

Blockpraktikum Umweltmedizin und Krankenhaushygiene:

Skript Krankenhaushygiene

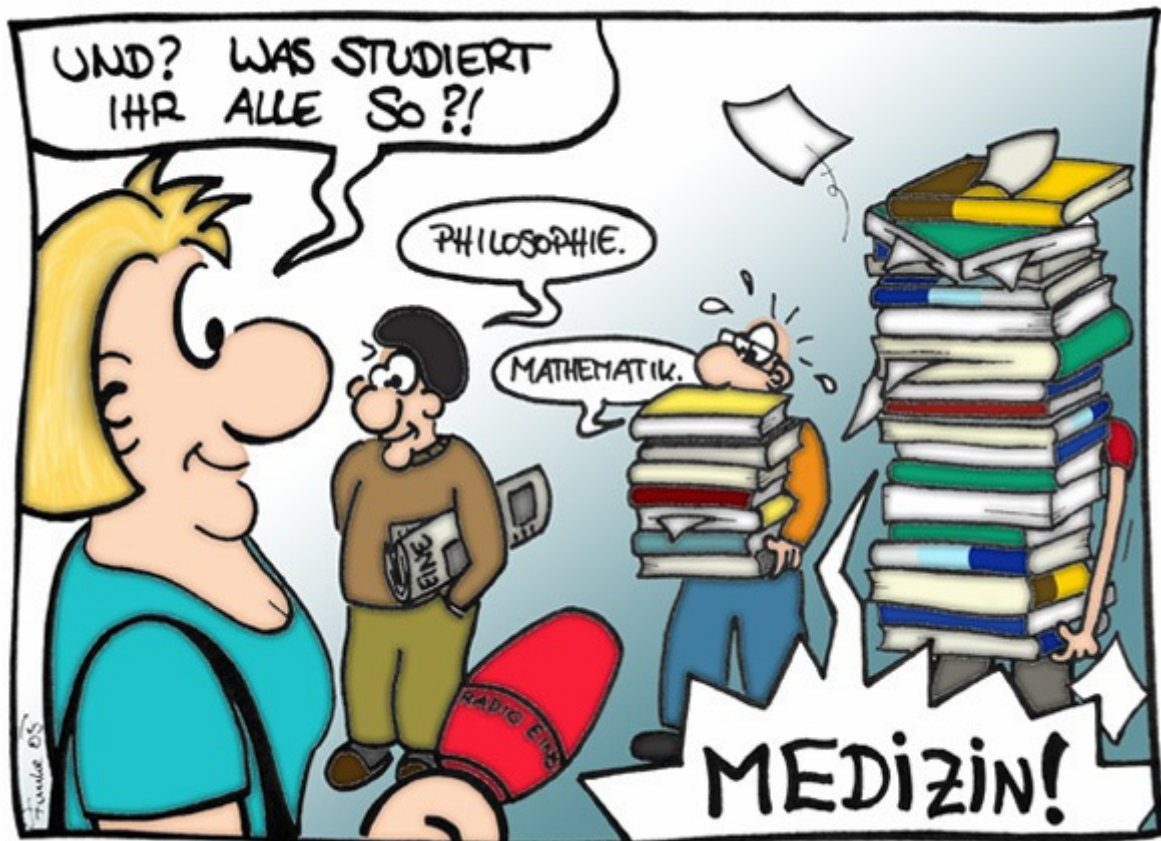
Sommersemester 2011

(Stand 03/2011)

Sektion Krankenhaushygiene



Universitätsklinikum Freiburg



Inhalt

Kapitel	Seite
1. Einleitung	4
2. Standardhygienemaßnahmen	8
3. Reinigung, Desinfektion, Sterilisation Aufbereitung von Medizinprodukten	17
4. Surveillance	24
5. Nosokomiale Pneumonien	26
6. Nosokomiale Harnwegsinfektionen (HWI)	30
7. Venenkatheter-assoziierte Infektionen	33
8. Postoperative Wundinfektionen	40
9. Multiresistente Erreger (MRE)	46
10. Legionellen	57

Dieses Skript wurde auf Anregung von Studenten zur Vor- und Nachbereitung der Vorlesungen und der Seminare für das Blockpraktikum Krankenhaushygiene erstellt. Es ist (in mehrfacher Hinsicht) nicht vollständig und ersetzt weder die Vorlesungen noch das Seminar noch die Fachliteratur.

Weitere Informationen zur Praxis der Krankenhaushygiene sind unter anderem im Klinikrechenetz intern auf dem Pflegeserver <http://intranet/hygiene/live/index.html> zu finden.

Prof. Dr. M. Dettenkofer und Dr. W. Ebner

Mitgewirkt haben:

M. Bauer, A. Conrad, M. Dettenkofer, W. Ebner, U. Frank, D. Jonas, D. Luft, M. Martin, E. Meyer, A. Schuster, T. Kolberg, S. Wenzler-Röttele, T. Blum, T. Götting, S. Willjung

1. Einleitung

(Markus Dettenkofer, Uwe Frank)

Lehrbuchverweis: ‚Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz‘ von Daschner, Dettenkofer, Frank, Scherrer; Kapitel 2; 3

Was ist Krankenhaushygiene?

- Die *Krankenhaushygiene* ist zuständig für die Prävention, Prophylaxe (und z. T. Therapie) von Krankenhausinfektionen und für die Kontrolle der Resistenz-ausbreitung. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Krankenhaushygiene überwachen, erfassen und analysieren das Auftreten von Krankenhausinfektionen, veranlassen Maßnahmen zur Infektionsprophylaxe, schulen Personal und beraten in hygienerelevanten Fragestellungen.
- Verantwortlich im *juristischen Sinne* für die Hygiene in einer Abteilung ist jedoch stets der ärztliche Leiter der Abteilung sowie jeweils auch der behandelnde Arzt (und damit zukünftig auch Sie selbst).

Was ist eine Krankenhausinfektion = nosokomiale Infektion?

(von gr.: *nosokomeion* = Krankenhaus, engl.: *nosocomial* bzw. *hospital-acquired*; heute auch: *healthcare-associated*)

- Eine Infektion wird dann als **nosokomial** bezeichnet, wenn sie zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme des Patienten weder vorhanden, noch in Inkubation war. Sie tritt in der Regel frühestens 48 Stunden nach Krankenhausaufnahme auf.
Beispiel: Katheter-assoziierte Harnwegsinfektion
- In den folgenden speziellen Situationen wird eine Infektion immer als *nosokomial* betrachtet:
 - eine Infektion, die im Krankenhaus erworben, aber erst nach der Entlassung manifest wird (z.B. postoperative Infektion im Operationsgebiet)
 - Neugeboreneninfektionen, die während der Passage durch den Geburtskanal erworben wurden (z.B. B-Streptokokkeninfektionen)
- In den folgenden speziellen Situationen wird eine Infektion *nicht* als *nosokomial* angesehen:
 - eine Infektion, die offensichtlich mit einer Komplikation oder Ausdehnung einer anderen, bei der stationären Aufnahme schon vorhandenen Infektion in Zusammenhang steht
 - eine Neugeboreneninfektion, die transplazentar erworben wurde (z.B. Toxoplasmose, Röteln) und kurz nach der Geburt festgestellt wird

Woher kommen Krankenhausinfektionen?

- *endogen*: Das Erregerreservoir ist durch die körpereigenen Mikroorganismen des Patienten vorgegeben, z. B. Haut, Gastrointestinaltrakt
Beispiele
 - Katheter-assoziierte Harnwegsinfektion
 - Venenkatheter-assoziierte Sepsis
 - beatmungsassoziierte Pneumonie
 - Postoperative Wundinfektion
- *exogen*:
 - durch Erreger, die von oder über Kontaktpersonen (v. a. med. Personal) übertragen werden, vor allem durch invasive Maßnahmen:
 - Manipulation am Venen- oder Blasen Katheter
 - Operative Eingriffe
 - Intubation, Beatmung
 - durch direkten Kontakt mit kontaminierten Oberflächen oder Gegenständen (z. B. kontaminierte Medizinprodukte)
 - aerogen: z. B. Lungentuberkulose, Aspergillose

Wie häufig sind Krankenhausinfektionen (Prävalenz)?

- **auf Allgemeinstationen:**
ca. 4-8 % aller stationären Patienten haben eine nosokomiale Infektion, d.h. mindestens jeder 30. Patient.
- **auf Intensivstationen:**
ca. 15 %, d.h. etwa jeder 6. Intensivpatient hat eine nosokomiale Infektion.
- **in Risikobereichen:**
bis zu 50 % der Patienten nach Knochenmarkstransplantation erleiden eine nosokomiale Infektion.

Wie ist die Verteilung von nosokomialen Infektionen?

- Harnwegsinfektionen, v. a. Katheter-assoziierte Harnwegsinfektionen 42%
- Pneumonien, v. a. Beatmungsassoziierte Pneumonie 21%
- Postoperative Wundinfektionen 16%
- Septikämien, v. a. Venenkatheter-Sepsis 8%
- Sonstige Infektionen 13%

Was sind die häufigsten Erreger von nosokomialen Infektionen?

- Die **häufigsten Erreger von nosokomialen Harnwegsinfektionen** sind Erreger aus der Stuhlflora des Patienten. Diese werden v.a. beim Legen eines Blasenkatheters in die Harnwege eingebracht.
→ *Escherichia coli*, Enterokokken, *Klebsiellen*, auch *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus mirabilis*
Cave: Die zweithäufigsten Erreger der Blasenkatheter-assoziierten Harnwegsinfektionen sind Enterokokken. Wichtig, da bei vielen nosokomialen Infektionen Cephalosporine gegeben werden, die aber gegen Enterokokken unwirksam sind.
- Die **häufigsten Erreger von nosokomialen Pneumonien** sind:
→ *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacteriaceae* (*E. coli*, *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp., *Serratia* spp., *Proteus* spp.,
Cave: *ESBL-Bildner*) sowie potenziell multiresistente nosokomiale Erreger wie MRSA
- Die **häufigsten Erreger von Venenkatheter-assoziiierter Sepsis** sind Erreger der Hautflora.
→ *Koagulase-negative Staphylokokken*, *Staphylococcus aureus*
Cave: Koagulase-negative Staphylokokken (Hauptvertreter: *Staphylococcus epidermidis*) sind in der Regel resistenter als *Staphylococcus aureus*. Gelangt *S. epidermidis* in die Blutbahn, siedelt er sich häufig an Fremdkörpern an. Er ist der häufigste Erreger bei Fremdkörperinfektionen (z.B. Endokarditis bei künstlichen Herzklappen, Arthritis bei Implantation eines künstlichen Gelenkes, Thrombophlebitis nach Gefäßimplantat)
- Die **häufigsten Erreger von postoperativen Wundinfektionen** sind abhängig vom Keimspektrum des OP-Gebietes, z. B.:
→ *Staphylococcus aureus* (Nasenvorhof; passagerer Hautkeim), gramnegative Stäbchen, Anaerobier bei Magen-Darm- oder Urogenitalinfektionen, Enterokokken, *Pseudomonas aeruginosa*.
Cave: Nach Abdominaleingriffen mit Eröffnung des Darms ist *Escherichia coli* der häufigste Erreger von postoperativen Wunden. Bei foetidem Geruch ist von einer Mischinfektion mit Anaerobiern auszugehen (häufigster Erreger: *Bacteroides fragilis*).

Warum sind Krankenhausinfektionen so häufig?

- Es kommen immer komplexere und kompliziertere invasive diagnostische und therapeutische Maßnahmen an immer jüngeren bzw. älteren Patienten zur Anwendung.
- Hygienefehler: teilweise bedingt durch zu wenig Zeit für den einzelnen Patienten, durch eine zu große Arbeitsbelastung des Personals, aber auch durch fehlendes Wissen und mangelnde Motivation. Etwa ein Drittel aller Krankenhausinfektionen lassen sich durch adäquate Hygienemaßnahmen vermeiden!

Wie werden Krankenhausinfektionen übertragen?

→ „Die 10 Finger des Personals sind die 10 wichtigsten Punkte der Krankenhaushygiene“
(9 von 10 Krankenhausinfektionen werden mit den Händen übertragen)

1. Durch direkten/indirekten Kontakt
2. Durch ‚große‘ Tröpfchen (A-Streptokokken/Scharlach, Diphtherie, Pertussis, Meningokokken, *H. influenzae*, Mumps, Röteln, Influenza u. a.)
3. Durch die Luft: Aerosol, Tröpfchenkerne (Lungentuberkulose; Varizellen-Pneumonie, auch diss. Zoster)
4. Über gemeinsame Vehikel: Nahrung, Wasser, Medikamente, Blut/Blutprodukte, ‚devices‘, Flächen, Gegenstände
5. Durch tierische Vektoren

Wie können nosokomiale Infektionen vermieden werden?

Die Diagnose einer nosokomial erworbenen Infektion bedeutet nicht zwangsläufig eine Schuldzuweisung für das Personal. Ungefähr zwei Drittel aller nosokomialen Infektionen sind *nicht* durch Hygienefehler bedingt. Hier stammen die pathogenen Erreger von der patienteneigenen Flora und verursachen eine Infektion bedingt durch die Abwehrschwäche des Patienten durch seine Grundkrankheit, schwere Traumen oder immunsupprimierende Medikamente. Mindestens das verbleibende Drittel ist jedoch durch konsequente Anwendung von Hygienestandards und kontinuierliche Schulung des Personals zu vermeiden.

Welche Bedeutung hat die Übertragbarkeit von Krankheitserregern durch medizinisches Personal?

Wie bereits oben erwähnt werden nosokomiale Krankheitserreger über die Hände oder nicht gewechselten Handschuhe (des medizinischen Personals) übertragen.

Es wurde eine Studie durchgeführt, bei der auf einer 16-Betten Intensivstation 777 Patientenkontakte durch medizinisches Personal beobachtet wurden (über 171 h). In dieser Zeit fanden durchschnittlich 1,2 Kontakte pro Stunde durch ärztliches Personal statt und 2,6 Kontakte pro Stunde durch Pflegepersonal. Eine korrekte Händedesinfektion nach Patientenkontakt konnte beim ärztlichen Personal in 43% der Fälle registriert werden und beim Pflegepersonal in 59% der Fälle. Es konnte ein relatives Risiko von 1,6 (3,8/h vs. 2,4/h) für Kontakte *ohne* Händehygiene bei Ärzten/Pflegepersonal errechnet werden. Eine hohe Personalbelastung korrelierte invers mit der Händehygiene (-0,38; P= 0,02).

Wie sehen die gesetzlichen Rahmenbedingungen aus?

Seit dem 1.1.2001 gilt in Deutschland das Infektionsschutzgesetz (IfSG). Dieses Gesetz konkretisiert aus infektionshygienischer Sicht die sozialgesetzliche Qualitätssicherungspflicht. Der Sinn ist die Verbesserung des Bevölkerungsschutzes vor Infektionskrankheiten.

Krankenhäuser und Einrichtungen für ambulantes Operieren sind z. B. verpflichtet, dort erworbene nosokomiale Infektionen sowie bestimmte Resistenzen von Erregern zu erfassen (IfSG §23). Je nach Einrichtungs-spezifischen Erfordernissen (d.h. identifiziertem Risikobereich) soll zunächst mindestens eine der genannten nosokomialen Infektionsarten pro Krankenhaus bzw. Einrichtung erfasst werden:

- Postoperative Wundinfektionen
- Katheter(ZVK)-assoziierte Septikämien
- Beatmungs-assoziierte Pneumonien
- Katheter-assoziierte Harnwegsinfektionen

Außerdem sollen folgende Resistenzen der aufgeführten Erreger erfasst werden:

Liste der zu erfassenden Erreger gemäß §23 IfSG:

Erregerspezies	Resistenz gegenüber folgenden Substanzen:
<i>S. aureus</i>	Vancomycin, Oxacillin, Gentamicin, Chinolon Gr.IV (z.B. Moxifloxacin), Teicoplanin, Quinupristin/Dalfopristin
<i>S. pneumoniae</i>	Vancomycin, Penicillin (Oxacillin 1 mg), Cefotaxim, Erythromycin, Chinolon Gr.IV (z.B. Moxifloxacin)
<i>E. faecalis</i> <i>E. faecium</i>	Vancomycin, Gentamicin ("high level": Gentamicin 500mg/l; Streptomycin 1000mg/l (Mikrodil.) bzw. 2000mg/l (Agardilution), Teicoplanin E.faecium zusätzlich: Quinupristin/Dalfopristin
<i>E. coli</i> <i>Klebsiella spp.</i>	Imipenem/Meropenem, Chinolon Gr.II (z.B. Ciprofloxacin)
<i>Enterobacter cloacae</i> <i>Citrobacter ssp.</i> <i>Serratia marcescens</i>	Imipenem/Meropenem, Chinolon Gr.II (z.B. Ciprofloxacin)
<i>P. aeruginosa</i> <i>A. baumannii</i>	Imipenem/Meropenem, Chinolon Gr.II (z.B. Ciprofloxacin), Amikacin, Ceftazidim, Piperacillin/Tazobactam
<i>S. maltophilia</i>	Chinolon Gr.II (z.B. Ciprofloxacin), Amikacin, Ceftazidim, Piperacillin/Tazobactam, Cotrimoxazol
<i>Candida spp.</i>	Fluconazol

Seit 2011 gilt in Baden-Württemberg die Krankenhaushygiene-Verordnung (v. a. organisatorische Aspekte).

Was wird am Universitätsklinikum Freiburg gemacht?

Am Universitätsklinikum laufen derzeit mehrere Projekte zur Erfassung von nosokomialen Infektionen, zum Antibiotikaverbrauch und zur Erfassung der mikrobiellen Resistenzlage:

- Labor-basierte Surveillance
- KISS (Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System) in verschiedenen Bereichen: Module DEVICE-KISS (Surveillance von Katheter-assoziierten Harnwegsinfektionen) und OP-KISS (Surveillance von postoperativen Wundinfektionen) (s. a. www.nrz-hygiene.de)
- ONKO-KISS (Erfassung von Krankenhausinfektionen bei Patienten nach Knochenmarktransplantation)
- SARI (Surveillance of Antimicrobial Use and Bacterial Resistance in Intensiv Care Units)

2. Standardhygienemaßnahmen und chirurgische Händedesinfektion

(Andreas Conrad, Daniel Jonas, Markus Dettenkofer; Überarbeitung Dirk Luft)

Lehrbuchverweis: „Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz“ von Daschner, Dettenkofer, Frank, Scherrer; Kapitel 24; 25

Unter dem Begriff Standardhygiene werden verschiedene Maßnahmen zum Schutz vor Übertragung von Krankheitserregern zusammengefasst. Sie gelten generell beim Umgang mit Patienten auch bzw. gerade bei unbekanntem Erregerstatus.

Wichtige Bestandteile der Standard-Hygienemaßnahmen:

- a. Hygienische Händedesinfektion
- b. Richtige Verwendung von Schutzhandschuhen, Schutzkleidung, Mund-Nasenschutz und Augenschutz
- c. Standardisierte Aufbereitung von Instrumenten/Gegenständen („devices“)
- d. Reinigung und gezielte Desinfektion der Umgebung (Flächendesinfektion)
- e. Reinigung/Desinfektion von Betten und Wäsche
- f. Sichere Injektionstechnik
- g. Verhalten beim Husten, Niesen, Schnäuzen („Hustenetikette“)

a. Hygienische Händedesinfektion

Die hygienische Händedesinfektion entfernt die *transiente* Hautflora, d.h. die Bakterienflora, die beim Händeschütteln oder bei Berührung eines kontaminierten Gegenstands (z .B. Türklinke) mit den Händen aufgenommen wird und die sich aus wechselnden Erregerarten zusammensetzt.

Die hygienische Händedesinfektion wird mit ca. 3 ml alkoholischem Händedesinfektionsmittel (Farb- und Duftstofffrei) 30 Sekunden lang durchgeführt. Beim Einreiben ist besonders darauf zu achten, dass alle Bereiche der Hand (beide Daumen, Handrücken, Fingerzwischenräume und Fingerkuppen) und die Handgelenke miteinbezogen werden.

Wann muss eine hygienische Händedesinfektion durchgeführt werden?

Die WHO hat im Rahmen ihrer weltweiten Kampagne „Clean Care is Safer Care“ das Konzept der **Fünf Momente der Händehygiene** eingeführt, dass die Indikationen für die Händehygiene in fünf Punkten zusammenfasst:

1. Vor Patientenkontakt
2. Vor invasiven Maßnahmen und Tätigkeiten mit Infektions- und Kontaminationsgefahr
3. Nach Kontakt mit potenziell infektiösen Materialien (auch wenn Handschuhe getragen wurden nach dem Ausziehen der Handschuhe)
4. Nach Patientenkontakt
5. Nach Kontakt mit der Patientenumgebung

Die Möglichkeit einer Kontamination hängt von der Art des Kontaktes und vom Zustand des Patienten ab. Tätigkeiten wie z.B. Blutdruckmessen führen i. d. R. nur zu einer geringen Kontamination der Hände des Personals, wo hingegen z.B. die Versorgung inkontinenter Patienten oder das Entleeren von Urinbeuteln zu erheblichen Kontaminationen führen kann, so dass auch eine hygienische Händedesinfektion mit einem alkoholischen Desinfektionsmittel u. U. nicht ausreicht. Deshalb sollten Tätigkeiten mit wahrscheinlicher Keimbelastung schon aus Arbeitsschutzgründen immer mit Einmal-Handschuhen (siehe unter b) durchgeführt werden.

Wann ist das Waschen mit Wasser und Seife notwendig?

- Bei sichtbarer Verschmutzung der Hände
- Bei sichtbarer Kontamination der Hände mit Körpersekreten, z.B. Stuhl etc. (soll durch Handschuhe natürlich vermieden werden!)

Nach dem Waschen und Abtrocknen muss dann eine Händedesinfektion erfolgen.

Die Belastung der Haut durch Waschen der Hände mit Seife ist wesentlich höher als die alleinige Verwendung von alkoholischem Desinfektionsmittel, welches zusätzlich über rückfettende Substanzen verfügt. Die Kombination von Wasser/Seife und Alkohol ist für die Haut am schlechtesten verträglich. Es sollte daher immer die Händedesinfektion Vorrang haben vor dem Waschen. Die Kombination von Händewaschen und anschließender Hautdesinfektion sollte auf die oben genannten Situationen beschränkt bleiben.

Hautpflege und Hautschutz

Regelmäßige Verwendung von Schutzcremes vor Dienstbeginn und während der Arbeit (Schutz durch Verdichtung der Epithelien)

Pflegecremes nach der Arbeit verwenden (mehrmals täglich)

Chirurgische Händedesinfektion

Die chirurgische Händedesinfektion beseitigt nicht nur die *transiente*, sondern auch die *residente* Hautflora zum großen Teil. Die *residente* Hautflora ist diejenige, die in den tieferen Hautschichten sitzt (z.B. Haarbälgen, Ausführungsgängen von Schweißdrüsen) und nach Keimzahl und Zusammensetzung relativ konstant ist, während sich die *transiente* Hautflora aus wechselnden Keimen zusammensetzt, die man nur vorübergehend aufnimmt und die nur ‚locker‘ an der Haut haften.

Die Einwirkzeit beträgt bei der chirurgischen Händedesinfektion Präparat-abhängig 1½ bis 3 Minuten.

Ausnahme: Liegt die OP-Dauer unter 60 Minuten und folgt dieser OP sogleich die nächste, ohne dass der Operateur zwischendurch den OP-Bereich verlässt, dann ist eine einminütige chirurgische Händedesinfektion ausreichend (saubere Hände sind Voraussetzung).

