

Carolina Ramos de Souza¹, Vivian Taciana Simioni Santana¹

Impacto da aspiração supra-*cuff* na prevenção da pneumonia associada à ventilação mecânica

Impact of supra-cuff suction on ventilator-associated pneumonia prevention

1. Complexo Hospitalar de São Bernardo do Campo - São Bernardo do Campo (SP), Brasil.

RESUMO

O paciente crítico encontra-se intubado ou traqueostomizado por necessitar, na maioria dos casos, de ventilação mecânica invasiva. As cânulas utilizadas possuem o *cuff*, que pode atuar como um reservatório de secreções da orofaringe, predispondo à pneumonia associada à ventilação mecânica. Estudos têm demonstrado que a aspiração das secreções subglóticas por lúmen dorsal de sucção acima do *cuff* do tubo orotraqueal retarda e reduz a incidência de pneumonia associada à ventilação mecânica. O objetivo desta revisão foi verificar, na literatura, a importância da utilização da aspiração com dispositivo supra-*cuff* em pacientes críticos submetidos à intubação orotraqueal ou traqueostomia na prevenção de pneumonia associada à ventilação mecânica. Para tanto, foi realizada revisão bibliográfica entre os anos de 1986 a 2011, por meio de portais de bases de dados nacionais e internacionais. Verificou-se que a aspiração das secreções subglóticas

apresenta poucos resultados em relação à diminuição dos dias de ventilação mecânica e de permanência na unidade de terapia intensiva, além de não ser efetiva na diminuição da mortalidade, porém, mostra-se eficaz na redução da incidência da pneumonia associada à ventilação mecânica de início precoce e na redução de seus custos hospitalares. A forma de aspiração das secreções subglóticas contínua mostra-se mais eficiente na remoção de secreções; contudo, a forma intermitente parece ser a menos lesiva. Conclui-se que as cânulas com dispositivo de aspiração supra-*cuff* permitem a aspiração das secreções subglóticas, proporcionando benefícios aos pacientes críticos, uma vez que reduzem-se a incidência de pneumonia associada à ventilação mecânica e, conseqüentemente, os custos hospitalares, além de não haver relação com efeitos adversos em larga escala.

Descritores: Aspiração subglótica; Sucção; Pneumonia associada à ventilação mecânica; Terapia intensiva

INTRODUÇÃO

O paciente crítico, geralmente, está dependente da ventilação mecânica, a qual é possível por meio de próteses como o tubo orotraqueal e a cânula de traqueostomia. Ambas apresentam o *cuff*, balonete indicado para o vedamento das vias aéreas inferiores durante a ventilação mecânica,⁽¹⁾ o qual deve ser aferido a cada 4 horas e mantido insuflado com uma pressão ideal de 20 a 30 cmH₂O, para evitar que haja broncoaspiração, no uso de uma pressão inferior, e lesão da parede traqueal, no uso de uma pressão superior.⁽²⁻⁴⁾

Há dois tipos de *cuff*: *cuff* de alto volume e baixa pressão e *cuff* de baixa pressão e alto volume. O primeiro e mais antigo, conhecido também como *red rubber*, ao ser insuflado, apresenta uma pequena área de contato com a traqueia,

Conflitos de interesse: Nenhum.

Submetido em 28 de Agosto de 2012
Aceito em 8 de Novembro de 2012

Autor correspondente:

Carolina Ramos de Souza
Rua Bispo Cesar D'Acorsó Filho, 161 - Rugde Ramos
CEP: 09624-000 - São Bernardo do Campo (SP), Brasil
E-mail: rsoza.carolina@gmail.com

além de deformá-la em um formato circular. Dessa forma, com seu uso prolongado, ocasiona a isquemia e, conseqüentemente, a lesão da parede traqueal. Contudo, apresenta um menor custo e uma melhor vedação da traqueia, sendo mais efetivo contra a broncoaspiração. Já o segundo é mais atual e possui uma parede fina que, quando insuflado, adapta-se facilmente às bordas irregulares da parede traqueal, evitando lesões.⁽⁵⁾

