

Hygiene in der Intensivpflege – Sinnvolle und nicht sinnvolle Präventionsmaßnahmen von Pneumonien

(Franz Sitzmann, Gemeinschaftskrankenhaus Herdecke und Gemeinschaftskrankenhaus Havelhöhe Berlin)

Die Serie „Hygiene in der Intensivpflege“ wurde in Heft .../2000 mit Präventionsmaßnahmen von katheterassozierten Harnwegsinfektionen begonnen. Sie wird mit weiteren hygienebezogenen Empfehlungen fortgesetzt und neben den von der RKI-Kommission empfohlenen Maßnahmen um die weltweit am meisten verbreiteten Empfehlungen der Centers for Disease Control and Prevention (CDC, USA) ergänzt (13).

Diese nun vom RKI herausgegebenen Hygieneempfehlungen gewinnen an Praktikabilität, ihre Wissenschaftlichkeit wird durch Literaturangaben beweiskräftiger. Gegenüber den bisher in Deutschland durch das ehemalige Bundesgesundheitsamt und Fachgesellschaften empfohlenen „Richtlinien“ stellen sie eine wesentliche Verbesserung dar. Die Einstufung berücksichtigt ebenso ökonomische Auswirkungen und entsprechende gesetzliche Vorgaben. Zu den seit Anfang 2000 durch das Robert-Koch-Institut (RKI) genutzten Kategorien und ihren Definitionen (11) wird auf Folge 1 verwiesen, die Einteilung erfolgt nach Kategorien IA, IB, II, III und IV.

1. Einführung. Pneumonien zählen sowohl in den USA als auch in Europa zu den zweithäufigsten aller nosokomialen Infektionen, in der Intensivpflege stehen sie an der Spitze aller nosokomialen Infektionen. Die maschinelle Beatmung ist der wichtigste Risikofaktor für die Entstehung einer nosokomialen Pneumonie, sie beeinflusst entscheidend die Morbidität, Verweildauer und Mortalität der Patienten sowie die Kosten. Nach Aussage von Fachleuten (4) wurden in den letzten Jahren in der Prävention und Therapie ventilatorassoziierter Pneumonien keine entscheidenden Fortschritte erreicht. Zumindest wurden jedoch in den letzten Jahren, angestoßen durch Empfehlungen des Centers for Disease Control (CDC), durch Hygieniker in Deutschland (z.B. 1, 13) einige traditionelle Präventionsmaßnahmen („alte Zöpfe“) auf ihre Wirksamkeit untersucht und teilweise grundlegend verändert. Es sind neben hygienischen Maßnahmen bei postoperativer Beatmungstherapie schwerpunktmäßig präventive Bemühungen in der präoperativen Vorbereitung des Patienten und die Beeinflussung endogener Risikofaktoren sowohl in der präoperativen als auch der postoperativen Phase.

2. Funktionen der Atemwege. Obwohl Inhalation von Mikroorganismen und Aspiration von oropharyngealen Material auch bei Gesunden häufig sind, sind die Atemwege distal des Larynx normalerweise steril oder weisen wegen verschiedener Schutzfunktionen eine nur spärliche Mikroflora auf. Während wir mit unserer Atemluft Millionen schwebender Partikel einatmen, darunter auch überwiegend harmlose Mikroorganismen, enthält die Luft im Krankenhaus eine Vielzahl pathogener Mikroorganismen. Dazu kommen durch die Krankheit bedingte zusätzliche Gefährdungen des Menschen. Hier sind physiologische Schutzfunktionen unseres Körpers von Bedeutung. Sie spielen eine lebenswichtige Rolle bei der Abwehr einer Infektion sowohl der oberen als auch der unteren Atemwege (Tabelle 1) und sind immer der wirkungsvollste Schutz. Durch pflegerische Maßnahmen sind sie zu unterstützen (15).

Tabelle 1. Funktionen der Atemwege: Reinigung, Erwärmung und Befeuchtung (14)

Funktionen der verschiedenen Organe der Atmung		
Organe	Aufgaben	Einige Negativeinwirkungen in Klinik

Nase und Nasenhöhle mit leistungsfähigen Schleimdrüsen	<ul style="list-style-type: none"> - Befeuchtung der Atemluft - Erwärmung der Atemluft - Reinigung der Atemluft - Geruchswahrnehmung - Komponente des Geschmackssinns 	<ul style="list-style-type: none"> - Inspirationsluft enthält kleinere Partikel, Staub und Bakterien - Mundatmung fördert Erkrankungen der Atmungsorgane - mangelnde Erwärmung und Befeuchtung, z.B. bei O₂-Therapie - Intubation reduziert Befeuchtung und Erwärmung - Nasensonde zur Sauerstoff-Insufflation oder als Magensonde
Nasennebenhöhlen	<ul style="list-style-type: none"> - Erwärmung der Atemluft - Funktion als Resonanzorgan 	<ul style="list-style-type: none"> - Infektion bei Langzeitintubation mit Sepsisgefahr
Rachen	<ul style="list-style-type: none"> - Mündung der Ohrtrumpete als Ort des Druckausgleiches zum Mittelohr - mit lymphatischem Gewebe zur Bakterienabwehr 	<ul style="list-style-type: none"> Entzündungen des Halsraumes greifen evtl. zum Mittelohr über
Kehlkopf mit der Funktion des Hustenreflexes	<ul style="list-style-type: none"> - Stimmbildner - Pforte der Atemluft (Verschluß bei der Bauchpresse) - Schutzfunktion für untere Atemwege durch Hustenreflex 	<ul style="list-style-type: none"> - Medikamentöse Sedierung des Hustenreflexes - fehlende Funktion bei Intubation - 'Stille Aspiration' aufgrund fehlender Sensibilität/ Wahrnehmungsstörungen im Bereich des Kehlkopfeinganges - verzögerter Schluckakt bei sehr alten Menschen
Luftröhre mit respiratorischem Epithel (Flimmerzellen)	<ul style="list-style-type: none"> - Weitere Erwärmung und Befeuchtung der Atemluft - durch rhythmische Zilienbewegungen des respiratorischen Epithels wird Schleim mundwärts zum Kehlkopfdeckel befördert und verschluckt 	<ul style="list-style-type: none"> - Einziger natürlicher Feind der Zilien ist die Austrocknung - Schädigung der Trachealwand durch Intubation (Cuffdruck) - Schädigung bei Rauchern: Fremdpartikel können nur noch ausgehustet werden; diese Funktion ist postoperativ reduziert
Bronchialbaum	<ul style="list-style-type: none"> Bei Eintritt in die Alveolen hat Atemluft Körpertemperatur angenommen und ist vollständig mit Wasserdampf gesättigt 	<ul style="list-style-type: none"> Trockene und kalte Beatmungsluft schädigt das respiratorische Epithel
Lungen	<ul style="list-style-type: none"> Gasaustausch unter der Voraussetzung von oberflächenaktiven Substanzen (Surfactants) 	<ul style="list-style-type: none"> - Parenchymveränderungen: z.B. bei der Pneumonie - Surfactantfunktionsstörung: z.B. durch Aspiration von Sekreten