Präoperatives Händewaschen mit Flüssigseife max. 1 Minute, ausreichend i. d. R. bei Betreten der OP-Abteilung. Hände gründlich abtrocknen auch zur besseren Verträglichkeit der Händedesinfektionsmittel. Bürsten der Hände und der Unterarme erhöht die Keimzahl auf der Haut und ist daher obsolet! Bürsten sollten nur bei verschmutzten Nägeln angewandt werden. Idealerweise liegen zwischen dem Waschen der Hände und der Händedesinfektion 10 Minuten, mindestens sollte 1 Minute dazwischen liegen.

b. Handschuhe, Schutzkleidung, Mund-Nasenschutz, Augenschutz

Verwendung von unsterilen Schutz-Handschuhen

- Bei möglichem Kontakt mit Blut, Körperflüssigkeiten, Sekreten, Exkreten
- Bei Kontakt mit Schleimhaut oder nicht-intakter Haut

Unsterile Handschuhe dienen immer dem Personalschutz. Erreger werden durch Handschuhe ebenso effektiv übertragen, wie über die Hände, daher:

Handschuhwechsel nicht vergessen! Gegebenenfalls auch beim selben Patienten erforderlich, wenn Untersuchungen an mehreren Körperstellen erfolgen und es hierbei zu einer Keimübertragung kommen kann (z.B. Wundversorgung nach Palpation der Leistenlymphknoten)

Einsatz von Schutzkleidung

Ein Schutzkittel ist notwendig, wenn eine Kontamination der Arbeitskleidung mit Blut, Körperflüssigkeiten, Sekreten oder Exkreten zu erwarten ist.

Gegebenenfalls zusätzlich eine vor Flüssigkeit schützende Kunststoff-Schürzen tragen.

Liegt keine sichtbare Kontamination vor, so kann der gleiche Schutzkittel beim selben Patienten vom Personal mehrfach verwendet werden (Cave: Außen- und Innenseite nicht verwechseln).

Verschmutzte Kittel sofort wechseln.

Der Schutzkittel wird möglichst erst im Eingangsbereich des (Isolier-) Zimmers angezogen und bei Verlassen des Zimmers ausgezogen (Abwurf im Zimmer oder Aufhängen zur Mehrfachbenutzung im Zimmer).

Tragen eines Mund-Nasenschutzes/Augenschutzes

Mund-Nasenschutz (sog. Chirurgische Maske) wird getragen,

- wenn die Gefahr des Verspritzens oder der Aerosolisierung von potentiell infektiösen Materialien besteht, wie z. B. beim endotrachealen Absaugen.
- wenn Gefahr besteht, dass der Nasen-Rachen-Raum bei der jeweiligen Tätigkeit mit pathogenen Keimen (z.B. MRSA) besiedelt werden kann.
- wenn umgekehrt das Risiko besteht, dass Keime aus dem Nasen-Rachen-Raum des behandelnden Arztes oder der Pflegeperson auf den Patienten übertragen werden können (z.B. im OP).

Augenschutz muss immer dann zusätzlich getragen werden, wenn ebenfalls ein Kontaminationsrisiko für die Augenschleimhäute besteht.

Tragen einer Atemschutzmaske (partikelfiltrierende Maske)

Bei der Betreuung eines Patienten mit aerogen übertragbaren Erkrankungen (z.B. Patienten mit Verdacht auf oder diagnostizierter *offener Lungentuberkulose*) muss vor Betreten des Patientenzimmers eine Atemschutzmaske (FFP2-Maske) angelegt werden. Entscheidend für den Schutz ist, dass diese Maske dicht sitzt.

c. Reinigung bzw. Desinfektion von Instrumenten/Gegenständen („Devices“)

Wie ein Medizinprodukt (MP) aufbereitet werden muss (Reinigung und/oder Desinfektion) hängt vom Infektionsrisiko ab, das von dem jeweiligen MP ausgeht. Entsprechend bestimmter Vorgaben werden die Instrumente als unkritisch, semikritisch und kritisch eingestuft.

- Besteht ein hohes Infektionsrisiko („critical“), so müssen die Instrumente/Gegenstände sterilisiert werden.
- Besteht ein mäßiges Risiko („semi-critical“), so müssen die Instrumente/Gegenstände desinfiziert werden.
- Besteht ein geringes/minimales Risiko („non-critical“), so sind Reinigungsmaßnahmen in der Regel ausreichend.

Ausführlicher wird dieses Thema im Kapitel 3 des Skripts behandelt.

Bezüglich der Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten gelten die Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI) und des Bundesinstitutes für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM).

d. Reinigung und Desinfektion der Patientenumgebung

Bei sichtbarer Verschmutzung/Kontamination mit potentiell infektiösem Material muss sofort mit einem Flächendesinfektionsmittel wischdesinfiziert werden (= *gezielte Desinfektion*).

Für kleine Flächen sind alkoholische Desinfektionsmittel (z.B. 70 %iger Alkohol) geeignet. Bei Anwendung größerer Mengen an Alkohol besteht Explosionsgefahr. Faustregel: die mit Alkohol zu desinfizierende Fläche darf nicht größer als 1m² sein.

In der Intensivpflege erfolgt zur Verringerung der Erregerlast eine *routinemäßige Desinfektion* patientennaher Oberflächen (einschließlich der Bedienflächen der Monitore) mit Flächendesinfektionsmittel.

Die Fußböden haben für das Infektionsgeschehen im Krankenhaus nur geringe Bedeutung und eine Reinigung ist in der Regel ausreichend. Bei Kontamination ist allerdings auch hier eine unverzügliche, gezielte Wischdesinfektion nötig.

Ausführlicher wird dieses Thema im Kapitel 3 des Skripts behandelt.

e. Standard-Hygienemaßnahmen bezüglich der Betten/Wäsche

Eine Bettendesinfektion ist bei sichtbarer Kontamination und nach Entlassung von infektiösen oder isolierten Patienten erforderlich. Ansonsten erfolgt i.d.R. eine Reinigung. Die Matratzen haben einen flüssigkeitsdichten Bezug und werden abgewischt.

Die Krankenhauswäsche wird generell desinfizierend gewaschen (Unfallverhütungsvorschrift = UVV beachten).

Bei Patienten mit meldepflichtigen Infektionskrankheiten (Gefahr der Kontamination mit infektiösem Material) wird die Wäsche gesondert gesammelt und gewaschen (hier erfolgt eine primäre thermische Desinfektion des Abwassers).

f. Sichere Injektionstechnik

Was ist bezüglich des Personalschutzes zu beachten?

Konsequente Vorsichts- und Schutzmaßnahmen beim Umgang mit Nadeln, Skalpelln und anderen scharfen/spitzen Instrumenten/Gegenständen (sog. ‚sharps‘) beachten:

- Kein ‚recapping‘
- Keine manuelle Entfernung von Spritzenadeln
- Sofortige Entsorgung von ‚sharps‘ in durchstichfesten, bruch sicheren und verschließbaren Behältern
- Möglichst grundsätzlich „safety devices“ verwenden (Nach Arbeitsschutzvorschriften [TRBA 250] ist die Verwendung von verletzungssicheren Nadeln überall dort, wo Verletzungsgefahr besteht, insbesondere in Risikobereichen wie Intensivstationen, vorgeschrieben.)

Was ist bezüglich des Patientenschutzes zu beachten?

- Aseptisches Arbeiten ist immer erforderlich, um Kontamination der verwendeten Materialien und Lösungen zu vermeiden.
- Spritzen und Kanülen immer nur einmal verwenden. Niemals für mehrere Patienten oder mehrmals für denselben Patienten. Infusionssysteme, Perfusorsysteme etc. nur für einen Patienten verwenden, nach Gebrauch entsorgen.
- Eindosisbehältnisse bevorzugen. Eindosisbehältnisse nicht für mehrere Patienten verwenden, Reste verwerfen.
- Sorgfältiger, aseptischer Umgang mit Mehrdosisbehältnissen. Entnahme immer mit frischer, steriler Kanüle oder mit sog. „Minispike“, der auf dem Mehrdosisbehältnis verbleibt.

g. Verhalten beim Husten, Niesen, Schnäuzen („Hustenetikette“)

Zur Vermeidung von Erregerübertragungen durch respiratorische Sekrete von Patienten mit Respirationstraktinfektionen sollten folgende Verhaltensregeln empfohlen werden:

- Bedecken von Mund und Nase beim Husten, Niesen und Schnäuzen (z.B. Husten/Niesen in die Ellenbeuge, Schnäuzen in Einwegtaschentuch)
- Händehygiene nach Kontakt der Hände zu respiratorischen Sekreten

Gibt es evidenzbasierte Leitlinien bei der Beurteilung der Effektivität von Präventionsmaßnahmen?

Für den Bereich Infektionsprävention sind die evidenzbasierten CDC/HICPAC-Guidelines aus den USA wegweisend (www.cdc.gov). Evidenzbasierte Empfehlungen werden auch regelmäßig vom Robert Koch-Institut herausgegeben (www.rki.de).

In diesen Leitlinien werden die Empfehlungen nach ihrem Evidenzgrad kategorisiert:

- **Kategorie IA** : Maßnahme nachdrücklich empfohlen. Stützt sich auf geplante experimentelle, klinische oder epidemiologische Untersuchungen.
- **Kategorie IB** : Maßnahme nachdrücklich empfohlen. Stützt sich auf gut geplante experimentelle, klinische oder epidemiologische Untersuchungen und rationale theoretische Überlegungen.
- **Kategorie IC** (bei RKI: IV): Gefordert durch gesetzliche Vorschriften oder Standards.
- **Kategorie II** : Maßnahme zur Übernahme vorgeschlagen. Stützt sich auf hinweisende klinische oder epidemiologische Untersuchungen oder rationale theoretische Überlegungen.
- **Keine Empfehlung** (bei RKI: III): ungelöste Frage. Vorgehensweise, für die keine ausreichenden Hinweise oder kein Konsens bezüglich der Effektivität existieren.

Wo sind im Internet Informationen bezüglich (Standard-) Hygienemaßnahmen und Infection Control zu finden?

- Deutschland: Robert Koch-Institut (RKI), www.rki.de
- USA: Centers for Disease Control and Prevention (CDC), www.cdc.gov
(<http://www.cdc.gov/hicpac/2007IP/2007isolationPrecautions.html>)
- Europa: European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC),
www.ecdc.europa.eu
- Europa: European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ESCMID)
<http://www.escmid.org>
- Regelungen am Universitätsklinikum Freiburg (Intranet, → Hygienestandards oder
→SOPs/Aufbereitung): <http://intranet/hygiene/live/index.html>

Literatur

Siegel, J et al. and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee, 2007
Guideline for Isolation Precautions: Preventing Transmission of Infectious Agents in Healthcare
Settings, June 2007

3. Reinigung, Desinfektion, Sterilisation

Aufbereitung von Medizinprodukten

(Manuela Bauer, Armin Schuster, Markus Dettenkofer)

Lehrbuchverweis: ‚Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz‘ von Daschner, Dettenkofer, Frank, Scherrer; Kapitel 12

Inhalte:

- Grundlagen
- Reinigung
- Desinfektion
- Sterilisation
- Aufbereitung von Medizinprodukten
- Flächendesinfektion

Was sind Mikroorganismen und wie wird der Erfolg ihrer Abtötung gemessen?

Mikroorganismen können aufgrund ihrer Kleinheit ohne optische Hilfsmittel nicht erkannt werden. Die medizinisch wichtigsten gehören zu den Bakterien, Pilzen und Viren.

Sowohl bei Desinfektion als auch bei Sterilisation werden Keime abgetötet (biozide Wirkung: bakterizid, fungizid, viruzid usw.). Dieser Vorgang geschieht nicht "schlagartig", sondern er hat einen Zeitverlauf. Die Abnahme ist logarithmisch, d.h. mathematisch beschreibbar. Z. B. ist bei einem bestimmten Verfahren der D-Wert eines Mikroorganismus die Zeit (üblicherweise in Minuten), in der 90 % der Keime sterben. D. h. nach Ablauf jedes D-Wert-Zeitintervalls verringert sich die Keimzahl auf ein Zehntel des vorhergehenden Intervalls.

Der Erfolg von Abtötungsmaßnahmen (Desinfektion, Sterilisation), d. h. das Erreichen einer unbedenklichen Keimzahl, ist vor allem abhängig von der Keimart, der Ausgangskeimzahl, der zur Verfügung stehenden Zeit, der Temperatur und bei chemischen Verfahren von der Wirkstoffkonzentration.

Was bewirkt eine Reinigung?

Eine Reinigung ist die Entfernung von (häufig sichtbarem) Schmutz. Diese Entfernung grober Kontaminationen ist bei jeder Aufbereitung der erste Schritt und für viele Anforderungen ist eine Reinigung bereits ausreichend.

Es gibt physikalisch oder chemisch wirksame Reinigungsverfahren; diese sind auch kombinierbar, z.B. durch ein Ultraschallbecken mit Reinigungslösung. Die Reinigung kann manuell oder automatisch (maschinell) erfolgen.

Mit dem Schmutz werden immer auch Mikroorganismen entfernt: Durch Reinigung ist auf Instrumenten eine mikrobielle Reduktion bis zu 4 \log_{10} -Stufen erreichbar.

Methoden zur Überprüfung der Reinigungs-Effektivität sind noch in Diskussion (z.B. kann die Abnahme des Proteingehaltes gemessen werden).

Was ist Desinfektion?

Die Desinfektion bewirkt eine Reduktion der Zahl von Krankheitserregern auf Flächen oder Gegenständen, so dass davon keine Infektions- bzw. Erregerübertragung mehr möglich ist (Beseitigung krankmachender Keime).

Im Gesundheitswesen ist für Desinfektionsmittel der Nachweis üblich, dass sie in ihrer Anwendungsart und -konzentration Mikroorganismen innerhalb der angegebenen Einwirkzeit um mindestens 5 \log_{10} -Stufen reduzieren können (Nachweis meist durch Gutachten des VAH, Verbund für Angewandte Hygiene e.V., s. u.). In der Praxis wird dadurch auf Oberflächen (Flächendesinfektion) eine Keimreduktion von $\geq 3 \log_{10}$ -Stufen erreicht.

Welche Wirkungsbereiche der Desinfektion / Sterilisation gibt es?

Die verschiedenen Gruppen und Lebensstadien von Mikroorganismen sind gegenüber den Verfahren unterschiedlich empfindlich. Vegetative Formen ("wachsende Zellen") sind beispielsweise empfindlicher als generative Formen (d.h. Überdauerungsstadien, Sporen). Das Robert Koch-Institut (RKI) hat vier Wirkungsbereiche definiert:

- A: Abtötung aller vegetativen Bakterienformen (inklusive Mykobakterien) und Pilze sowie Pilzsporen
- B: Inaktivierung der Viren (behüllt / unbehüllt)
- C: Abtötung der Sporen des Milzbranderreger (*Bacillus anthracis*)
- D: Abtötung der Sporen der Erreger von Gasödem (z.B. *Clostridium perfringens*) und Wundstarrkrampf (*Clostridium tetani*)

Mit welchen Methoden kann eine Desinfektion erreicht werden?

Physikalisch: Abtötung von Mikroorganismen durch Hitzeeinwirkung (trockene Hitze oder Dampf) oder Strahlung (z. B. UV-Licht, Gammastrahlung)

Chemisch: Inaktivierung durch Einsatz von bioziden Wirkstoffen, z. B. durch Glutaraldehyd oder Alkohol

Kombination: Chemo-thermische Desinfektion, d. h. Einwirkung eines bioziden Wirkstoffes bei höherer Temperatur (z.B. maschinelle Endoskopaufbereitung)

Welche Wirkstoffklassen gibt es bei chemischer Desinfektion?

Alkohole: v. a. Ethanol, n-Propanol, iso-Propanol

Aldehyde: z. B. Formaldehyd (FA), Glutaraldehyd (GA), Orthophthalaldehyd (OPA)

Quaternäre Ammoniumverbindungen (QAV): z. B. Benzalkoniumchlorid

Halogene: z. B. Chlor; Na-Hypochlorit; Chloramin, PVP-Jod

Peroxidverbindungen: z.B. Wasserstoffperoxid, Peressigsäure

Alkylamine: z. B. Glucoprotamin

Phenole: z. B. Phenol, Triclosan

Farbstoffe: z. B. Kristallviolett

Schwermetalle: z. B. Quecksilber, Silber

Daneben gibt es noch weitere Wirkstoffe: z. B. Chlorhexidin, Octenidin.

Wo setzt man welche Desinfektionsmittel ein?

Händedesinfektion	Alkohol + Glycerin
Hautdesinfektion	Alkohol 70% mit PVP-Jod mit Octenidin PVP-Jod-Lösung (6 - 10% Jod), auch in Kombination mit Alkohol
Schleimhautdesinfektion	PVP-Jod-Lösung Octenidin
Flächendesinfektion	Alkohol, vergällt 60 - 70% Aldehyde (Formaldehyd-frei) Glucoprotamin Peressigsäure Benzalkoniumchlorid
Instrumentendesinfektion	Aldehyde (Glutaraldehyd 2%) Glucoprotamin

Welche Nachteile gibt es bei der chemischen Desinfektion?

Einige chemische Wirkstoffgruppen haben Wirkungslücken, d.h. sie erfassen nicht alle Erreger gleich gut (z.B. QAV). Manche Organismen zeigen gegenüber einzelnen Wirkstoffen eine primäre bakterielle Resistenz (z. B. *Pseudomonas aeruginosa* gegenüber Triclosan). Darüber hinaus kann es zur "Adaptation" kommen; besonders unempfindlich gegenüber Desinfektionsstoffen sind Bakterien, wenn sie in einem Biofilm wachsen.

Einige Wirkstoffe können durch andere Substanzen gestört oder gar inaktiviert werden, z.B. QAV durch anionische Tenside (Seifenfehler), sowie Chlor durch Proteine (Eiweißfehler).

Überlagerte Desinfektionsmittel können einen Wirkungsverlust durch Zersetzung zeigen; im Extremfall kann das "Desinfektionsmittel" selbst massiv verkeimt sein und zum Infektionsauslöser werden.

Chemisch desinfizierte Instrumente müssen nach Desinfektion mit Wasser gespült werden – hier besteht Rekontaminationsgefahr.

Da chemische Desinfektionsmittel fast immer gefährlich sind (z.B. hochentzündlich, ätzend, gesundheitsschädlich, reizend usw.), besteht ein Gesundheitsrisiko für Personal und Patienten. Allergisierende Wirkstoffe (z.B. Aldehyde) haben auch ein chronisches Gefährdungspotenzial. Chemische Desinfektion ist mit relativ hohen Materialkosten und z. T. mit Korrosionsrisiken verbunden. Sie erzeugt Abfälle und z. T. Luft- und Abwasserbelastungen.

Als Fazit sind physikalische Desinfektionsverfahren sicherer und den chemischen vorzuziehen!

Gibt es auch bei Desinfektionsmitteln erworbene Resistenzen?

Ja, aber das Phänomen ist bislang in der allgemeinen Praxis kaum bedeutsam. Eine reduzierte Wirksamkeit von Desinfektionsmitteln ist z.B. bei Schwermetallen (Silber, Quecksilber...), Aldehyden, Chlor, Benzalkoniumchlorid oder Chlorhexidin beschrieben. Es sind sogar Desinfektionsmittel-Resistenzerscheinungen bekannt, die mit einer verminderten Antibiotikawirkung gekoppelt waren, z.B. war eine reduzierte Chlorhexidin-Wirkung mit bis zu 15 Antibiotikaresistenzen gekoppelt (in einem anderen Fall korrelierte Benzalkoniumchlorid mit β -Laktam-Antibiotika oder mit Chloramphenicol und Tobramycin).

Aiello E, Larson E: Antibacterial cleaning and hygiene products as an emerging risk factor for antibiotic resistance in the community. *Lancet Infect Dis* 2003;3:501-6

Levy SB: Antibacterial Household Products: Cause for Concern. *Emerging Infectious Diseases* 2001;7 Suppl:512-5

Es wird befürchtet, dass ein spezieller Resistenzmechanismus gegen das Desinfektionsmittel Triclosan (Effluxpumpen) fatale Antibiotikaresistenzen provozieren könnte. Diese These wird von Herstellerseite bestritten.

'Cross-resistance between triclosan and antibiotics in *P. aeruginosa* is mediated by multidrug efflux pumps' Chuanchuen R et al., *AAC* (2001) 45: 428-432

'Bacterial resistance to disinfectants: present knowledge and future problems' Russell AD, *JHI* (1999) 43: S57-S68

'Biocide usage in the domestic setting and concern about antibacterial and antibiotic resistance' Gilbert P, December 2000 (PHLS/IFH Conference - abstract)

Aus Vorsorgegründen sollten auch Desinfektionsmittel nur gezielt und in wirksamer Konzentration eingesetzt werden! Desinfektionsmittel sollten generell nur professionell und nicht z.B. im Privathaushalt angewendet werden.

Was beinhalten die Listen des VAH (vormals DGHM) und des RKI (vormals BGA)?

Der VAH ist eine Interessengemeinschaft, die in Deutschland Verfahren zur Prüfung von Desinfektionsmitteln etabliert hat. Es ist für Hersteller von Desinfektionsmitteln allgemein üblich, ihre Erzeugnisse "nach VAH" testen zu lassen.

Die VAH-Liste enthält chemische Desinfektionsmittel für Hände, Haut, Flächen, Instrumente (ohne maschinelle Verfahren) und Wäsche (mit Verfahren). Getestet wird gegen (vegetative) Bakterien, Pilze und z. T. gegen Viren. Die VAH-Prüfung dient dem Anwender als Wirksamkeitsnachweis für die Routine.

Die RKI-Liste nennt für alle Anwendungsbereiche geprüfte, d.h. wirkungssichere Desinfektionsprodukte und -verfahren sowie deren Wirkungsbereich (A - D). Sie ist auf schwierigere Bedingungen ("Seuchenfall") ausgelegt und nach IfSG auf Anordnung des Amtsarztes zwingend. Im Routinebetrieb müssen die RKI-Verfahren nicht angewendet werden.

VAH=Verbund für Angewandte Hygiene e.V., DGHM=Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie e.V., RKI=Robert Koch-Institut, BGA=Bundesgesundheitsamt (aufgelöst)

Was bedeutet hygienische Instrumentendesinfektion?

Die Instrumentendesinfektion wird vorzugsweise als thermische Desinfektion in speziellen Maschinen durchgeführt. Die maschinelle Reinigung und Desinfektion von Medizinprodukten in einer vollautomatischen Reinigungs- und Desinfektionsmaschine (=RDM) ist einer manuellen Aufbereitung vorzuziehen. Nur so ist eine korrekte Validierung der Aufbereitung möglich.

Um die geforderte Reduktion von Krankheitserregern um 5 log-Stufen zu erreichen, müssen die RDM mindestens folgende Parameter einhalten:

- 80°C (Haltezeit 10 Min.) bei thermischen bzw.
- 55°C unter Zusatz eines Desinfektionsmittels (Haltezeit 15 Min.) im Falle von chemothermischen Verfahren (Endoskope)

Welche Argumente sprechen für die thermische Desinfektion bei der Instrumentenaufbereitung?

Die wichtigsten Vorteile der maschinellen Aufbereitung sind:

- Die Dokumentation des Prozesses ist möglich (wichtig für eine Validierung).
- Keine Resistenzprobleme gegenüber bestimmten Desinfektionswirkstoffen
- Keine Wirkungslücken
- Kein Wirkungsverlust durch Zersetzbarkeit des Desinfektionsmittels
- Arbeitssicherheit und Personalschutz
- Höhere Umweltverträglichkeit

Mögliche Nachteile:

- Hohe Anschaffungskosten der RDM
- Thermolabilität mancher Materialien

Was versteht man unter Sterilisation?

