M. Lacour
P. Gastmeier
H. Rüden
F. Daschner

Prävention der nosokomialen Pneumonie

Empfehlungen des Nationalen Referenzzentrums (NRZ) für Krankenhaushygiene:

1. Prävention der Beatmungspneumonie

Prevention of nosocomial pneumonia. Recommendations of the German ‘Nationalen Referenzzentrum (NRZ) für Krankenhaushygiene’ 1. Prevention of ventilator asso- ciated pneumonia

Summary Ventilator associated pneumonia (VAP) is the most important nosocomial infection on intensive care units. The incidence of ventilator-associated pneumonia of 19 German hospitals is 18,5 pneu-

monias per 1000 ventilator-days. Although many preventive strategies have been proposed and evaluated in controlled trials, prevention of nosocomial pneumonia is still a topic of controversial discussions. Basic care of ventilated patients of a very good quality is the most important preventive strategy of VAP. This includes appropriate hand washing and other basic hygiene care. Additionally, an effective drainage of bronchopulmonary secretions has to be assured. It is furthermore of importance that the health care workers are well qualified, regularly educated and aware of the special hygiene aspects of intensive care medicine. Other procedures that might be effective in reducing VAP infection rates are:

Semiupright position of the patients upper part of the body (30–45°) and continuous surveillance of infection rates. ‘Selective Digestive Decontamination’ (SDD) and respiration-filters such as HME-filters and bacterial-filters can not be recommended at present due to the lack of scientific evidence of effectiveness in preventing VAP. Furthermore, no changes of ventilation-equipment are recommended every 48 hours. It is at least possible to change the equipment once a week without an additional risk for patients to acquire pneumonia.

Key words Pneumonia – nosocomial pneumonia – ventilator-associated pneumonia – nosocomial infection – hygiene

Zusammenfassung Die Beatmungspneumonie ist die wichtigste nosokomiale Infektion auf Intensivstationen. Für deren Prävention sind vor allem Standardhygienemaßnahmen auf hohem Niveau, qualifiziertes Personal und regelmäßige Personalschulungen wichtig. Weitere Maßnahmen, die zu einer Reduktion der Pneumonierate beitragen können, sind:

Oberkörperhochlagerung um 30–45° und kontinuierliche Infektionserfassung mit regelmäßiger Besprechung der Infektionsstatistik (Surveillance). Der Nutzen der ‘Selektiven Darm Dekontamination’ (SDD) und die Verwendung von Beatmungsfiltren sind als Präventivmaßnahmen nicht gesichert und somit derzeit nicht zu empfehlen. Auch bleibt der häufige Wechsel von Beatmungsschläuchen ohne Einfluß auf die Pneumonierate. Beatmungsschläuche müssen frühestens nach 7 Tagen gewechselt werden.

Schlüsselwörter Pneumonie – nosokomiale Pneumonie – Beatmungspneumonie – nosokomiale Infektion – Hygiene

Eingegangen: 23. Dezember 1997
Akzeptiert: 14. Januar 1998

Dr. M. Lacour (✉) · Prof. Dr. F. Daschner
Institut für Umweltmedizin
und Krankenhaushygiene
Universitätsklinik Freiburg
Nationales Referenzzentrum (NRZ)
für Krankenhaushygiene
Hugstetterstr. 55
D-79106 Freiburg i. B.

Dr. P. Gastmeier · Prof. Dr. H. Rüden
Institut für Hygiene der
Freien Universität Berlin
Nationales Referenzzentrum (NRZ)
für Krankenhaushygiene
Augustenburger Platz 1
D-13353 Berlin

Einleitung

Die nosokomiale Pneumonie ist nach der Harnwegsinfektion die zweithäufigste krankenhauserworbene Infektion. Ihr Anteil an der Gesamtheit aller nosokomialen Infektionen wird mit 15,5%–20,6% angegeben [23, 28]. Ihre Inzidenz wird in den USA auf 0,5 bis 1 Pneumonie pro 100 stationäre Entlassungen geschätzt [7, 13, 35, 50, 53]. Die Pneumonierate ist in Kliniken der Maximalversorgung höher als in kleinen Krankenhäusern [28, 38]. Auf Intensivstationen werden Pneumonien am häufigsten beobachtet [21, 28]. In Deutschland beträgt die Inzidenz auf 19 Intensivstationen, die seit Januar 1997 kontinuierlich eine Infektionsstatistik führen 3,6 Pneumonien pro 100 stationäre Entlassungen [29]. Die Krankenhausverweildauer wird bei Intensivpatienten mit nosokomialer Pneumonie um durchschnittlich 11,5 Tage verlängert [41]. Die Mortalität kann bei nosokomialer Pneumonie bis zu 70% betragen [1, 32, 62]. 30–50% der Todesfälle werden hierbei direkt oder maßgeblich auf die nosokomiale Pneumonie zurückgeführt. Die Letalität ist bei Patienten mit Bakteriämie und bei Infektionen durch *Pseudomonas aeruginosa* oder *Acinetobacter* spp. am höchsten [6, 24].

Haupttrisikofaktor für die Entstehung einer nosokomialen Pneumonie ist die künstliche Beatmung [16, 34, 46, 48]. In den USA werden auf interdisziplinären, medizinisch/chirurgischen Intensivstationen durchschnittlich 12,5 Pneumonien pro 1000 Beatmungstage beobachtet [58].

Auf 19 Intensivstationen in Deutschland liegt die Inzidenzdichte durchschnittlich bei 18,5 Pneumonien pro 1000 Beatmungstage [29]. Aus präventivmedizinischer Sicht kommt der Vermeidung der Beatmungspneumonie damit die größte Bedeutung zu.

