

Artigo Diverso

Avaliação da Contaminação do Circuito Respiratório do Aparelho de Anestesia *

Sidney Luiz Stabile Júnior¹, Domingos Dias Cicarelli¹, Ticianne Momi¹,
Marcelo Lacava Pagnocca, TSA¹

Stabile Jr SL, Cicarelli DD, Momi T, Pagnocca ML - Evaluation of the Anesthesia Machine Respiratory Circuit Contamination

Background and Objectives - Pulmonary infections are responsible for 15% of all nosocomial infections. Spray inhalation contaminated with bacteria is one of the most important microorganism entry point to the lower respiratory tract and the anesthesia machine respiratory circuit may act as a reservoir for such microorganisms. This study aimed at evaluating the contamination degree of respiratory circuits and the efficacy of a standard cleaning routine for such circuits.

Methods - Forty-five inspiratory, 45 expiratory and 45 hoses cleaned by a standard cleaning routine were analyzed. The analysis was made by collecting material from the inner part of the hoses by means of a sterile swab and subsequent cultivation in an adequate medium at a microbiological laboratory to check for bacterial growth.

Results - Bacterial growth was positive in 35.5% of all inspiratory hoses, 44% of all expiratory hoses and 35.5% of all clean hoses. The most frequent bacteria was the negative DNAase *Staphylococcus* sp but Gram negative bacilli like *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* and others were also found in all groups of analyzed hoses.

Conclusions - The anesthesia machine respiratory circuit showed bacterial contamination. The standard cleaning routine used in these circuits has not proven to be effective. The use of sterilized or disinfected hoses on the respiratory circuit for each new patient seems to be the most indicated.

KEY WORDS: COMPLICATIONS: pulmonary infection; EQUIPMENTS, Anesthesia Machine: respiratory system

As infecções pulmonares são responsáveis por cerca de 15% das infecções hospitalares, sendo o segundo tipo de infecção mais comum¹. Pacientes que passam por cirurgias, principalmente as tóraco-abdominais e os intubados ou ventilados mecanicamente são considerados de alto risco para desenvolver pneumonias hospitalares²⁻¹⁶.

A inalação de aerossóis contendo bactérias é uma das principais vias de entrada de microorganismos no trato respiratório inferior²⁻⁵ e o circuito respiratório do aparelho de anestesia pode ser reservatório para esses microorganismos^{7, 17-21}.

O sistema respiratório do aparelho de anestesia mais comumente usado no Brasil é o sistema circular, valvular, com absorção de gás carbônico. Esse sistema tem a característica de promover a reinalação dos gases exalados pelo paciente após passar por um caníster com cal sodada onde os gases são aquecidos e umidificados e o gás carbônico é absorvido. O pH da cal sodada é extremamente alcalino, maior do que dez, o que impediria a contaminação do sistema²².

Em muitos hospitais não existe rotina para limpeza ou troca das traquéias do sistema respiratório. Em alguns hospitais elas são lavadas com água e sabão ou desinfetadas com hipoclorito de sódio, secas com jatos de ar

* Trabalho realizado no Hospital Universitário da Universidade de São Paulo, SP

1. Médicos anestesiológicos do Hospital Universitário da Universidade de São Paulo e do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

Apresentado em 10 de março de 1998

Aceito para publicação em 17 de julho de 1998

Correspondência para Dr. Sidney Luiz Stabile Júnior
Rua Prof. Batista de Brito, 182
02301-080 São Paulo, SP

© 1998, Sociedade Brasileira de Anestesiologia

comprimido ou não, e armazenadas com ou sem embalagem.

Este estudo tem o objetivo de avaliar a contaminação do circuito respiratório do aparelho de anestesia e a eficácia de uma rotina padronizada de desinfecção.

MÉTODO

Após aprovação pela Comissão de Ética Médica do hospital foram selecionados circuitos respiratórios que não passaram pelo processo de esterilização normalmente empregado em nosso hospital mas que foram submetidos a uma nova rotina de limpeza. Essa rotina foi padronizada e constituída de lavagem das traquéias com água e sabão não estéreis, desinfecção com hipoclorito de sódio a 1%, secagem com jatos de ar comprimido e armazenamento sem embalagem. Esses circuitos foram utilizados em anestésias gerais em sistema circular valvular, com absorção de gás carbônico pela cal sodada, e após uma semana foram submetidos ao processo padronizado de limpeza.