Entretanto, o *cuff* de alto volume e baixa pressão de formato cilíndrico não protege totalmente as vias aéreas da aspiração de secreções, alimentos e conteúdo gástrico,⁽⁶⁾ pois atua como um reservatório de secreções orofaríngeas,^(7,8) uma vez que as estases de secreções altas, saliva e alimentos que ficam supra-*cuff* tendem a gotejar pelas laterais da traqueia⁽⁶⁻⁸⁾ e por microcanais que se formam pela dobradura do material do *cuff* sobre si mesmo,⁽⁹⁻¹¹⁾ permitindo, assim, a manutenção da broncoaspiração do material retido peri-*cuff*,⁽⁶⁻⁸⁾ processo este chamado de microaspiração. Esse evento, acompanhado da colonização bacteriana do trato aerodigestivo, é o principal agente etiológico da pneumonia associada à ventilação mecânica (PAV).^(12,13)

A PAV é definida como inflamação do parênquima pulmonar causada por agentes infecciosos após 48 a 72 horas da intubação orotraqueal e do início da ventilação mecânica⁽¹⁴⁾ e caracteriza-se como a infecção mais frequente em pacientes admitidos na unidade de terapia intensiva (UTI),⁽¹⁵⁾ representando, aproximadamente, 60% das infecções hospitalares,⁽¹⁶⁾ além de aumentar os dias de internação hospitalar e, desse modo, elevar os custos hospitalares,⁽¹⁴⁾ sendo a principal causa de mortalidade e morbidade em pacientes críticos.⁽¹⁷⁾

Embora essa classificação tenha sido recentemente questionada, classicamente divide-se a PAV em duas formas: de início precoce (desenvolvendo-se até o 4º dia de ventilação mecânica) e início tardio (desenvolvendo-se após o 5º dia de ventilação mecânica).^(16,18) A pneumonia de início precoce é usualmente causada pela microaspiração de bactérias que colonizam a orofaringe (cocos Gram-positivos e *Haemophilus influenza*)⁽¹⁴⁾ e, geralmente, apresenta melhor prognóstico, por serem sensíveis a antibióticos.⁽¹⁸⁾ A pneumonia de início tardio é, usualmente, causada por organismos nosocomiais como *Pseudomonas aeruginosa*, *Stenotrophomonas maltophilia*, espécies *Acinetobacter* e *Staphylococcus aureus* resistentes à metilina⁽¹⁴⁾ (micro-organismos multirresistentes) e, portanto, estão associadas a uma maior morbimortalidade.⁽¹⁸⁾

O conceito de prevenção da broncoaspiração e, dessa maneira, da PAV, baseia-se, entre outros fatores, na redução da quantidade de aspiração.⁽⁶⁾ Uma das formas possíveis é

a aspiração de secreções pulmonares,⁽¹⁹⁾ que, normalmente, são realizadas por meio dos sistemas de aspiração aberto ou fechado.⁽²⁰⁾ Na literatura, evidencia-se que ambos os sistemas de aspiração traqueal apresentam semelhante impacto para o desenvolvimento de PAV, porém, não realizam a aspiração de secreções acumuladas no espaço subglótico proximal ao *cuff*.⁽²⁰⁾ Diante do fato da ocorrência de vazamento de secreções peri-*cuff*, novos tubos orotraqueais e cânulas de traqueostomias foram desenvolvidos, os quais possuem um lúmen dorsal que permite a aspiração contínua ou intermitente do espaço subglótico.⁽¹⁵⁾

Vários estudos têm demonstrado que a aspiração das secreções subglóticas (ASS) por meio de dispositivo com lúmen dorsal de sucção acima do *cuff* do tubo orotraqueal retarda e reduz a incidência de PAV.^(15,21-25)

MÉTODOS

Foi realizada revisão bibliográfica nas bases de dados eletrônicas: MEDLINE, PubMed, Cochrane, SciELO e LILACS no período de 1986 a 2011. As palavras-chave utilizadas foram “*subglottic secretions drainage*”, “*subglottic aspiration*” e “*ventilator-associated pneumonia*”.