Wegen der kaum überschaubaren Fülle an Publikationen zum Thema ‚Prävention der nosokomialen Pneumonie‘ mit teilweise widersprüchlichen Ergebnissen wurde im Auftrag des amerikanischen Gesundheitsministeriums durch das Hospital Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC) eine ausführliche Literaturrecherche durchgeführt. Die Auswertung dieser wissenschaftlichen Publikationen waren die Grundlage für die von den Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Atlanta, USA 1994 veröffentlichten CDC-Guidelines zur Prävention der nosokomialen Pneumonie mit insgesamt 737 Literaturstellen [62]. Die Empfehlungen des Nationalen Referenzzentrums für Krankenhaushygiene (NRZ) beruhen im wesentlichen auf diesen CDC-Guidelines, die, basierend auf der neueren Literatur, teilweise ergänzt und aktualisiert wurden. Empfehlungen, die den CDC-Guidelines entnommen sind oder sich aus diesen ableiten lassen, sind mit *CDC/HICPAC (Centers for Disease Control and Prevention and the Hospital Infection Control Practices Advisory Committee)* gekennzeichnet.

Der 1. Teil der NRZ-Empfehlungen beschreibt die Prävention der nosokomialen Pneumonie bei beatmeten

Patienten. Im folgenden 2. Teil werden Empfehlungen zur Prävention der postoperativen Pneumonie gegeben.

Um die Bedeutung der Empfehlungen für die klinische Praxis richtig einzuordnen und Rückschlüsse auf die Kosteneffektivität der Maßnahmen zu ermöglichen, wird der Evidenzgrad der Empfehlungen analog zur Einteilung der Centers for Disease Control and Prevention wie folgt eingruppiert:

IA: *Empfehlungen, die für alle Kliniken nachdrücklich empfohlen werden.*

Die Empfehlungen basieren auf aussagekräftigen Studien (klinisch oder experimentell).

IB: *Empfehlungen, die für alle Kliniken nachdrücklich empfohlen werden.*

Die Empfehlungen basieren auf Experten- oder Konsensusempfehlungen auf der Grundlage logischer Schlußfolgerungen mit deutlichem Hinweis auf Effektivität. Entsprechende Studien sind nicht notwendigerweise vorhanden.

II: *Empfehlungen, die für viele Kliniken empfehlenswert sind.*

Die Empfehlungen basieren auf klinischen oder epidemiologischen Studien mit Hinweis auf Effektivität, theoretischen Überlegungen oder maßgeblichen Studien, die nicht auf alle Krankenhäuser anwendbar sind.

III: *Keine Empfehlungen oder ungelöste Fragen.*

Empfehlungen

Auswahl des Trachealtubus

Üblicherweise wird ein Trachealtubus verwendet, der keine kontinuierliche subglottische Sekretabsaugung ermöglicht. Andererseits wird der Mikroaspiration von kontaminiertem subglottischen Sekret trotz Cuffs eine bedeutende Rolle in der Pathogenese der Beatmungspneumonie zugeschrieben [40, 54, 64]. In einer Studie konnte durch kontinuierliche subglottische Sekretabsaugung eine signifikante Reduktion der frühzeitig erworbenen Beatmungspneumonie durch gram-positive Kokken (Pneumokokken) und *Haemophilus influenzae* erzielt werden [67]. Dafür traten im weiteren Verlauf häufiger Beatmungspneumonien durch *Pseudomonas aeruginosa* und Enterobakterien auf und die Mortalität blieb von der Maßnahme unbeeinflusst. Obwohl die kontinuierliche subglottische Sekretabsaugung eine sinnvolle Präventionsmaßnahme sein kann, ist eine generelle Empfehlung aus der Literatur derzeit nicht ableitbar.

– *Die Verwendung eines Trachealtubus mit der Möglichkeit zu kontinuierlicher subglottischer Absaugung ist nicht obligat (Kategorie III).*

Orale, nasale Intubation, Tracheotomie

Bei der Intubation sollen eine Aspiration vermieden und die üblichen Hygienemaßnahmen beachtet werden. Diese umfassen (CDC/HICPAC, Kategorie I A):

- *Händedesinfektion vor Intubation.*
- *Tragen von Einmalhandschuhen (sterile Handschuhe sind nicht erforderlich).*
- *Steriles Anreichen des Trachealtubus.*
- *Abschließend erneute Händedesinfektion.*

Üblicherweise wird zunächst oral intubiert und erst bei länger dauernder Beatmung auf nasal umintubiert. Die Zeitdauer der nasalen Intubation korreliert mit der Ausbildung einer Sinusitis maxillaris [59]. Die am häufigsten aus dem Sinus maxillaris isolierten Erreger sind *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter* spp. und *Staphylococcus aureus*, was mit dem Erregerspektrum bei Beatmungspneumonie übereinstimmt, die im späteren Verlauf auftritt [15]. Bei oral intubierten, langzeitbeatmeten Patienten wurde in einer Studie eine Reduktion der Pneumonierate nachgewiesen, doch fehlt bisher eine Bestätigung dieser Ergebnisse [37, 62]. Die Verwendung von sterilen Einweghandschuhen zur Intubation und zum Absaugen ist nicht notwendig, da die unsteril gelieferten Einweghandschuhe keimarm sind und die von ihnen zu isolierenden Erreger keine Pneumonie verursachen.

- *Wenn klinische bzw. anästhesiologisch-intensivmedizinische Gründe nicht dagegen sprechen, sollte die orale Intubation bevorzugt werden, auch wenn der präventive Effekt dieser Maßnahme für die Beatmungspneumonie bisher nicht eindeutig nachgewiesen ist (Kategorie II).*

Bei Langzeitbeatmung ist es zur Vermeidung von lokalen Reizungen und Drucknekrosen üblich, eine Tracheostomie vorzunehmen.