Medizinprodukte, die die Haut oder Schleimhaut durchdringen und dabei in Kontakt mit Blut, inneren Geweben oder Organen, einschließlich Wunden kommen, müssen steril sein.

Steril bedeutet frei von allen vermehrungsfähigen Mikroorganismen und Viren. (DIN 58900 Teil 1 Sterilisation, Allgemeine Grundlagen, Begriffe vom April 1986).

Ein Gegenstand kann als steril angesehen werden, wenn die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins eines einzelnen vermehrungsfähigen Organismus oder Virus kleiner oder gleich 10^{-6} ist (Europäisches Arzneibuch).

Ein Produkt gilt also als steril, wenn von 1 Million gleicher sterilisierter Objekte nur 1 Objekt mit 1 Keim behaftet ist (Sterility Assurance Level = SAL 10^{-6}). (Färber et al.: Krh-Hyg.+Inf.verh. 1997; 19: 185-191)

Welches sind die gängigen Sterilisationsmethoden?

Für jedes Sterilisationsverfahren gilt der Grundsatz, dass das Sterilisiergut vor der Sterilisation gründlich (vollständig) gereinigt werden muss! Außerdem müssen die Materialien trocken sein.

- Dampfsterilisation („feuchte Hitze“, z.B. 134°, 5 Min. Einwirkzeit)
- Heißluftsterilisation („trockene Hitze“, z.B. 180°, 30 Min.)
- Sterilisation mit Strahlen * (β - oder γ -Strahlen)
- Plasmasterilisation * (H_2O_2)
- Gassterilisation * (Ethylenoxid, Formaldehyd – Cave: toxische Gase)

* für thermolabile Medizinprodukte

Was versteht man unter Spaulding-Klassifikation bei Medizinprodukten?

Medizinprodukte können nach ihren hygienischen Aufbereitungsanforderungen in verschiedene Risikokategorien eingeteilt werden:

- **Unkritische Medizinprodukte:**
Medizinprodukte, die lediglich in Kontakt mit intakter Haut kommen (z. B. Blutdruckmanschette)
=> hier ist i. d. R. die Reinigung ausreichend (nicht aber bei Risikoerregern, z. B. MRSA und in Risikobereichen wie Intensivstationen; dann Desinfektion).
- **Semikritische Medizinprodukte:**
Medizinprodukte, die mit Schleimhaut oder krankhaft veränderter Haut in Berührung kommen (z.B. Beatmungsschlauch, Endoskop)
=> diese Medizinprodukte sind i. d. R. zu desinfizieren.
- **Kritische Medizinprodukte:**
Medizinprodukte zur Anwendung von Blut, Blutprodukten und anderen sterilen Arzneimitteln sowie Medizinprodukte, die die Haut oder Schleimhaut durchdringen und dabei in Kontakt mit Blut, inneren Geweben oder Organen kommen, einschließlich Wunden (z.B. chirurgische Instrumente)
=> diese Medizinprodukte müssen sterilisiert werden.

Semikritische Medizinprodukte werden außerdem je nach Schwierigkeit der Aufbereitung in die Gruppe A (ohne besondere Anforderungen) und B (mit erhöhten Anforderungen an die Aufbereitung, z. B. lange, enge Lumen, Hohlräume) unterteilt.

Kritische Medizinprodukte werden in die Gruppen A, B und C unterteilt, wobei es sich bei Medizinprodukten der Gruppe 'kritisch C' um thermolabile Medizinprodukte handelt, an deren Aufbereitung besonders hohe Anforderungen gestellt werden.

Warum Sie als angehende ÄrztInnen etwas über die Aufbereitung von Medizinprodukten wissen sollten?

Der moralische Grund:

Ich muss die Risiken einer Behandlung (hier: einer Infektion) für den Patienten minimieren.

Der juristische Grund:

Als Anwender/Betreiber bin ich für den ordnungsgemäßen Zustand der Medizinprodukte verantwortlich.

Welche hygienischen Anforderungen werden bei der Aufbereitung von Medizinprodukten gestellt?

Die Anforderungen an die Aufbereitung von Medizinprodukten sind in der gemeinsamen Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI) und des Bundesinstitutes für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) „Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten“ zusammengestellt.

http://www.rki.de/cIn_011/nn_226780/DE/Content/Infekt/Krankenhaushygiene/Kommission/Downloads/Medpro_Rili,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Medpro_Rili
(oder: Bundesgesundheitsbl. 2001; 44: 1115-1126)

Welche Schritte müssen durchgeführt werden, um Medizinprodukte hygienisch aufzubereiten?

- Vorbereiten (z.B. Vorreinigung*, in Einzelteile zerlegen*, Transport)
- Reinigung/Desinfektion, Spülen und Trocknen
(am besten vollautomatisch in einer Reinigungs- und Desinfektionsmaschine)
- Prüfung auf Sauberkeit und Integrität
- Identifikation*
- Pflege und Instandsetzung*
- Funktionsprüfung*
- Kennzeichnung*
- Verpackung
- Sterilisation*

(* ggf. erforderlich)

Wie hoch ist das Übertragungsrisiko durch Umgebungskontamination?

Kontaminierte Oberflächen erhöhen das Risiko einer sog. Kreuzübertragung.

Ist eine Flächendesinfektion sinnvoll?

Ja, wenn unmittelbar und gezielt nach einer Kontamination mit Blut, Urin etc. eine Wischdesinfektion durchgeführt wird!

Nein, wenn es sich um eine ungezielte, routinemäßige Flächendesinfektion z.B. von Fußböden handelt!

Oberflächen sind nur selten Quelle einer nosokomialen Infektion (Ausnahme bei bestimmten Erregern wie VRE, MRSA)

- „There is no difference in hospital-acquired infection rates when floors are cleaned with detergent vs. disinfectant“ (Rutala WA et al.: J Hosp Inf Suppl. A 48, 2001: 66)
- „1 – 2 hours after floor disinfection identical number of bacteria as prior to disinfection“ (Ayliffe GAJ et al. Brit Med J 2, 1966: 442)

Wie wird eine Flächendesinfektion in der Praxis durchgeführt?

- Die bevorzugte Methode der Flächendesinfektion ist die Wischdesinfektion (kein Versprühen!).
- Neben dem Einsatz von wirksamen Präparaten auf konsequenten Arbeitsschutz achten (oft gefährliche Konzentrate und z. T. Allergierisiko!). Dazu gehören z. B. die Verwendung von Handschuhen und eine gute Belüftung.
- Wenn möglich, sollte eine aldehydfreie Alternative verwendet werden, wie z. B. ein Glucoprotamin-haltiges Präparat.
- Für kleine Flächen können auch alkoholische Desinfektionsmittel verwendet werden!

Wo sind die wichtigsten (Flächen-)Desinfektionsempfehlungen zu finden?

- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (RKI): „Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen“ 2004 (www.rki.de)
- CDC/HICPAC (Health Care Infection Control Practices Advisory Committee), USA: “Guideline for Environmental Infection Control in Healthcare Facilities“ 2003 (www.cdc.gov)
- CDC/HICPAC, USA: “Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities” (prepared by W.A. Rutala, D.J. Weber and the HICPAC) 2008

Damit die Hygiene im Arbeitsalltag erfolgreich umgesetzt wird, ist die Motivation des Teams entscheidend!
--

4. Surveillance von nosokomialen Infektionen

(Maria Martin, Markus Dettenkofer)

Lehrbuchverweis: ‚Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz‘ von Daschner, Dettenkofer, Frank, Scherrer; Kapitel 11

Was bedeutet Surveillance?

„Surveillance“ bedeutet Überwachung, Beobachtung.

Im Sinne der Infektionsepidemiologie bedeutet dies eine fortlaufende, systematische Erfassung, Analyse und Interpretation der Daten bestimmter Infektionen, die Auswertung dieser Daten und die Weitergabe der Ergebnisse an diejenigen, die diese Informationen benötigen, also medizinisches Personal, Entscheidungsträger usw. (nach Langmuir 1963).

Was sind die Ziele von Surveillance?

Hauptziel der Surveillance ist die Prävention und damit die Reduktion von nosokomialen Infektionen. Sie kann Hinweise auf mögliche Infektionsprobleme im Krankenhaus aufdecken. Außerdem ist sie ein Messinstrument, mit dem auch die Evaluation von infektionspräventiven Maßnahmen möglich ist.

Welche Gründe gibt es für die Einführung eines Surveillance Systems?

Der Gesetzgeber hat in § 23 des Infektionsschutzgesetzes festgelegt, dass jeder Leiter eines Krankenhauses verpflichtet ist bestimmte nosokomiale Infektionen aufzuzeichnen und zu bewerten. Ein Surveillance System tut genau dieses und bietet darüber hinaus die Möglichkeit, Problembereiche oder Ausbrüche früh zu erkennen und entsprechende Gegenmaßnahmen schnell einleiten zu können. Da ein solches System jedoch auch Aufwand und somit Kosten bedeutet, sollten primär nur Infektionen mit einem deutlichen Präventionspotential einbezogen werden.

Wie sind die Effekte von Surveillance zu erklären?

Zum einen schärft ein Surveillance System das Problembewusstsein für nosokomiale Infektionen. Durch die konsequente Rückmeldung der erhobenen Daten und der zum Vergleich herangezogenen Referenzdaten sind Erfolge und Misserfolge der Präventionsmaßnahmen für das medizinische Personal direkt sichtbar. Dies erhöht die Motivation der Mitarbeiter, infektionspräventiv zu handeln. Es kommt aber noch ein weiterer Effekt hinzu, der sog. „Hawthorne-Effekt“: Viele Menschen neigen dazu, ihr Verhalten zu ändern, wenn sie beobachtet werden bzw. das Ergebnis ihrer Arbeit genauer beurteilt wird.

Wie funktioniert ein solches Infektions Surveillance System?

Zunächst müssen einheitliche Kriterien für die Erfassung und Bewertung der Daten festgelegt werden. Vor allem die Anwendung gleicher Diagnosekriterien für Infektionen ist hier sehr wichtig, um die Vergleichbarkeit sicherzustellen. Außerdem sollte ein solches System die wichtigsten Risikofaktoren (z.B. Devices, d.h. Harnwegkatheter, maschinelle Beatmung, ZVK) berücksichtigen. Für die Bewertung der erhobenen Daten werden Infektionsraten berechnet (s. u.) und mit Referenzdaten verglichen. Zur Generierung von Referenzdaten wurde in Deutschland 1997 das Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System, kurz KISS, am Nationalen Referenzzentrum für die Surveillance von nosokomialen Infektionen etabliert. Vorbild hierfür war das National Nosocomial Infections Surveillance System (NNIS) aus den USA. In dieser Datenbank finden sich Referenzdaten zu allen wesentlichen nosokomialen Infektionen v. a. der Intensivmedizin und operativen Medizin von mittlerweile mehr als 500 Krankenhäusern (www.nrz-hygiene.de).

Wie erfolgt bei KISS die Erfassung der Daten?

Das KISS gliedert sich in unterschiedliche Module. Die beiden größten sind das Modul für Intensivstationen (ITS-KISS) und für Wundinfektionen (OP-KISS). Daneben gibt es Module für onkologische Stationen (ONKO-KISS), neonatologische Stationen (NEO-KISS), Normalstationen (Device-KISS), für ambulante Operationen (Ambu-KISS), für MRSA in Krankenhäusern (MRSA-KISS) und Clostridium difficile Infektionen in Krankenhäusern (CDAD-KISS). Die Daten werden getrennt erfasst, berechnet und analysiert. Die Erfassung erfolgt aber immer nach ähnlichen Prinzipien: Idealerweise sucht eine speziell geschulte Hygienefachkraft 1-2mal wöchentlich den „unter Beobachtung stehenden“ Bereich auf, z. B. Intensivstation, um bei den dort stationären Patienten neu aufgetretene Infektionen festzustellen und zu dokumentieren (Erfassung der Inzidenz). Die Hygienefachkraft wird hierbei idealerweise auf Station von einer „link nurse“ unterstützt. Die Feststellung einer KISS-relevanten Infektion erfolgt dann durch die Hygienefachkraft nach den Kriterien des Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Diese Definitionen sind nicht immer mit klinischen Kriterien identisch (s. u.). Dabei beschränkt sich die Erfassung bei KISS auf die Indikatorinfektionen (Harnwegsinfektion, Pneumonie, Sepsis, Wundinfektionen). Die für die Berechnung der Infektionsraten notwendigen Patiententage werden durch die Krankenhausstatistik erfasst. Die Device-Tage (Zeitdauer des Risikos), z. B. Beatmungstage, ZVK-Tage werden vom Pflegepersonal dokumentiert und an die entsprechende Stelle zur Analyse gemeldet. Die KISS-Methode ist i. d. R. eine stations- oder krankenhausbegleitende Surveillance.

Beispiele für CDC-Definitionen von nosokomialen Infektionen:

(7. Auflage, Berlin 2011)

B1 Durch Labor bestätigte primäre Sepsis

muss einem der folgenden Kriterien entsprechen:

1. Kultureller Nachweis von pathogenen Erregern im Blut, welche nicht mit Infektion an anderer Stelle assoziiert sind.
2. Patient hat mind. eines der folgenden Zeichen oder Symptome:
Fieber ($> 38^{\circ}\text{C}$) oder Schüttelfrost oder Hypotonie und Zeichen, Symptome und mikrobiologische Befunde sind nicht zu einer Infektion an anderer Stelle assoziiert
und
gewöhnlicher Hautkeim (z.B. *S. epidermidis*) wurde aus mind. zwei aus separaten Blutabnahmen beimpften Blutkulturen isoliert.

A1 postoperative oberflächliche Wundinfektion

Infektion an der Inzisionsstelle innerhalb von 30 Tagen nach der Operation, die nur Haut oder subkutanen Gewebe einbezieht

und

eines der folgenden Kriterien trifft zu:

- 1 Eitrige Sekretion aus der oberflächlichen Inzision
- 2 Kultureller Nachweis von Erregern aus einem aseptisch entnommenen Wundsekret oder Gewebe von der oberflächlichen Inzision
- 3 Eines der folgenden Anzeichen: Schmerz oder Berührungsempfindlichkeit, lokalisierte Schwellung, Rötung oder Überwärmung und Chirurg öffnet die oberflächliche Inzision bewusst. Dieses Kriterium gilt jedoch nicht bei Vorliegen einer negativen mikrobiologischen Kultur von der oberflächlichen Inzision.
- 4 Diagnose des behandelnden Arztes

Wie erfolgt die Analyse der erfassten Daten?

Grundsätzlich kann jedes Krankenhaus seine Infektionsraten selbst berechnen und, vorausgesetzt es erhebt die Daten nach der KISS-Methode, mit den Referenzdaten der KISS-Datenbank vergleichen. Die Referenzdaten werden jährlich auf der Homepage des NRZ (www.nrz-hygiene.de) veröffentlicht.

Die Darstellung und Analyse der Infektionsraten erfolgt unter Berücksichtigung bestimmter Risikofaktoren. Hierfür werden die Methoden der Standardisierung und Stratifizierung angewendet.

ITS-KISS:

Standardisierung bedeutet, dass die Inzidenzdichten device-assoziiert, also risikoabhängig, berechnet werden.

Beispiel:

$$\text{Inzidenzdichte der Gefäßkatheter-assoziierten Sepsis} = \frac{\text{Primäre Sepsis bei Pat. mit Gefäßkathetern}}{\text{Gefäßkathetertage}} * 1000$$

Stratifizierung bedeutet bei ITS-KISS, dass die Daten für verschiedene Arten von Intensivstationen (z. B. chirurgische, internistische usw.) berechnet werden. (Quelle: ITS-KISS Protokoll NRZ)

OP-KISS:

Stratifizierung bedeutet hier, dass die Wundinfektionsraten nach der Art der Operation und der Anzahl der Risikofaktoren berechnet werden.

Risikofaktoren: ASA-Score ≥ 3
Wundkontaminationsklasse 3 ‚kontaminiert‘ oder 4 ‚septisch-infiziert‘
OP-Dauer länger als 75% der Operationen dieser Art

Pro Risikofaktor gibt es einen Punkt, d.h. es ergeben sich vier Risikogruppen pro Operationsart (0, 1, 2, 3).

$$\text{Stratifizierte WI-Rate} = \frac{\text{Anzahl WI in der Risikogruppe r nach einer OP-Art t}}{\text{Anzahl der OP-Art t in der Risikogruppe r}} * 100$$

Standardisierung bedeutet bei OP-KISS die Berechnung der standardisierten Wundinfektionskennzahl

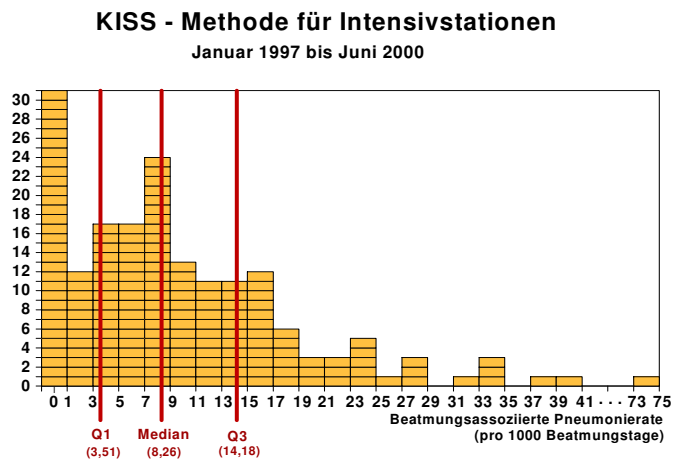
$$\text{SIK} = \frac{\text{Anzahl beobachteter Inhouse-Wundinfektionen}}{\text{Anzahl erwarteter Inhouse-Wundinfektionen}}$$

Die Anzahl der zu erwartenden WI wird aus der Summe der einzelnen Risikogruppen berechnet. (Quelle: OP-KISS Protokoll NRZ)

Wie werden die Daten interpretiert und bewertet?

Nachdem die Raten wie oben beschrieben berechnet sind, kann man sie mit den Referenzdaten aus KISS vergleichen. Für die Referenzdaten werden jeweils der Mittelwert, der Median und die Quartile (25 und 75 %-Quantil) angegeben. Liegt der Wert über dem 75 %-Quantil, ist dies eine „Outlier“-Position. Hier sollte dann eine genauere Analyse der Daten erfolgen, u. U. liegen Probleme im Hygienemanagement vor.

Die graphische Darstellung der Referenzdaten kann wie unten abgebildet erfolgen, wobei jedes Rechteck einer Station entspricht:



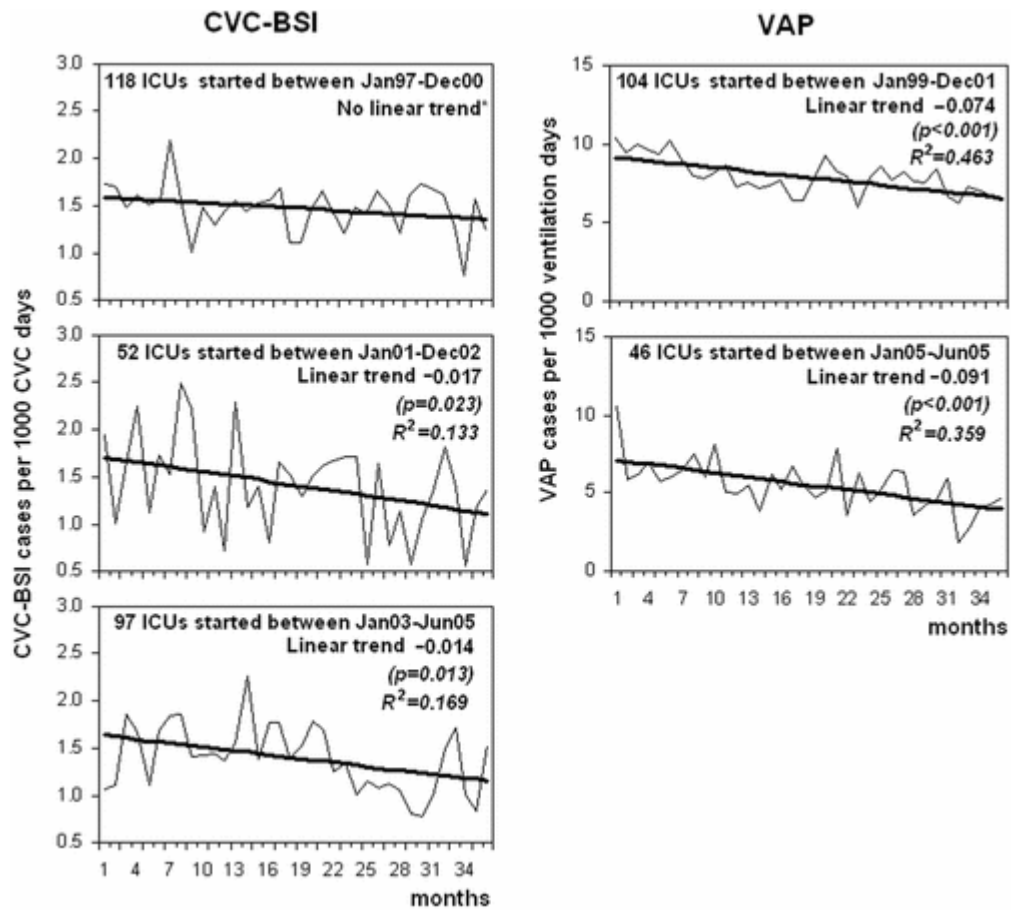
Wie erfolgt die Weitergabe der Ergebnisse?

Die an KISS teilnehmenden Krankenhäuser bzw. Abteilungen erhalten halbjährlich die Auswertung ihrer Infektionsdaten. Die Interpretation der Daten erfolgt in der Regel durch die Krankenhaushygiene, welche diese an die Leiter der Abteilung weiterleitet und/oder die Daten in einer gemeinsamen Besprechung mit den Mitarbeitern des beobachteten Bereichs vorstellt und bespricht. In solchen Gesprächen können dann auch eventuell notwendige Maßnahmen, wie z. B. Fortbildungen, abgesprochen werden. Der Umgang mit diesen Daten muss vertraulich erfolgen, sie werden ausschließlich zur internen Qualitätssicherung verwendet.

Lassen sich Effekte von KISS nachweisen?

Unten dargestellt sind die Entwicklungen der Inzidenzdichten von laborbestätigten Septikämien und beatmungs-assoziierten Pneumonien von bei KISS teilnehmenden Krankenhäusern. Die Krankenhäuser haben zu verschiedenen Zeitpunkten mit der KISS-Surveillance begonnen. Die Daten zeigen, dass der Effekt auf die Reduktion der Infektionsraten reproduzierbar ist.

Quelle: Reproducibility of the Surveillance Effect to Decrease Nosocomial Infection Rates • P. Gastmeier , MD, F. Schwab , PhD, D. Sohr , PhD, M. Behnke , PhD and C. Geffers , MD *Infection Control and Hospital Epidemiology*, Vol. 30, No. 10 (October 2009), pp. 993-999



Wo findet man weiterführende Informationen zu Surveillance und KISS?

Auf der Homepage des Nationalen Referenzzentrums für die Surveillance von nosokomialen Infektionen: www.nrz-hygiene.de

5. Nosokomiale Pneumonien

(Elisabeth Meyer, Teena Kolberg, Sibylle Wenzler)

Lehrbuchverweis: ‚Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz‘ von Daschner, Dettenkofer, Frank, Scherrer; Kapitel 5

Was sind die Risikofaktoren für nosokomiale Pneumonien?