		<ul style="list-style-type: none"> - Volumenverminderung: z.B. bei Pneumothorax, schmerzbedingter Schonatmung - Immobilität (Bettruhe) mit reduzierter Atemtiefe (Atelektasengefahr) - Operative Eingriffe z.B. im Bauchraum, die zu einer Behinderung der Zwerchfellatmung führen und eine Atelektasenbildung fördern
--	--	---

Die Reinigung erfolgt durch die Nasenhaare sowie den Schleimüberzug der Mukosa in den Nasengängen und des Tracheobronchialraumes. Diese halten die Partikel zurück. Durch den verzweigten Aufbau der Nasenhöhle kommt es zu einer turbulenten Gasströmung, die den Kontakt zwischen Atemluft und Schleimhaut intensiviert. Der Kontakt mit zahlreichen dünnwandigen Blutgefäßen der Nasenhöhle erwärmt die Luft, bei Eintritt in die Alveolen hat sie die Körpertemperatur von 37°C erreicht und ist vollständig mit Wasserdampf gesättigt.

Der Rachen ist reich an lymphatischem Gewebe zur Bakterienabwehr ausgerüstet. Die Glottis schließt sich reflektorisch, falls Material aspiriert wird; was immer davon die Trachea und großen Bronchien erreicht, führt gewöhnlich zu Husten, der das Material aus dem Tracheobronchialbaum ausstößt. Das Atemgas wird durch Drüsensekret angefeuchtet, normalerweise gewährleistet die Produktion von 100 ml Bronchialsekret pro Tag in Zusammenarbeit mit der Ziliartätigkeit das Reinhalten der Bronchialschleimhaut. Vom Larynx bis zu den terminalen Bronchiolen sind die Atemwege weiter geschützt durch die Auskleidung mit schleimbedeckten Flimmerepithel (Zilien), das niedergeschlagene inhalierte Partikel von den kleinen zu den großen Atemwegen befördert, wo es durch Exspektion oder Schlucken eliminiert wird. Der Schleimtransport sorgt also dafür, dass Fremdpartikel und Bakterien aus dem Atemtrakt entfernt werden.

Einen anderen Abwehrmechanismus stellen die Immunglobuline (Ig) dar. IgA, das in hohen Konzentrationen in den oberen Atemwegen vorkommt, schützt gegen virale Infekte. IgG im Serum und in den tiefen Atemwegen agglutiniert und begünstigt die Elimination durch Phagozytose. Die Alveolen enthalten auch Makrophagen. Ihre Aufgabe ist es, in die Lungen gelangte Staub- und Schmutzpartikel zu phagozytieren und abzubauen. Darüberhinaus sind sie aber auch an der Abwehr beteiligt, in dem sie Viren und Bakterien nach Phagozytose abbauen. Das die Alveolen auskleidende Material (Pneumozyten Typ II - oberflächenaktive Substanz - oder Surfactants) begünstigt die Phagozytose. Schließlich stehen zur Abwehr von Infekten aus dem zirkulierenden Blut Neutrophile, die Erreger aufnehmen und abtöten, und Lymphozyten, Funktionsträger der humoralen und zellulären Immunität, zur Verfügung (16).

Mikrobielle Normalflora. Wie in anderen Bereichen des Körpers kommt auch im oberen Respirationstrakt und im Oropharynx physiologisch eine Vielzahl von Mikroorganismen vor, ohne Schaden anzurichten. Zu den einzelnen Keimarten wird auf die Literatur verwiesen (14). In ihrer Zusammensetzung ist die Normalflora von Individuum zu Individuum ähnlich. Sie besiedelt Nase, Mund, Rachen und Zähne und ist in normalen Lebensphasen an das Leben dort gut angepasst. Nur wenn die Abwehrlage eines Menschen geschwächt ist, bereiten die dort ansässigen Kleinstlebewesen Probleme.

Die Schleimhaut des *Munds* und *Rachens* ist von einer dichten Flora anaerober und aerober Bakterien besiedelt: Man schätzt, daß 1ml Speichel ca. 10^8 Bakterien enthält. Im Rachen finden sich die gleichen Bakterien wie in der Mundflora mit einigen zusätzlichen Arten. Bei einer oralen Fehlbesiedlung erfolgt eine Verschiebung des Keimspektrums zugunsten einzelner Keime, sie ist z.B. bei Karies und Gingivitis zu beobachten. Die *vordere*

Nasenhöhle trägt bis zu 1 cm Tiefe die gleiche Bakterienbesiedlung wie die äußere Haut. Häufig zeigt diese Region eine pathologische Kolonisation durch *Staphylococcus aureus*, er siedelt hier besonders gern, insbesondere bei Menschen im Krankenhaus. In den letzten Jahren handelt es sich gehäuft um methicillinresistente Arten (MRSA).