- *Die Tracheostomie und das Auswechseln des Tracheotomietubus sollten unter aseptischen Bedingungen erfolgen (CDC/HICPAC, Kategorie I B).*

Beatmungsfilter

In einer kürzlich veröffentlichten Studie konnte bei künstlich beatmeten Patienten die Pneumonierate durch Verwendung von HME-Filtern signifikant gegenüber konventionell beatmeten Patienten gesenkt werden [43]. Die Anzahl der Beatmungspneumonien wurde in beiden Beatmungsgruppen jedoch nicht, wie üblich, auf die Beatmungsdauer bezogen (beatmungsabhängige Inzidenzdichte) und es fehlen Angaben zur Charakterisierung der endogenen Risikofaktoren in beiden Gruppen. Bisher gibt es keine Studien, die die Wirksamkeit von Beatmungsfiltern (Bakterienfilter, HME-Filter) zur Prävention der Beatmungspneumonie belegen [22, 39, 47, 60]. Auch kann

das Wechselintervall von Beatmungsschläuchen durch Anwendung von Beatmungsfiltern nicht verlängert werden [36, 45, 52]. Beatmungsfilter sind jedoch in unterschiedlichem Maße geeignet, die Beatmungsschläuche trocken zu halten und eine Kondenswasseraspiration zu verhindern. Der Aspiration von Kondenswasser wird eine bedeutende Rolle in der Pathogenese der Beatmungspneumonie zugesprochen, da im Kondenswasser hohe Erregerkonzentrationen gefunden werden [11].

- *Die Anwendung von Beatmungsfiltern (Bakterienfilter, HME-Filter) ist nicht erforderlich, wenn durch sorgfältiges und regelmäßiges Leeren der Schläuche und Wasserfallen eine Aspiration von Kondenswasser vermieden, oder durch beheizte Beatmungsschläuche die Bildung von Kondenswasser von vornherein verhindert wird (CDC/HICPAC, Kategorie III).*
- *Wenn Beatmungsfilter verwendet werden, sollen diese nicht im Inspirationsschenkel, sondern zwischen Y-Stück und Trachealtubus eingesetzt werden (CDC/HICPAC, Kategorie I B).*

Beatmungsschläuche

Häufig werden nicht beheizte Beatmungsschläuche verwendet. Beheizte Schläuche verhindern andererseits weitgehend die Bildung von Kondenswasser und können damit die Gefahr einer Kondenswasseraspiration vermindern. Bisher gibt es jedoch keine Studien, die zeigen, daß durch den Einsatz von beheizten Beatmungsschläuchen die Pneumonierate gesenkt werden kann.

- *Der Einsatz von beheizten Beatmungsschläuchen ist nicht obligat (Kategorie III). Es sollte jedoch auf regelmäßiges Leeren der Schläuche und Wasserfallen geachtet werden, um eine Kondenswasseraspiration zu vermeiden (CDC/HICPAC, Kategorie I B).*

Wechselintervall von Beatmungsschläuchen, Kaskadenbefeuchtern

Nachdem gezeigt werden konnte, daß das Risiko für eine Beatmungspneumonie bei täglichem Wechsel der Beatmungsschläuche und Kaskadenbefeuchter größer ist als bei zweitägigem Wechsel, wurde ein Wechselintervall von mindestens 48 Stunden empfohlen [12, 62]. Weitere Untersuchungen zeigen, daß die Pneumonierate nicht ansteigt, auch wenn die Beatmungsschläuche und Kaskadenbefeuchter erst nach 7 Tagen oder überhaupt nicht gewechselt werden [36, 45, 52]. Es wird daher ein Wechselintervall von 7 Tagen empfohlen [30, 47].

- *Eine Verlängerung des Wechselintervalls von Beatmungsschläuchen und Kaskadenbefeuchtern von 48 Stunden auf mindestens 7 Tage ist auch ohne den Einsatz von Beatmungsfiltern möglich (Kategorie I A).*

- Wird mit Beatmungsfiltern beatmet, so ist kein regelmäßiger Schlauchwechsel erforderlich (CDC/HICPAC, Kategorie I B).

Bett, Lagerung

Kinetische Betten mit automatischem Lagewechsel werden nicht routinemäßig eingesetzt. In zwei Studien wurde bei schwerstkranken und septischen bzw. polytraumatisierten Patienten ein positiver Effekt kinetischer Betten auf die Inzidenz von pulmonalen Komplikationen, inklusive tiefer Atemwegsinfektionen festgestellt [26, 31].

- Der routinemäßige Einsatz von kinetischen Betten ist nicht erforderlich, kann jedoch in Einzelfällen, insbesondere bei schwerstkranken und polytraumatisierten Patienten sinnvoll sein (CDC/HICPAC, Kategorie III).

Körperposition

Durch Oberkörperhochlagerung um 30–45° kann einer Aspiration von Mageninhalt vorgebeugt und damit eine Reduktion der Pneumonierate erzielt werden [44, 63, 65]. Die Signifikanz eines gastropulmonalen Refluxes für die Pathogenese der Beatmungspneumonie wird von anderen Autoren angezweifelt [4].

- Die Oberkörperhochlagerung um 30–45° ist zu empfehlen, wenn sie aus hämodynamischen Gründen toleriert werden kann. Der positive Effekt dieser Maßnahme auf die Pneumonierate ist aber nicht zweifelsfrei nachgewiesen (CDC/HICPAC, Kategorie I B).

Enterale vs. parenterale Ernährung

Bei enteraler Ernährung über eine Jejunostomie wurde in einer Studie eine niedrigere Sepsis- und Pneumonierate als bei totaler parenteraler Ernährung gefunden [56].