Quarenta e cinco conjuntos respiratórios foram analisados, constituídos por uma traquéia do *ramo inspiratório* e outra do *ramo expiratório*, que haviam sido utilizadas em pelo menos uma anestesia geral com sistema circular e que haviam passado pela rotina de limpeza padronizada. Este grupo constituiu o grupo de traquéias *utilizadas*. Outro grupo de quarenta e cinco traquéias, que também passaram por essa rotina e não foram utilizadas, também foram analisadas, constituindo o grupo de traquéias *limpas*.

A análise da contaminação processou-se com a coleta de material do interior das traquéias, por onde passam os gases, com a utilização algodão estéril montado em hastes plásticas tipo *culturetes*. Os culturetes foram umedecidos com solução de cloreto de sódio a

0,9% estéril e friccionados pelo interior das traquéias²³. Nas traquéias do ramo inspiratório o material foi colhido da extremidade próxima a válvula inspiratória, próximo ao caníster e no ramo expiratório, na extremidade próxima a peça em Y do circuito.

Após a coleta os materiais foram colocados em meio de transporte de Stewart e encaminhados ao laboratório de microbiologia. Os culturetes foram semeados em meio de tioglicolato líquido. Ocorrendo turvação do meio, pelo provável crescimento bacteriano, o material foi, então, semeado em ágar sangue, para crescimento de bactérias tipo Gram positivas, e em ágar Macconkey, para bactérias tipo bacilos Gram negativos.

Uma vez observado crescimento bacteriano no meio ágar, a cultura foi encaminhada ao aparelho Vitek, BioMerieux, para identificação da bactéria e realização de antibiograma.

Os pacientes foram acompanhados no pós-operatório durante a internação hospitalar para verificar a ocorrência de pneumonia.

A análise estatística dos resultados foi realizada pelo teste do Qui-Quadrado, com nível de significância de 0,05 ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Em 16 das 45 traquéias *utilizadas* pertencentes ao ramo inspiratório ocorreu crescimento bacteriano, e em 20 das 45 *utilizadas* do ramo expiratório.

No grupo de traquéias *limpas* ocorreu crescimento bacteriano em 16 das 45 examinadas.

Portanto, houve presença de bactérias em 40% das traquéias pertencentes ao grupo *utilizado*, sendo 35,5% das traquéias do ramo inspiratório e em 44,4% das do ramo expiratório. No grupo de traquéias *limpas* ocorreu bactérias em 35,5% (Tabela I).

Tabela I - Traquéias com Crescimento Bacteriano Presente nos Diferentes Grupos

Grupo	Nº de Traquéias Analisadas	Bactérias Presentes
Limpas	45	16 (35,5%)*
Utilizadas	90	36 (40,0%)*
Utiliz.Ins.	45	16 (35,5%)
Utiliz.Exp.	45	20 (44,4%)

* sem diferença estatística para $p < 0,05$

Não houve diferença estatística significativa entre os grupos estudados.

Os tipos de bactérias encontradas nos diferentes grupos estão anotadas na Tabela II.

Não foram observados casos de pneumonia no período pós-operatório.

DISCUSSÃO

O circuito respiratório do aparelho de anestesia que passou pela rotina de limpeza empregado apresentou contaminação bacteriana. Tanto as traquéias utilizadas no ramo inspiratório, como as utilizadas no ramo expiratório e as limpas, que passaram pelo processo de lim-

peza, estavam armazenadas e não haviam ainda sido utilizadas, apresentaram crescimento bacteriano.

A contaminação dessas traquéias pode ter ocorrido no processo de limpeza. O uso de água não estéril para enxágüe, ar não estéril para secagem, manipulação com mãos contaminadas, estocagem sem embalagem adequada ou até mesmo o processo de limpeza não ser eficiente para eliminar um microrganismo de uma traquéia utilizada pode ser a fonte de contaminação das traquéias *limpas*.

As bactérias encontradas nos ramos inspiratório e expiratório dos circuitos utilizados também podem ter várias origens: os circuitos limpos já estariam contaminados previamente ao uso, manipulação por mãos contaminadas de anestesistas e técnicos, provenientes das vias aéreas e orofaringe de pacientes colonizados/infectados, ou provenientes de outras partes do ventilador ou sistema respiratório do aparelho que não passaram pelo processo de limpeza, como o caníster ou as válvulas inspiratória e expiratória.