- Patienteneigene Risikofaktoren (z.B. Lebensalter, schwere Grunderkrankung, Ernährungszustand, Immunstatus)
- Bedingungen, welche Aspiration oder Reflux begünstigen (z.B. Intubation, Magensonde, liegende Position, Koma, Kopf-, Hals-, Thorax-, Bauch-OP)
- Bedingungen, die einen längeren Einsatz von künstlicher Beatmung erfordern (z.B. potentielle Exposition gegenüber kontaminiertem Beatmungszubehör und kontaminierten Händen des Personals)
- Faktoren, welche die Besiedlung des Oropharynx und/oder Magens mit Mikroorganismen verstärken (z.B. Gabe von Antazida, vorbestehende chronische Lungenerkrankungen)

Wie hoch ist die Prävalenz von nosokomialen Pneumonien auf Intensivstationen?

- Auf Intensivstationen stellen sie mit ca. 40 % die am häufigsten erworbene nosokomiale Infektion dar. Daher ist die Pneumonieprävention auf Intensivstationen besonders wichtig!
- Die Prävalenz der nosokomialen beatmungsassoziierten Pneumonie auf Intensivstationen liegt in der Regel bei 5-10 Fällen pro 1.000 Beatmungstage.

Wie oft ist mit Todesfällen durch eine beatmungsassoziierte Pneumonie zu rechnen?

In Deutschland werden ca. 6,5 Mio. Patiententage auf Intensivstationen gezählt. Hierbei kann über das Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS) eine Beatmungsrate von 41% ermittelt werden, was zu einer Anzahl von ca. 2,7 Mio. Beatmungstagen führt. Die ebenfalls über KISS ermittelte beatmungsassoziierte Pneumonierate beträgt 5,0/1000 Beatmungstage, so dass man von ca. 15.000 beatmungsassoziierten Pneumonien/Jahr ausgehen kann (KISS-Daten von 2005-2009).

Die erhöhte Sterbewahrscheinlichkeit der nosokomialen Pneumonie liegt bei ca. 10 % -30 %. Daraus folgt, dass ca. 1.500-6.600 Patienten pro Jahr an einer auf Intensivstationen erworbenen Pneumonie sterben.

Wie sieht das Erregerspektrum der beatmungsassoziierten Pneumonie aus?

Bei den beatmungsassoziierten Pneumonien unterscheidet man zwischen einer Frühpneumonie (bis 3 Tage) und einer Spätpneumonie (nach 3 Tagen), da diese meist von anderen Erregern verursacht werden.

- Frühpneumonie : Pneumokokken
: Legionellen
: *H. influenzae*
- Spätpneumonie : *Pseudomonas aeruginosa*
: *Enterobacter* spp.
: Acinetobacter
: Klebsiellen
: *Serratia marcescens*
: *Escherichia coli*
: *Staphylococcus aureus* (auch MRSA)

Seltener vorkommende Infektionserreger sind: Viren, Pilze, *Pneumocystis jiroveci*, *Mycobacterium tuberculosis*, Mykoplasmen, Chlamydien.

Cave: Immer zwischen einer Infektion und einer Kolonisation unterscheiden.
Relativ häufig isolierte Erreger, die den Respirationstrakt in der Regel nur kolonisieren sind:
Koagulase-negative Staphylokokken, Candida spp. und Enterokokken.

Was sind die wichtigsten Präventionsmaßnahmen?

- Mitarbeiterschulung
- Infektions- und mikrobiologische Surveillance
- Präventionsmaßnahmen zur Übertragung von Mikroorganismen
 - Beatmungsequipment
 - Beatmungsluftbefeuchter
- Verhinderung der mikrobiellen Übertragung von Person zu Person
 - Händedesinfektion
 - aseptisches Arbeiten bei Tracheotomie/Auswechslung der Trachealkanüle
 - Tracheale Absaugung
- bei gefährdeten Patienten
 - Pneumokokkenimpfung und Influenzaimpfung
- Maßnahmen zur Verhinderung der Aspiration
 - Oberkörperhochlagerung (30-45°)
 - Frühzeitige enterale Ernährung
 - Subglottische Absaugung
 - ‚kinetische Betten‘
- Prävention der postoperativen Pneumonie
- Antibiotikaregime

Welchen Stellenwert haben Mitarbeiterschulungen und Surveillance?

Schulungen von Mitarbeitern zu Epidemiologie und Infektionspräventionsmaßnahmen führen zu einer deutlichen Reduktion der Inzidenz nosokomialer Pneumonien (IA). Zur Erfassung der beatmungsassoziierten Pneumonie sollten die CDC- Definitionen angewendet werden, die auch KISS übernommen hat und welche auf 1000 Beatmungstage bezogen sind.

Wichtig ist die Erfassung der Erreger, die eine nosokomiale Pneumonie hervorrufen (IB).

Ein routinemäßiges bakteriologisches Monitoring (z.B. wöchentliche Abnahme von Trachealsekret bei allen Patienten) hat nicht den Nachweis der Effektivität erbracht (II).

Was ist bezüglich des Beatmungsequipments und der Beatmungsbefeuchter zu beachten?

Studien zeigen, dass ein häufiger Wechsel der patientennahen (kontaminierten)

Beatmungsschläuche zu einer Zunahme der Pneumonierate führt. Deshalb empfehlen die CDC heute, die Beatmungsschläuche nicht mehr routinemäßig zu wechseln, sondern nur aufgrund von mechanischen Fehlfunktionen oder sichtbaren Verunreinigungen.

Bezüglich der Befeuchter unterscheidet man eine passive Befeuchtung von einer aktiven Befeuchtung:

Die passiven Befeuchter (Heat-Moisture-Exchanger = HME i. d. R. kombiniert mit bakteriendichtem Filter) halten die Feuchtigkeit der Expirationsluft zurück. Diese wird bei der Inspiration wieder aufgenommen. Die passiven Befeuchter werden zwischen dem Tubus und dem Beatmungsschlauch angebracht. Nachteile dieses Systems sind u. a.: Vergrößerung des Totraumvolumens, erhöhter Atemwiderstand, Sekreataustrocknung. HME müssen nicht häufiger als alle 48 Stunden gewechselt werden, es sei denn, sie sind verschmutzt (II).

Bei der aktiven Befeuchtung (Kaskadenbefeuchtung) muss darauf geachtet werden, dass stehendes Wasser (z.B. Wasserfallen) aus hygienischer Sicht immer problematisch ist, denn dieses bietet gute Wachstumsmöglichkeiten für Bakterien (wie z.B. *Pseudomonas aeruginosa*).

Bei Manipulationen am Beatmungszubehör können Infektionserreger durch kontaminierte Hände übertragen werden. Deshalb gilt auch hier: Kein routinemäßiger Wechsel der Schläuche während des Einsatzes bei einem Patienten, sondern nur bei Funktionsbeeinträchtigung und bei sichtbarer Verschmutzung (IA). Das Kondenswasser muss regelmäßig aus den Schläuchen entfernt werden. Hierbei ist es wichtig, dass kein Kondenswasser in Richtung des Patienten läuft (IB), dass immer Handschuhe getragen werden und die Hände vor und nach der Tätigkeit desinfiziert werden (IA). Zum Befüllen der Befeuchter steriles Wasser benutzen (II). Eine Sterilisation /Desinfektion der Beatmungsschläuche inklusive Kaskadenbefeuchter geschieht zwischen dem Einsatz bei verschiedenen Patienten (IA). Das ‚Innere‘ eines Beatmungsgerätes braucht nicht routinemäßig desinfiziert werden (II).

Im Hinblick auf die Pneumonierate gibt es keinen eindeutigen Unterschied zwischen aktiver und passiver Befeuchtung (aber Tendenz zugunsten Filter: Kola A et al.: Efficacy of heat and moisture exchangers in preventing ventilator-associated pneumonia: meta-analysis of randomized controlled trials. Intensive Care Med 2005; 31: 5-11, Cochrane Database Syst Rev. 2010 Apr 14;(4):CD004711). Die Mundpflege hat eine entscheidende Bedeutung in der Prävention beatmungsassoziierter Pneumonien. Die Besiedlung des Zahnbelags mit Keimen wird mit einer deutlichen Steigerung beatmungsassoziierter Pneumonien in Verbindung gebracht.

Was ist aus hygienischer Sicht bezüglich des endotrachealen Absaugens zu beachten?

Wichtig: So gut wie möglich atraumatisch arbeiten, da sich Pneumonieerreger wie z.B.

P. aeruginosa bevorzugt an kleinen Schleimhautläsionen ansiedeln. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen einem ‚offenen Absaugkatheter‘ (= sterile Einmalkatheter) und einem ‚geschlossenen Absaugkatheter‘ (= Mehrfachkatheter).

Es bestehen zurzeit keine Empfehlungen hinsichtlich eines bevorzugten Einsatzes von offenen oder geschlossenen Absaugkathetern. Ebenso ungelöst ist die Frage, ob sterile oder keimarme Handschuhe zum Absaugen verwendet werden sollen.

Was ist aus hygienischer Sicht bezüglich eines Verneblers zu beachten?

Den Vernebler nur mit steriler Flüssigkeit befüllen (aseptische Technik, IA-Kategorie).

Werden Medikamente verwendet, so sollen diese möglichst nur aus Einzeldosisbehältnissen verwendet werden (IB).

Was kann aus hygienischer Sicht getan werden, um die mikrobielle Übertragung von Person zu Person zu verhindern?

Das Wichtigste ist und bleibt die Händedesinfektion!

Dies gilt vor und nach Kontakt mit jeglichem Beatmungszubehör, insbesondere bei Patienten, die einen Endotrachealtubus tragen oder ein Tracheostoma haben.

Die Hände sollen ferner immer desinfiziert werden nach Kontakt mit Schleimhäuten, nach Kontakt mit Atemwegssekreten und nach Kontakt mit Gegenständen, die mit respiratorischem Sekret kontaminiert sind. Die Händedesinfektion erfolgt unabhängig davon, ob Handschuhe getragen werden oder nicht (IA).

Was kann zur Prävention der Aspiration getan werden?

- Oberkörperhochlagerung von Risikopatienten (30-45°); (II)
- Bei liegender Magensonde regelmäßig deren richtige Lage überprüfen (IB)
- Wiederholtes endotracheales Intubieren vermeiden (II)
- Intubationsweg: Besteht keine Kontraindikation, sollte die orotracheale Intubation der nasotrachealen Intubation vorgezogen werden (II)
- Vor dem Entblocken des Tubus immer das Sekret oberhalb des Cuffs entfernen (II)

Was kann zur Prävention der postoperativen Pneumonie getan werden?

- Präoperativ : soweit möglich: Reduktion endogener Risiken
- Postoperativ : Intensivierte Atemtherapie und Anleitung der Patienten zu tiefem Luftholen (IB)
- Die Aspiration von erregerhaltigem Sekret aus dem naso- bzw. dem oropharyngealen Raum stellt einen wichtigen pathogenetischen Mechanismus dar
- Kein routinemäßiger Wechsel von Beatmungsschläuchen
- Adäquate Händehygiene

Für welche Personen ist eine Pneumokokkenimpfung sinnvoll?

(s. auch STIKO-Empfehlungen)

- Lebensalter ≥ 60 Jahre
- Splenektomie
- Alle Personen ab vollendetem 2. Lebensjahr, die unter einer chronischen Herz-, Lungen-, Leber- oder Nierenerkrankung, Diabetes mellitus oder anderen Stoffwechselerkrankungen leiden oder eine hämatologische Erkrankung, einen Immundefekt oder HIV sowie neurologische Krankheiten (Zerebralparese, Anfallsleiden, Liquorfistel) aufweisen
- Knochenmarks- und Organtransplantationsempfänger
- Patienten vor Beginn einer Langzeitimmunsuppression
- Patienten in Langzeitpflegeeinrichtungen

6. Nosokomiale Harnwegsinfektionen (HWI)

(Markus Dettenkofer, Teena Kolberg) (überarbeitet von Sybille Barkhausen)

Lehrbuchverweis: ‚Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz‘ von Daschner, Dettenkofer, Frank, Scherrer; Kapitel 4

Epidemiologie

- Ist mit ca. 40 % die häufigste nosokomiale Infektion
- Ca. 80 % der nosokomialen HWI sind mit Harnwegskathetern assoziiert:
Das Infektionsrisiko für einen Patienten, der einen Blasenkatheter länger als eine Woche benötigt, beträgt bis zu 25 %
- Das Bakteriurierisiko bei transurethralem Harnwegskatheter liegt bei 3 – 10 % / Tag
- 20 – 30 % der Patienten mit Bakteriurie entwickeln eine symptomatische HWI
- Eine HWI ist mit bis zu 15 % die zweithäufigste Ursache einer (sekundären) nosokomialen Sepsis
- 30 – 50 % der transurethralen Kathetertage sind unnötig
- Die Krankenhausverweildauer wird durch eine nosokomiale HWI um 1 – 3,8 Tage verlängert (US-amerikanische Daten)

Was ist bezüglich der Definitionen zu beachten?

Grundsätzlich wird zwischen

- a) ambulant erworbenen (meist nicht katheterbedingt) und
- b) nosokomialen (zu 80-90% katheterbedingt) Harnwegsinfektionen unterschieden.

Für die darüber hinaus gehende Unterscheidung in

- a) Kolonisation
- b) asymptomat. Bakteriurie/Candidurie
- c) Infektion

sind keine einheitlichen Richtlinien verfügbar.

Sind die Definitionen für die ambulant erworbene HWI aufgrund der typischen Symptomatik noch leicht nachvollziehbar, ergeben sich bei der katheterassoziierten HWI erhebliche Schwierigkeiten, denn bei dieser Patientengruppe sind entsprechende Symptome zum Teil nicht vorhanden oder schwer festzustellen: Über 90 % der katheterassoziierten HWI verlaufen asymptomatisch. Kriterien für die Therapiebedürftigkeit eines Befundes, wie zum Beispiel die Keimzahlen in Urinkulturen, können nicht uneingeschränkt auf katheterisierte Patienten übertragen werden. Aufgrund der Pathogenese der katheterassoziierten HWI (häufig ausgehend von einer mikrobiellen Besiedlung im Bereich zwischen Katheteraußenfläche und Urethra) sind die Urinkulturen häufig nur bedingt aussagekräftig. Bei Patienten mit Harnblasenkathetern ist eine Unterscheidung zwischen Bakteriurie und Harnwegsinfektion schwierig, da katheterisierte Patienten die typischen Symptome einer Infektion wie Harndrang, Pollakisurie, Brennen und Schmerzen beim Wasserlassen nicht zeigen. Dies gilt insbesondere für sedierte, beatmete und analgesierte (intensivpflichtige) Patienten.

Wie ist die Pathogenese der nosokomialen Harnwegsinfektionen?

Endogene HWI werden überwiegend durch Keime der Darmflora des Patienten, der den Meatus uraethrae umgebenden Haut im Dammbereich oder der Flora der vorderen Harnröhre verursacht. Bei Frauen hat die Vaginalflora, bei Männern die Flora der Vorhaut eine zusätzliche Bedeutung. Exogene Infektionen können entstehen, wenn Erreger über die Hände des medizinischen Personals (entweder bereits bei der Anlage des Katheters oder später durch Manipulation wie Diskonnektion oder Entnahme von Urin für Untersuchungen), durch Rücklauf kontaminierten Urins aus dem Auffangsystem oder durch kontaminierte Kathetermaterialien in die Harnblase gelangen.

Man unterscheidet einen extraluminalen Infektionsweg (über die Katheteraußenseite) von einem intraluminalen (über die Katheterinnenseite).

Was ist eine Kurzzeitdrainage und welche Möglichkeiten gibt es?

- Eine Kurzzeitdrainage ist eine Harnblasendrainierung von max. 5 Tagen
- Verschiedene Möglichkeiten : intermittierende Einmalkatheterisierung
 - : Transurethraler Blasenverweilkatheter
 - : suprapubischer Katheter
- Bei transurethraler Katheterisierung kann bei Kurzzeitdrainage ein beschichteter Latexkatheter (Cave: Latexallergie) (II), bei länger dauernder Drainage soll ein Vollsilkonkatheter verwendet werden. (IB).

Was ist zur Prävention einer katheterassozierten HWI zu beachten?

- Die Katheteranlage darf nur von qualifiziertem Personal durchgeführt werden (IB).
- Ausschließliche Verwendung eines sterilen Katheterisierungssets (IB):
- Zur Anwendung kommen: sterile Handschuhe, steriles Abdecktuch, sterile Tupfer, aseptische Lösung für die periurethrale Reinigung und einzeln verpacktes steriles Gleitmittel (IB).
- Auswahl des Katheters: So dünn wie möglich (Vermeidung von Urethraschäden) jedoch so dick wie nötig (Gewährleistung einer adäquate Drainage) (IB).
- Auf eine sichere Lagerung/Fixierung des Harnwegskatheters achten, um Zug an der Urethra zu vermeiden (IB).
- Es müssen immer sterile, geschlossene Drainagesysteme verwendet werden (IA).
- Eine Diskonnektion von Katheter und Drainageschlauch nur bei eindeutiger Indikation durchführen (IA).
- Vor unvermeidbarer Diskonnektion Wischdesinfektion der Konnektionsstelle mit alkoholischem Präparat (IB).
- Nach Diskonnektion: Rekonnektion nur unter aseptischen Kautelen nach Sprüh- und Wischdesinfektion von Konus des Drainageschlauchs und Katheter (IB).
- Vor und nach Insertion sowie Manipulation am Katheter/Drainagesystem: Hygienische Händedesinfektion (IB).
- Ballonfüllung von Verweilkathetern nur mit steriler Flüssigkeit (8-10% Glycerin-Lösung, Aqua dest.) (IB).
- Die Systeme sollten die hygienischen Anforderungen an Entnahmestellen für mikrobiologische Proben, Rückflusssperre, Luftausgleichsventil, Ablassstutzen und Ablassventil erfüllen (IB).
- Vor Durchführung einer (resistenzgerechten) Antibiotikatherapie einer katheterassozierten HWI muss die Indikation und Qualität der Harndrainage überprüft werden.

Sollten Katheter gespült werden und was ist zu beachten?

- Es sollen keine Spülungen zur Infektionsprophylaxe durchgeführt werden (IB).
- Eine der wenigen Indikation ist die Spülung nach Operationen an den ableitenden Harnwegen, um eine Obstruktion (Nachblutung) zu verhindern (IB).
- Eine Spülung darf ausschließlich in aseptischer Technik erfolgen, d.h.:
- Vor der Diskonnektion die Konnektionsstelle desinfizieren (IB) sowie Verwendung eines sterilen Equipments (IB)
- Statt Spülungen: Inkrustationsprophylaxe durch kontrollierte Diurese (1,5 – 2,0 Liter/Tag) (II).

Was ist bei der Urinprobengewinnung bei liegendem Harnwegskatheter zu beachten?

- Bei der Probengewinnung für die mikrobiologische Diagnostik sollte die Abnahme aseptisch nach vorheriger Wischdesinfektion aus der patientennahen Entnahmestelle am Drainagesystem erfolgen (IB).
- Müssen größere Urinmengen gewonnen werden, so werden diese aus dem Drainagebeutel (Ablasshahn) entnommen, dabei Einmalhandschuhe verwenden (IB).
- Beim Entleeren des Auffangbeckens darf der Ablassstutzen nicht mit dem Auffanggefäß in Kontakt kommen (IB).

- Das Auffanggefäß wird nach Entleerung desinfizierend gereinigt.
- Bei intensivmedizinisch betreuten Patienten sollten zur Bilanzierung geschlossene Harnwegssysteme mit integriertem Messgerät eingesetzt werden (IB).

Was ist bezüglich des Urinabflusses zu beachten?

- Der freie Urinabfluss muss gewährleistet sein (IB). Deshalb ist darauf zu achten, dass der Katheter nicht abknickt und der Beutel regelmäßig entleert wird. Dabei Einmalhandschuhe tragen.
- Obstruierte Katheter müssen i. d. R. ersetzt werden.
- Der Drainagebeutel sollte sich immer unter dem Blasenniveau befinden (ohne Bodenkontakt).
- Vor Entfernung des transurethralen Harnwegskatheters soll kein sog. ‚Blasentraining‘ durchgeführt werden (IB).

Wie soll der Meatus urethrae bzw. der Katheter gepflegt werden?

- Zur Vermeidung der Bildung von Inkrustierungen am Übergang von Katheter und Urethra ist das Waschen mit Wasser und Seife 1 – 2mal täglich ausreichend (IB).
- Meatusnahe Inkrustationen am Katheter können vorsichtig mit Wasserstoff-peroxid (3 %)-getränkten Mullkompressen oder Gazetupfern entfernt werden (IB).
- Die Perianalregion muss sorgfältig gereinigt werden (IB).
- Antimikrobielle Substanzen wie Polyvidon-Jod oder Silbersulfadiazin-Creme haben keine infektionsprophylaktische Wirkung.

Wie oft sollen Katheter gewechselt werden?

- Aus hygienisch-infektionspräventiven Gründen ist ein routinemäßiger Katheterwechsel nicht erforderlich (IB).

Sollte eine Surveillance katheterassoziierter HWI durchgeführt werden?

- Ja (CDC-Definitionen)
- Dabei werden die katheterassozierten HWI und Bakteriurien auf die Anzahl der Harnwegskathetertage bezogen werden (IB).

Wann sollte ein suprapubischer Katheter verwendet werden??

- a) bei längerfristiger Katheterisierung (> 5 Tage) (IB).
- b) bei größeren abdominellen Eingriffen (bereits intraoperative Anlage) (IB)

Wie soll ein suprapubischer Katheter gepflegt werden?

- tägliche Palpation durch den intakten Verband
- Verbandswechsel frühestens alle 72h (wenn Verband intakt), dabei Einstichstelle desinfizieren

Welche Alternativen gibt es zur dauerhaften Katheterisierung?

- Als Alternative kommt die peri- bzw. postoperative intermittierende Katheterisierung in Frage. Wichtig dabei: Einhalten der Asepsis (IB).

Was sind die wichtigsten Präventionsstrategien?

- Regelmäßige Schulungen zur korrekten Anlagetechnik sowie zu möglichen Komplikationen von Harnwegskathetern
- Strenge Indikationsstellung zur Anlage von Harnwegskathetern, regelmäßige Überprüfung der Indikation sowie baldmögliche Entfernung (IB)
- Vor/nach Anlage sowie Manipulationen: Hygienische Händedesinfektion
- Aseptische Katheterisierung:
 - steriles Katheterset
 - sterile Handschuhe

- steriles Abdecktuch
- sterile Tupfer
- antiseptische Lösung für die periurethrale Reinigung vor dem Legen
- Nur sterile, geschlossene Drainagesysteme verwenden
- Diskonnektion von Katheter und Drainageschlauch nur, wenn eindeutig indiziert
- Freien Urinabfluss gewährleisten

Was sind unwirksame oder fragliche Präventionsstrategien?

- Applikationen von Antiseptika in den Drainagebeutel (z.B. Chlorhexidin)
- Blasenspülungen mit Antiseptika (v.a. bei nicht-urologischen Patienten)
- Meatuspflege mit antimikrobiellen Substanzen wie Polyvidon-Jod oder Silbersulfadiazin-Creme
- Systemische Antibiotikaprophylaxe

Wie wird ein transurethraler Harnblasenkatheter korrekt gelegt (Insertion)?