- Es sollten möglichst frühzeitig eine enterale Ernährung angestrebt und zentrale Venenkatheter entfernt werden (Kategorie II).

Plazierung der Magensonde

Üblicherweise wird die Ernährungssonde über die Nase bis in den Magen vorgeschoben. In einer Studie wurde versucht, das Risiko für einen gastropulmonalen Reflux und damit für eine Beatmungspneumonie durch eine ins Jejunum vorgeschobene Ernährungssonde zu reduzieren [55]. Insgesamt sind aber noch nicht ausreichend Daten vorhanden, um eine Plazierung der Ernährungssonde distal des Pylorus zu empfehlen [62].

- Ernährungssonden können im Magen plziert werden. Ob das Verschieben der Sonde distal des Pylorus die Wahrscheinlichkeit einer gastropulmonalen Aspiration bzw. Beatmungspneumonie vermindern kann, ist nicht bewiesen (CDC/HICPAC, Kategorie III).

Wegen der Gefahr einer Sinusitis maxillaris bei nasal eingeführter Ernährungssonde wird von einigen Autoren wegen guter Verträglichkeit der oropharyngeale Zugang bevorzugt [15].

- Ernährungssonden können über die Nase eingeführt werden. Ob der oropharyngeale Zugangsweg geeignet ist, Sinusitiden zu verhindern, ist nicht belegt (CDC/HICPAC, Kategorie III).

Enterale Ernährung

Die Aspiration von Mageninhalt muß möglichst vermieden werden:

- Regelmäßige Kontrolle der Lage der Ernährungssonde (bei intermittierender enteraler Ernährung, Kontrolle vor jeder Nahrungsgabe) (CDC/HICPAC, Kategorie I B).
- Regelmäßige Kontrolle der Darmgeräusche (bei intermittierender enteraler Ernährung, Kontrolle vor jeder Nahrungsgabe) (CDC/HICPAC, Kategorie I B).

Ob die intermittierende oder kontinuierliche enterale Ernährung vorzuziehen ist, ist bisher ungeklärt [62]. In einer kürzlich veröffentlichten Studie wurde kein Zusammenhang zwischen intermittierender oder kontinuierlicher enteraler Ernährung und der Pneumoniehäufigkeit sowie der Mortalität gefunden [3].

- Die enterale Ernährung über eine Ernährungssonde kann sowohl intermittierend als auch kontinuierlich erfolgen (CDC/HICPAC, Kategorie III).

Streßulkusprophylaxe

Eine Kolonisierung des Oropharynx mit Enterbacteriaceae aus dem Gastrointestinaltrakt wird bei beatmeten Patienten häufig gefunden [17, 57, 64]. Eine bakterielle Besiedelung des Magens kann sich als Folge der Gabe von H₂-Blockern oder Antazida besonders bei einem pH-Wert des Magensaftes über 4,0–5,0 leicht entwickeln [2, 17, 42]. Bei pH-Werten unter 3,4 bzw. unter Streßulkusprophylaxe mit Sucralfat fand sich in zwei Studien eine deutliche Reduktion der Inzidenz der Beatmungspneumonie [17, 42]. Die ätiologische Bedeutung der endogenen, gastropulmonalen Erregerübertragung wird in der Pathogenese der Beatmungspneumonie hingegen kontrovers diskutiert [15, 33, 62]. Die jüngste Metaanalyse zu diesem Thema ergab lediglich eine tendenzielle Reduktion der Pneumonierate unter Therapie mit Sucralfat, verglichen mit Patienten, die

mit H₂-Blockern oder Antazida behandelt wurden [9]. Umgekehrt fand sich ein Trend für eine Reduktion oberer gastrointestinaler Blutungen unter H₂-Blockern oder Antazida gegenüber Sucralfat. Allerdings gibt es Hinweise für einen bakteriostatischen Effekt von Sucralfat [8, 18, 19, 66]. Patienten die keine Streßulkusprophylaxe erhielten, hatten die niedrigste Pneumonierate, weshalb der zurückhaltende Einsatz diskutiert wird [10, 15].

- *Der Vorteil einer Streßulkusprophylaxe mit Sucralfat gegenüber H₂-Blockern oder Antazida ist nicht belegt (Kategorie III).*
- *Wenn möglich sollte auf eine Streßulkusprophylaxe ganz verzichtet werden (Kategorie II).*

Selektive Darm Dekontamination (SDD)

Eine Metaanalyse der SDD Trialists' Collaborative Group von 1995 ergab, daß die Inzidenz von Atemwegsinfektionen durch SDD in Subpopulationen um bis zu 50% reduziert werden kann [61]. Es wurde kein oder nur ein geringer Effekt der SDD auf die Mortalität festgestellt. Die meisten Studien hatten allerdings kein Doppelblinddesign. In verblindeten Studien mit invasiver Pneumoniediagnostik wurde die Pneumonierate nicht signifikant gesenkt [25, 27]. Zudem können Bakterien des Darmtrakts unter SDD Resistenzen entwickeln [20]. In den CDC-Guidelines zur Prävention der nosokomialen Pneumonie wird der Einsatz der SDD daher nicht empfohlen [62]. Hierzu diskrepant ergab die letzte Metaanalyse der Cochrane Collaboration eine signifikante Reduktion der Mortalität unter SDD mit einer Kombination aus topisch und systemisch applizierten Antibiotika [51]. Allerdings beruht dieser Effekt auf einer Studie, die bisher lediglich als Abstract publiziert wurde und einer weiteren unveröffentlichten Untersuchung [49, 51]. Die alleinige topische Antibiotikaaanwendung hatte hingegen keinen Einfluß auf die Sterblichkeit. Nach umfassender Prüfung der zur Verfügung stehenden Metaanalysen läßt sich aus der Literatur derzeit keine Empfehlung für SDD ableiten [5].