Der *Respirationstrakt unterhalb des Kehlkopfs* ist normalerweise aufgrund der Wirkung des Ziliarepithelschlags und der Schleimschicht des Respirationsepithels steril. Auch die *Nebenhöhlen und das Innenohr* sind beim Gesunden nicht von Bakterien besiedelt.

3. Bedeutung und Definition nosokomialer Pneumonien

Bei der Pneumonie muss zwischen ambulant erworbener und nosokomialer (aus dem Griechischen: nosokomeion = Krankenhaus) unterschieden werden. Bei der ambulant erworbenen Pneumonie sind die häufigsten Erreger *Streptococcus pneumoniae* (Pneumokokken), *Haemophilus influenzae*, Mykoplasmen und Chlamydien. Nosokomiale Pneumonien werden neben den vorstehend genannten Keimen oft auch durch gramnegative Keime, also *Klebsiella pneumoniae*, *E. coli* und *Proteus* bedingt. Die Pneumonie gehört mit der Harnwegsinfektion und der postoperativen Infektion im Operationsgebiet zu den 3 häufigsten nosokomialen Infektionen. Allgemein zählt die Pneumonie zur häufigsten, durch Infektionskrankheiten bedingten Todesursache in den Industrieländern.

Sie ist dann als nosokomial zu bezeichnen, wenn sie im Krankenhaus erworben wurde, d.h. die Pneumonie ist zum Zeitpunkt der Aufnahme weder vorhanden noch in Inkubation (Tab. 2).

Tab. 2. Definition einer Pneumonie (CDC, ausgenommen bei Kindern jünger als 12 Monaten) (12, 13)

Eine Pneumonie muß eines der folgenden Kriterien erfüllen	Oder:
Rasselgeräusche bei der Auskultation oder Dämpfung bei Perkussion während der Untersuchung des Thorax <i>und</i> eines der folgenden Anzeichen: <ul style="list-style-type: none"> - Neues Auftreten von eitrigem Sputum oder Veränderung der Charakteristika (z.B. Aussehen, Konsistenz, Geruch) des Sputums. - Mikroorganismus aus Blutkultur isoliert. - Krankheitserreger aus bronchoalveolärer Lavage, Bronchialabstrich (geschützte Bürste), transtrachealem Aspirat oder Biopsieprobe isoliert. 	Die Röntgenuntersuchung des Thorax zeigt neues oder progressives Infiltrat, Verdichtung, Kavitation oder pleuralen Erguß <i>und</i> eines der folgenden Anzeichen: <ul style="list-style-type: none"> - Neues Auftreten von eitrigem Sputum oder Veränderung der Charakteristika des Sputums. - Mikroorganismus aus Blutkultur isoliert. - Krankheitserreger aus bronchoalveolärer Lavage, Bronchialabstrich, transtrachealem Aspirat oder Biopsieprobe isoliert. - Isolierung eines Virus oder Ermittlung von viralem Antigen in Atemwegssekreten - Diagnostischer Einzelantikörpertiter (IgM) oder vierfacher Titeranstieg (IgG) für den betreffenden Krankheitserreger in wiederholten Serumproben - Histopathologischer Nachweis einer Pneumonie.

In der Klinik erfolgt die Infektion der Lunge meist dadurch, dass

- die Erreger aus der Normalflora des oberen Respirationstrakts nach dorthin aspiriert werden. Diese Aspiration auch kleinster Volumina (Mikroaspiration) von Sekret oder Magensaft mit hohen Keimzahlen potentiell pathogener Erreger hat die größte Bedeutung.
- inhaliertes, bakterienhaltiges Aerosol in den tiefen Respirationstrakt gelangt, oder
- auf einem seltenen Infektionsweg, Mikroorganismen über das Blut von Infektionsherden

(z.B. Katheterseptikämien) oder sogar aus dem Darm in die Lungen gelangen, man spricht hier von einer *bakteriellen Translokation*.

Irritationen der oberen Atemwege (z.B. bei Intubation) können auch umgekehrt zu einer bakteriellen Translokation aus den Atemwegen ins Blut führen.

4. Risikofaktoren nosokomialer Pneumonien

Besonders sind Patienten von einer nosokomialen Pneumonie bedroht, bei denen folgende Risikofaktoren vorliegen:

- Alter unter einem oder über 65 Jahre,
- Es bestehen Grundkrankheiten, die zu einer reduzierten Immunabwehr und/oder des Bewußtseins führen (Koma, Diabetes, Adipositas, Tumorleiden),
- Vorerkrankungen der Atemwege liegen vor.
- Operative Eingriffe an Thorax und Abdomen wurden durchgeführt und
- insbesondere bei notwendiger maschineller Beatmung (18).

Es ist die eingeschränkte primäre Abwehr dieser Menschen, die eine Besiedelung des Mund-Rachenraumes mit pathogenen Keimen anstelle der physiologischen Flora begünstigt.

5. Vorbeugende Maßnahmen

5.1 Basismaßnahmen. In amerikanischen Untersuchungen (u.a. 5) wurde der besondere Wert hygienischer Basismaßnahmen zur Verhütung von NKI herausgestellt. Um bis zu 30% konnte konsequente Händehygiene, die korrekte Desinfektion von Materialien usw. nosokomiale Infektionen reduzieren.

Keimarme Schutzhandschuhe zu tragen vor dem Kontakt mit Schleimhäuten, respiratorischem Sekret oder Gegenständen, die mit sekretorischem Sekret kontaminiert sind, stellen im Sinne des hygienischen Distanzierungsprinzipes eine wichtige Schutzmaßnahme dar (Kat. IV). Berücksichtigt werden muß jedoch, dass Handschuhe ein Gefühl falscher Sicherheit erzeugen können, denn ein Unterlassen des Handschuhwechsels unmittelbar nach Patientenkontakt oder zwischen verschiedenen Tätigkeiten bei einem Patienten können zu Kreuzübertragungen führen.