Tabela II - Tipos de Bactérias Encontradas nos Diferentes Grupos de Traquéias

Bactérias	Quantidade de Culturas Encontradas por Grupos		
	Limpas	Ramo Insp	Ramos Exp
<i>Escherichia coli</i>	-	-	1
<i>Enterococcus faecalis</i>	-	1	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	2	-	1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	-	1
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	-	1
<i>Difteróide</i>	-	1	-
<i>Chryseomonas luteola</i>	-	1	-
<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	1	-	-
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	3	3	3
<i>Staphylococcus warneri</i>	5	3	3
<i>Staphylococcus simulans</i>	1	1	2
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	-	-	1
<i>Staphylococcus capitis</i>	-	1	-
<i>Staphylococcus hyicus</i>	-	1	-
<i>Staphylococcus intermedius</i>	1	-	-
<i>Staphylococcus sp DNase neg</i>	1	3	5
<i>Bacilo gram positivo</i>	2	-	1
<i>Bacilo gram negativo</i>	-	-	1

A maioria das bactérias encontradas no ramo respiratório foram tipo aeróbios gram positivo, não comumente causadoras de infecções pulmonares - os *Staphylococcus sp* DNase negativo - que são germes da flora saprofítica da pele de humanos; porém também foram encontradas duas bactérias aeróbicas gram negativas, causadoras de infecções pulmonares, uma *Chryseomonas luteola* (um tipo de pseudomonas) e um *Enterococcus faecalis*.

No ramo expiratório também foi observado o mesmo padrão, com predomínio dos *Staphylococcus sp* DNase negativo, porém mais uma vez observou-se crescimento de germes comumente causadores de pneumonias, como o *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Klebsiella pneumoniae*.

O *Staphylococcus sp* DNase negativo também foi a bactéria mais encontrada nas traquéias limpas, mas também, como observado no outro grupo, ocorreu crescimento de bactérias patogênicas, causadoras de infecções pulmonares. *Staphylococcus aureus* em duas traquéias e *Acinetobacter calcoaceticus* em outra.

Em todos os grupos, o tipo de bactéria mais freqüentemente encontrado foi o aeróbio gram positivo, que comumente não causam infecções pulmonares, com exceção do *Staphylococcus aureus*²⁴⁻²⁹. Bactérias aeróbicas gram negativas são as principais responsáveis por infecções pulmonares hospitalares. *Klebsiellas pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Escherichia coli*, *Serratia marcescens*, *Proteus sp* são os agentes etiológicos de mais de 50% das pneumonias hospitalares^{2, 24, 29-35}.

Schaberg e col relataram que, de 1986 a 1989 as bactérias aeróbicas compreenderam pelo menos 73% e os fungos 4% dos agentes etiológicos de pacientes com pneumonia no Hospital da Universidade de Michigan³⁰. Nesse estudo, muito poucos anaeróbios e nenhum vírus foram identificados, provavelmente, como em nosso caso, por não serem realizadas culturas desses agentes³⁰.

As pneumonias hospitalares são responsáveis por aproximadamente 15% de todas as infecções hospitalares e são o segundo tipo de infecção hospitalar mais freqüente após as do trato urinário^{1, 36}.

Em um estudo americano sobre a eficiência do controle de infecções hospitalares na década de 70 foi relatado que 75% das infecções pulmonares hospitalares bacterianas ocorreram em pacientes que haviam sido submetidos a cirurgias e que o risco era 38 vezes maior para os procedimentos tóraco-abdominais⁵.

Em estudos epidemiológicos mais recentes são considerados pacientes com alto risco de desenvolver pneumonias bacterianas hospitalares, os pacientes intubados e/ou ventilados mecanicamente, os com diminuição do nível de consciência, particularmente aqueles com traumatismo crânio-encefálico, os com episódios prévios de aspiração, com doença pulmonar crônica de base e aqueles com mais de 70 anos⁵.

Também os pacientes em uso de cimetidina com ou sem antiácidos, recebendo antibióticos, com sonda nasogátrica, os politraumatizados ou que fizeram broncoscopia recentemente, são considerados de risco²⁻¹⁶.

Esses tipos de pacientes são os que comumente se submetem a procedimentos anestésicos e portanto estariam mais sujeitos a desenvolver pneumonias, além do fato de que a anestesia possa promover certo grau de depressão imunológica^{37, 38}.

As pneumonias hospitalares tem como principal patogênese a aspiração de bactérias do orofaringe para o trato respiratório inferior, a inalação de aerossóis contendo bactérias¹⁻⁴ e menos freqüentemente a via hematogênica³⁹.

Aparelhos usados para terapia respiratória (como os nebulizadores), aparelhos para exames diagnósticos (como os broncoscópios) e aparelhos de anestesia são considerados reservatórios potenciais para microorganismos^{7, 17-21}. Portanto, circuitos respiratórios do aparelho de anestesia e ventiladores contaminados podem ser responsáveis pela entrada de bac-

térias no trato respiratório inferior por meio da inalação de aerossóis⁴⁰.