01. Möglichst zu zweit arbeiten
02. Intimsphäre wahren, Aufklärung des Patienten
03. Vorbereitung der Materialien:
 - sterile Handschuhe
 - steriles Kathetergleitmittel
 - transurethraler Blasenkateter in passender Größe
 - steriles Aqua dest. bzw. sterile Glycerin-Lösung (10 %) in Spritze
 - geschlossenes Urindrainagesystem
 - steriles Schlitztuch
 - sterile Tupfer
 - Schleimhaut desinfizierendes Mittel
 - gegebenenfalls wasserdichte Unterlage
04. Hygienische Händedesinfektion
05. Reinigung der Urogenitalregion mit Wasser und Seife
06. Erste Person:
 - an der führenden Hand zwei sterile Handschuhe übereinander, an der anderen Hand einen sterilen Handschuh anziehen
 - mit der linken Hand Labien spreizen bzw. Penis fixieren und Präputium zurückschieben
 - Schleimhautdesinfektion mindestens 3 mal mit sterilen und mit Schleimhautdesinfektionsmittel getränkten Tupfern (z.B. Octenisept®, PVP-Jodlösung)
 - Steriles Schlitztuch auflegen
07. Zweite Person:
 - zieht der 1. Person den oberen Handschuh an der führenden Hand aus
 - reicht ggf. Gleitmittel an
 - reicht anschließend den Blasenkateter an
08. Erste Person:
 - instilliert ggf. das Gleitmittel
 - legt den Blasenkateter
 - anschließend Blocken des Ballons mit sterilem Aqua dest.
09. Entsorgen der Materialien
10. Hygienische Händedesinfektion
11. Dokumentation

7. Venenkatheter-assoziierte Infektionen

(Uwe Frank)

Lehrbuchverweis: ‚Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz‘ von Daschner, Dettenkofer, Frank, Scherrer; Kapitel 7

Was sind die häufigsten Venenkatheter-assoziierten Infektionen?

- Lokale Katheterinfektion
- Katheterbedingte Bakteriämie/Sepsis
- Septische Thrombophlebitis
- Endokarditis und andere metastatische Infektionen (z.B. Lungenabszess)

Was ist bezüglich der Auswahl der Insertionsstelle für eine periphere Venenverweilkanüle zu beachten?

- Anlage bei Erwachsenen am Handrücken oder am Unterarm (IB)
- Die Insertion an den unteren Extremitäten sollte bei Erwachsenen vermieden werden (IB)
- Anlage bei Kleinkindern an der Kopfhaut, an der Hand oder am Fuß (II)

Was sollte bezüglich des Legens einer peripheren Verweilkanüle beachtet werden?

- Hygienische Händedesinfektion (IA)
- Desinfektion der Einstichstelle mit Hautdesinfektionsmittel unter Beachtung der Einwirkzeit (i. d. R. 30 Sekunden) (IB)
- Anlegen von Einmalhandschuhen zum Personalschutz vor Blut-assoziierten Erregern (IV)
- Einstichstelle vor Venenpunktion nicht mehr palpieren (IB)

Wie lange darf eine periphere Verweilkanüle ‚liegen‘ bleiben?

- Die periphere Verweilkanüle darf so lange sie klinisch benötigt wird liegen bleiben, sofern keine Komplikationen feststellbar sind (IB)
- Indikation täglich neu prüfen (IB)
- Erfolgte die Erstplatzierung einer Verweilkanüle notfallmäßig unter eingeschränkt aseptischen Bedingungen, muss sie baldmöglichst entfernt werden und ggf. an einer anderen Stelle neu gelegt werden
- Sofortige Entfernung bei Zeichen einer Phlebitis (IB)

Sollte man bei der Intervalltherapie periphere Venenkatheter mit Heparin spülen oder nicht?

- Zwischenzeitlicher Verschluss der Kanüle mit sterilem Verschlussstopfen oder Mandrin (IB)
- Keine Spülung mit Heparin, sterile NaCl-Lösung ausreichend (IA)
- Bei Verschluss > 24h: täglicher Verbandswechsel und Inspektion (IB)

Wie und wie oft sollte ein Verbandswechsel durchgeführt werden?

- Sterile Gaze- oder transparente, semipermeable Verbände (IA)
- Tägliche Palpation bzw. Inspektion (IB)
- Wechsel bei Bedarf (Schmerz, Verschmutzung, Ablösung etc.) (IB);
routinemäßiger Wechsel spätestens nach 7 Tagen
- Täglicher Wechsel bei eingeschränkter Kooperation des Patienten (IB)
- Hygienische Händedesinfektion vor und nach Verbandswechsel
- Verbandswechsel mittels No-Touch-Technik oder mit sterilen Handschuhen (IB)
- Keine antibakteriellen Cremes oder Salben auf die Insertionsstelle auftragen (IB)

Wie groß ist das Risiko für eine CR-BSI (catheter-related bloodstream infection) bei peripheren Verweilkanülen?

- Phlebitis bei längerer Liegedauer relativ häufig
- nur sehr selten Sepsis (BSI)

Wie groß ist das Risiko für eine CR-BSI (catheter-related bloodstream infection) bei zentralen Venenkathetern (ZVK)?

- hauptverantwortlich für katheterassoziierte Sepsis
- 1,1-4,7* CR-BSI/1000 ZVK-Tage (KISS-Daten)
(* Stratifiziert nach Art der ITS = Intensivstation)

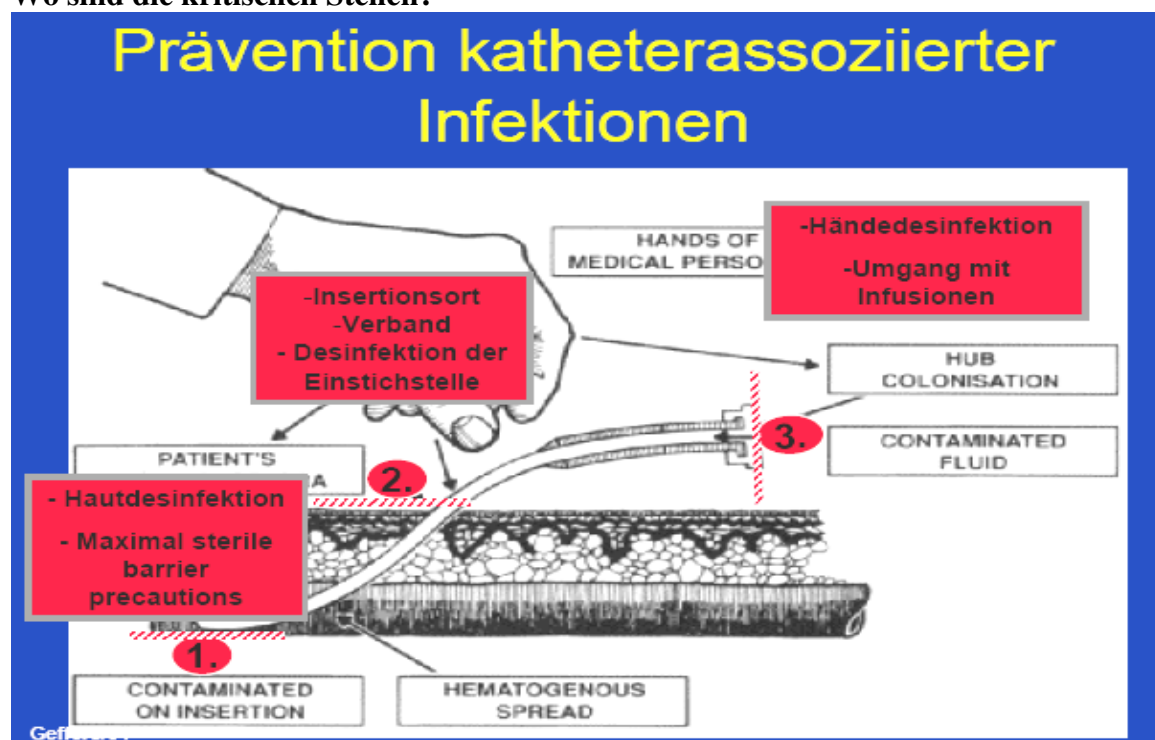
Was ist die wichtigste Komplikation?

- = die nosokomiale primäre Sepsis / BSI
- 15 % aller NI auf IST
- ca. 8.500 ZVK-assoz. Sepsisfälle/Jahr
- Großer Einfluss auf Letalität des Patienten
(zwei- bis vierfaches Todesrisiko im Vergleich zu nicht infizierten Patienten)
- Verlängerung der Krankenhaustage (10-14 Tage), Erhöhung der Kosten

Was sind die wichtigsten Erreger der Katheterinfektion/-sepsis (%)?

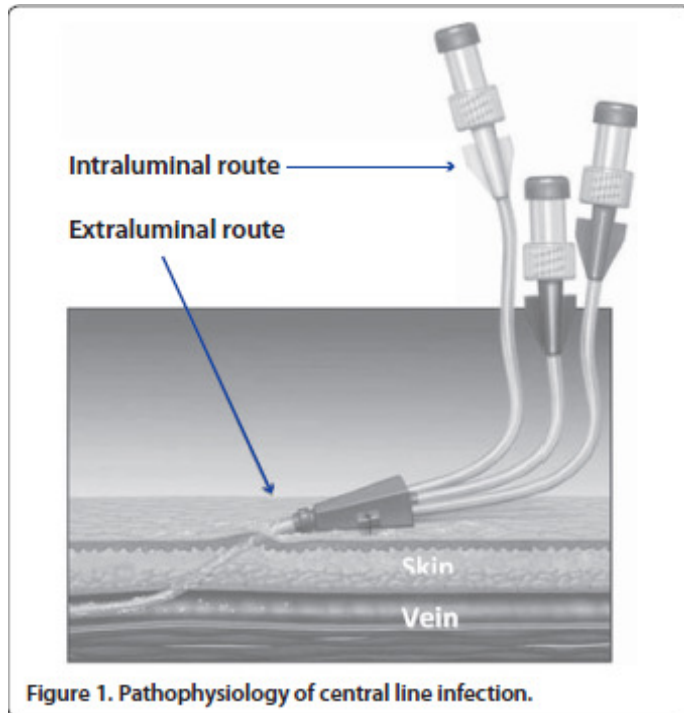
- Koagulasenegative Staphylokokken : 30 – 40 %
- Staphylococcus aureus : 5 – 10 %
- Enterococcus spp. : 4 – 6 %
- Pseudomonas aeruginosa : 3 – 6 %
- Klebsiella pneumoniae : ca. 3 %
- Candida spp. : 2 – 8 %
- Enterobacter spp. : 1 – 4 %
- Acinetobacter spp. : 1 – 2 %
- Serratia spp. : < 1

Wo sind die kritischen Stellen?



Was sind die wichtigsten Infektionsquellen bei ZVK-Infektionen?

- Extraluminal (65%)
→ Haut des Patienten, Hände des Personals
- Intraluminal (30%)
→ Hände des Personals, Ansatzstück (Hub)
- Hämatogene Streuung
- Kontaminierte Infusionslösung (selten)



(Aus: Frasca et al. Critical Care 2010, 14:212)

Worauf ist bei Schulungen und Erfassungen zu achten?

- Die beste Prävention: Indikation prüfen!!
- Regelmäßige Fortbildung des Personals bezüglich Indikationen, Anlage und Pflege (IV-Team) (IA)
- Surveillance Katheter-assoziiertes Infektionen bezogen auf Kathetertage (IB)
- Vermeiden von Personalmangel oder Überbelegung (IB)

Was ist bezüglich der Händehygiene zu beachten?

- Hygienische Händedesinfektion vor und nach Palpation, Anlage, Wechsel und Verbandswechsel (IA)
- Periphere Katheter: unsterile Handschuhe ausreichend
- Zentrale und arterielle Katheter: sterile Handschuhe (IA)

Wie lange sollte die Hautdesinfektion durchgeführt werden?

- Desinfektion der Einstichstelle unter Beachtung der Einwirkzeit (IA)
- Im Klinikum Freiburg z.B. Octeniderm oder Softasept: eine Minute Einwirkzeit

Was ist in Hinblick auf das Kathetermaterial bzw. die Katheterart zu beachten?

- Zentrale Venenkatheter aus Silikon oder Polyurethan sind gegenüber solchen aus PVC oder Polyethylen zu bevorzugen (IA).
- Bei stringenter Indikationsstellung können Doppel- oder Tripellumen-Katheter ohne relevantes Zusatzrisiko verwendet werden.

Was ist bezüglich des Legens eines ZVKs zu beachten?

- Vor dem Anlegen der Schutzkleidung hygienische Händedesinfektion
- Unterschiedliche und begrenzte Studienlage hinsichtlich der Insertionsstelle:
 - Abwägen der Risiken und Vorteile im Hinblick auf infektiöse und mechanische Komplikationen (z.B. Pneumothorax, Hämatothorax, Katheterdislokation, Arterienpunktion, Thrombose) (IA)
 - Aus infektionsprophylaktischer Sicht V. subclavia gegenüber der V. jugularis oder der V. femoralis bevorzugen (IB)
- Für die Durchführung werden sterile Bedingungen gefordert:
 - Händedesinfektion (IA)
 - Hautdesinfektion mit angemessener Einwirkzeit des Desinfektionsmittels (IB)
 - Steriler Kittel, Mund-Nasenschutz, Kopfhaube, sterile Handschuhe (IA)
 - Insertionsstelle mit großem sterilem Lochtuch abdecken (IA)
 - Sichere Fixierung des Katheters (IB)

Was ist bei Zentralen Venenkathetern bezüglich der Barrieremaßnahmen zu beachten?

- Signifikante Senkung der Infektionsraten möglich. Daher maximale Barrieremaßnahmen: Sterile Kittel, sterile Handschuhe, Mundschutz, Haube (IA)
- Abdeckung mit großem sterilen Lochtuch (IA)

Was ist bezüglich des Wechselintervalls bei zentralen Venenkathetern zu beachten?

- Kein routinemäßiges Wechselintervall (IA)
- i. d. R. Entfernung bei sichtbarer Entzündung der Eintrittsstelle oder Tunnelinfektion (IB)
- So bald wie möglich Wechsel von Kathetern, die notfallmäßig unter eingeschränkt aseptischen Notfallbedingungen gelegt wurden (IB)
- Tägliche Indikationsprüfung (IB)



Was ist bezüglich der maximalen Applikationszeiten bei Infusionslösungen zu beachten?

Hängezeiten:

- Reine Lipidlösungen : 12h (IB)
- TPN-Lösungen : 24h (IB)
- Blut und Blutprodukte : 4h
- Keine Wiederbefüllung von Perfusor-Spritzen (IB)

Was ist bezüglich der Konnektion/Diskonnektion bei Infusionssystemen zu beachten?

- Diskonnektionen sind auf ein absolutes Minimum zu beschränken (IB)
- Vor Konnektion/Diskonnektion eines Infusionssystems hygienische Händedesinfektion durchführen (IB)
- Nach jeder Diskonnektion muss ein neuer, steriler Verschlussstopfen verwendet werden (IB)

Mehrdosisbehältnisse sind gefährlich. Warum?

Untersuchung:

- Es wurden auf Intensivstationen 76 Behältnisse unangekündigt eingesammelt und untersucht.
- 40 % der Behälter trugen keine Kennzeichnung.
- 31 % der beurteilbaren Lagerzeiten lagen $\geq 8h$ (max. 25h).
- Nur ein Behältnis war nach Anbruch im Kühlschrank gelagert worden (Insulin).
- 20 % der Lösungen waren kontaminiert (Erreger: Bacillus species, KNS, Pilze, *Micrococcus luteus*, *Pseudomonas aeruginosa*).
- 4 % waren höhergradig kontaminiert (z.B. 500 ml Behältnis NaCl ohne Kennzeichnung, Restmenge 100ml \rightarrow 180 KBE *Bac.spp.* und *P. aeruginosa*).

Was ist demnach bei der Verwendung von Mehrdosisbehältnissen zu beachten?

- Gummistopfen vor Einstechen mit alkoholgetränkten Tupfern desinfizieren (IA)
- Für jede Punktion frische Spritze und Kanüle verwenden (IB)
- Alternativ Mehrfachentnahmekanülen (sog. Minispikes) (IB)
- Beschriftung mit Anbruchdatum und Anbruchuhrzeit (IB)
- Verwendungszeit und Lagerung gemäß Herstellerangaben (IV)

Wie sehen die Empfehlungen in Hinblick auf die Pflege von Kathetern aus?

Zusammenfassung der empfohlenen Häufigkeiten für den Austausch der Katheter, der Verbände, der Infusionssysteme und der Infusionslösungen

Katheter	Wechsel und Umsetzen des Katheters	Verbandwechsel	Wechsel der Infusionssysteme	Hängedauer parenteraler Flüssigkeiten
Peripher venöse Katheter	Wechsel u. Neuanlage innerhalb von 48 h bei unter Notfallbedingungen gelegten Kathetern; kein routinemäßiger Wechsel	bei Durchnässen, Verschmutzen oder Ablösen des Verbandes; mind. täglicher Verbandwechsel bei nicht sicht- und tastbarer Einstichstelle	nicht häufiger als im 72-h-Intervall; bei Blut, Blutprodukten u. Lipidlösungen alle 24 h	Lipidhaltige Lösungen innerhalb von 24 h, reine Lipidlösung innerhalb von 12 h, bei Blut, Blutprodukten innerhalb von 4 h
Midline-Katheter	keine Empfehlung zur Häufigkeit des Katheterwechsels	bei Durchnässen, Verschmutzen oder Ablösen des Verbandes; mind. täglicher Verbandwechsel bei nicht sicht- und tastbarer Einstichstelle	nicht häufiger als im 72-h-Intervall; bei Blut, Blutprodukten u. Lipidlösungen alle 24 h	Lipidhaltige Lösungen innerhalb von 24 h, reine Lipidlösung innerhalb von 12 h, bei Blut, Blutprodukten innerhalb von 4 h
Peripher arterielle Katheter	kein routinemäßiger Katheterwechsel	bei Durchnässen, Verschmutzen oder Ablösen des Verbandes	Wechsel beim Umsetzen, z. B. im 96-h-Intervall	Wechsel beim Umsetzen, z. B. im 96-h-Intervall

ZVK einschl. peripher inserierte, nicht-getunnelte, getunnelte u. teilimplantierte zentrale Katheter u. Hämodialyse-Katheter	kein routinemäßiger Katheterwechsel	Mullverbände alle 2 Tage, transparente Folien alle 7 Tage wechseln; bei Durchnässen, Verschmutzen oder Ablösen des Verbandes	nicht häufiger als im 72-h-Intervall; bei Blut, Blutprodukten u. Lipidlösungen alle 24 h	Lipidhaltige Lösungen innerhalb von 24 h, reine Lipidlösung innerhalb von 12 h, bei Blut, Blutprodukten innerhalb von 4 h
Pulmonale arterielle Katheter	kein routinemäßiger Katheterwechsel	Mullverbände alle 2 Tage, transparente Folien alle 7 Tage wechseln; bei Durchnässen, Verschmutzen oder Ablösen des Verbandes	nicht häufiger als im 72-h-Intervall; bei Blut, Blutprodukten u. Lipidlösungen alle 24 h	Lipidhaltige Lösungen innerhalb von 24 h, reine Lipidlösung innerhalb von 12 h, bei Blut, Blutprodukten innerhalb von 4 h
Umbilikkatheter	kein routinemäßiger Katheterwechsel	Nicht anwendbar	nicht häufiger als im 72-h-Intervall; bei Blut, Blutprodukten u. Lipidlösungen alle 24 h	Lipidhaltige Lösungen innerhalb von 24 h, reine Lipidlösung innerhalb von 12 h, bei Blut, Blutprodukten innerhalb von 4 h

- Besondere Aufmerksamkeit: Infusionen mit Propofol
→ Wechsel des Infusionssystems sollte alle 6 oder 12 Stunden abhängig von seiner Anwendung und Herstellerangaben erfolgen (IA). Dies ist insbesondere bei Infusionspumpensystemen zu beachten.
- Blut oder Blutprodukte sollten innerhalb von 4 Stunden durchgelaufen sein (II).
- Bakterienfilter werden zum Zwecke der Infektionsprävention nach wie vor nicht empfohlen (III)

Wie ist die Bedeutung der Surveillance Katheter-assoziiertes Infektionen einzuschätzen?

Unter den Empfehlungen mit IA-Charakter im Sinne der Infektionsprävention findet man auch die Surveillance der Gefäßkatheter-assoziierten Sepsis. Dabei ist es sinnvoll, die Anzahl der ZVK-assoziierten Sepsis-Fälle auf jeweils 1000 ZVK-Tage zu beziehen, um zu den nationalen Referenzdaten vergleichbare Infektionsraten zu erzeugen (Kategorie IB).

Das Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS) umfasst als nationale Referenzdatenbank Daten aus regelmäßig teilnehmenden Intensivstationen. Es wurden 2357 nosokomiale Sepsis-Fälle erfasst, von denen 96 % ZVK-assoziiert waren. Der Mittelwert der ZVK-assoziierten Sepsisrate lag bei Anwendung der CDC-Definitionen bei 1,8 Fällen pro 1000 ZVK-Tage, wobei allerdings große Unterschiede zwischen den verschiedenen Intensivstationen existierten. Die häufigsten Erreger sind koagulasenegative Staphylokokken (30,9 %) gefolgt von *S. aureus* (15,4 %) und *Enterococcus spp.* (11,6 %).

Welche Interventionen sind generell geeignet, ZVK-Infektionen zu verhüten?

- Verwendung eines Protokolls für das Legen und Unterhalten eines ZVK
- Check-Liste für angemessene Anzahl, Ausbildung und Erfahrung von Pflegepersonal mit Zuständigkeit für die ZVK-Pflege
- Einsatz antimikrobiell beschichteter ZVKs im Falle hoher ZVK-Infektionsraten trotz Befolgung von Empfehlungen und Richtlinien zur Verhütung
- Maximale Barriere-Maßnahmen beim Legen des ZVK
- Bevorzugung der V. subclavia

- Einsatz von Ultraschall beim Legen des ZVK (?)
- Einsatz von getunnelten Langzeit-ZVKs falls Zugang über V.subclavia nicht möglich und voraussichtliche ZVK-Liegezeit > 7 Tage
- Händehygiene mit alkoholischem Händedesinfektionsmittel vor jeder Manipulation am ZVK-Infusionssystem
- Wecheslintervall bei transparenten Verbänden nicht öfter als 7-tägig, außer bei bei Durchnässen, Verschmutzen oder Ablösen des Verbandes
- Keine Antibiotikaprophylaxe bei Legen des ZVK, keine topische Anwendung antimikrobieller Salben, kein Einsatz von In-line Filtern
- Falls möglich, bevorzugte Nutzung peroraler oder peripherer Zugänge
- Kein routinemäßiger ZVK-Wechsel
- Regelmäßige Überprüfung der Indikation

8. Postoperative Wundinfektionen

(Markus Dettenkofer, Teena Kolberg, Sibylle Wenzler)

Lehrbuchverweis: ‚Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz‘ von Daschner, Dettenkofer, Frank, Scherrer; Kapitel 6

RKI-Empfehlungen: Mitteilungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut: Anforderungen der Hygiene bei Operationen und anderen invasiven Eingriffen. Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz 2007;50:377-393

Wie häufig kommen postoperative Wundinfektionen vor?

- Postoperative Wundinfektionen sind die häufigste Komplikation nach chirurgischen Eingriffen und gehören damit zu den häufigsten infektiösen Todesursachen.
- Wundinfektionen stellen die dritthäufigste nosokomiale Infektion dar (ca. 15 – 20 %).

Wodurch werden postoperative Wundinfektionen beeinflusst?

- Anzahl an Bakterien, die während der OP in die Wunde gelangen
- Art und Virulenz der Mikroorganismen
- Lokale Wundbedingungen (z. B. Nekrose oder Fremdmaterial)
- Abwehrmechanismen des Patienten

Was sind die möglichen Folgen einer postoperativen Wundinfektion?

- Verlängerter Krankenhausaufenthalt
- Erhöhte Behandlungskosten und Antibiotikaverbrauch
- Einschränkung der Lebensqualität des Patienten und erhöhte Letalität (attributable mortality ca. 2,5 %)

Wie häufig treten Wundinfektionen bei unterschiedlichen Eingriffen auf (nach KISS, Daten 12/2006)?