Der Wert der hygienischen Händedesinfektion wird dokumentiert durch die Empfehlung (Kat. IA), sie ist im pneumonievorbeugend mindestens bei folgenden Tätigkeiten durchzuführen:

- vor und nach jedem Kontakt mit Trachealtubus, Tracheostoma oder Beatmungs-Zubehör sowie
- nach jedem Kontakt mit Schleimhäuten, respiratorischem Sekret oder Gegenständen, die mit respiratorischem Sekret kontaminiert sind.

Zusammenfassend heißt ein Bonmont: „Nur der wäscht seine Hände in Unschuld, der sie wäscht...“.

Die weitere effektive Vorbeugung und pflegerische Beeinflussung nosokomialer bronchopulmonaler Infektionen orientiert sich in den neuesten RKI-Empfehlungen an Maßnahmen zur Unterbrechung einer Übertragung von Infektionserregern durch korrektes Aufbereiten von Geräten und Hilfsmitteln sowie Anwenden von Desinfektion und Sterilisation und zum Beeinflussen des präoperativen endogenen Infektionsrisikos. Weitere vorbeugende Techniken betreffen peri- und postoperative Maßnahmen, pneumonievorbeugende Maßnahmen während der Beatmung (die Intubation, das Zubehör zur Beatmung, das Lagern des beatmeten Patienten und die pneumonievorbeugende Funktion enteraler Nahrung als Retter der Darmmukosa. Sie stellen Hauptfaktoren der Pathogenese krankenhauserworbener Pneumonien dar.

5.2 Unterbrechung der Übertragung von Infektionserregern durch korrektes Aufbereiten von Geräten und Hilfsmitteln sowie Anwenden von Desinfektion und Sterilisation

Wann immer möglich, sollte die Desinfektion mit physikalischen Verfahren vorgezogen werden: *Thermische Desinfektionsverfahren sind zu bevorzugen (Kat. IB).* Die thermische Desinfektion in Reinigungs- und Desinfektionsautomaten sind wirksame Verfahren, die

standardisierbar sind. Es ist angebracht, die Materialien nach Gefährdungsstufen einzuteilen. Dazu lautet die Frage: Welches Risiko geht von dem kontaminierten Gegenstand oder der Fläche aus?

Es ist zu unterscheiden nach Dekontaminationsmaßnahmen bei Materialien mit:

- hohem
- mittleren
- geringem
- und minimalem Risiko. Exemplarisch sollen einige Empfehlungen zitiert werden:

Dekontamination von Gegenständen und Flächen mit hohem Infektionsrisiko:

- Gegenstände mit engem Kontakt zu geschädigter Haut und ansonsten sterilen Körperregionen (Instrumente, Kanülen, Implantate, Katheter, Cystoskope usw.) Hier sind Maßnahmen der Sterilisation angebracht.

Dekontamination von Gegenständen und Flächen mit mittlerem Infektionsrisiko:

- Gegenstände mit Kontakt zu intakter Schleimhaut des Patienten (Narkose- und Beatmungszubehör, Bronchoskope usw.) Maßnahmen zur möglichst thermischen Desinfektion sind angebracht, andernfalls chemische Desinfektion.

Zur Wiederaufbereitung sind alle Gegenstände vor Desinfektion gründlich zu reinigen (Kat. IA). Sofern von den zu reinigenden Gegenständen eine Verletzungsgefahr ausgeht, ist vor der mechanischen Reinigung eine Vordesinfektion angezeigt (Kat. IV). Gegenstände, die direkt oder indirekt mit den Schleimhäuten des Respirationstrakts in Berührung kommen, sind zu desinfizieren (Kat. IB). Nach Gebrauch der In-line-Medikamentenvernebler ist entweder eine thermische oder chemische Desinfektion vorzunehmen (Kat. IA). Nach einer chemischen Desinfektion ist der Vernebler mit sterilem Wasser zur Beseitigung von Desinfektionsmittelrückständen auszuspülen und trocken zu lagern (Kat. IB).

Dekontamination von Gegenständen und Flächen mit geringem Infektionsrisiko:

- Bei Gegenständen mit Kontakt zu intakter Haut des Patienten (Stethoskop, Blutdruckmanschetten, Geschirr, Besteck, Waschschüsseln, Wäsche usw.) reichen Maßnahmen zur Reinigung bzw. Desinfektion aus.

Dekontamination von Gegenständen und Flächen mit minimalem Infektionsrisiko:

- Die direkte Umgebung des Patienten (Wände, Decken, Fußboden, Möbel, Bettgestelle, Waschbecken usw. muß gereinigt werden und nur bei Bedarf eine gezielte Desinfektion mit Konzentrationen nach der DGHM-Liste durchgeführt werden.

5.3 Beeinflussen des präoperativen endogenen Infektionsrisiko.

Umfassende gesundheitspflegerische Initiativen (17) können hier eingesetzt werden:

- *Möglichst ambulante präoperative Vorbereitung des Patienten (Kat. IB), mit der Dauer des Krankenhausaufenthaltes wächst das Risiko nosokomialer Pneumonien.*
- *Optimierung des Ernährungszustandes (Kat. IB),*
- *Präoperatives physikalisches Atemtraining, insbesondere bei Patienten mit eingeschränkter Lungenfunktion (Kat. IB),*
- *Einwirken auf die Rauchgewohnheiten (Kat. IB).*

Weitere endogene Risikofaktoren können positiv beeinflusst werden durch eine

- *Therapie prädisponierender Grunderkrankungen (Kat. IB) sowie*
- *Möglichst weitgehendes Reduzieren oder Unterbrechen immunsuppressiver Medikation (Kat. IB).*

5.4 Empfehlungen zur Pneumonievorbeugung während Operationen

Prämedikation: Sedativa zur Prämedikation sollten individuell dosiert werden, so dass ein ausreichender angstlösender Effekt ohne Beeinträchtigung der Bewußtseinslage erzielt wird (Kat. II).