A contaminação desses circuitos pode ser comprovada em nosso estudo, entretanto, não foi possível identificar a origem dessa contaminação, como: pacientes com vias aéreas colonizadas/infectadas; processo de limpeza ineficiente; manipulação por médicos ou técnicos colonizados; ou de outras partes do aparelho.

As vias de transmissão podem ocorrer do aparelho para o paciente^{19-21, 41-50}, de um paciente para outro^{51, 52} ou de outro foco infeccioso do organismo para o trato respiratório inferior, por meio de manipulação ou do próprio aparelho^{18, 52-54}.

As mãos de médicos e outros funcionários também podem estar colonizadas por germes comuns em hospitais, como os bacilos gram negativo e os *Staphylococcus aureus* e podem promover a contaminação cruzada dos circuitos respiratórios e tubos traqueais.

Logo, a adequada limpeza e esterilização ou desinfecção das partes reutilizáveis dos ventiladores e do aparelho de anestesia são medidas importantes em reduzir a pneumonia hospitalar^{1, 19, 20, 42-46, 54-60}, bem como medidas educativas no sentido de cuidados na manipulação de tubos endotraqueais, circuitos respiratórios e de lavagem das mãos.

A contribuição do aparelho de anestesia na incidência de pneumonias hospitalares foi relatada nos Estados Unidos antes da implementação de uma rotina de limpeza e desinfecção/esterilização desses aparelhos pelos hospitais^{61, 62}. Atualmente, o CDC (*Centers for Diseases Control and Prevention*) órgão americano que incentiva e promove medidas para o controle de infecções, normalizou condutas para limpeza e desinfecção/esterilização desses aparelhos⁴⁰. Essa rotina é pouco detalhada nos livros textos de anestesia, tanto brasileiros como nos internacionais e poucos hospitais nacionais seguem qualquer rotina.

Em relação ao aparelho de anestesia, o CDC preconiza certas condutas que são bem fundamentadas em trabalhos científicos, como a

desinfecção/esterilização do circuito respiratório a cada novo paciente que utilizar o aparelho. Entretanto, outras medidas ainda necessitam de mais estudos, como o uso de filtros bacterianos⁴⁰.

As partes internas do aparelho de anestesia, como fontes de gases, válvulas redutoras e reguladores de pressão, fluxômetros e vaporizadores, não são considerados fontes de contaminação dos gases inalados⁶³ e uma rotina de desinfecção/esterilização não é considerada necessária.

O circuito respiratório, que inclui todas as partes por onde os gases passam para serem inalados e exalados, é considerado contaminado por microorganismos originados do orofaringe e traquéias dos pacientes. Essa parte inclui o tubo traqueal, a máscara facial, os ramos inspiratório e expiratório do circuito, a peça em Y, o absorvedor de CO₂ (cal sodada), o caníster, o fole do ventilador com suas conexões e os umidificadores⁴⁰.

Os componentes que entram em contato direto com as mucosas dos pacientes, como a máscara facial e o tubo traqueal, ou os que se tornam rapidamente contaminados, como a peça em Y e os ramos inspiratório e expiratório do circuito, devem ser submetidos a esterilização ou desinfecção de alto nível, como a pasteurização, a cada novo paciente que usar o aparelho^{65, 66}.

Em relação ao absorvedor de CO₂, caníster, fole do ventilador e suas conexões, não existe uma norma firmada quanto a frequência de troca, limpeza e desinfecção/esterilização, porém deve existir uma certa periodicidade para seu tratamento, como a cada troca da cal sodada⁴⁰.

O uso de filtros bacterianos hidrofóbicos no circuito respiratório mostrou impedir a contaminação bacteriana do aparelho⁶⁶⁻⁶⁸. Em trabalhos experimentais, microorganismos com tamanho superior a 0,2 µm são totalmente impedidos de passar através do filtro, que tem uma membrana filtrante com poros de 0,2 µm. Mesmo microorganismos menores, como as microbactérias e os vírus, com sua propriedade hidrofí-

lica, seriam impedidos de passar, por ter o filtro característica hidrofóbica⁶⁹⁻⁷¹. Sua importância, porém, em prevenir infecções pulmonares ainda necessita de mais estudos^{72, 73}.

O circuito respiratório do aparelho de anestesia apresentou contaminação bacteriana e a rotina padronizada empregada para limpeza desse circuito não foi eficiente. Também a origem dessa contaminação não pode ser identificada. Embora não tenha sido observado casos de pneumonia no pós-operatório, os dados sugerem que esterilização ou desinfecção de alto nível devem ser realizadas em todo o circuito respiratório e em todas as partes que entram em contato com secreções, para cada novo paciente que utilizar o aparelho. Uma rotina para limpeza de todas as partes do aparelho também deve existir, bem como cuidado na manipulação, por médicos e técnicos, de todo material que entrar em contato com as vias aéreas dos pacientes.