- *Der Einsatz der SDD kann nicht empfohlen werden (CDC/HICPAC, Kategorie III).*

Endotracheales Absaugen, Absaugsysteme

Daß ein geschlossenes einem konventionellen offenen, endotrachealen Absaugsystem überlegen ist, ist nicht bewiesen [62]. Als wichtige präventive Maßnahme sind beim Absaugen die üblichen Hygienemaßnahmen zu beachten (CDC/HICPAC, Kategorie I A):

- *Händedesinfektion vor dem Absaugen.*
- *Tragen von Einmalhandschuhen.*
- *Vermeidung einer Kontamination des Absaugkatheters vor dem Einführen in den Trachealtubus.*

- *Mehrfache Wiederholung des Absaugvorganges ist mit dem selben Katheter möglich. (Zur Entfernung von Sekret ausschließlich sterile Flüssigkeiten benützen).*
- *Abschließend sorgfältige Händedesinfektion.*

Bei Verwendung des offenen Systems:

- *Verwendung eines sterilen Einmalkatheters (CDC/HICPAC, Kategorie II).*
- *Das Absaugsystem soll nach Gebrauch mit frischem Leitungswasser (z. B. Wechsel des Leitungswasserreservoirs 1×pro Schicht) durchgespült werden (Kategorie I B). Um eine Umgebungscontamination durch das Ansatzstück des Absaugschlauchs zu vermeiden, sollte dieser in senkrechter Position aufgehängt werden.*
- *Täglich thermische Desinfektion des Absaugschlauchs und des Sekretauffangbehälters (Kategorie II).*
- *Wechsel des Absaugschlauchs und des Sekretauffangbehälters (außer im Bereich zur Kurzzeitversorgung von Patienten) zwischen Patienten (CDC/HICPAC, Kategorie I B).*

Inhalationsbehandlung

Zur Inhalationsbehandlung dürfen ausschließlich sterile Flüssigkeiten verwendet werden [62]. Medikamentenvernebler werden bei beatmeten Patienten in den Inspirationschenkel eingesetzt und können in dieser Position durch Kondensat kontaminiert werden. Das kontaminierte Aerosol kann dann direkt in den unteren Respirationstrakt gelangen [14]. Daher ist es wichtig, vor Inhalationstherapie das Kondenswasser aus den Beatmungsschläuchen zu entfernen:

- *Händedesinfektion vor dem Entleeren des Kondenswassers (CDC/HICPAC, Kategorie I A).*
- *Tragen von Einmalhandschuhen (CDC/HICPAC, Kategorie I A).*
- *Entleeren von Kondenswasser.*
- *Abschließend erneute Händedesinfektion (CDC/HICPAC, Kategorie I A).*
- *Händedesinfektion vor dem Einfüllen der Medikamente (CDC/HICPAC, Kategorie I A).*
- *Zur Inhalationstherapie sollten nur Medikamente aus Einzelampullen verwendet werden (Kategorie II).*
- *Nach Gebrauch der In-line-Medikamentenvernebler entweder thermische Desinfektion oder Ausspülen der Vernebler mit sterilem Wasser. Anschließend trockene Lagerung (CDC/HICPAC, Kategorie I B).*

Extubation

Zur Entfernung des Tubus ist es wichtig, Sekret oberhalb des Cuffs zu entfernen. Im einzelnen soll wie folgt vorgefahren werden [62]:

- *Händedesinfektion vor Entfernung des Trachealtubus (CDC/HICPAC, Kategorie I A).*
- *Tragen von Einmalhandschuhen (CDC/HICPAC, Kategorie I A).*
- *Absaugen von subglottischem Sekret (CDC/HICPAC, Kategorie I B).*
- *Extubation.*
- *Sorgfältige Händedesinfektion (CDC/HICPAC, Kategorie I A).*

Wiederaufbereitung von Beatmungszubehör

Zwischen den Patienten soll das Beatmungszubehör folgendermaßen wiederaufbereitet werden [62]:

- *Gründliche Reinigung aller Gegenstände vor Desinfektion bzw. Sterilisation (CDC/HICPAC, Kategorie I A).*
- *Desinfektion oder Sterilisation von Gegenständen, die direkt oder indirekt mit den Schleimhäuten des unteren Respirationstraktes in Kontakt kommen (Beatmungsschläuche, Y-Stück, Kaskaden, Beatmungsbeutel, Masken etc.) (CDC/HICPAC, Kategorie I B).*
- *Nach chemischer Desinfektion mit sterilem Wasser nachspülen (CDC/HICPAC, Kategorie I B).*

Thermische Desinfektionsverfahren sollen aber grundsätzlich bevorzugt werden, z. B.

- *Thermische Desinfektion bei 75 °C für 10 Minuten ist der chemischen Desinfektion vorzuziehen (Kategorie II).*

Händedesinfektion

Die sorgfältige Händedesinfektion ist die wichtigste Präventivmaßnahme zur Verhütung der Beatmungspneumonie.

- *Eine Händedesinfektion soll durchgeführt werden vor und nach jedem Kontakt mit Trachealtubus, Tracheostoma oder Beatmungszubehör (CDC/HICPAC Kategorie I A).*
- *Eine Händedesinfektion soll außerdem durchgeführt werden nach jedem Kontakt mit Schleimhäuten, respi-*

ratorischem Sekret oder Gegenständen, die mit respiratorischem Sekret kontaminiert sind (CDC/HICPAC, Kategorie I A).