RESULTADOS

Foram encontrados sete estudos relevantes sobre o assunto. Estes estão presentes no quadro 1.

Vallés et al.⁽²¹⁾ demonstraram, em seu estudo, que o uso da ASS em pacientes intubados reduz a incidência de PAV em 43,4%. Porém, após a 1ª semana de ventilação mecânica, não houve diferença significativa quanto a incidência de PAV entre os grupos de ASS contínua e de aspiração convencional. De acordo com os autores uma explicação possível para esse evento seria o fato de que, com a realização da ASS, o volume de secreções orofaríngeas aspiradas do interior do trato brônquico deveria diminuir, e o tamanho do inóculo deveria ser menor. Dessa forma, o inóculo mínimo para desenvolver pneumonia de início precoce é maior do que o inóculo necessário pela pneumonia de início tardio. Conseqüentemente, a redução do tamanho do inóculo poderia explicar o atraso do desenvolvimento de pneumonia tardia e a redução de pneumonia precoce nos pacientes que receberam a ASS. Por fim, concluem que a incidência de pneumonia nosocomial em pacientes sob ventilação mecânica pode ser significativamente reduzida pelo uso desse método simples, que diminui a microaspiração crônica por meio do *cuff* de tubos orotraqueais.

De acordo com Kollef et al.,⁽²⁶⁾ o desenvolvimento de PAV ocorre mais tardiamente no grupo que recebe a ASS.

Quadro 1 - Resumo dos resultados

Autor	Número de amostra (N)	Tipo de estudo	Tipo de UTI	Tempo de VM para início da avaliação de PAV	Prótese ventilatória	Controle da pressão de cuff	Método de ASS	Uso de antibioticoterapia profilática	Resultados
Vallés et al. ⁽²¹⁾	153	Estudo duplo-cego, randomizado, controlado	Médico cirúrgica	> 72 horas	IOT com dispositivo supra-cuff (porta de sucção dorsal aberta versus fechada)	> 20 mmHg, mensurada a cada 4 horas	Contínua	Não	Reduz a incidência de PAV precoce em 43,3%
Kollef et al. ⁽²⁶⁾	343	Ensaio clínico prospectivo	Cardiorácica	Logo após a cirurgia cardíaca	IOT com dispositivo supra-cuff (porta de sucção dorsal aberta versus fechada)	Não realizado	Intermitente	Sim	Desenvolvimento da PAV mais tardiamente no grupo de ASS
Smulders et al. ⁽²²⁾	150	Ensaio clínico randomizado	Geral	> 72 horas	IOT com dispositivo supra-cuff versus IOT convencional	Cuff insuflado de forma empírica, pressão mensurada a cada 4 horas	Intermitente	Não	10% dos pacientes que desenvolveram PAV: 4% do grupo de ASS e 16% do grupo controle
Bouza et al. ⁽¹⁵⁾	690	Ensaio clínico prospectivo randomizado	Cardiorácica	> 48 horas	IOT com dispositivo supra-cuff versus IOT convencional TQT mantém padrão utilizado na IOT	20 a 30 mmHg, mensurada a cada turno	Contínua	Sim	Reduz a incidência de PAV, dias de VM e de UTI, além de reduzir os custos hospitalares
Lacherade et al. ⁽²⁵⁾	333	Ensaio clínico multicêntrico randomizado e controlado	Médico cirúrgica	> 48 horas	IOT com dispositivo supra-cuff versus IOT convencional	20 a 30 cmH ₂ O, mensurada a cada 3 horas	Intermitente (manual com seringa)	Sim	Reduz a incidência de PAV de início precoce e tardio
Dezfulian et al. ⁽²³⁾	896	Meta-análise sistemática							Reduz o risco de PAV precoce em 50%. Reduz dias de VM e UTI
Coffman et al. ⁽²⁴⁾		Estudo prospectivo			Modelo anatômico: TQT com dispositivo supra-cuff versus TQT convencional		Ausente Contínua Intermitente		Reduz a aspiração de saliva. A ASS contínua parece ser mais efetiva.