Stabile Jr SL, Cicarelli DD, Momi T, Pagnocca ML - Avaliação da Contaminação do Circuito Respiratório do Aparelho de Anestesia

Justificativa e Objetivos - *As infecções pulmonares são responsáveis por cerca de 15% das infecções hospitalares. A inalação de aerossóis contendo bactérias é uma das principais vias de entrada de microorganismos no trato respiratório inferior e o circuito respiratório do aparelho de anestesia pode funcionar como reservatório para esses microorganismos. O objetivo deste estudo foi avaliar a contaminação dos circuitos respiratórios e a eficácia de uma rotina padronizada de limpeza.*

Método - *Foram analisadas 45 traquéias utilizadas no ramo inspiratório, 45 utilizadas no ramo expiratório e 45 traquéias limpas, não utilizadas, que haviam passado por uma rotina de limpeza padronizada. A análise processou-se com a coleta de material do interior das traquéias com o uso de culturetes e posterior encaminhamento do material para o laboratório de microbiologia para verificar o crescimento bacteriano.*

Resultados - *Ocorreu crescimento bacteriano em 35,5% das traquéias utilizadas no ramo inspiratório, em 44,4% das utilizadas no ramo expiratório e em 35,5% das traquéias limpas. A bactéria mais freqüentemente encontrada foi o Staphylococcus sp DNase negativo, mas também foram encontrados bacilos Gram negativo, como Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella pneumoniae e outras em todos os grupos de traquéias.*

Conclusões - *O circuito respiratório do aparelho de anestesia apresentou contaminação bacteriana. A rotina padronizada empregada na limpeza desses circuitos não foi eficiente. Parece ser mais indicado a adoção de um circuito que passou por um processo de esterilização ou desinfecção, para cada novo paciente que utilizar o aparelho.*

UNITERMOS - COMPLICAÇÕES: infecção pulmonar; EQUIPAMENTOS, Aparelho de Anestesia: sistema respiratório

Stabile Jr SL, Cicarelli DD, Momi T, Pagnocca ML - Evaluación de la Contaminación del Circuito Respiratorio del Aparato de Anestesia

Justificativa y Objetivos - *Las infecciones pulmonares son aproximadamente responsables por 15% de las infecciones hospitalares. La inhalación de aerosol conteniendo bacterias es uno de los principales caminos de entrada de microorganismos en el tracto respiratorio inferior y el circuito respiratorio del aparato de anestesia puede funcionar como depósito para esos microorganismos. El objetivo de este estudio fue evaluar la contaminación de los circuitos respiratorios y la efectividad de una rutina regularizada de limpieza de esos circuitos.*

Método - *Se analizaron 45 tráqueas usadas en el ramo inspiratório, 45 usadas en el ramo expiratório y 45 tráqueas limpias, no usadas, que habían pasado por una rutina de limpieza regularizada. El análisis se procesó con la colecta de material del interior de las tráqueas con el uso de culturetes y la dirección posterior del material para el laboratorio de microbiología para verificar el crecimiento bacteriano.*

Resultados - *Ocurrió crecimiento bacteriano en 35,5% de las tráqueas usadas en el ramo inspiratório, en 44,4% de las usadas en el ramo expiratório y en 35,5% de las tráqueas limpias. La bacteria que frecuentemente más se encontró era el Staphylococcus sp DNase negativo, pero también se encontraron bacilos Gram negativo como Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella pneumoniae y otras en todos los grupos de tráqueas.*

Conclusiones - *EL circuito respiratorio del aparato de anestesia presentó contaminación bacteriana. La rutina regularizada empleada en la limpieza de esos circuitos no era eficaz. La adopción de un circuito que pasó por un proceso de esterilización o desinfección, para cada paciente nuevo que usar el aparato, parece ser lo más conveniente.*

AGRADECIMENTOS

Agradecemos as farmacêuticas-bioquímicas Sra. Silvia Regina dos Santos e Sra. Liliam Ferri Passadore pelo trabalho no laboratório de microbiologia.