Infektionserfassung (Surveillance) und Schulung

Durch kontinuierliche Infektionserfassung läßt sich in Verbindung mit regelmäßiger Personalschulung die Zahl der nosokomialen Infektionen vermindern [34, 62]. Bei der Infektionserfassung soll die Anzahl der Beatmungspneumonien auf die Zahl der Beatmungstage bei allen beatmeten Patienten bezogen werden (Zahl der Beatmungspneumonien pro 1000 Beatmungstage). Diese sogenannte beatmungsabhängige Inzidenzdichte trägt dem Umstand Rechnung, daß die künstliche Beatmung der wichtigste Risikofaktor für die Entstehung einer nosokomialen Pneumonie ist. Endogene Risikofaktoren bleiben allerdings unberücksichtigt [58, 62]. Aus diesem Grund können Infektionsstatistiken aus verschiedenen Krankenhäusern nicht unmittelbar miteinander verglichen werden. Sofern allerdings eine wesentlich über dem Durchschnitt liegende Inzidenzdichte nicht durch besondere prädisponierende Faktoren der Patientengruppen erklärt werden kann, ist sie ein wichtiger Anhaltspunkt für die Qualitätssicherung und sollte zu einer genaueren Untersuchung relevanter Arbeitsabläufe führen. Durch Surveillance dürfen andere wichtige Hygieneaufgaben nicht vernachlässigt werden. Zu empfehlen ist daher folgendes Vorgehen:

- *Infektionserfassung von Beatmungspneumonien (CDC/HICPAC, Kategorie I A).*
- *Die Anzahl der Beatmungspneumonien soll auf 1000 Beatmungstage aller beatmeten Patienten bezogen werden (beatmungsabhängige Inzidenzdichte) (CDC/HICPAC, Kategorie I A).*
- *Schulung des Personals hinsichtlich nosokomialer bakterieller Pneumonien und der Infektionskontrollmaßnahmen zu deren Prävention (CDC/HICPAC, Kategorie I A).*

Diese Maßnahmen sind vor allem dann erforderlich, wenn Hinweise vorliegen, daß bei beatmeten Patienten vermehrt Pneumonien auftreten.

Literatur

1. American Thoracic Society (1995) Hospital-acquired pneumonia in adults: diagnosis, assessment of severity, initial antimicrobial therapy, and preventative strategies. *Am J Respir Crit Care Med* 153: 1711–1725
2. Bergmans D, Bonten M, Gaillard C, van Tiel F, van der Geest S, Stobberingh E (1994) In vitro antibacterial activity of sucralfate. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 13: 615–620
3. Bonten MJM, Gaillard CA, van der Hulst R, de Leeuw PW, van der Geest S, Stobberingh EE, Soeters PB (1996) Intermittent enteral feeding: the influence on respiratory and digestive tract colonization in mechanically ventilated intensive-care-unit patients. *Am J Respir Crit Care Med* 154: 394–399
4. Bonten MJM, Gaillard CA, de Leeuw PW, Stobberingh EE (1997) Role of colonization of the upper intestinal tract in the pathogenesis of ventilator-associated pneumonia. *Clin Infect Dis* 24: 309–319
5. Brockmann S, Daschner F (1997) Persönliche Mitteilung: Beurteilung der Metaanalysen zur 'Selektive Darm Dekontamination' (SDD) Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene der Universitätsklinik Freiburg