- Eingriffe am Kolon : 7,9 %
- Cholezystektomie (konv.) : 4,7 %
- Cholezystektomie (endoskop.) : 0,9 %
- Hüftendoprothesen (traumat.) : 3,1 %
- Hüftendoprothesen (orthopäd.) : 1,1 %
- Herniotomie : 1,1 %
- Eingriffe an Schilddrüse/NSD : 0,4 %

Wie werden chirurgische Wunden nach ihrem Kontaminationsgrad klassifiziert?

Klassifikation	Erklärung	Risiko von Wundinfektionen	Beispiele
I. Sauber (aseptisch)	Nichtinfiziertes OP-Gebiet, in dem keine Entzündung vorhanden ist und weder der Respirations-, Gastrointestinal- oder Urogenitaltrakt eröffnet werden. Keine Kontamination des OP-Gebietes durch ortständige Flora (außer oberflächliche Hautbesiedlung).	< 2%	Hernien, Schilddrüse, Gefäße

Klassifikation	Erklärung	Risiko von Wundinfektionen	Beispiele
II. Bedingt aseptisch (sauber/kontaminiert)	Eingriffe, bei denen der Respirations-, Gastrointestinal- oder Urogenitaltrakt unter kontrollierten Bedingungen und ohne ungewöhnliche Kontamination eröffnet werden. Kontamination des OP-Gebietes durch Standortflora mit mäßig hoher Keimzahl.	< 5-10%	Magen, Galle, Leber, Pankreas, Oropharynx, Lunge, Geschlechtsorgane
III. Kontaminiert	Eingriffe mit erheblicher Kontamination des OP-Gebietes durch endogene Standortflora (z.B. deutlicher Austritt von Darminhalt) oder exogene Erreger. Beinhaltet Eingriffe, bei denen eine akute, nichteitrige Entzündung vorhanden ist, sowie offene, frische Frakturwunden.	5-20%	Offene, frische Fraktur bei Unfall in der Landwirtschaft. Eingriffe mit intraoperativer „Verletzung“ der sterilen Kautelen.
IV. Infiziert ('schmutzig')	Eingriffe bei bereits vorhandener eitriger Infektion oder nach Perforation im Gastrointestinaltrakt. Massive Kontamination des OP-Gebietes durch endogene Standortflora.	> 15-20%	Perforation von Hohlorganen (Peritonitis). Alte traumatische Wunden mit devitalisiertem Gewebe.

Wie werden postoperative Wundinfektionen eingeteilt (nach KISS/NNIS)?

A1 Postoperative oberflächliche Wundinfektion

Infektion an der Inzisionsstelle innerhalb von 30 Tagen nach der Operation, die nur Haut oder subkutanes Gewebe mit einbezieht,

und

eines der folgenden Kriterien trifft zu:

- eitrige Sekretion aus der oberflächlichen Inzision
- kultureller Nachweis von Erregern aus einem aseptisch entnommenen Wundsekret oder Gewebe von der oberflächlichen Inzision
- eines der folgenden Anzeichen: Schmerz oder Berührungsempfindlichkeit, lokalisierte Schwellung, Rötung oder Überwärmung, und Chirurg öffnet die oberflächliche Inzision bewusst. Dieses Kriterium gilt jedoch nicht bei Vorliegen einer negativen mikrobiologischen Kultur von der oberflächlichen Inzision
- Diagnose des behandelnden Arztes

A2 Postoperative tiefe Wundinfektion

Infektion innerhalb von 30 Tagen nach der Operation (innerhalb von 1 Jahr, wenn Implantat¹ in situ belassen),

und

Infektion mit der Operation in Verbindung zu stehen scheint

und

Faszienschicht und Muskelgewebe erfasst

und eines der folgenden Kriterien trifft zu:

- eitrigte Sekretion aus der Tiefe der Inzision, aber nicht aus dem operierten Organ bzw. der Körperhöhle, da solche Infektionen dann zur Kategorie A3 gehören würden
- spontan oder vom Chirurgen bewusst geöffnet, wenn der Patient mindestens eines der nachfolgenden Symptome hat: Fieber ($> 38^{\circ}\text{C}$), lokalisierter Schmerz oder Berührungsempfindlichkeit. Dieses Kriterium gilt jedoch nicht bei Vorliegen einer negativen mikrobiologischen Kultur aus der Tiefe der Inzision
- Abszess oder sonstige Zeichen der Infektion, die tieferen Schichten betreffend, die bei der klinischen Untersuchung, während der erneuten Operation, bei der histopathologischen Untersuchung oder bei radiologischen Untersuchungen ersichtlich sind
- Diagnose des behandelnden Arztes

A3 Infektion von Organen und Körperhöhlen im Operationsgebiet

Infektion innerhalb von 30 Tagen nach der Operation (innerhalb von 1 Jahr, wenn Implantat¹ in situ belassen),

und

Infektion mit der Operation in Verbindung zu stehen scheint

und

Organe oder Körperhöhlen erfasst, die während der Operation geöffnet wurden oder an denen manipuliert wurde

und

eines der folgenden Kriterien zutrifft:

- eitrigte Sekretion aus einer Drainage, die Zugang zu dem Organ bzw. der Körperhöhle im Operationsgebiet hat
- kultureller Nachweis von Erregern aus einem aseptisch entnommenen Wundsekret oder Gewebe aus einem Organ bzw. der Körperhöhle im Operationsgebiet
- Abszess oder sonstiges Zeichen einer Infektion des Organs bzw. der Körperhöhle im Operationsgebiet bei klinischer Untersuchung, während der erneuten Operation, bei der histopathologischen Untersuchung oder bei radiologischen Untersuchungen ersichtlich ist
- Diagnose des behandelnden Arztes

¹ Definition Implantat:

Unter einem Implantat versteht man einen Fremdkörper nicht-menschlicher Herkunft, der einem Patienten während einer Operation auf Dauer eingesetzt wird und an dem nicht routinemäßig für diagnostische oder therapeutische Zwecke manipuliert wird (Hüftprothesen, Gefäßprothesen, Schrauben, Draht, künstl. Bauchnetz, Herzklappen [vom Schwein oder synthetisch]).

Menschliche Spenderorgane (Transplantate) wie z. B. Herz, Niere und Leber sind ausgeschlossen.

Das amerikanische System zur Überwachung und Erfassung postoperativer Wundinfektionen (National Nosocomial Infection Surveillance System - NNIS) hat einen Risiko-Index entworfen, der einfach anzuwenden ist und als Referenz dienen kann, um Infektionsraten verschiedener Chirurgen und Krankenhäuser zu vergleichen.

Der NNIS-Risikoindeks definiert 4 Risikokategorien (0, 1, 2, 3). Je ein Risikopunkt wird vergeben, wenn eines der folgenden Kriterien erfüllt ist (Culver et al., 1991):

- Wunde entspricht der Wundklasse III oder IV (kontaminiert oder infiziert, s. oben);
- ASA-Score des Patienten ist größer als 2;
- Operation hat länger gedauert als 75 % der OPs in der jeweiligen Eingriffsart.

Die Infektionshäufigkeit steigt mit zunehmender Anzahl von Risikopunkten. Die jeweilige Infektionsrate wird auch stratifiziert nach der jeweiligen Risikokategorie der Operationen angegeben.

Wodurch werden postoperative Wundinfektionen hervorgerufen?

- Endogen bedingt: Die häufigsten Erreger von postoperativen Wundinfektionen sind Bakterien der Haut- und Darmflora des Patienten (endogen). Hier gibt es wenige Einflussmöglichkeiten.

Mögliche Übertragungswege sind:

- Direkter Eintrag von Bakterien der patienteneigenen Flora, z. B. der Haut, in den Operationssitus (Fehler in der Asepsis)
- hämatogene Übertragung
→ Dieser Übertragungsweg spielt vor allem dann eine Rolle, wenn Infektionen außerhalb des Operationsgebietes bestehen.
- Exogen bedingte postoperative Wundinfektionen sind ebenso möglich. Hier ist das Hygienemanagement entscheidend.
 - belebte und unbelebte Umwelt
 - v. a. Hände des Personals
 - kontaminierte Instrumente (selten)
 - aerogene Übertragung ? (Bedeutung der Luft nicht abschließend geklärt)

Welche Erreger sind v. a. verantwortlich für postoperative Wundinfektionen?

Wundinfektionserreger sind abhängig vom Ort des Eingriffes. Z. B.:

- Gallenwege : *E. coli*, Klebsiellen, Streptokokken, Clostridien
- Kolon-OP / Appendektomie : *E. coli*, Klebsiellen, *Proteus spp.*, Streptokokken, *Bacteroides spp.*
- Knochen-OP : Staphylokokken
- Gynäkologische Eingriffe : *E. coli* und andere Enterobakterien, anaerobe Kokken, *Bacteroides spp.*

Was sind die Säulen der Prävention von Wundinfektionen?

- Präoperative Maßnahmen
- Intraoperative Maßnahmen
- Postoperative Maßnahmen und Wundversorgung
- Surveillance

Was sind präoperative Maßnahmen zur Vermeidung postoperativer Wundinfektionen?

Evidenz-basiert:

- Screening auf MRSA bei Risikopatienten und Sanierung bei positivem Befund (IB)
- Behandlung bestehender, systemischer Infektionen vor elektivem Eingriff (IA)
- Keine systematische Haarentfernung. Falls OP-technisch notwendig: adäquate Haarentfernung ohne Rasur mit elektrischem Klipper (oder Enthaarungscreme, Cave: Allergien), möglichst kurz vor der Operation (IA)
- Adäquate perioperative Antibiotikaphylaxe und Gabe nur bei gesicherter Indikation (IA)
- Im OP: gründliche Desinfektion der Haut des Operationsgebietes (3 min) (IB)
- Nach erfolgter Hautdesinfektion Abdeckung der Umgebung des OP-Gebietes mit sterilen (flüssigkeitsdichten) Tüchern

Allgemein anwendbar und sinnvoll („State of the art“):

- Möglichst kurze Dauer der präoperativen Hospitalisation (IA)
- Perioperative Kontrolle des Blutzuckers bei Diabetikern; Vermeidung von Hyperglykämien
- Tabakrauchkarenz möglichst 30 Tage präoperativ
- Gründliche Vorreinigung des Operationsgebietes außerhalb des OPs (IB)
- OP-Personal: saubere, kurze Fingernägel des OP-Personals, Ablegen von Schmuck, Ringen oder Uhren an Händen und Unterarmen, von künstlichen Fingernägeln und von gefahrenträchtigen Schmuckstücken

- Händewaschen, einschließlich Unterarme: 1 min; (ggf. Nägel bürsten nur bei Verschmutzung); Abtrocknen mit keimarmen Einmalhandtüchern
- Anlegen der OP-Kleidung mit OP-Schuhen und Haarschutz
- Vor Verlassen der Personalumkleide Durchführung einer hygienischen Händedesinfektion
- Vor Betreten des Operationsraumes (vor chirurgischer Händedesinfektion) Anlegen eines Mund-Nasenschutzes
- Hautdesinfektion beim Patienten möglichst kurz vor der Operation

Wie wird eine chirurgische Händedesinfektion durchgeführt?

- Desinfektion von Händen und Unterarmen: 1 ½ - 3 min (s. auch Angaben Händedesinfektionsmittel)
- Während der Einwirkzeit müssen die Hände und Unterarme ausreichend benetzt sein und das Händedesinfektionsmittel aktiv eingerieben werden (abschließend nur noch Hände/Finger)
- Nach kürzeren Operationen (< 60 min) ist eine Händedesinfektion von 1 min (ohne nochmaliges Waschen) vor der nächsten OP ausreichend, wenn diese direkt folgt

Was ist bezüglich der OP-Kleidung zu beachten?

- Ein steriler (flüssigkeitsundurchlässiger) OP-Kittel und sterile Handschuhe müssen vom OP-Personal getragen werden (IB)
- Bei Operationen mit erhöhtem Risiko einer Perforation der Handschuhe werden 2 Paar Handschuhe übereinander getragen (z. B. Operationen am Knochen, Herzchirurgie) (IB)

Was sind intraoperative Maßnahmen zur Vermeidung postoperativer Wundinfektionen?

- Verkürzung der Eingriffsdauer durch gute OP-Technik
- Falls möglich Benutzung laparoskopischer Eingriffstechniken
- Adäquate OP-Belüftung (und Filterung der Zuluft) mit Überdruck und geschlossenen Türen
- Atraumatische Operationstechnik mit rascher Blutstillung, Minimieren von Fremdmaterial und devitalisiertem Gewebe
- Perioperativ Aufrechterhaltung der Normothermie
- Ausschluss von OP-Personal mit entzündlichen Hautveränderungen oder (eitrigen) Hautwunden

Ungeklärte Maßnahmen mit Bedarf weiterer Studien:

- Zusätzliche perioperative Gewebeoxygenierung
- Handschuhwechsel bei verlängerter Operationsdauer alle 2 – 3 Stunden oder bei Wechsel des OP-Gebietes

Während der OP gilt außerdem:

- Zahl der Personen, deren Fluktuation und Sprechen im OP soweit möglich beschränken (IB)
- Die Türen des Operationsraumes bleiben soweit möglich geschlossen (IB)
- Drainagen: nur geschlossene Systeme; separate Inzision für Drainage
- Drainage so bald wie möglich entfernen (IB)

Nicht notwendige Maßnahmen:

- Keine Trennung aseptischer und septischer OPs
- Kein Routinewechsel der Bereichskleidung nach dem Toilettengang
- Keine Überschuhe und keine mit Desinfektionsmittel getränkten Fußmatten

Wann und wie ist eine perioperative Antibiotika-Prophylaxe sinnvoll?

- Die Wahl des Antibiotikums richtet sich nach dem zu erwartenden Erregerspektrum – keine Reserveantibiotika! (z.B. routinemäßig Vancomycin)
- Applikationszeitpunkt: ausreichende Gewebewirkstoffkonzentration, d. h. 60 – 30 Min. vor Inzision

- Ggf. Wiederholungsgabe (OP-Dauer >HWZ des Antibiotikums; Alternative bei langdauernden OPs: Antibiotikum mit langer Wirkdauer (z.B. Ceftriaxon)
- Perioperative AB-Prophylaxe nicht länger als 24h notwendig

Beispiele für eine sinnvolle perioperative Antibiotika-Prophylaxe:

- Kardiochirurgische Operationen (z.B. Klappenersatz)
- Neurochirurgische Shunt-Operation
- Thoraxchirurgie (z.B. Lungenresektion)
- Traumatologische Operationen (z.B. TEP)
- Magen- bzw. Darmresektion
- Konventionelle und laparoskopische Cholezystektomien
- Gynäkologische Operationen (z.B. Hysterektomie)

Was ist bei Hepatitis B, C und HIV- infizierten Patienten zu beachten?

- Gleiche Standardhygienemaßnahmen wie bei allen anderen Patienten (gleicher OP, Aufwachraum etc.)
- Tragen von doppelten Handschuhen, Gesichtsschutz oder Schutzbrille reduziert die Gefahr eines Kontaktes mit Blut/Sekreten (in allen Fällen, nicht nur bei bekannten Risikoerregern !)
- Keine intensiveren Desinfektionsmaßnahmen notwendig
- Massiv mit Blut kontaminierte Abdecktücher → infektiöse Wäsche
- Vorgehen bei Nadelstichverletzungen → unverzüglich Informationen über den Betriebsärztlichen Dienst

Was sind postoperative Maßnahmen zur Vermeidung von Wundinfektionen?

Evidenz-basiert:

- Steriler Verband während der ersten 24-48 Stunden (IB)
- Aseptische Technik bei Verbandswechsel und Entfernung des Verbands, bei jeder Manipulation an der Drainage und deren Entfernung (IB)
- Entfernung von Drainagen so rasch wie möglich (IB)
- Surveillance der Rate postoperativer Wundinfektionen, ggf. mit Feedback an die Chirurgen (IV; IA)

Was ist bei der Wundpflege außerdem zu beachten?

- Beim Verbandswechsel vorzugsweise mit Assistenz arbeiten
- Hygienische Händedesinfektion (30 sec.) vor Verbandswechsel bzw. vor Manipulation an der Drainage
- Sterile Handschuhe oder *non-touch*-Technik (II)
- Schulung von Patienten und Angehörigen: Erkennen von Infektionssymptomen, ggf. Anleitung zum selbständigen Durchführen der Wundpflege (II)

9. Multiresistente Erreger (MRE)

(Uwe Frank)

Lehrbuchverweis: ‚Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz‘ von Daschner, Dettenkofer, Frank, Scherrer; Kapitel 14

Was sind Multiresistente Erreger (MRE)?

- Multiresistente Erreger sind resistent gegen mehrere Antibiotikagruppen, die typischerweise für die Therapie verwendet werden.
- Immer unterscheiden zwischen Kolonisation und Infektion!
(Kolonisierende Erreger werden in der Regel nicht mit Antibiotika behandelt.)

Welche Bakteriengruppen haben im Klinikalltag besondere Bedeutung erlangt?

- Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA)
- Vancomycin-resistente Enterokokken (VRE)
- Extended Spektrum Beta-Laktamase (ESBL) produzierende *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp. und andere *Enterobacteriaceae*
- Multiresistente *Pseudomonas aeruginosa*

Warum sind MRE so gefährlich?

- MRE sind meistens nicht per se virulenter als die entsprechenden nicht-resistenten Bakterien
- Aber schlechtere Prognose bei MRE-Infektionen
 - erhöhte Sterblichkeit
 - längere Verweildauer
 - eingeschränkte Lebensqualität

durch:

- eingeschränkte Antibiotikaauswahl
„Reserveantibiotika“ haben teilweise ungünstige pharmakologische Eigenschaften und Nebenwirkungen
- erschwerte Rahmenbedingungen durch Isolierung
- evtl. „Ausbrüche“ auf einzelnen Stationen, in Krankenhäusern, Regionen

Was sind die Risikofaktoren?

- Schwere Erkrankungen; Anzahl der „Devices“ (Pflegeintensität)
- Ältere und schwerkranke Patienten
- Lange und wiederholte Krankenhausaufenthalte
- Aufenthalt in Risikobereichen (Intensivpflege-Station)
- Vermehrte Antibiotikagabe und –prophylaxe
- Immunsuppression (Neutropenie; HSCT; Organ-Transplantation)
- hohe Belegungsdichte und Personalknappheit

MRSA (zusätzlich):

- offene (chronische) Wunden, Dekubitus
- chirurgische Behandlung
- Dialyse

VRE (zusätzlich):

- Mukositis

Was sind (Methicillin-resistente) Staphylokokken?

Staphylokokken sind sehr umweltresistente, Gram-positive Bakterien. Sie können auf unbelebten Oberflächen in signifikanter Zahl bis zu mehreren Monaten überleben. Das primäre Habitat von *Staphylococcus aureus* ist das Nasenantrum. Etwa $\frac{1}{3}$ der Gesunden sind mit Methicillin-sensiblen *S. aureus* (MSSA) kolonisiert, aber nur weniger als 1 % mit MRSA.

MRSA wurde erstmals 1961 beschrieben. Es gibt eine begrenzte Zahl epidemisch verbreiteter MRSA-Stämme (E-MRSA), die durch DNA-Typisierung definiert werden (Beispiele: Rhein-Hessen-, Barnim-, Berliner-, Süddeutscher, Norddeutscher-, Hannoveraner- Epidemiestamm).

Die im Krankenhaus verbreiteten MRSA-Stämme haben zwar keine höhere Virulenz als Methicillin-sensible *S. aureus*-Stämme, sie sind aber schlechter mit Antibiotika behandelbar, da Therapieoptionen mit β -Laktam- und Cephalosporin-Antibiotika entfallen. Das Reservoir im Krankenhaus ist in der Regel der kolonisierte Patient. Das Risiko, an einer MRSA-Septikämie zu sterben, ist doppelt so hoch wie bei MSSA. In 20–30% der Fälle entwickeln kolonisierte Patienten im weiteren Verlauf eine Infektion mit MRSA. Gegenwärtig sind in deutschen Krankenhäusern (mit großer Streubreite) etwa 20 % aller invasiven *S. aureus* Infektionen durch MRSA verursacht – Tendenz: deutlicher Anstieg 2002-2005, aktuell Stabilisierung.

Was ist der Unterschied zwischen HA-MRSA und CA-MRSA?

Zunehmend wichtig wird die Unterscheidung zwischen 'hospital acquired' HA-MRSA und sog. 'community acquired' CA-MRSA (oder: cMRSA), also Stämme die außerhalb des Krankenhauses erworben werden und schwere Hautinfektion sowie (seltener) tödlich endende Bronchopneumonien, auch besonders bei Kindern und Jugendlichen verursachen können. Das Vorkommen von CA-MRSA in Deutschland ist bisher vereinzelt (nördlicher Teil, Region Regensburg, Heidelberg).

Was sind VISA- / GISA-Stämme?

Neben MRSA sind auch Resistenzen gegenüber Vancomycin (Antibiotikum aus der Gruppe der Glycopeptide) beschrieben. Es werden intermediär resistente *S. aureus* (VISA od. GISA) sowie ganz vereinzelt Vancomycin resistente *S. aureus* (VRSA) unterschieden. Beide Resistenzformen haben bisher in Deutschland keine Bedeutung.

Wie funktionieren die Resistenzmechanismen bei MRSA?

Seit mehreren Jahrzehnten sind bei den meisten klinischen Isolaten von *S. aureus* β -Laktamasen nachweisbar, die Basis- β -Laktam-Antibiotika wie z.B. Penicillin hydrolysieren. Bei diesen Stämmen werden erfolgreich die Staphylokokken Penicillinase-festen Penicilline (z.B. Methicillin, Oxacillin, Flucloxacillin) oder auch 2.-Generations-Cephalosporine (z.B. Cefuroxim, Cefotiam) eingesetzt. Auch diese wirken über eine Hemmung der Transpeptidasen. Diese Penicillin-bindenden Proteine (PBP) sind in der Zellmembran für die Zellwandsynthese notwendig und werden durch β -Laktame und Cephalosporine gehemmt. Die Methicillin-Resistenz wird nun durch ein zusätzliches Penicillin-bindendes Protein (PBP2a oder PBP2') vermittelt. Im Gegensatz zu den anderen PBP von MSSA hat PBP2a nur eine geringe Affinität zu Methicillin, anderen β -Laktamen und Cephalosporinen, wird also durch diese Antibiotika in seiner Zellfunktion nicht klinisch ausreichend gehemmt.

Alle Penicilline, Cephalosporine (außer Ceftobiprol) und Carbapeneme sind bei MRSA immer als klinisch unbrauchbar zu beurteilen! Oft sind MRSA auch gegenüber anderen Antibiotikaklassen resistent: Fluorquinolone, Tetrazykline, Sulfonamide, Aminoglykoside (vgl. Antibiotogramm!). Verbliebene Therapieoptionen sind: Vancomycin, Linezolid, Daptomycin, Synercid, (Fosfomycin+Rifampicin)

Wie wird ein MSSA zu einem MRSA?