REFERÊNCIAS

01. Horan TC, White JW, Jarvis WR et al - Nosocomial infection surveillance, 1984. *Mor Mortal Wkly Rep CDC Surveill Summ*, 1986;35:17SS-29SS.
02. Torres A, Aznar R, Gatell JM et al - Incidence, risk, and prognosis factors of nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients. *Am Rev Respir Dis*, 1990;142:523-528.
03. Craven DE, Kunches LM, Kilinsky V et al - Risk factors for pneumonia and fatality in patients receiving continuous mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis*, 1986;133:792-796
04. Celis R, Torres A, Gatell JM et al - Nosocomial pneumonia. A multivariate analysis of risk and prognosis. *Chest*, 1988;93:318-324.
05. Haley RW, Hooton TM, Culver DH et al - Nosocomial infections in U.S. hospitals, 1975-1976: estimated frequency by selected characteristics of patients. *Am J Med*, 1981;70:947-959.
06. Emori TG, Banerjee SN, Culver DH et al - Nosocomial infections in elderly patients in the United States, 1986-1990. *Am J Med*, 1991;91:289S-293S.
07. Cross AS, Roup B - Role of respiratory assistance device in endemic nosocomial pneumonia. *Am J Med*, 1981;70:681-685.
08. Jarvis WR, Edwards JR, Culver DH et al - Nosocomial infection rates in adult and pediatric intensive care units in the United States. National nosocomial infections surveillance system. *Am J Med*, 1991;91:(suppl 3B):185S-191S.
09. Rello J, Quintana E, Ausina V et al - Risk factors for Staphylococcus aureus nosocomial pneumonia in critically ill patients. *Am Rev Respir Dis*, 1990;142:1320-1324.
10. Gaynes R, Bizek B, Mowry-Hanley J et al - Risk factors for nosocomial pneumonia after coronary artery bypass graft operations. *Ann Thorac Surg*, 1991;51:215-218.
11. Joshi N, Localio AR, Hamory BH - A predictive risk index for nosocomial pneumonia in the intensive care unit. *Am J Med*, 1992;93:135-142.
12. Jacobs S, Chang RWS, Lee B et al - Continuous enteral feeding: a major cause of pneumonia among ventilated intensive care unit patients. *J Parent Enter Nutr*, 1990;14:353-356.
13. Ashbaugh DC, Petty TL - Sepsis complicating the acute respiratory distress syndrome. *Surg Gynecol Obstet*, 1972;135:865-868.
14. Chevret S, Hemmer M, Carlet J et al - Incidence and risk factors of pneumonia acquired in intensive care units. Results from a multicenter prospective study on 996 patients. *European cooperative group on nosocomial pneumonia. Intensive Care Med*, 1993;19:256-264.
15. Hanson LC, Wever DJ, Rutala WA - Risk factors for nosocomial pneumonia in the elderly. *Am J Med*, 1992;92:161-166.
16. Kollef MH - Ventilator-associated pneumonia. A multivariate analysis *JAMA*, 1993;270:1965-1970.
17. Pandit SK, Mehta S, Agarwal SC - Risk of cross-infection from inhalation anesthetic equipment. *Br J Anaesth*, 1967;39:838-844.
18. Cunha BA, Klimek JJ, Gracewski J et al - A common source outbreak of Acinetobacter pulmonary infection traced to Wright respirometers. *Postgrad Med J*, 1980;56:169-172.
19. Phillips J - Pseudomonas aeruginosa respiratory tract infections in patients receiving mechanical ventilation. *J Hyg*, 1967;65:229-235.
20. Wheeler PW, Lancaster D, Kaiser AB - Bronchopulmonary cross-colonization and infection related to mycobacterial contamination of suction valves of bronchoscopes. *J Infect Dis*, 1989;159:954-958.