6. Bryan CS, Reynolds KL (1984) Bacteremic nosocomial pneumonia. *Am Rev Respir Dis* 129: 668–671
7. Celis R, Torres A, Gatell JM, Almena M, Rodriguez-Roisin R, Augusti-Vidal A (1988) Nosocomial pneumonia: a multivariate analysis of risk and prognosis. *Chest* 93: 318–324
8. Cook DJ, Laine LA, Guyatt GH, Raffin TA (1991) Nosocomial pneumonia and the role of gastric pH: a meta-analysis. *Chest* 100: 7–13
9. Cook DJ, Reeve BK, Guyatt GH, Heyland DK, Griffith LE, Buckingham L, Tryba M (1996) Stress ulcer prophylaxis in critically ill patients: Resolving discordant metaanalyses. *JAMA* 275 (4): 308–314
10. Cook D (1997) Prevention of stress ulcers and ventilator-associated pneumonia: examining the evidence. *Sem Respir Crit Care Med* 18: 91–95
11. Craven DE, Goularte TA, Make BJ (1984) Contaminated condensate in mechanical ventilator circuits. *Am Rev Respir Dis* 129: 625–628
12. Craven DE, Kunches LM, Kilinsky V, Lichtenberg DA, Make BJ, McCabe WR (1986) Risk factors for pneumonia and fatality in patients receiving continuous mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis* 133: 792–796
13. Craven DE, Driks MR (1987) Pneumonia in the intubated patient. *Semin Respir Infect* 2: 20–33
14. Craven DE, Steger KA (1995) Epidemiology of nosocomial pneumonia: New concepts on an old disease. *Chest* 108: 1S–16S
15. Craven DE, Steger KA, Flemming CA (1997) Preventing hospital-acquired pneumonia: current concepts and strategies. *Sem Respir Crit Care Med* 18: 185–200
16. Cunliffe KM, Weber DJ, Broadhead E, Hanson LC, Pieper CF, Rutala WA (1996) Risk factors for nosocomial pneumonia: comparing adult critical-care populations. *Am J Respir Crit Care Med* 153: 158–162
17. Daschner F, Reuschenbach K, Pfisterer J, Kappstein I, Vogel W, Krieg N, Just H (1987) Der Einfluß von Streßulkusprophylaxe auf die Häufigkeit einer Beatmungspneumonie. *Anaesthesist* 36: 9–18
18. Daschner F, Kappstein I, Engels I (1987) Antibakterielle Aktivität von Sucralfat in künstlichem Magensaft. *Intensivmed* 24: 163–166
19. Daschner F, Kappstein I, Engels I, Reuschenbach K, Pfisterer J, Krieg N, Vogel W (1988) Stress ulcer prophylaxis and ventilation pneumonia: Prevention by antibacterial cytoprotective agents? *Infect Control Hosp Epidemiol* 9: 59–65
20. Daschner F (1992) Emergence of resistance during selective decontamination of the digestive tract. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 11: 1–3
21. Donowitz LG, Wenzel RP, Hoyt JW (1982) High risk of hospital-acquired infection in the ICU patient. *Crit Care Med* 10: 355–357
22. Dreyfuss D, Djedaini K, Gros I, Mier L, Le Bourdelles G, Cohen Y, Estagnasie P, Coste F, Boussoygant Y (1995) Mechanical ventilation with heat humidifiers or heat and moisture exchangers: effect on patients colonization and incidence of nosocomial pneumonia. *Am J Respir Care Med* 151: 986–992
23. Emori TG, Gaynes RP (1993) An overview of nosocomial infections, including the role of the microbiology laboratory. *Clin Microbiol Rev* 6: 428–442
24. Fagon JY, Chastre J, Hance A, Montravers P, Novara A, Gibert C (1993) Nosocomial pneumonia in ventilated patients: a cohort study evaluating attributable mortality and hospital stay. *A J Med* 94: 281–288
25. Ferrer M, Torres A, Gonzalez J, Puig de la Bellacasa J, El-Ebiary M, Roca M, Gatell JM, Rodriguez-Roisin R (1994) Utility of selective digestive decontamination in mechanically ventilated patients. *Ann Intern Med* 120: 389–395
26. Fink MP, Helmsmoortel CM, Stein KL, Lee PC, Cohn SM (1990) The efficacy of an oscillating bed in the prevention of lower respiratory tract infection in critically ill victims of blunt trauma: A prospective study. *Chest* 97: 132–137
27. Gastinne H, Wolff M, Delatour F, Faurisson F, Chevret S (1992) A controlled trial in intensive care units of selective decontamination of the digestive tract with nonabsorbable antibiotics. *N Engl J Med* 326: 594–599
28. Gastmeier P, Kampf G, Wischniewski N, Hauer T, Schulgen G, Schumacher M, Daschner F, Rüden H (In Druck) Prevalence of nosocomial infections in representatively selected German hospitals. *J Hosp Infect*
29. Gastmeier P, Rüden H (1997) Persönliche Mitteilung: Erste Ergebnisse eines Pilotprojekts zur Krankenhausinfektions-Surveillance in Deutschland. Institut für Hygiene der Freien Universität Berlin und Robert Koch Institut (RKI) Berlin
30. Gastmeier P, Wendt C, Rüden H (Im Druck) Beatmungssystemwechsel in der Intensivtherapie: Einmal täglich oder einmal wöchentlich? *Anaesthesist*
31. Gentilello L, Thompson DA, Tonneson AS, Hernandez D, Kapadia AS, Allen SJ, Houtchens BA, Miner ME (1988) Effect of a rotating bed on the incidence of pulmonary complications in critically ill patients. *Crit Care Med* 16: 783–786
32. Gross JS, Neufeld RR, Libow LS, Gerber I, Rodstein M (1988) Autopsy study of the elderly institutionalized patient. *Arch Intern Med* 148: 173–176
33. Gudmundsson G, Hornick DB (1997) Pathophysiology of hospital-acquired pneumonia. *Sem Respir Crit Care Med* 18: 99–110
34. Haley RW (eds) (1986) Managing Hospital Infection Control for Cost-Effectiveness. A Strategy for Reducing Infectious Complications. *AHA, Chicago*, pp 1–91
35. Hanson LC, Weber DJ, Rutala WA, Samsa GP (1992) Risk factors for nosocomial pneumonia in the elderly. *Am J Med* 92: 161–166
36. Hess D, Burns E, Romagnoli D, Kacmarek RM (1995) Weekly ventilator circuit changes. *Anesthesiology* 82: 903–911
37. Holzapfel L, Chevert S, Madinier G, Ohen F, Demingon G, Couprie A, Chandet M (1993) Influence of long-term oro- or nasotracheal intubation on nosocomial maxillary sinusitis and pneumonia: Results of a prospective randomized clinical trial. *Crit Care Med* 21: 1132–1138
38. Horan TC, White JW, Jarvis WR, Emori TG, Culver DH, Munn VP, Thornsberry C, Olson DR, Hughes JM (1986) Nosocomial surveillance, 1984. *MMWR* 35 (1ss): 17ss–29ss
39. Hübner J, Habel H, Rauber G, Kappstein I, Just H, Daschner F (1987) Klinische und experimentelle Untersuchung zum Einfluß der „künstlichen Nasen“ (Siemens Servo 150) und konventioneller Atemgasbefeuchtung auf die Häufigkeit der Beatmungspneumonie. *Intensivmed* 24: 386–389
40. Johanson WGJ, Pierce AK, Sanford J, Thomas GD (1972) Nosocomial respiratory infections with gram-negative bacilli: the significance of colonization of the respiratory tract. *Ann Intern Med* 77: 701–706
41. Kappstein I, Schulgen G, Richtmann R, Farthmann E, Schlosser V, Geiger K, Just H, Schumacher M, Daschner F (1991) Prospektive Untersuchung zur Verlängerung der Krankenhausverweildauer durch nosokomiale Pneumonie und Wundinfektion in einem Universitätsklinikum. *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 116: 281–287
42. Kappstein I, Schulgen G, Friedrich T, Hellinger P, Benzing A, Geiger K, Daschner F (1991) Incidence of pneumonia in mechanically ventilated patients treated with sucralfate or cimetidine as prophylaxis for stress bleeding: bacterial colonization of the stomach. *Am J Med* 91 (Suppl 2A): 125S–131S