Narkoseeinleitung und Intubation: Bei der Narkoseeinleitung sind die erforderlichen Maßnahmen zur Vermeidung einer Aspiration zu ergreifen (Kat. IA). Eine hygienische Händedesinfektion ist vor und nach Intubation vorzunehmen (Kat. IA). Zur Intubation sind keimarme Einmalhandschuhe zu tragen (Kat. IA / IV). Der Trachealtubus ist unter aseptischen Kautelen anzureichen (Kat. IA).

Narkoseausleitung und Extubation: Vor Extubation ist es wichtig, im Oropharynx angesammeltes Sekret abzusaugen, um eine Aspiration zu vermeiden (Kat. IA). Sorgfältiges Absaugen von Sekret im Pharynx (Kat. IB).

Für die Händehygiene gilt das vorher gesagte.

5.5 Postoperative Maßnahmen zur Pneumonieprophylaxe

Schmerztherapie: Postoperativ ist eine adäquate Schmerztherapie wichtig, um eine schmerzbedingte Einschränkung der Atemfunktion zu vermeiden und eine frühzeitige Mobilisation zu unterstützen. Zum einen hilft ein gezielter Einsatz analgetischer Verfahren unter weitestmöglichem Verzicht auf sedierende Komponenten, das Risiko einer Aspiration zu reduzieren (Kat. II). Ein weiterer Nebeneffekt einiger Hypnotika und Sedativa ist die Beeinträchtigung der unspezifischen und spezifischen Immunabwehr (19), die sich in einer erhöhten Rate an Pneumonien, Sepsis und Multiorgandysfunktion niederschlagen kann. Es kommt zu einer Beeinträchtigung der notwendigen Schritte für die Infektabwehr, insbesondere der Adhärenz von neutrophilen Granulozyten am Endothel. Sie verlieren dann ihrer wesentlichen Funktion - Penetration der Gefäßwand sowie Phagozytose von Bakterien. Weitere Empfehlungen:

Eine adäquate Schmerztherapie zur Vermeidung operationsbedingter atemabhängiger Beschwerden ist erforderlich (Kat. IB). Die Mobilisierung der Patienten ist postoperativ frühzeitig zu beginnen (Kat. IB).

Atemtraining: Zu den Methoden zur Unterstützung der Atmung gehören verschiedene pflegerische und durch Physiotherapeuten unterstützte Atemübungen und Atemgymnastik. Verschiedene Prinzipien helfen, Fehlataemungen zu beheben, die Lunge besser zu belüften und den Selbstreinigungsmechanismus der Lunge anzuregen.

- Beim Atmen gegen Widerstand (z.B. durch einen Schlauch in eine wassergefüllte Flasche) wird eine intensivere Atmung durch vorheriges tiefes Luftholen bewirkt. Das Wasser ist regelmäßig zu wechseln, der Schlauch soll als Einmalartikel verworfen werden, die Aufbereitung der Flasche erfolgt desinfizierend.

- Bei Geräten zur anhaltend maximalen Inspiration (z.B. flow-orientiertes Gerät oder volumenorientierte Geräte) soll der Patient versuchen, entsprechend unterschiedlicher Vorgaben seine Einatmung zu intensivieren, um gleichmäßig alle Lungenabschnitte zu belüften und Atelektasen und Pneumonien zu verhindern. Diese Geräte werden als Einmalartikel präoperativ zum Atemtraining ausgegeben und nach der Operation patientenbezogen weiterbenutzt und mit nach Hause gegeben.

Zur erweiterten Atemtherapie, insbesondere postoperativ sowie vor und nach der Beatmung, hat sich die CPAP-Therapie bewährt. CPAP bedeutet **continuous positive airway pressure** und wird mit kontinuierlichem positivem Atemwegsdruck übersetzt. Im System wird kontinuierlich, also während In- und Expiration ein positiver Druck von 5-10 cmH₂O gehalten.

Empfehlungen: Postoperativ sind die Patienten zum Abhusten und tiefen Atmen anzuleiten (Kat. IB). Eine effektive medikamentöse und physikalische Therapie von Patienten mit chronischen Atemwegkrankungen ist erforderlich (Kat. IB). Intensivierte Atemtherapie unter krankengymnastischer Anleitung ist bei Risikopatienten durchzuführen (Kat. II).

Gleichfalls gehören **Lagerung und Mobilisation** zum Atemtraining: Jeder Mensch hat seine

bevorzugte Schlafstellung. Bei der Gruppe der pneumoniegefährdeten Patienten hat dagegen die Druckentlastung und die Unterstützung des Gasaustausches für die Lagerungsweise eine wesentliche infektionsvorbeugende Funktion. Neben der Frühmobilisation auch des beatmeten Patienten, z.B. im bequemen Liegesessel, spielt der regelmäßige Lagewechsel (2stündlich) eine wesentliche Rolle. Durch Umlagerung können eindrucksvolle Verbesserungen des Gasaustausches erzielt werden. In Seitenlage und - noch stärker- in Bauchlage werden mehr gesunde Bereiche belüftet. *Der routinemäßige Einsatz kinetischer Betten ist nicht erforderlich; kann jedoch bei schwerstkranken oder polytraumatisierten Patienten sinnvoll sein (Kat. III).* Die entzündlichen Sekrete und der Schleim können leichter abfließen. Weitere Lagerungstechniken, bei denen der Patient auf dem Rücken liegen kann (z.B. V- oder Schiffchenlagerung, T-Lagerung), dehnen durch gezielte Hohllagerung den Brustkorb und führen zur besseren Belüftung der Lungen (17).

