Fragen zur Erfolgskontrolle

1. Wie hoch schätzen Sie das Vermeidungspotential bei NI ein?
2. Was ist das Ziel der Surveillance von NI?
3. Wann haben Sie Verdacht auf einen Ausbruch von NI?
4. Was veranlassen Sie beim Nachweis von MRSA aus dem Trachealsekret eines Patienten?

Mindestens 16-25%, in einzelnen Intensivstationen höher

Die Erkennung von vergleichsweise endemisch hohen Infektionsraten, um entsprechende Ursachen zu identifizieren und Präventionsmaßnahmen zu verändern

- Wenn die Infektionsraten signifikant über dem endemischen Niveau liegen,
 - wenn es zu einer auffälligen Häufung von Erkrankungen mit ähnlichen Symptomen kommt, oder
 - wenn das mikrobiologische Labor ein gehäuftes Auftreten von seltenen Erregern oder Erregern mit einheitlichem Resistenzmuster bemerkt.
- Möglichst Einzelzimmerunterbringung
 - Zimmerpflege mit Pflegepersonal, das im Umgang mit MRSA-Patienten geschult wurde
 - Handschuhe bei Patientenkontakt, bei möglicher Kontamination Mund-Nasenschutz und Schutzkittel
 - Händedesinfektion vor Verlassen des Zimmers
 - Transporte limitieren
 - Abfall und Wäsche im Zimmer sammeln und normal entsorgen/aufbereiten
 - Screening von Kontaktpatienten
 - Aufheben der Isolierung nach drei negativen Abstrichserien der zuvor MRSA-besiedelten Stellen/und der Nase

Literatur

1. Vincent J-L, Bihari D, Suter PM, Bruning HA, White J, Nicolas-Chanoin MH, Wolff M, Spencer RC, Hemmer M. (1995) **The prevalence of nosocomial infections in intensive care units in Europe.** JAMA 274: 639-644
2. Gastmeier P, Kampf G, Wischniewski N, Hauer T, Schulgen G, Schumacher M, Daschner F, Rüdén H (1998) **Prevalence of nosocomial infections in representatively selected German hospitals.** J Hosp Infect 38: 37-49
3. National Nosocomial Infectious Surveillance (NNIS) (1998) **National Nosocomial Infectious Surveillance (NNIS) Report.** Data Summary from October 1986-April 1998, issued June 1998. Am J Infect Control 26: 522-533.
4. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR, Committee at HICPA. (1999) **Guideline for prevention of surgical site infection.** Infect Control Hosp Epidemiol 20: 247-281.
5. Archibald L, Gaynes R (1997) **Hospital-acquired infections in the United-States.** Infect Dis Clin North Am 11: 245-255
6. Fridkin SK, Pear SM, Williamson TH, Galgiani JN, Jarvis WR (1996) **The role of understaffing in central venous catheter-associated bloodstream infection.** Infect Control Hosp Epidemiol 17: 150-158
7. Fridkin SK, Welbel SF, Weinstein RA (1997) **Magnitude and prevention of nosocomial infections in the intensive care unit.** Infect Dis Clin North Am 11: 479-496
8. Gastmeier P, Geffers C, Koch J, Sohr D, Nassauer A, Daschner F, Rüdén H (1999) **Surveillance nosokomialer Infektionen: Das Krankenhaus-Infektions-Surveillance System (KISS).** J Lab Med 23: 173-178
9. Haley RW, Culver DH, White JW, et al (1985) **The efficacy of infection control programs in preventing nosocomial infections in U.S. hospitals.** Am J Epidemiol 121: 182-205
10. Gastmeier P, Forster D, Geffers C, Rath A, Daschner F, Rüdén H (1999) **Reduction of nosocomial infections (NI) through a comprehensive infection control program.** 9th Annual Scientific Meeting of Society of Health Care Epidemiology of America, San Francisco. Infect Control Hosp Epidemiol 20: 281
11. Tablan OC, Anderson LJ, Arden NH, et al (1994) **Guideline for prevention of nosocomial pneumonia.** Infect Control Hosp Epidemiol 15: 587-627
12. Pearson ML, the Hospital Infection Control practices Advisory Committee (1996) **Guideline for prevention of intravascular-device-related infections.** Infect Control Hosp Epidemiol 17: 438-473
13. Pittet D, Harbarth SJ (1998) **The intensive care unit.** In: Bennett JV, Brachman PS (Hrsg) Hospital Infections. Lippincott-Raven, Philadelphia, S 381-402
14. Slaughter S, Hayden MK, Nathan C, et al (1996) **A comparison of the effect of universal use of glove and gowns with that of glove use alone on acquisition of vancomycin-resistant enterococci in a medical intensive care unit.** Ann Intern Med 125: 448-456