UTI - unidade de terapia intensiva; VM - ventilação mecânica; PAV - pneumonia associada à ventilação mecânica; ASS - aspiração de secreções subglóticas; IOT - intubação orotraqueal; TQT - traqueostomia.

Entretanto, não houve diferença na taxa global de PAV entre os pacientes que recebem ASS intermitente e os que não a recebem. Os autores justificaram a diferença de seus resultados em relação a outros estudos publicados, pela pequena amostra, por ter sido aplicada em apenas uma UTI e pela forma de randomização ter se baseado na data de aniversário dos participantes. Contudo, esses argumentos são falhos considerando que o estudo apresenta amostra maior do que outros estudos,^(21,22,25) alguns também conduzidos em apenas uma instituição,^(15,21,22) e a randomização foi eficiente ao gerar grupos de pacientes sem diferenças significativas. Porém, Kollef et al.⁽²⁶⁾ não mencionaram a realização de medidas de pressão de cuff e, isso sim, poderia justificar a ausência de diferenças significativas quanto ao uso da ASS. Dessa forma, os autores concluem que a ASS pode ser seguramente administrada nos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca e que a ocorrência de PAV pode ser significativamente mais tardia nesses pacientes

pelo uso de uma técnica simples de se aplicar.

Smulders et al.⁽²²⁾ observaram, em sua pesquisa, que a PAV pode ser prevenida pela ASS em pacientes sob ventilação mecânica acima de 3 dias e recomendam a incorporação da técnica na rotina de cuidados desses pacientes.

Dezfulian et al.⁽²³⁾ verificaram que a ASS reduz o risco de PAV em aproximadamente 50%, além de apresentar um desenvolvimento mais tardio em relação ao grupo controle e ter um risco reduzido de pneumonia de início precoce, com base na etiologia bacteriológica. Além disso, os pacientes que recebem a ASS permanecem menos dias na ventilação mecânica e têm menos tempo de permanência na UTI. No entanto, o tempo de internação hospitalar e a mortalidade não foram significativamente diferentes entre os grupos. Assim, os autores verificaram que a ASS reduz, primeiramente, a PAV de início precoce e afirmam não estar claro porque isso não acontece com a pneumonia de início tardio. Também mencionam a existência de poucas compli-

cações relacionadas à ASS, como a ocorrência de obstrução do lúmen dorsal do tubo com dispositivo supra-*cuff* por secreções que são aspiradas, fazendo com que esta pare de funcionar; no entanto, não há efeito adverso para o paciente já que esse tubo orotraqueal apenas se torna semelhante a um tubo orotraqueal convencional. Assim, a ASS parece ser efetiva para prevenir a PAV de início precoce entre os pacientes ventilados acima de 72 horas.

Bouza et al.⁽¹⁵⁾ obtiveram uma redução significativa na incidência de PAV no grupo de ASS contínua, bem como redução da densidade da incidência de PAV. O tempo de permanência na UTI e a duração de ventilação mecânica também são menores nos pacientes com ASS contínua, além de haver uma redução significativa na dose diária de antibióticos nesse grupo. Com isso, o uso da aspiração contínua deve ser parte do pacote de medidas utilizadas para diminuir a incidência e as consequências da PAV, pelo menos em populações de pacientes que estão passando por cirurgias cardíacas.