Inhalation: Aus hygienischen Gründen sollen zur Vermeidung von Kontaminationen der Systeme bei der Inhalationstherapie folgende Empfehlungen beachtet werden: *Medikamentenvernebler sind nur mit sterilen Flüssigkeiten und unter sterilen Kautelen, Sauerstoffbefeuchter mit sterilem Aqua dest zu füllen (Kat. IA). Alle Anteile des Medikamentenverneblers sind bei Verwendung an einem Patienten täglich zu desinfizieren; Desinfektion vor jedem Wechsel zu anderen Patienten (Kat. IA). Sauerstoffbefeuchter (Schläuche, Wasserbehälter, Gasverteiler und Flowmeter) sind bei Verwendung an einem Patienten alle 48h wiederaufzubereiten; ebenso vor Wechsel zu einem anderen Patienten (Kat. IB). Die Desinfektion erfolgt vorzugsweise thermisch; Flowmeter werden mit alkoholischem Desinfektionsmittel abgewischt, da eine thermische Desinfektion nicht möglich ist (Kat. IB).*

Eine Empfehlung zum Umgang mit geschlossenen Sterilwassersystemen mit ihren untersuchten Standzeiten, z.B. bei Respiflo H bis zu 77 Tage oder der Entleerung des Systems bis auf einen produktionsbedingten Rest ohne hygienische Probleme, wird nicht gegeben. Es liegen jedoch Gutachten für den sicheren Gebrauch der geöffneten Flasche über mehr als 70 Tage bei wechselnden Patienten vor. Bedingung ist die Beachtung absolut hygienischen Umganges mit täglichen Wechsel der Sauerstoffsonde/-brille und des Verbindungsschlauches. Diese sehr hohe Sicherheit bei der Befeuchtung von Sauerstoff ist nur durch das Herstellungsverfahren ohne Zusatz von Chemikalien zum Wasser möglich.

5.6 Pneumonievorbeugende Maßnahmen während der Beatmung

5.6.1 Intubation

Die von den oberen Atemwegen für die Atmung geschaffenen Bedingungen werden durch Intubation und Beatmung verändert.

Empfehlungen: *Wenn klinisch-anästhesiologische Gründe nicht dagegen sprechen, ist die orale Intubation zu bevorzugen, auch wenn der präventive Effekt dieser Maßnahme für die Beatmungspneumonie bisher noch nicht eindeutig belegt ist (Kat. II).*

Besonders in diesem Behandlungsbereich hat die für das Leben wesentliche Aussage: 'Ohne Wasser kein Leben.' einen vielfältigen Einfluß:

- Ohne Wasser ist die physiologische Fähigkeit des Trachealepithels, insbesondere der Zilien, nicht möglich. Das gilt insbesondere für die Selbstreinigung des Respirationstraktes.
- Dort, wo keine Restfeuchtigkeit in gelagertem Beatmungszubehör verbleibt, ist ein Wachstum von Mikroorganismen erschwert, wenn nicht sogar mit ihrem Leben unvereinbar. Ein Teil von Mikroorganismen kann sich nur in engem Kontakt mit Wasser vermehren (z.B. der typische 'Naß- oder Pfützenkeim' *Pseudomonas aeruginosa*); deshalb auch die Sorge um das regelmäßige Entleeren und Entsorgen von Kondenswasser aus den Beatmungsschläuchen. Beatmungfilter, auch Wärme- und Feuchtigkeitsaustauscher (WFA), engl. heat-and-moisture-exchanger=HME, künstliche Nase, Klimatisierungs- oder Bakterienfilter, HME-Filter oder keimabscheidende Beatmungfilter genannt, reduzieren das Risiko der Aspiration von kontaminiertem Kondenswasser.

Eine ungenügende Anfeuchtung der Inspirationsluft führt zu einer Beeinträchtigung der Zilienbewegung (8) mit:

- Erheblichen Einschränkung bei einer Wasserdampfsättigung unter 70%,
- Sistieren der Zilienbewegung bei einer 50%igen Sättigung bereits nach 8-10 min,
- Aufhören der Zilienbewegung bereits nach ca. 5 min, wenn eine nur 30%ige Sättigung besteht.

Die verlangsamte Ziliarmotorik und eingeschränkte Epithelfunktion in der Schleimbildung kann zur Folge haben

- eine Zunahme der Viskosität von Schleim und Sekret (Sekreteindickung).
- eine Abnahme des Lumens der Atemwege durch Sekretstau.
- ein Zugrundegehen von respiratorischem Epithel. Dies kann bereits nach einstündiger Beatmung mit trockenen Gasen entstehen.
- die Bildung von Atelektasen mit Beeinträchtigung des pulmonalen Gasaustausches.

Empfehlungen:

Eine Empfehlung für oder gegen die Verwendung von Beatmungsfiltren kann nicht gegeben werden (Kat. III). Kondenswasser sollte regelmäßig aus den Schläuchen und Wasserfallen entfernt werden; auf das Tragen von Einmalhandschuhen und strikte Händehygiene ist zu achten (Kat. IB / IV).

Die Verwendung von Bakterienfiltern während der Inhalationsnarkose erscheint sinnvoll, weil dadurch die Übertragung von Bakterien aus dem Beatmungssystem auf den Patienten praktisch ausgeschlossen werden kann. Die Empfehlungen lauten:

Bei Einsatz von Bakterienfiltern ist das Narkoseschlauchsystem einmal täglich zu wechseln (Kat. II). Bei Verzicht auf Bakterienfilter ist das Narkoseschlauchsystem zwischen dem Einsatz bei verschiedenen Patienten zu desinfizieren (Kat. IB). Der Einsatz des Bakterienfilters erfolgt zwischen Trachealtubus und Y-Stück (Kat. IB). Eine routinemäßige Desinfektion oder Sterilisation des Geräteinneren ist nicht erforderlich (Kat. IA). Die Reinigung / Desinfektion von Ventilen und Kohlendioxidabsorber muss nicht häufiger als einmal pro Woche erfolgen (Kat. IB).

Tracheotomie: In der intensivmedizinischen Therapie hat sich die temporäre Tracheotomie bei langzeitbeatmeten Patienten durchgesetzt. Wesentliche Vorteile sind die verbesserte Bronchialtoilette und Mundpflege, das Vermeiden von Komplikationen der oralen und nasalen Intubation sowie das verminderte Totraumvolumen mit schnellerer Entwöhnung vom Respirator.