21. Fraser VJ, Jones M, Murray PR et al - Contamination of flexible fiberoptic bronchoscopes with *Micobacterium chelonae* linked to an automated bronchoscope disinfection machine. *Am Rev Resp Dis*, 1992;145:853-855.
22. Torres MLA, Mathias RS - Equipamentos de anestesia, em: Ortenzi AV, Tardelli A - *Anestesiologia SAESP*, São Paulo, Atheneu, 1996;21:304-305.
23. Luttrupp HH, Berntman L - Bacterial filters protect anesthetic equipment in a low-flow system. *Anaesthesia*, 1993;48:520-523.
24. Fagon JY, Chastre J, Domart Y et al - Nosocomial pneumonia in patients receiving continuous mechanical ventilation. Prospective analysis of 52 episodes with use of a protected specimen brush and quantitative culture techniques. *Am Rev Resp Dis*, 1989;139:877-884.
25. Rello J, Quintana E, Ausina V et al - Incidence, etiology and outcome of nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients. *Chest*, 1991;100:439-444.
26. Chastre J, Fagon JY, Soler P et al - Diagnosis of nosocomial bacterial pneumonia in intubated patients undergoing ventilation: comparison of the usefulness of bronchoalveolar lavage and the protected specimen brush. *Am J Med*, 1988;85:499-506.
27. De Castro FR, Violan JS, Capuz BL et al - Reliability of bronchoscopic protected catheter brush in the diagnosis of pneumonia in mechanically ventilated patients. *Crit Care Med*, 1991;19:171-175.
28. Espersen F, Gabrielsen J - Pneumonia due *Staphylococcus aureus* during mechanical ventilation. *J Infect Dis*, 1981;144:19-23.
29. Inglis TJ, Sproat LJ, Hawkey PM et al - Staphylococcal pneumonia in ventilated patients: a twelve month review of cases in a intensive care unit. *J Hosp Infect*, 1993;25:207-210.
30. Schaberg DR, Culver DH, Gaynes RP - Major trends in microbial etiology of nosocomial infection. *Am J Med*, 1991;91:(suppl 3B):72S-75S.
31. Bartlett JG, OKeefe P, Tally FP et al - Bacteriology of hospital-acquired pneumonia. *Arch Intern Med*, 1986;146:868-871.
32. Chastre J, Viau F, Brun P et al - Prospective evaluation of the protected specimen brush for the diagnosis of pulmonary infections in ventilated patients. *Am Rev Resp Dis*, 1984;130:924-929.
33. Jimenez P, Torres A, Rodriguez-Riosin R et al - Incidence and etiology of pneumonia acquired during mechanical ventilation. *Crit Care Med*, 1989;17:882-885.
34. Pugin J, Auckenthaler R, Mili N et al - Diagnosis of ventilator associated pneumonia by bacteriologic analysis of bronchoscopic and nonbronchoscopic blind bronchoalveolar lavage fluid. *Am Rev Resp Dis*, 1991;143:1121-1129.
35. Torres A, De La Bellacasa JP, Rodriguez-Riosin R et al - Diagnostic value of telescoping plugged catheters in mechanically ventilated patients with bacterial pneumonia using the Metras catheter. *Am Rev Resp Dis*, 1988;138:117-120.
36. Emori TG, Gaynes RP - An overview of nosocomial infection, including the role of microbiology laboratory. *Clin Microbiol Rev*, 1993;6:428-442.
37. Tonnesen E, Wahlgreen C - Influence of extradural and general anaesthesia on natural killer cell activity and lymphocyte subpopulations in patients undergoing hysterectomy. *Br J Anaesth*, 1988;60:500-507.
38. Kutza J, Gratz I, Afshar M et al - The effects of general anesthesia and surgery on basal and interferon stimulated natural killer cell activity of humans. *Anesth Analg*, 1997;85:918-923.
39. Deitch EA, Berg R - Bacterial translocation from the gut: a mechanism of infection. *J Burn Care Rehab*, 1987;8:475-482.
40. Tablan OC, Anderson LJ, Arden NH, et al - Guideline for prevention of nosocomial pneumonia. The hospital infection control practice advisory committee, centers for disease control and prevention. *Infection Control*, 1994;15:587-627.
41. Schulze T, Edmondson EB, Pierce AK, et al - Studies on a new humidifying device as a potential source of bacterial aerosols. *Am Rev Resp Dis*, 1967;96:517-519.
42. Edmondson EB, Reinartz JA, Pierce AK et al - Nebulization equipment. A potential source of infection in gram-negative pneumonias. *Am J Dis Child*, 1966;111:357-360.
43. Griebble HG, Colton FR, Bird TJ et al - Fine particle humidifiers. Source of *Pseudomonas aeruginosa* infections in a respiratory-disease unit. *N Engl J Med*, 1970;282:531-535.
44. Mertz JJ, Scharer L, McClement JH - A hospital outbreak of *Klebsiella pneumoniae* from inhalation therapy with contaminated aerosol solutions. *Am Rev Resp Dis*, 1967;95:454-460.
45. Ringrose RE, McKnow B, Felton FG et al - A hospital outbreak of *Serratia marcescens* associated with ultrasonic nebulizers. *Ann Intern Med*, 1968;69:719-729.
46. Rhoades ER, Ringrose R, Mohr JA et al - Contamination of ultrasonic nebulization equipment with gram negative bacteria. *Arch Intern Med*, 1971;127:228-232.