43. Kirton O, De Haven B, Morgan J, Morejon O, Civetta J (1997) Rates of nosocomial pneumonia associated with HME/bacterial filter and heated wire humidifiers: a prospective, randomised trial. *Intensive Care* 6: 12
44. Kollef MH (1993) Ventilator-associated pneumonia: a multivariate analysis. *JAMA* 270: 1965–1970
45. Kollef MH, Shapiro SD, Fraser VJ, Silver P, Murphy DM, Trovillion E, Hearn ML, Richards RD, Cracchiolo L, Hossin L (1995) Mechanical ventilation with or without 7-day circuit changes. *Ann Intern Med* 123: 168–174
46. Konrad F, Wiedeck H, Kilian J, Deller A (1991) Risikofaktoren nosokomialer Pneumonien bei Intensivpatienten. *Anästhesist* 40: 483–490
47. Lacour M, Scherrer M, Dettenkofer M, Daschner F (1997) Filter bei Beatmungstherapie und Inhalationsnarkose? 1. Hygienische und ökonomische Gesichtspunkte bei der Verwendung von Bakterienfiltern. *Intensivmed* 34: 153–158
48. Langer M, Mosconi P, Cigada M, Mandelli M (1989) Long term respiratory support and risk of pneumonia in critically ill patients. *Am Rev Respir Dis* 140: 302–305
49. Lenhart FP, Unertl K, Neeser G, Ruckdeschel G, Eckart J, Peter K (1994) Selective Decontamination (SDD) and Sucralfate for prevention of acquired infections in intensive care. [Abstract] *Wien [K10 ICAAC]*.
50. Leu HS, Kaiser DL, Mori M, Woolson RF, Wenzel RP (1989) Hospital-acquired pneumonia. Attributable mortality and morbidity. *Am J Epidemiol* 129: 1258–1267
51. Liberati A, Dàmico R, Pifferi S, Leonetti C, Torri V, Brazzi L, Tinazzi A (1997) Antibiotic prophylaxis in adult patients treated in Intensive Care Units. *The Cochrane Library* 3: 1–16
52. Long MN, Wickstrom G, Grimes A, Beneton CF, Belcher B, Stamm AM (1996) Prospective randomized study of ventilator-associated pneumonia in patients with one versus three ventilator circuit changes per week. *Infect Control Hosp Epidemiol* 17: 14–19
53. Louie M, Dyck B, Parker S, Sekla L, Nocolle LE (1991) Nosocomial pneumonia in a Canadian tertiary care center: a prospective surveillance. *Infect Control Hosp Epidemiol* 12: 356–363
54. Mahul PH, Auboyer C, Jospe R et al. (1992) Prevention of nosocomial pneumonia in intubated patients: Respective role of mechanical subglottic secretion drainage and stress ulcer prophylaxis. *Intensive Care Med* 18: 20–25
55. Montecalvo MA, Korsberg TZ, Farber HW et al. (1992) Nosocomial pneumonia and nutritional status of critical care patients randomized to gastric versus jejunal tube feedings. *Crit Care Med* 20: 1377–1387
56. Moore FA, Moore EE, Jones TN, McCroskey BL, Peterson VM (1989) TPN versus TPN following major abdominal trauma: reduced septic mortality. *J Trauma* 29: 916–923
57. du Moulin GC, Paterson DG, Hedley-Whyte J, Lisbon A (1982) Aspiration of gastric bacteria in antacid-treated patients: a frequent cause of postoperative colonisation of the airway. *Lancet* 1: 242–245
58. National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) (1996) Report, Data Summary from October 1986–April 1996, Issued May 1996. *Am J Infect Control* 24: 380–388
59. Rouby J, Laurent P, Gosnach M et al. (1994) Risk factors and clinical relevance of nosocomial maxillary sinusitis in the critically ill. *Am J Respir Crit Care Med* 150: 776–783
60. Roustan JP, Kienlen J, Aubas P, Aubas S, du Cailar J (1992) Comparison of hydrophobic heat and moisture exchangers with heated humidifier during prolonged mechanical ventilation. *Intensive Care Med* 18: 97–100
61. SDD Trialists' Collaborative Group. Meta-analysis of randomized controlled trials of selective decontamination of the digestive tract. *BMJ* 307: 525–532
62. Tablan OC, Anderson LJ, Arden NH, Breiman RF, Butler JC, McNeil MM (1994) and The Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. Guideline for prevention of nosocomial pneumonia. Part I. Issues on prevention of nosocomial pneumonia. *Infect Control* 15: 588–627
63. Torres A, Serra-Batlles, Ros E et al. (1992) Pulmonary aspiration of gastric contents in patients receiving mechanical ventilation: the effect of body position. *Ann Intern Med* 116: 540–543
64. Torres A, El-Ebiary M, González J et al. (1993) Gastric and pharyngeal flora in nosocomial pneumonia acquired during mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis* 148: 352–357
65. Treloar DM, Stechmiller J (1984) Pulmonary aspiration in tube-fed patients with artificial airways. *Heart and Lung* 667–671
66. Tryba M (1991) The gastropulmonary route of infection: Fact or fiction? *Am J Med* 91 (Suppl 2A): 135–145
67. Vallés J, Artigas A, Rello J, Bonsoms N, Fontanals D, Blanch L, Fernández R, Baigorri F (1995) Continuous aspiration of subglottic secretions in preventing ventilator-associated pneumonia. *Ann Intern Med* 122: 179–186