Die Tracheotomie und das Auswechseln der Trachealkanüle muss unter aseptischen Bedingungen erfolgen. Es sind desinfizierte oder sterile Trachealkanülen zu verwenden (Kat. IB). Diese Empfehlung zwang bisher dazu, eine Tracheotomie prinzipiell geplant im OP durchzuführen (14). Bei kardiopulmonal instabilen Patienten zum Beispiel stellen sich mit der Übernahme in den OP Fragen nach Nutzen und Risiko. Hier hat sich die bettseitige Punktionstracheotomie mit einmaliger Trachealdilatation (20) in ihrer minimal-invasiven Art als eine große Erleichterung bewährt.

5.6.2 Zubehör zur Beatmung

Beatmungsschläuche: Der Wechsel von Beatmungssystemen hat keinen Einfluß auf die Kolonisation von Beatmungssystemen, die Besiedlung des Respirationstraktes und die Pneumoniehäufigkeit (4). Im Gegenteil: ein täglicher Wechsel der Beatmungsschläuche im Vergleich zu einem zweitägigen Wechselintervall ist mit einer höheren Pneumonierate verbunden. Noch keine Festlegung konnte getroffen werden zu einer Verlängerung des Wechselintervalls über sieben Tage hinaus. Die Empfehlungen lauten: *Der Einsatz von beheizten Beatmungsschläuchen ist nicht obligat (Kat. III). Auf das Tragen von Einmalhandschuhen und strikte Händehygiene ist zu achten (Kat. IB und IV). Eine Verlängerung des Wechselintervalls von Beatmungsschläuchen und Kaskadenbefeuchtern von 48 Stunden auf sieben Tage ist auch ohne Einsatz von Beatmungsfiltren möglich (Kat. IB).*

Absaugsysteme: Solange der Patient nicht in der Lage ist, das Bronchialsekret auszuhusten, muss dies mittels eines Absaugkatheters entfernt werden. Bei Patienten, die nicht korrekt abgesaugt werden, besteht die Gefahr des Ersticken (17, S. 518). Ein Unterschied hinsichtlich der Effektivität einer Pneumonievorbeugung zwischen dem geschlossenen Absaugverfahren und konventionellen offenen Absaugverfahren mit sterilen Einwegkathetern konnte bisher noch nicht dokumentiert werden. *Bei Verwendung eines geschlossenen Systems kann der Absaugvorgang mehrfach mit dem selben Katheter wiederholt werden (Kat. IA). Bei Verwendung des offenen Absaugverfahrens sind für das endotracheale Absaugen sterile Einmalkatheter zu verwenden (Kat. IA). Eine Kontamination des Absaugkatheters vor dem Einführen ist zu vermeiden (Kat. IA).* Arbeitsplatzhygienisch zeigt sich das geschlossene Verfahren z.B. bei Patienten mit dem Verdacht auf Meningokokken-Meningitis überlegen. Angesichts des engen Kontaktes beim offenen endotrachealen Absaugen und der Gefahr einer Aerosolbildung besteht die Indikation für eine Antibiotikaphylaxe für diese Mitarbeiter. Weitere Empfehlungen: *Zum endotrachealen Absaugen sind keimarme Einmalhandschuhe zu tragen (Kat. IB / IV). Zur Entfernung von Sekret muss ausschließlich sterile Spüllösung verwendet werden (Kat. IA). Das Absaugsystem ist nach Gebrauch mit Leitungswasser durchzuspülen (Kat. IB). Falls innerhalb eines Absaugvorgangs der Absaugkatheter wiederholt in den Tubus eingeführt werden soll, muss die Spülung mit sterilem Wasser erfolgen. Um eine Umgebungskontamination durch das Ansatzstück des Absaugschlauches zu vermeiden, ist dieser in senkrechter Position aufzuhängen (Kat. IB). Tägliche thermische Desinfektion von Absaugschlauch und Sekretaufangbehälter (Kat. II). Der Absaugschlauch und der Sekretaufangbehälter sind patientenbezogen zu verwenden (Kat. IB).*

5.6.3 Refluxreduzierende Lagerung

Reflux von Mageninhalt in die Speiseröhre ist physiologisch; durch eine gerichtete peristaltische Aktivität wird der Magensaft innerhalb kurzer Zeit per Selbstreinigung wieder in den Magen befördert. Eine Mikroaspiration kann Atemwegserkrankungen (z.B. Laryngitis, Bronchitis, Atelektasen und Pneumonien) auslösen oder unterstützen durch Aspiration des Mageninhalts. Insbesondere nachts und in waagrechter Körperlage können geringe Mengen des sauren Refluates in den Tracheobronchialbaum gelangen. Dem gilt es, durch eine mindestens halbsitzende Position (30-45°) vorzubeugen, sofern keine Kontraindikation besteht. Auch das Testen der Sondenlage vor Sondenkostgabe dient der Aspirationsvorbeugung, ebenso die Prüfung der korrekten Blockung der Tubusmanschette. Das Sekret oberhalb des Cuffs ist vor Manipulationen am Tubus abzusaugen. Empfehlung: *Die Hochlagerung des Oberkörpers um 30 bis 45° ist zu empfehlen, wenn keine Kontraindikationen bestehen (Kat. IB).*