47. Arnow PM, Chou T, Weid D et al - Nosocomial Legionnaires disease caused by aerosolized tap water from respiratory devices. *J Infect Dis*, 1982;146:460-467.
48. Craven DE, Lichtenberg DA, Goularte TA et al - Contaminated medication nebulizers in mechanical ventilator circuits. Source of bacterial aerosols. *Am J Med*, 1984;77:834-838.
49. Babington PC, Baker AB, Johnson HH - Retrograde spread of organisms from ventilator to patient via the expiratory limb. *Lancet*, 1971; 1(7689):61-62.
50. Smith JR, Howland WS - Endotracheal tube as a source of infection. *JAMA*, 1959;169:343-345.
51. Irwin RS, Demers RP, Pratter MR - An outbreak of *Acinetobacter* infection associated with the use of a ventilator spirometer. *Respir Care*, 1980;25:232-237.
52. Gough J, Kraak WAG, Anderson EC et al - Cross-infection by non-encapsulated *Haemophilus influenzae*. *Lancet*, 1990;336(8708):159-160.
53. Dyer ED, Peterson DE - How far do bacteria travel from the exhalation valve of IPPB equipment. *Anesth Analg*, 1972;51:516-519.
54. Hovig B - Lower respiratory tract infections associated with respiratory therapy and anaesthesia equipment. *J Hosp Infect*, 1981;2:301-315.
55. Habeeb AJ, Hiramoto R - Reaction of proteins with glutaraldehyde. *Arch Biochem Biophys*, 1968;126:16-26.
56. Fierer J, Taylor PM, Gezon HM - *Pseudomonas aeruginosa* epidemic traced to delivery-room resuscitators. *N Engl J Med*, 1967;276:991-996.
57. Berthelot P, Grattard F, Mahul P et al - Ventilator temperature sensors: an unusual source of *Pseudomonas cepacia* in nosocomial infection. *J Hosp Infect*, 1993;25:33-43.
58. Weems Jr JJ - Nosocomial outbreak of *Pseudomonas cepacia* associated with contamination of reusable electronic ventilator temperature probes. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 1993;14:583-586.
59. Mastro TD, Fields BS, Breiman RF et al - Nosocomial Legionnaires disease and use of medication nebulizers. *J Infect Dis*, 1991;163:667-671.
60. Olds JW, Kisch AI, Eberle BS et al - *Pseudomonas aeruginosa* respiratory tract infection acquired from a contaminated anesthesia machine. *Am Rev Respir Dis*, 1972;105:629-632.
61. Albrecht WH, Dryden GE - Five-year experience with development of an individually clean anesthesia system. *Anesth Analg*, 1974;53:24-28.
62. Du Moulin GC, Sauberman AJ - The anesthesia machine and circle system are not likely to be sources of bacterial contamination. *Anesthesiology*, 1977;47:353-358.
63. American Association of Nurse Anesthetists - Infection Control Guide. 2nd Ed, Chicago, IL: American Association of Nurse Anesthetists, 1993; 12-18.
64. American Society for Anesthesiologists. Prevention of nosocomial infections in patients, em: Recommendations for Infection Control for the Practice of Anesthesiology - Park Ridge, IL: American Society of Anesthesiologists, 1991;1-9.
65. Parmley JB, Tahir AH, Dascomb HE et al - Disposable versus reusable rebreathing circuits: advantages, disadvantages, hazards and bacteriologic studies. *Anesth Analg*, 1972;51:888-894.
66. Shiotani GM, Nicholes P, Ballinger CM et al - Prevention of contamination of the circle system and ventilators with a new disposable filter. *Anesth Analg*, 1971;50:844-855.
67. Luttrupp HH, Berntman L - Bacterial filters protect anaesthetic equipment in a low-flow system. *Anaesthesia*, 1993;48:520-523.
68. Fagnoli JM, Arvieux CC, Girardet P et al - Efficiency and importance of airway filters in reducing microorganisms. *Anesth Analg*, 1992;74:S1-S368.
69. Chant K, Kociuba K, Munro R et al - Investigation of possible patient-to-patient transmission of Hepatitis C in a hospital. *New South Wales Public Health Bulletin*, 1994;5:47-50.
70. Speight S, Bennett AM, Lever MR et al - Efficacy of a pleated hydrophobic membrane filter as a barrier to *Mycobacterium tuberculosis*. Centre for Applied Microbiology and Research (CAMR) Porton Down, UK 1995.
71. Garibaldi RA, Britt MR, Webster C et al - Failure of bacterial filters to reduce the incidence of pneumonia after inhalation anesthesia. *Anesthesiology*, 1981;54:364-368.
72. Feeley TW, Hamilton WK, Xavier B et al - Sterile anesthesia breathing circuits do not prevent post-operative pulmonary. *Anesthesiology*, 1981;54:369-372.
73. Berry AJ, Nolte FS - An alternative strategy for infection control of anesthesia breathing circuits: a laboratory assessment of the Pall HME filter. *Anesth Analg*, 1991;72:651-655.