Lacherade et al.⁽²⁵⁾ em seu estudo randomizado multicêntrico, demonstraram que a ASS intermitente reduz a incidência de PAV, incluindo a PAV de início tardio, sem quaisquer eventos adversos. Os autores justificam que a redução da incidência de PAV tardia pode ter sido revelada pelo grande tamanho de amostra, pelo uso da ventilação mecânica prolongada (maior de 5 dias) e pela baixa incidência de PAV precoce (utilização de antibioticoterapia profilática), permitindo que mais pacientes pudessem ser avaliados em um prazo maior.

São escassos os estudos que avaliam a eficácia de cânulas de traqueostomia com dispositivo supra-*cuff*. Dos estudos encontrados, apenas o de Coffman et al.⁽²⁴⁾ avaliou que a aspiração de saliva pode ser reduzida com o uso de uma porta de sucção subglótica, além da aspiração contínua parecer mais efetiva do que a intermitente. Os resultados sugerem uma potencial redução do risco de aspiração para pacientes cronicamente ventilados, quando o tubo de traqueotomia com sucção é usado. Contudo, espera-se que seu desempenho seja semelhante ao do tubo orotraqueal com o mesmo dispositivo.

Alguns estudos mencionam o custo do uso de tubos orotraqueais com dispositivo de aspiração supra-*cuff*, porém Bouza et al.⁽¹⁵⁾ relataram que a ASS significa, no mínimo, uma considerável redução dos custos hospitalares, pois a economia com a aquisição de antibióticos é muito maior do que os gastos obtidos com o tubo orotraqueal com dispositivo supra-*cuff*. Shorr e O'Malley⁽¹⁷⁾ demonstram que os tubos com dispositivo supra-*cuff* podem estar associados a uma economia significativa se regularmente empregados para todas as intubações orotraqueais de ur-

gência. Embora custem mais do que os tubos orotraqueais tradicionais, essa diferença é compensada pelos altos custos associados à PAV.

A aspiração de secreções subglóticas é de grande valia, contudo, Dragoumanis et al.,⁽²⁷⁾ por meio de avaliação via broncoscopia, obtiveram, em seu estudo, uma disfunção do lúmen de sucção em 19 de 40 pacientes (48%), sendo 43% (17 casos) atribuídos ao bloqueio da porta de sucção subglótica, devido à sucção da mucosa traqueal, um caso de obstrução por secreções espessas e um caso indeterminado. Assim, os autores afirmam que a pressão negativa de menos de 20 mmHg favorece o prolapso da mucosa da traqueia para a porta de sucção subglótica, produzindo isquemia local na mucosa traqueal e expondo o paciente a um alto risco de lesão traqueal.

De acordo com Bouza et al.,⁽¹⁵⁾ deve-se checar a pressão de *cuff* e manter o lúmen de sucção sempre permeável. Os autores recomendam instilar 10 mL de água estéril por meio do lúmen subglótico, a fim de mantê-lo patente. No caso de obstrução presente, a permeabilidade deve ser restabelecida com um bólus de ar por meio do lúmen subglótico. Assim, nenhuma complicação relacionada à ASS contínua foi evidenciada em seu estudo. Não houve casos de obstrução do lúmen devido à manutenção do protocolo citado.

Em 2005, para resolver os problemas da lesão traqueal e obstrução do lúmen de sucção por secreções espessas, foi realizada uma mudança do *design* do tubo orotraqueal com dispositivo supra-*cuff*. Assim, a porta de sucção subglótica foi transferida para mais próximo do *cuff*, prevenindo a sucção da mucosa traqueal, e tanto a porta de sucção quanto o lúmen foram alargados para prevenir a obstrução por secreções espessas. Apresentava, então, um maior diâmetro externo do que o tubo orotraqueal convencional, sendo provavelmente mais rígido. Contudo, os efeitos do novo *design* na taxa de falha da sucção subglótica ou na presença de lesão laríngea/traqueal ainda não foram avaliados.⁽¹¹⁾

Outro problema seria a forma de aspiração de secreções subglóticas. Smulders et al.⁽²²⁾ ressaltam o uso de ASS intermitente, pois a sucção contínua com 100 mmHg poderia causar danos à parede traqueal.