5.6.4 Enterale Nahrung als Retter der Darmmukosa wirkt pneumonievorbeugend

Mundpflege: Der Stellenwert einer korrekten Mundpflege wird aus hygienischer Sicht oft unterschätzt. So geben weder das RKI dazu Empfehlungen noch sind welche in den HICPAC-Guidelines enthalten (2). Es dient jedoch dem Wohlbefinden, wenn der Mensch eine intakte Mundschleimhaut und Zunge, geschmeidige Lippen und belagfreie Zähne hat. Eine gute Funktion der Mundschleimhaut und Parotis spielt weiterhin eine wichtige Rolle bei der Kommunikation, einer beschwerdefreien Nahrungsaufnahme und freieren Atmung sowie zur Entzündungsprophylaxe von Atemwegserkrankungen. Diese eher subjektiven pflegerischen Beobachtungen sind zukünftig (pflege-)wissenschaftlich zu untermauern. Physiologisch zu beobachten ist, dass der bei parenteraler Ernährung fehlende Kauvorgang normalerweise den Speichelfluß stimuliert, durch Auflösung oder Aufschwemmung fester Bestandteile im Speichel wird die Geschmackswahrnehmung gefördert, wodurch es reflektorisch zur weiteren Anregung des Speichelflusses kommt. Zudem hat Speichel eine reinigende und durch seinen Gehalt an Lysozymen, sekretorischem Immunglobulin A und Rhodanidionen eine antibakterielle bzw. antivirale Wirkung. Trotz häufiger kleiner Verletzungen ist die Zunge durch einen besonderen Abwehrstoff -Defensine genannt- gegen

die in der Mundhöhle vorhandenen Bakterien, Pilze und auch die in einer Zellhülle verpackten Viren wie Herpesviren und Aidsreger gefeit (14).

Substanzen zur Mundpflege, mit denen gute Erfahrungen gemacht wurden, sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Antiseptische oder antimykotische Medikamente (Hexitidin, Merfen als Desinfektionswirkstoffe zur Mund-'pflege') dürfen nur nach strenger Indikationsstellung, keinesfalls standardmäßig verwendet werden. *Der Wert einer perioperativen oropharyngealen Applikation von Schleimhautantiseptika ist unklar (Kat. III).*

Bei Hochrisikopatienten (z.B. Zustand nach Organtransplantation, bei schwerer Immunsuppression, hämatologischen Erkrankungen) ist es angebracht, die Mundpflegelösung wegen der Übertragung von Legionellen durch Aspiration und Ingestion (Verschlucken) mit sterilem Wasser anzusetzen. Sonst sind bei intubierten Patienten für die Mundpflege steriles Aqua dest oder dreimal täglich frisch aufgebrühte Tees zu verwenden. Eine Kontamination der Mundspüllösungen ist zu vermeiden, daher das Mundpflegeset mindestens täglich wechseln und desinfizierend thermisch aufbereiten.

Streßulcusprophylaxe und Ernährung - pflegerisch unterstützen: Während der Beatmung bestehen die Gefahr von Blutungen und Streßulzera im Magen-Darm-Trakt u.a., bedingt durch Dauerstreß und den Verzicht auf enterale Ernährung. Anerkannte Therapieprinzipien zur Prophylaxe sind neben der adäquaten Analgosedierung die frühzeitige enterale Ernährung (Sondenkost). Durch ein Anheben des intragastralen pH-Wert auf über 4 wird das bakterielle Wachstum begünstigt.

Empfehlungen: *Eine spezifische Art der Stressulcusprophylaxe kann nicht empfohlen werden (Kat. III). Wenn vertretbar, sollte ganz auf eine Stressulcusprophylaxe verzichtet werden (Kat. II).*

Bereits durch geringe enteral zugeführte Nahrungsmengen wird die Streßulcusprophylaxe unterstützt, weiterhin die Pneumonierate durch eine funktionsfähige Darmmukosa gesenkt. Dies wird sehr deutlich im Vergleich zur totalen parenteralen Ernährung. Die erhaltene Darmmukosa kann ihre Funktion als natürliche Barriere aufrechterhalten, Keime treten aus dem Darmlumen nicht in den Blutkreislauf (sog. Bakterientranslokation). Zur kontinuierlichen oder intermittierenden (Bolusgabe) Zufuhr der Nahrung konnte bisher kein Unterschied in der Pneumonierate gefunden werden.

Empfehlungen: *Es ist möglichst frühzeitig die enterale Ernährung anzustreben (Kat. II). Die vorliegenden Daten genügen nicht, um die Platzierung von Ernährungs sonden distal des Pylorus zu fordern (Kat. III). Ernährungs sonden sind sobald als möglich zu entfernen (Kat. IB). Zur Lagerung des Patienten s. 5.6.3. Die korrekte Lage der Ernährungs sonde ist vor jeder Nahrungszufuhr zu überprüfen (Kat. IB). Die Nahrungszufuhr ist an die Darmtätigkeit zu adaptieren (Kat. IB).*

SDD - Selektive Dekontamination des Digestionstraktes: Während der Beatmung entstehen durch Abstieg fakultativ pathogener Mikroorganismen aus dem Oropharynx in die tieferen Bronchialabschnitte Pneumonien. Durch allgemeine Immunsuppression, Aufhebung physiologischer Barrieren im Rahmen der Intubation und Adhäsion an Kunststoffmaterialien (Magensonde, O₂-Sonde) wird dies begünstigt. Keimreservoir ist zunächst das physiologisch besiedelte Biotop des oberen Respirationstraktes und sekundär auch kontaminiertes Magensekret. Der Tubus und die Magensonde wirken als 'Schiene'. Prinzipiell wurde mit der SDD durch lokale antimikrobielle Prophylaxe eine Verringerung oder Verhütung dieser Kolonisation mit der Entwicklung von Beatmungs-Pneumonien bei dieser besonders gefährdeten Patientengruppe erwartet. Es fand sich jedoch kein Einfluß auf die Mortalität der Patienten. Beobachtet werden bei der SDD Resistenzentwicklung von Bakterien des Darmtraktes. Empfehlung: *Der Routineeinsatz von SDD wird derzeit nicht empfohlen (Kat. III).* Auch sonst wird die postoperative Pneumonierate durch eine perioperative Antibiotikaprophylaxe nicht beeinflusst, daher heißt es: *Eine Antibiotikaprophylaxe zur Prävention postoperativer Pneumonien ist nicht zu empfehlen (Kat. IA).*