15. Gastmeier P, Wendt C, Rüden H (1997) **Beatmungssystemwechsel in der Intensivtherapie. Einmal täglich oder einmal wöchentlich?** *Anaesthesist* 46:943-948
16. Mahul P, Auboyer C, Jospe R, al. e. (1992) **Prevention of nosocomial pneumonia in intubated patients: respective role of mechanical subglottic secretions drainage and stress ulcer prophylaxis.** *Intensive Care Med* 18:20-25
17. Vallés J, Artigas A, Rello J, et al (1995) **Continuous aspiration of subglottic secretions in preventing ventilator-associated pneumonia.** *Ann Intern Med* 122: 179-186.
18. Kirton OC, De Haven B, Morgan J, Morejon O, Civetta J (1997) **A prospective randomized comparison of an in-line heat moisture exchange filter and heated wire humidifiers: rates of ventilator-associated early-onset (community acquired) or late-onset (hospital-acquired) pneumonia and incidence of endotracheal tube occlusion.** *Chest* 112: 1055-1059
19. D'Amico R, Pfifferi S, Leonetti Cea. (1998) **Effectiveness of antibiotic prophylaxis in critically ill adult patients: systematic review of randomised controlled trials.** *BMJ* 316: 1275-1285
20. Ma TY, Yoshinoka R, Banaag A, Johnson B, Davis S, Berman SM (1998) **Total parenteral nutrition via multilumen catheters does not increase the risk of catheter related infections: a randomized, prospective study.** *Clin Infect Dis* 27: 500-503
21. Darouiche RO, Raad II, Heart SO, Thornby JI, Wenker OC, Gabrielli A, Berg J, Khadori N, Hanna H, Hachem R, Harris RL, Mayhall G, The Catheter Study Group (1999) **A comparison of two antimicrobial-impregnated central venous catheters.** *N Engl J Med* 340: 1-8.
22. Wong ES, Hooton TM (1983) **Guidelines for prevention of catheter-associated urinary tract infections.** *Am J Infect Control* 11: 28-33.
23. Herwaldt LA, Pottinger J, Coffin SA (1996) **Nosocomial Infections associated with anesthesia.** In: Mayhall CG (ed) *Hospital Epidemiology and Infection Control.* Williams & Wilkins, Baltimore, S 655-674
24. Hauer T, Lacour M, Gastmeier P, Schulgen G, Schumacher M, Rüden H, Daschner F (1996) **Mikrobiologische Diagnostik, Antibiotikaprophylaxe und Antibiotikatherapie – eine Standortbestimmung in deutschen Kliniken.** *Med Klinik* 91: 681-686.
25. Bux E, Kappstein I (1997) **Prävention von Infektionen in der Intensivmedizin und Anästhesiologie.** In: Daschner F (Hrsg) *Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz.* Springer, Berlin Heidelberg New York, S 447-468
26. Lacour M, Scherrer M, Dettenkofer M, Daschner F (1997) **Filter bei Beatmungstherapie und Inhalationsnarkose? 2. Hygienische und ökonomische Gesichtspunkte bei der Verwendung von HME-Filtern.** *Intensivmed* 34: 307-311
27. American Society of Anesthesiologists (1992) **Recommendations for Infection Control for the practice of Anesthesiology**
28. Garner JS, Emori WR, Horan TC, Hughes JM (1988) **CDC definitions for nosocomial infections.** *Am J Infect Control* 16: 128-140
29. Archibald L, Phillips L, Monnet D, al. e. (1997) **Antimicrobial resistance in isolates from inpatients and outpatients in the United States: The increasing importance of the intensive care unit.** *Clin Infect Dis* 24: 211
30. McGowan JEJ, Tenover FC (1997) **Control of antimicrobial resistance in the health care system.** *Infect Dis Clin North Am* 11: 297-311

Internetadresse des Nationalen Referenzzentrums für Krankenhaushygiene:
www.medizin.fu-berlin.de/hygiene/nrz/