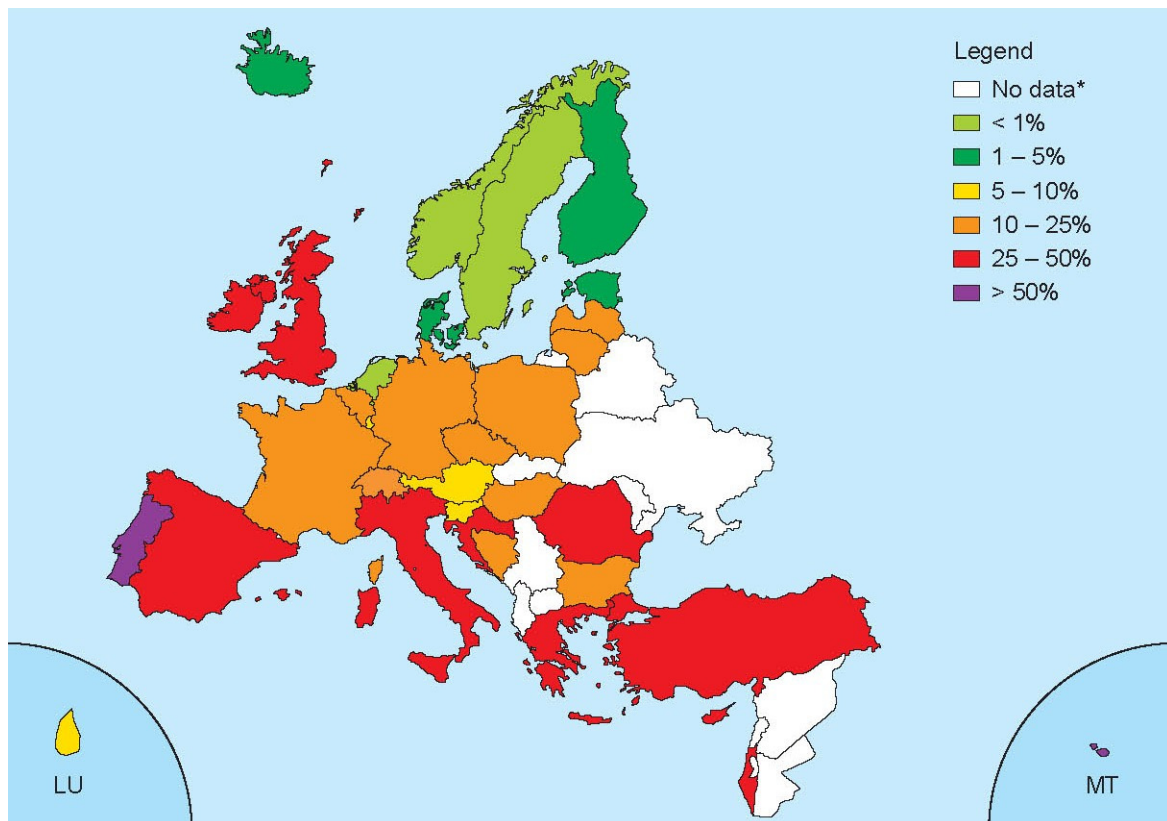
PBP2a wird durch das *mecA*-Gen kodiert. Dieses ist Teil eines 20-40kb großen mobilen Elements (staphylococcal cassette chromosome, SCC*mec*.) Es kommt bei *S. aureus* in mind. 5 verschiedenen Typen vor. Methicillin-sensible *S. aureus* Stämme werden also durch die (seltene) Integration eines der verschiedenen SCC*mec* in eine bestimmte Stelle des Bakterienchromosoms zu einem MRSA. Diese Verbindung zwischen SCC*mec* und dem *S. aureus* Chromosom dient als Basis für PCR-Direktnachweise von MRSA in Patientenmaterialien. Von allen bekannten *S. aureus* Stämmen scheinen hauptsächlich nur fünf Gruppen miteinander verwandter Stämme (sog. klonale Komplexe) dazu prädisponiert, ein (Hospital-)MRSA zu werden.

Warum und wie können MRSA-Isolate feiner differenziert werden?

Bei Verdacht auf vermehrtes Auftreten von MRSA durch Hygienefehler und darauf folgenden Übertragungsereignissen zwischen Patienten besteht die Möglichkeit, MRSA-Isolate in Krankenhaushygiene-Laboratorien feiner zu differenzieren (Genotypisieren). Dabei werden durch den Vergleich von DNA-Mustern nach Restriktionsendonuklease-Verdauung und Pulsfeld-Gelelektrophorese (PFGE) identische bzw. verschiedene Stämme erkannt. Eine neuere Methode beruht auf dem Vergleich von DNA-Sequenzen des 'staphylococcal protein A' (*spa*-Typisieren). Zusammen mit epidemiologischen Daten (z.B. Aufenthaltszeitraum der Patienten auf der gleichen Station) lassen sich Übertragungsereignisse belegen oder eben auch widerlegen.

Wie sehen die geographischen Unterschiede in der Häufigkeit von Methicillin-resistenten *S. aureus* aus?

EARSS Annual Report 2008, MRSA



Wie werden Multiresistente Erreger übertragen?

Überwiegend durch:

- die Hände des Personals (Pflegepersonal, ÄrztInnen, Physiotherapeuten, MTA, Transport-Zivis u. a.)

Auch durch:

- kontaminierte Umgebung und Gegenstände
- von Patient zu Patient
- Hautschuppen

Ausbreitung im Krankenhaus durch:

- Verlegung
- Transport
- Konsiliardienste

Was ist die wichtigste präventive Maßnahme?

=> Hygienische Händedesinfektion!!

- Auch nach Benutzung von Einmal-Handschuhen
- Vor Verlassen des Patientenzimmers, auch wenn man keinen direkten Patientenkontakt hatte, z. B. nach Visite, Essen verteilen, Lüften usw.
- Es muss darauf geachtet werden, dass eine Verbreitung des Keimes von der kolonisierten oder infizierten Körperstelle in andere, insbesondere Infektions-gefährdete Regionen (z. B. von einer infizierten Wunde ins Trachealsekret) vermieden wird. Nach jeder Manipulation an der kolonisierten oder infizierten Körperstelle ist eine gründliche Händedesinfektion notwendig, bevor weitere Tätigkeiten am Patienten vorgenommen werden.

Wie sehen die Bestimmungen für eine Isolierung aus?

- Einzelzimmer oder Kohorte (auch dann patientenbezogene Pflegeutensilien)
- Pflegeutensilien (u. a. Blutdruckmessgerät, Stethoskop, Stauschlauch, Fieberthermometer) patientenbezogen einsetzen, im Zimmer belassen oder zwischen Patienten gründlich wischdesinfizieren (z. B. 70 % Alkohol)
- Patient sollte Zimmer nur bei wichtiger Indikation verlassen und dann keine Gemeinschaftseinrichtungen in Anspruch nehmen
- Vor dem Verlassen des Zimmers: **Händedesinfektion und frische Kleidung (s. u.)**
- Krankenblatt und Ambulanzkarte kennzeichnen und andere Kliniken oder Pflegeheime informieren (z. B. bei Verlegung)

Sonstiges:

Mundschutz:	- bei allen längeren Arbeiten am Bett oder am Patienten, um Hand/Nasenkontakt zu verhindern
Schutzkittel:	- bei allen Arbeiten am Bett oder am Patienten - täglicher Wechsel (Normalstation) - frischer Kittel pro Schicht (Intensivstation) - zusätzlich Plastik-Schürzen beim Waschen - beim Aufhängen von Schutzkitteln Außenseite nach innen hängen
Handschuhe:	- bei Kontakt mit kolonisierten Körperstellen, danach sofort ausziehen und Hände desinfizieren! - wie üblich beim Umgang mit potentiell infektiösem Material

Bettwäsche:	- während der Dekolonisierung mind. jeden 2.Tag wechseln
Flächendesinfektion	- sofort gezielte Desinfektion bei Kontamination der Flächen u. Geräte - Laufende Wischdesinfektion der patientennahen Flächen: auf Allgeminstation 1x tgl., auf Intensivstation 3x tgl. - Gründliche Schlussdesinfektion

Welche Bestimmungen sind bezüglich eines Transportes von Patienten mit multiresistenten Erregern zu beachten?

- frühzeitige Info an Transportdienst bei Transport in Außenkliniken und an Zielort (unter Angabe eines z.B. MRSA anmelden)
- frische Kleidung für Patient
- bei nasaler Besiedelung: Mundschutz für Patient
- bei Wundbesiedelung: frischer Verband
- Hände des Patienten vor Verlassen des Zimmers desinfizieren
- Rollstuhl, Transportliege oder frisch bezogenes und wischdesinfiziertes Bett (für nicht mobile Patienten)
- Transportdienst: Händedesinfektion vor Verlassen des Zimmers; Handschuhe, Schutzkittel und Mundschutz nur zum Umlagern

Wann sollte man eine MRSA-Screeninguntersuchung durchführen?

Patientenbezogenes Screening erweist sich vor allem bei der Aufnahme von Risikopatienten und der Wiederaufnahme bekannter MRSA-positiver Patienten als sinnvoll.
Jedes Krankenhaus sollte ein MRSA-Screeningprogramm festlegen (z.B. prädefinierte Risikopatienten).

Wie wird das MRSA-Screeningprogramm Universitätsklinikum Freiburg konkret durchgeführt?

- Abstrichtupfer mit steriler Kochsalzlösung (0,9 %) anfeuchten
- Bei Nasen- und Leistenabstrichen jeweils beide Seiten mit demselben Tupfer abstreichen
- Abstrichröhrchen mit Transportmedium verwenden

Bei welchem Patienten wird ein Screeningprogramm durchgeführt?

Aufnahme auf eine Intensivstation: Nasenabstrich bei:

- Patienten > 60 Jahre (v. a. bei Prothesenträgern zusätzlich Rachenabstrich)
- Patienten von anderen Kliniken
- Patienten von anderen (externen) Intensivstationen
- ausländischen Patienten
- Patienten mit längerem (> 1 Woche) und wiederholtem Krankenhausaufenthalt
- chronischen Dialysepatienten
(zur Vereinfachung kann ein routinemäßiges Screening aller Patienten bei Aufnahme sinnvoll sein)

Aufnahme auf alle Stationen:

- Frühere MRSA-positive Patienten (Nasenabstrich bilateral, Rachen- und Leistenabstrich, ggf. weitere Lokalisationen [Wunden])
- Patienten mit chronischen Hautläsionen/Wunden (Nasenabstrich bilateral, Wunden/Dekubitus)
- Patienten aus Einrichtungen mit bekanntem MRSA-Problem (Nasenabstrich bilateral, Rachen- und Leistenabstrich, ggf. weitere Lokalisationen [Wunden])

Neuaufnahmen chronischer Hämodialysepatienten:

- Bei Aufnahme und halbjährlich: Nasenabstrich, (Rachen- und Leistenabstrich), ggf. weitere Lokalisationen (Wunden)

Auf was ist im Rahmen des Screeningprogramms besonders zu achten?

Ausschlaggebend für den Erfolg eines Screeningprogramms dürfte in jedem Falle die Minimierung des Intervalls zwischen Entnahme des Abstriches und Bekanntgabe des Untersuchungsergebnisses sein. Schnellnachweisverfahren werden derzeit erprobt. Wird der potenzielle Überträger von MRSA zunächst ohne weitere Einschränkung im Stationsumfeld versorgt, besteht das Risiko, dass bis zum Beginn der Isolierung bereits Übertragungen stattgefunden haben.

Vor Beendigung der Isolierung sollte ein Kontrollscreening erfolgen. Ohne Dekolonisationsmaßnahmen (s. u.) sind MRSA-Träger im Allgemeinen monatelang mit „ihrem“ MRSA-Stamm kolonisiert. Auch wenn zahlreiche Studien zum Erfolg von Sanierungsstrategien vorliegen, schlagen diese letztlich im Alltag in bis zur Hälfte der Fälle fehl. Viele Patienten sind nur für kurze Zeit „mikrobiologisch-diagnostisch“ sanierbar. Deshalb ist erst bei drei negativen Abstrichen (ab dem 3. Tag nach Abschluss der Behandlung im Abstand von einem Tag entnommen) von einem Sanierungserfolg auszugehen.

In jedem Falle sollte das Screening des Patienten nach der Aufhebung der Isolierung während des stationären Aufenthaltes weiter (wöchentlich) und nach Wiederaufnahme durchgeführt werden, um eine Rückbesiedlung frühzeitig zu erkennen.

Ist ein Personalscreening auf MRSA sinnvoll?

Eine ungezielte Personaluntersuchung auf MRSA z.B. in einer gesamten Abteilung erweist sich in der Regel als kostspielige und zeitaufwendige Maßnahme mit geringem Erfolg.

Wie werden MRSA besiedelte Personen saniert?

Zur nasalen Dekontamination von kolonisierten Personen wird 2-3x täglich Mupirocin (Salbe) über 5 Tage intranasal angewendet. Auch hier sind Resistenzen bereits beschrieben, weshalb Mupirocin nur begrenzt angewendet werden soll. Dem Sanierungserfolg von ca. 90 % steht allerdings eine Rekolonisation in etwa einem Viertel der Fälle innerhalb von nur 4 Wochen gegenüber. Daher wird für die Sanierung der zusätzliche Einsatz von Händedesinfektionsmittel und v. a. von antibakteriellen Lösungen (Octenidin- oder auch Polyhexanid-haltige Produkte) zur Ganzkörperwäsche empfohlen, deren klinische Wirksamkeit allerdings nicht ausreichend belegt ist.

Beim Versuch der Sanierung des Patienten könnte auch die von ihm selbst kontaminierte Umgebung in seinem unmittelbaren Umfeld einen potenziellen Grund für einen Misserfolg der Eradikation bedeuten. Eine deutlich verbesserte Sanierungsquote zeigte sich, wenn zusätzlich zu einer 3x täglichen Mupirocinanwendung über 5 Tage und weiteren Maßnahmen auch die Kontaktflächen im Patientenzimmer während dieser Zeit täglich desinfiziert wurden. Der Sanierungserfolg muss in jedem Falle durch Kontrollabstriche bestätigt werden.

Was sind Enterokokken?

- gehören zur physiologischen Darmflora
 - sehr Umwelt-resistente Gram-positive Bakterien
 - können auf unbelebten Oberflächen in signifikanter Zahl mehrere Monate überleben
 - können bei 60°C mehrere Minuten überleben
 - ihre Zahl kann durch Einnahme von Antibiotika, die andere Darmbakterien (Enterobakteriaceen und Anaerobier) unterdrücken, um mehrere Größenordnungen zunehmen
 - Klinisch wichtige Spezies sind: *E. faecalis* (85-90 %) u. *E. faecium* (10-15 %).
 - verursachen HWI, Wundinfektionen, Septikämien, Endokarditiden
- Sie sind immer klinisch resistent gegen Penicillin, Cephalosporine und Aminoglykoside; *E. faecium* ist meist auch Ampicillin-resistent.

Was sind Vancomycin-resistente Enterokokken (VRE)?

Meist handelt es sich um *E. faecium*-Stämme. Sie wurden erstmals 1986 beschrieben. Seit 3 Jahren sind in deutschen Krankenhäusern etwa 10 % aller invasiven *E. faecium*-Infektionen durch VRE verursacht.

Verbliebene Therapieoptionen sind: Linezolid, Synercid, Fosfomycin, Rifampicin, Doxycyclin, Daptomycin.

Eine Gruppe genetisch eng verwandter *E. faecium* - Stämme (C1-Gruppe oder 'clonal complex 17') verbreitet sich gegenwärtig weltweit. Das Risiko, an einer Infektion durch VRE zu sterben, ist fast doppelt so hoch wie bei Vancomycin-empfindlichen Enterokokken. Das Reservoir im Krankenhaus sind in der Regel die (unerkannt) kolonisierten Patienten.

Was für VRE-Resistenzgenotypen gibt es?

- *vanA*-Typ
- *vanB*-Typ
- *vanC1/2*- Typen

(Klinisch wichtig: *vanA* und *vanB*)

Wie funktionieren die Resistenzmechanismen bei VRE?

Vancomycin gehört zu der Klasse der Glykopeptid-Antibiotika. Diese wirken über eine Hemmung der Quervernetzung des Mureins bei der Zellwandsynthese. Im Gegensatz zu den β -Laktamen geschieht dies nicht über eine Hemmung der beteiligten bakteriellen Enzyme, sondern über eine sterische Hemmung des Substrats, indem Glykopeptide an den D-Alanin – D-Alanin Seitenketten des entstehenden Mureins binden und damit die Quervernetzung verhindern.

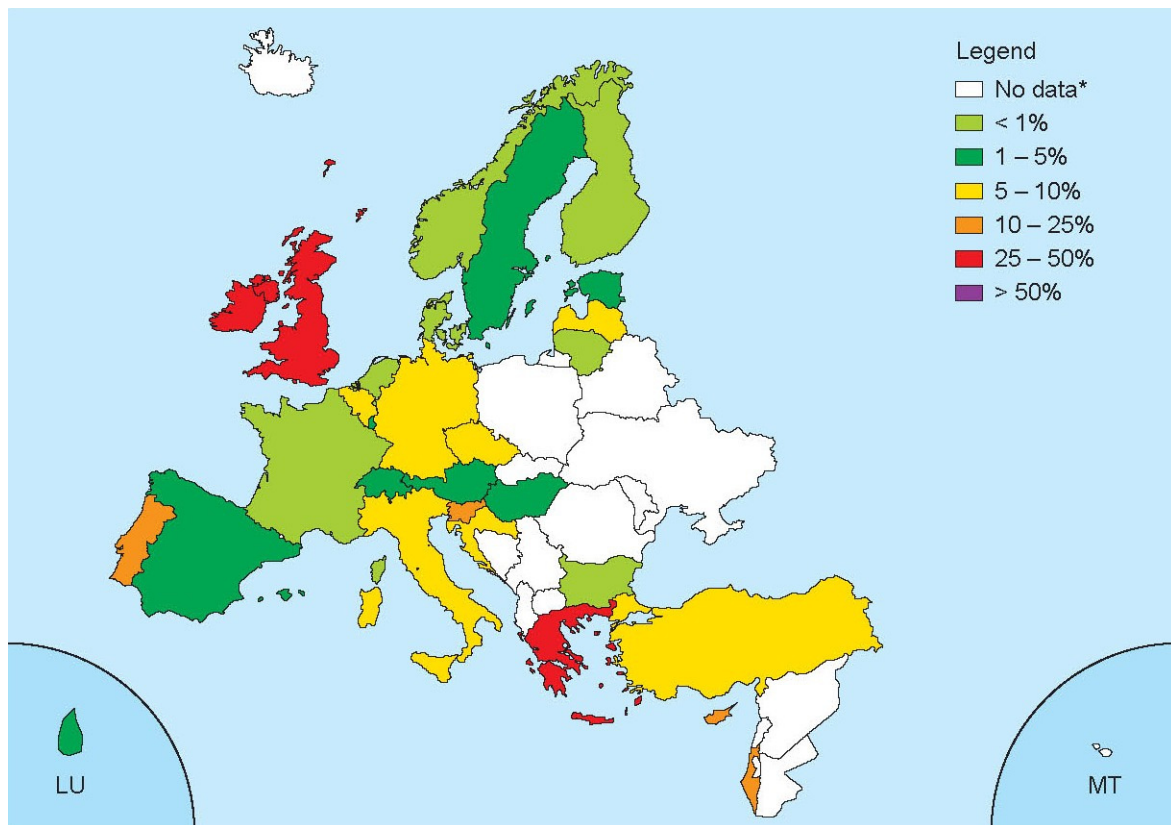
Dieser Angriffspunkt der Glykopeptide entfällt bei VRE. Hier wird statt dem D-Ala–D-Ala das D-Ala–D-Lactat (*vanA*-Resistenz) oder das D-Ala–D-Serin (*vanB*-Resistenz) in die Seitenketten eingebaut. An diese geänderten Seitenketten können Glykopeptide nur noch mit einer wesentlich geringeren Affinität binden (1000fach schlechtere Hemmung der Quervernetzung) und die weitere Zellwandsynthese nicht mehr wirksam hemmen.

Daneben gibt es noch weitere Glykopeptide-Resistenzen, die aber bisher keine klinische Bedeutung haben.

Das Vancomycin-Resistenzgen, (über die di-Aminoligase, die D-Lac oder D-Ser in die Seitenkette einbaut), ist zusammen mit weiteren Genen für Stoffwechsellenzyme und Expressionsregulatoren Teil eines Transposons, was die schnelle Ausbreitung der Vancomycin-Resistenz in verschiedene Enterokokkenstämme durch lateralen Gentransfer erklärt. Vereinzelt wurde es sogar schon in MRSA nachgewiesen, die dann zu VRSA (s. o.) wurden.

Wie sehen die geographischen Unterschiede in der Häufigkeit von Vancomycin resistenten Enterokokken und der Glycopeptid-Resistenz aus?

EARSS Annual Report 2008, Vancomycin-resistente *E. faecium*



Kann die VRE-Prävalenz durch Antibiotika verändert werden?

Antibiotika, die gegen andere mit VRE konkurrierende Darmbakterien wirken, erhöhen die VRE-Prävalenz nachweislich. Dies sind i. bes.: Vancomycin (i. v. oder p. o.), Cephalosporine (z.B. Ceftazidim), anti-Anaerobier wirksame Antibiotika (z.B. Imipenem oder Metronidazol) und Fluorchinolone.

Antibiotika wie Piperacillin, die in hoher Konzentration über die Galle ausgeschieden werden [$>1000 \mu\text{g/ml}$], können geringe Keimzahlen an VRE im Intestinum hemmen und die VRE-Prävalenz senken.

Wie sehen die Hygiene- /Präventionsmaßnahmen bei VRE-Besiedlung/-Infektion aus?

Die Hygienemaßnahmen bei VRE gleichen in großen Teilen denen bei MRSA, mit Ausnahmen wie z. B. Mund-/Nasenschutz, der hier entfällt.

VRE werden ebenfalls v. a. über die Hände übertragen. Sie haben eine hohe Umweltpersistenz, d.h. sie sind für Tage bis Wochen auch auf unbelebten Flächen oder Gegenständen in der Umgebung von VRE-pos. Patienten nachweisbar. Besonders bei Patienten mit Inkontinenz, Diarrhoe, Ileostoma, Kolostoma oder mit Enterokokken besiedelten oder infizierten, drainierenden Wunden ist die Umgebungskontamination hoch.

Die entscheidenden Maßnahmen bei VRE sind die hygienische Händedesinfektion und ein adäquater Einsatz von Vancomycin, Teicoplanin und 3. Generations-Cephalosporinen.

Nach jedem VRE-Nachweis müssen die betroffenen Patienten isoliert werden, unabhängig davon, ob eine Besiedlung oder eine Infektion vorliegt. VRE-Screening Untersuchungen erfolgen mit Stuhlproben oder besser mit Rektalabstrichen. Eine Behandlung zur Dekolonisation ist nicht etabliert. In der Regel bleiben Patienten über Monate mit VRE kolonisiert.

Gibt es Unterschiede bezüglich Gram-positiven und Gram-negativen multiresistenten Erregern (MRE)?

Gram-negative MRE unterscheiden sich aus krankenhaushygienischer Sicht von Gram-positiven Erregern vor allem durch ihre geringere Umweltpersistenz. Zahlenmäßig zunehmende Bedeutung haben in Deutschland vor allem Extended Spektrum Beta-Laktamase (ESBL) produzierende Enterobakteriaceen und Multi-Drug-Resistente (MDR) *P. aeruginosa*.

Was sind Extended Spectrum β -Laktamasen (ESBL)?

Erstmals wurden sie 1983 beschrieben. Sie sind durch Punktmutation aus den „altbekannten“ β -Laktamasen entstanden, die schon seit Jahrzehnten z.B. die Resistenz gegenüber Ampicillin vermitteln. Sie werden durch Plasmide kodiert und können sich deshalb rasch auch über Speziesgrenzen hinweg ausbreiten. Hauptsächlich kommen sie in *Klebsiella* spp. und *E. coli* vor (in diesen Spezies in der Routinediagnostik zuverlässig nachweisbar), aber auch bei *Enterobacter* spp.. Häufig treten sie in Kreuzresistenz mit anderen breitwirkenden Antibiotika (Fluorchinolone) auf. In deutschen Krankenhäusern kommen ESBL-positive Erreger im Durchschnitt zu ca. 5 % vor. In den letzten Jahren nehmen in Europa Fälle ambulant erworbener ESBL- *E. coli* Infektionen zu. Als Quelle wird die Nahrungskette vermutet.

Sie sind gegenüber allen β -Laktamen, Cephalosporinen u. Monobactamen als klinisch resistent zu betrachten. D.h. alle Cephalosporine entfallen zur Therapie schwerer Infektionen (Septikämie, Pneumonie) mit ESBL-positiven Erregern. Mittel der Wahl zur empirischen Therapie sind nur noch die Carbapeneme.

Risikofaktoren sind hier ebenfalls Länge des Aufenthalts (ITS, Krankenhaus), Schwere der Erkrankung, Devices (Katheter), Beatmung (Dauer) und die vorherige Antibiotikagabe (Fluorchinolone, Cephalosporine).

Gibt es multiresistente *Pseudomonas aeruginosa*?

P. aeruginosa ist der zweitwichtigste Erreger der Beatmungsassoziierten Pneumonie mit hoher Letalität (50-70 %). Außerdem verursacht er häufig Harnwegs- und Wundinfektionen. Natürlicherweise sind Pseudomonaden schon gegen viele Antibiotika resistent, sodass nur noch wenige Antibiotika(-Klassen) verbleiben: Aminoglycoside, Pseudomonas-wirksame Beta-Laktame (Piperacillin), Pseudomonas-Cephalosporine (Ceftazidim, Cefepim), Ciprofloxacin und Carbapeneme (Imipenem, Meropenem). Treten Resistenzen gegenüber zwei oder mehreren dieser fünf Gruppen auf, spricht man von multi-drug-resistance (MDR). In deutschen Krankenhäusern liegen die Resistenzraten gegenüber Ceftazidim, Imipenem, Ciprofloxacin und Piperacillin alle im zweistelligen Bereich.

Wie funktionieren die Resistenzmechanismen bei MDR - *Pseudomonas aeruginosa*?

Bei MDR *P. aeruginosa* spielen mehrere Resistenzmechanismen eine Rolle:

- Chromosomale β -Laktamasen sind in ihrer Gen-Expression durch Cephalosporine induzierbar. Integron-kodierte Metallo-beta-Laktamasen und Plasmid kodierte ESBL breiten sich durch lateralen Gentransfer zwischen verschiedenen Stämmen aus.
- Durch Punktmutationen in Zielstrukturen von Fluorchinolonen (Mutationen in den Gyrasen) oder durch Verlust von Porinen in der 'outer membrane', durch die Antibiotika in den periplasmatischen Raum von Gram-negativen Bakterien gelangen, entstehen Resistenzen gegenüber Ciprofloxacin und Carbapenemen.
- Weiterhin gibt es sog. Effluxpumpen, die relativ unspezifisch Moleküle aus dem Cytoplasma über den periplasmatischen Raum wieder nach außen transportieren. Effluxpumpen verringern damit die intrazellulär erreichbare Antibiotikumkonzentration. Sie vermitteln daher oft gleichzeitig Resistenzen gegenüber verschiedenen Antibiotika-Klassen. Zwar gibt es einzelne weltweit bekannte u. „berühmte“ (Sero-)Typen,

vorwiegend aber handelt es sich, i. G. zu MRSA und VRE, um viele verschiedene immer neu resistent werdende Stämme.

Wie sehen Präventionsmaßnahmen bei multiresistenten Gram-negativen Erregern und bei ESBL-Bildnern aus?

Viele gramnegative Stäbchen-Bakterien verteilen sich nicht so breit in die Umgebung des Patienten wie es beispielsweise bei MRSA der Fall ist. Auch ist die Umweltpersistenz nicht so hoch, so dass eine Einzelzimmerisolierung nicht grundsätzlich notwendig ist. In einigen Fällen ist allerdings die Unterbringung in einem Einzelzimmer (v.a. mit eigener Nasszelle) angezeigt (z.B. schwerkranke oder nicht zurechnungsfähige Patienten, Rücksprache mit der Krankenhaushygiene). Bei Patienten mit Nachweis ESBL-produzierender Bakterien wird oft wegen der besonderen Gefahr der Resistenzweitergabe durch mobile genetische Elemente (s. o.) die Isolierung im Einzelzimmer empfohlen.

Folgende Maßnahmen sollten aber unbedingt durchgeführt werden:

- Über die Standardhygienemaßnahmen hinausgehend muss immer auch vor Verlassen des Patientenzimmers die Händedesinfektion erfolgen, unabhängig davon, ob Patientenkontakt stattgefunden hat oder nicht (evtl. Kontamination der Hände durch Kontakt mit kontaminierten Flächen).
- Mund-Nasen-Schutz (chirurgische Maske) ist beim endotrachealen Absaugen (wenn Erreger im Tracheal- oder Bronchialsekret nachweisbar ist: ggf. auch Schutzbrille und Haarschutz) notwendig, bzw. wenn Gefahr des Verspritzens von infektiösem Material besteht.
- Bezüglich Händedesinfektion, Gebrauch von Einmal-Handschuhen, Schutzkitteln, Transport im Krankenhaus, Flächen- und Schlussdesinfektion gilt das bei MRSA aufgeführte.
- Schließlich gilt sowohl bei ESBL als auch bei resistenten *P. aeruginosa*, dass Unkenntnis und eine unüberlegte Anwendung von Antibiotika mittelfristig wesentliche Risikofaktoren für die Resistenzraten im eigenen Krankenhaus sind. Verantwortliches Handeln der Ärztinnen und Ärzte kann hier Einfluss nehmen.

Wo sind weitere Informationen zu finden?

Wichtige Infos für das Blockpraktikum (Download nur im Klinik-Netz) unter:

<http://pflegeinfo/hygiene/Intro.htm> → "Gesamtliste" →

- MRSA - Leitfaden zum Umgang mit methicillin- bzw. oxacillinresistentem *S. aureus*
- Vancomycin-resistente Enterokokken = VRE
- Multiresistente Gram-negative Erreger

Mitteilung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am RKI. Empfehlung zur Prävention und Kontrolle von Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus*-Stämmen (MRSA) in Krankenhäusern und anderen medizinischen Einrichtungen. Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz. 1999 42: 954-958

Weiterführendes (für Interessierte)

Vancomycin-Resistant *Enterococci*. Clin. Microbiol. Rev. 2000 13: 686

Antimicrobial resistance: the example of *Staphylococcus aureus* J. Clin. Invest. 2003 111: 1265

Extended-Spectrum- β -Lactamases in the 21st Century: Characterization, epidemiology, and detection of this important resistance threat. Clin. Microbiol. Rev. 2001 14: 933

CTX-M: changing the face of ESBLs in Europe. J Antimicrob Chemother. 2007; 59:165

10. Epidemiologie und Prävention von Legionellen

(D. Jonas)

Lehrbuchverweis: ‚Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz‘ von Daschner, Dettenkofer, Frank, Scherrer; Kapitel 10

Was ist das Besondere an Legionellen als Pneumonierreger?

- Diagnostik
- Therapie
- Risikofaktoren

Was ist eine Legionellose?

- Erkrankungen durch Legionellen, von denen es zwei unterschiedliche Arten gibt:
- Das Pontiac Fieber ist eine selbst-limitierende Grippe-ähnliche Erkrankung, die eine Inkubationszeit von 1-2 Tagen und eine sehr hohe 'attack rate' von 95 % hat (d. h. wer einer entsprechenden Umgebungsquelle exponiert ist, erkrankt mit hoher Wahrscheinlichkeit). Sie verläuft ohne systemische Organbeteiligung und wird nicht mit Antibiotika, sondern nur symptomatisch behandelt.
- Die Legionellenpneumonie (Legionnaires' disease) ist eine Erkrankung mit 2-10 Tagen Inkubationszeit, einer niedrigen attack rate von 1-5 %, aber einer Letalität von bis zu 20 %. Bei nosokomialen Infektionen von Intensiv- oder immunsupprimierten Patienten kann sie bei über der Hälfte der Fälle tödlich verlaufen. Klinische Symptome sind Fieber, Husten, Kopfschmerzen, Desorientiertheit, Übelkeit, Dyspnoe, Hämoptyse. Es kann zu Organbeteiligung von ZNS, GIT und Nieren kommen.
- *N.B.: Es gibt weder klinische oder radiologische Zeichen noch klinisch chemische Laborparameter, mit denen eine Pneumonie durch Legionellen spezifisch diagnostiziert oder ausgeschlossen werden kann.*

Wie viele verschiedene Legionellen-Spezies gibt es?

- Von Legionellen gibt es mehr als 50 verschiedene Bakterienspezies. Jedoch wurden nur ca. 1/3 davon jemals im Zusammenhang mit Infektionen beschrieben.
- Die häufigsten Spezies sind *Legionella pneumophila*, *L. micdadei*, *L. bozemannii*, *L. longbeachae*.
- *L. pneumophila* wird in 15 Serogruppen unterschieden. Am häufigsten wird von Erkrankten die Serogruppe 1 isoliert.
- Die Serogruppe 1 kann durch Serotypisieren in verschiedene Typen differenziert werden, die als Pontiac und nicht-Pontiac-Gruppen zusammengefasst werden.
- *Wichtige Einschränkung für die Sensitivität der Diagnostik mit Urinantigentest: Ambulante Legionellose werden in der Regel durch Stämme der Pontiac-Gruppe verursacht, nosokomiale in der Mehrzahl durch andere als der Pontiac-Gruppe.*
(J. Helbig, Eur J Clin Microbiol Infect Dis. 2002:710)

Wo kommen Legionellen vor?

- In der Umwelt (und damit als Infektionsquelle) kommen Legionellen ubiquitär in natürlichen und künstlichen Wasser führenden Systemen vor.
- Beispiele sind Warmwassersysteme, Heiß-Wassertanks, Wasserleitungen, Wasserhähne, Duschköpfe. Von krankenhaushygienisch geringerer Bedeutung sind Beatmungs-/Inhalationsapparate, Inkubatoren, Whirlpools, Kühltürme und Rückkühlwerke von Klimaanlage (USA).
Goetz A et al: Mayhall 1996; Stout JE et al. N Engl J Med 1997, Nguyen TM et al. J Infect Dis 2006
- Unter dem Aspekt der mikrobiellen Ökologie kommen sie planktonisch (d. h. als freischwimmende einzelne Zellen), in Biofilmen (sessil) und intrazellulär von Amöben (besonders umweltresistent auch in Zysten) vor.
- In Biofilmen und intrazellulär von Einzellern sind sie vor Noxen durch Desinfektionsmaßnahmen besser geschützt

Wie erkrankt man durch Legionellen?

- Legionellen werden nicht von Mensch zu Mensch übertragen.
- Es gibt zwei Wege: Durch Kontakt mit legionellenhaltigem Wasser kommt es zu einer vorübergehenden oropharyngealen Besiedlung. Durch Aspiration oder Mikroaspiration, wie sie z. B. beim Schlafen häufiger vorkommt, gelangen sie in den Respirationstrakt. Ein anderer Aufnahmeweg ist die Inhalation von legionellen-haltigen Aerosolen, die mehrere hundert Meter bis Kilometer weit getragen werden können.
- Wirtszelle im Menschen ist der nicht-aktivierte Alveolarmakrophage, der Legionellen phagozytieren, aber nicht abtöten kann. Intrazellulär hemmen Legionellen eine Fusion des Endosoms mit dem Lysosom zu einem Phagosom. In der Folge können sich die Bakterien replizieren, zerstören den Alveolarmakrophagen und infizieren weitere Zellen, bis es zu einer spezifischen T-Zellantwort kommt, die den Alveolar-makrophagen aktiviert.

Wie häufig kommen Legionellose vor?

- Sie machen je nach Region (höhere Prozentsätze in Süd-Europa) bis zu 10 % der ambulant erworbenen Pneumonien aus und können, je nach lokalen Gegebenheiten, 5 bis über 10 % der nosokomialen Pneumonien verursachen.
- In Deutschland machen sie 4 % der ambulanten Pneumonien aus, was geschätzt 15.000-30.000 Fällen pro Jahr entspricht.
von Baum et al. Clin Infect Dis 46:1356
- Nach dem Infektionsschutzgesetz (Labormeldepflicht von Legionellen!) werden jährlich nur ca. 500 Fälle erfasst.
- *N.B. Es ist von einer sehr hohen Dunkelziffer aufgrund mangelnder Diagnostik auszugehen!*

Was gilt als Risikofaktor, an Legionellen zu erkranken?

- Allgemeine Risikofaktoren sind: männliches Geschlecht (2-3-fach erhöht), hohes Alter, Alkoholabusus, Diabetes mellitus (nicht häufiger bei AIDS)
(Marston BJ et al. Arch Intern Med 1994; Stout JE. N Engl J Med 1997 ; Blatt SP et al. Clin Infect Dis 1994)
- Spezielle Risiken haben: Immunsupprimierte Patienten (nach Transplantation, mit malignen Tumoren, längerer Therapie mit Corticosteroiden (mind. 10 mg/d Prednisolonäquivalent) oder TNF-alpha Antagonisten) und immunkompromitierte Patienten (nach großen chirurgischen Eingriffen, Transplantation, bei chronischen Atemwegserkrankungen, bei Dialyse)
- Assoziation mit bestimmten humangenetischen Polymorphismen von toll-like Rezeptoren
Hoge CW et al. Epidemiol Rev 1991; 13: 329-340; Doebbeling BN et al. Semin Respir Infect 1987; 2: 206-21 ; N Engl J Med 2008 :358 :716

Wie diagnostiziert man eine Legionellose?

- Legionellen können bestimmte Aminosäuren nicht synthetisieren. Deshalb wachsen sie nicht auf den üblichen Agarmedien zum Nachweis von Pneumonieerregern. Eine Anlage von Atemwegsmaterialien auf speziellen Legionellenmedien erfolgt in mikrobiologischen Laboratorien oft nur auf ausdrückliche Anforderung des einsendenden Arztes.
- Eine Legionellenpneumonie kann daher unerkant bleiben, wenn der behandelnde Arzt nicht ausdrücklich die entsprechende Diagnostik anfordert!
- Da der kulturelle Nachweis in der Regel 3-5 Tage dauert, sind mehrere Schnellmethoden etabliert: Der direkte Immunfluoreszenztest oder der PCR-Nachweis aus Atemwegsmaterialien (Sputum, Trachealsekret, BAL, Pleuraflüssigkeit), der Nachweis eines Legionellenantigens im Patientenurin und der Nachweis von Antikörpern (eher nur retrospektiv geeignet).

- Alle Methoden haben eine hohe Spezifität von über 90%, aber eine deutlich niedrigere Sensitivität von z. T. unter 50 %. Ein negatives Testergebnis schließt eine Legionellose deshalb nicht aus!
P. Edelstein in: Principles and Practice of Infectious Disease (2005)
- *N.B.: Eine wichtige Präventionsmaßnahme beim Auftreten nosokomialer Legionellen ist, retrospektiv zu analysieren, wie oft bei Pneumonien unklarer Ursache eine spezielle Legionellendiagnostik angefordert bzw. eben nicht angefordert worden ist.*

Welchen Stellenwert hat der Urinantigentest?

- Der am weitesten verbreitete Schnelltest ist der Urinantigentest mit einer sehr hohen Spezifität (99 %). Das ist ein Test nach dem Prinzip eines ELISA, mit dem aus dem Patientenurin Antigene nachgewiesen werden, wie sie besonders bei Legionellen der Pontiac-Gruppe vorkommen.
- Deshalb ist seine Sensitivität bei ambulant erworbenen Fällen höher (ca. 80 %) als bei nosokomialen Fällen (< 50%).
J. Helbig, In Legionella, p. 204, ASM Press 2004
- Eine geringere Sensitivität hat dieser Test im früheren Erkrankungsstadium und bei leichteren Verläufen.
- Eine weitere Einschränkung ist, dass er im Mittel erst nach 3 Tagen positiv wird und mehrere Monate positiv bleiben kann.
- *N.B.: Ein negatives Testergebnis schließt eine Legionellen-Pneumonie nicht aus!*

Wie behandelt man eine Legionellenpneumonie?

- Die bei nosokomialen Pneumonien üblichen Breitspektrum Cephalosporine oder Carbapeneme sind bei Legionellenpneumonien unwirksam.
- Als Mittel der Wahl bei schweren Infektionen gelten Azithromycin oder Levofloxacin
- Bei leichteren Krankheitsverläufen können auch andere intrazellulär wirksame Antibiotika (Erythromycin, Doxycyclin, Clarithromycin) gegeben werden.
P. Edelstein in: Principles and Practice of Infectious Disease (2005)
- Ohne geeignete Antibiotikatherapie sterben doppelt so viele Patienten an dieser Infektion.
Edelstein, 1995. Clin.Infect.Dis. 21 Suppl 3: S265
- *N.B.: Bei Verdacht auf eine Pneumonie durch Legionellen muss sofort mit einer legionellenwirksamen Therapie begonnen werden.*

Was macht man, um Legionellen zu vermeiden?

- Es gibt gesetzliche Maßnahmen (Trinkwasserverordnung) und Regelwerke, um Problembereiche zu identifizieren. „Wasser aus zentralen Erwärmungsanlagen der Hausinstallation, das für die Öffentlichkeit bereitgestellt wird, muss periodisch auf Legionellen untersucht werden“.
- Es gibt technische Maßnahmen, die mikrobiologische Besiedlung zu vermeiden bzw. Leitungsnetze zu dekontaminieren.
- Es gibt krankenhaushygienische Präventionsmaßnahmen auf Allgemein-Stationen und bei Risikopatienten.

Ist das Risiko durch legionellenhaltiges Wasser vorhersagbar?

- Zur Risikoabschätzung gibt es zwei Ansätze, das Messen der Keimkonzentration im Wasser oder das Bestimmen der Anzahl an Legionellen-positiv beprobten Zapfstellen.
- In verschiedenen Verordnungen und Richtlinien wird als Zielgröße eine Legionellenkonzentration $\leq 1\text{KBE/ml}$ empfohlen. In Hochrisikobereichen wie Intensivpflege-, hämato-/onkologischen oder Organtransplantations-Stationen dürfen keine Legionellen nachzuweisen sein. Dies kann ggf. nur mit bakteriendichten, endständigen Filtern gewährleistet werden.

Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 2005; 49(6):697

- Aber der Vorhersagewert von Legionellen-Konzentration für ein Erkrankungsrisiko ist nicht belegt! Infektionen können bei um Größenordnungen niedrigeren Konzentrationen auftreten. Konzentrationen im Wasser können in kurzer Zeit stark schwanken, z. B. beim Ablösen von Biofilmpartikeln. Verschiedene Stämme sind unterschiedlich virulent, ohne dass es bisher einen einfachen Marker gibt, hochvirulente Stämme zu erkennen.
- Sind mehr als 30 % der beprobten Zapfstellen in einem Krankenhaus Legionellen-positiv, nimmt das Risiko einer nosokomialen Legionellose zu.

J.L. Kool, Infect Control Hosp Epidemiol 1999 20:798

Welche technischen Möglichkeiten gibt es, das Problem zu vermeiden?

- Zur Vermeidung einer Besiedlung mit Legionellen muss im Leitungswassernetz der Temperaturbereich von 20 °C bis 50 °C vermieden werden. Die Temperatur in Kaltwasserleitungen soll < 20 °C betragen (Isolierung gegenüber Warmwasserleitungssträngen!) Die Temperatur der Warmwasserzirkulation soll am kältesten Punkt über 50 °C liegen (Schutz vor Verbrühungen! Thermostat-Mischventile möglichst nahe am Auslass).
- Darüber hinaus muss eine konstante Rezirkulation im Warmwassersystem gewährleistet sein. Totleitungen und Stagnation (> 3 d) auch in Kaltwasserleitungen müssen vermieden werden, da nach längeren Betriebspausen ein erhebliches Anwachsen von Bakterienkonzentrationen und Biofilmen möglich ist.

Was kann man machen, wenn das Problem bereits entstanden ist?

- Die erste Methode ist Hyperchlorieren mit > 2 mg/L freiem Chlor (kann nicht als Trinkwasser verwendet werden).
- Die zweite Möglichkeit ist 5 Min. Durchspülen mit > 70 °C heißem Wasser (gemessen am Wasseraustritt). Danach möglichst erhöhte Wassertemperatur in der Zirkulation beibehalten (> 60 °C zentral, > 50 °C am Auslass).
- Aber krankenhausesweit durchgeführt, ist das mit erheblichem Aufwand an Zeit, Personal und Kosten verbunden, kann also nicht routinemäßig durchgeführt werden.
- H.J. Linde, Zentralbl.Hyg.Umweltmed. 1995, 197:441
- Andere Dekontaminationsverfahren, zu denen z. Zt. noch keine einhelligen Empfehlungen existieren, da noch nicht abschließend wissenschaftlich geklärt, sind: Chlordioxid oder Monochloramin, Kupfer-Silber-Ionisation und UV-Bestrahlung im Wasserleitungssystem.

Kann man nicht unmittelbar am Wasserhahn Legionellen beseitigen?

- Eine häufig angewendete Methode sind bakterien-dichte Filter. Aber sie müssen 1-2 wöchentlich gewechselt, als Einweg-Filter verworfen oder aufbereitet und auf Funktionstüchtigkeit geprüft werden. Dies ist teuer und deshalb nur in ausgesuchten Bereichen möglich.

Welche allgemeinen Hygienemaßnahmen zur Prävention gibt es?

- In Bereichen mit Patienten ohne Risikofaktoren ist das Wichtigste, das Informationsdefizit zu beheben: Welche Risiken und Präventionsmöglichkeiten gibt es, was sind die Besonderheiten in der mikrobiologischen Diagnostik und wird gezielte Legionellen-Diagnostik überhaupt angefordert?
- In Risikobereichen (z.B. Intensivstationen, Hämato-/Onkologie) mit Patienten mit Risikofaktoren / Immunsuppression wird eine routinemäßige Wasseruntersuchung empfohlen. Bei Pneumonie unklarer Genese muss hier immer auch an Legionellen gedacht werden, selbst wenn keine im Wasser nachgewiesen sind.
- Bei Nachweis von Legionellen im Wasser darf dies hier nicht zur Pflege verwendet werden: Körperpflege, insbesondere im Kopfbereich, nur mit legionellenfreiem Wasser, Zähneputzen, Trinken, Durchspülen von Magensonden nur mit sterilem Wasser

Welche Schritte sind bei einem (scheinbar) einzelnen Legionellose-Patienten zu machen?

- Diagnose sichern: Kultur, Urin-Ag, DFA, PCR?
- Gesundheitsamt (Labor-Meldepflicht!)
- Anamnese: ambulant – nosokomial erworben? 2-10 d Inkubationszeit!
- Mögliche Umgebungsquellen vom Hygieniker untersuchen lassen
- Aktiv nach weiteren unerkannten Fällen suchen: retrospektiv und prospektiv
- (1/4 Jahr systematische Erfassung nosokomialer Legionellosen)

Fazit: Das Legionellenproblem entsteht durch das Aufeinandertreffen zweier Dinge: Große Gebäudekomplexe mit weit verzweigten Wasserleitungsnetzen und für Infektionen anfällige Menschen. Legionellen sind Pneumonieerreger mit Besonderheiten in der mikrobiologischen Diagnostik, in der infektiologischen Therapie und bei den hygienischen Präventionsmaßnahmen.

Weiter führende Literatur:

CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities. (2003)

<http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/rr5210a1.htm>

Legionella and Legionnaires' Disease: 25 Years of Investigation. Clin. Microbiol. Rev. (2002) 15: 506 <http://www.asm.org>

Molecular Pathogenesis of Infections Caused by *Legionella pneumophila*. Clin. Microbiol. Rev. (2010) 23: 274.