Diante dos resultados obtidos, apenas no estudo de Kollef et al.⁽²⁶⁾ não houve diferenças significativas quanto à taxa de incidência de PAV entre os grupos que receberam a ASS e o grupo que recebeu atendimento convencional. Os demais trabalhos demonstraram redução na incidência de PAV com a utilização de ASS, juntamente com a realização do controle da pressão de *cuff*.^(15,21-23,25)

Adicionalmente, apesar da ASS apresentar poucos re-

sultados em relação à diminuição dos dias de ventilação mecânica e de permanência na UTI/hospital^(15,23) e de não ser efetiva na diminuição da mortalidade,^(15,21-23,25,26) ela mostra-se um modo eficaz na redução da incidência da PAV de início precoce,^(15,21-23,25) com poucos efeitos adversos relatados^(15,23,27) e é efetiva na redução dos custos hospitalares relacionados à PAV,^(15,17) sendo, assim, apoiada por três de quatro diretrizes: *Centers of Disease Control and Prevention* (2004), *Canadian Critical Care Society* (2004) e *American Thoracic Society and Infectious Disease Society* (2005).⁽²⁸⁾ Por outro lado, embora seja recomendado por estas diretrizes, a utilização de cânulas com dispositivo de aspiração supra-cuff tem sido infrequentes. Gentile e Siobal⁽¹¹⁾ citam, entre outras coisas, que a inconsistência de metodologia dos estudos, permitindo a heterogeneidade da população de pacientes entre os estudos, além da falta de um critério padrão para o diagnóstico de PAV poderiam afetar os resultados dos estudos, mantendo o desacordo sobre a força de evidência do método. Outro quesito a ser revisto é o meio de utilização do dispositivo supra-cuff, pois, apesar da forma de aspiração intermitente se mostrar menos lesiva à mucosa traqueal, há a necessidade de novos estudos que definam a forma de sua utilização, ou seja, o valor de pressão negativa que deve ser utilizada, assim como o tempo de aspiração e o intervalo. Ainda fazem-se necessário estudos sobre o impacto do uso do dispositivo supra-cuff em pacientes traqueostomizados, assim como estudos que verifiquem a eficácia do novo design do tubo orotraqueal com dispositivo supra-cuff.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As cânulas com dispositivo de aspiração supra-cuff permitem a aspiração de secreções subglóticas, proporcionando benefícios aos pacientes críticos, uma vez que reduzem a incidência de PAV e, conseqüentemente, os custos hospitalares, não estando relacionadas a efeitos adversos

em larga escala. Contudo, devem ser associados a outras formas de prevenção de PAV, uma vez que seu uso, isoladamente, não tem se mostrado efetivo na redução dos dias de ventilação mecânica, de permanência na UTI/hospital e da taxa de mortalidade.

ABSTRACT

Critically ill patients are intubated or tracheostomized because, in most cases, these individuals require invasive mechanical ventilation. The cannulae that are used include the cuff, which can act as a reservoir for oropharyngeal secretions, predisposing to ventilator-associated pneumonia. Studies have revealed that the suction of subglottic secretions through the dorsal suction lumen above the endotracheal tube cuff delays the onset and reduces the incidence of ventilator-associated pneumonia. The aim of this review is to assess published studies regarding the significance of using suction with a supra-cuff device for the prevention of ventilator-associated pneumonia in critically ill patients treated with orotracheal intubation or tracheostomy. Therefore, by searching national and international databases, a literature review was undertaken of studies published between the years 1986 and 2011. Few results were found relating the suction of subglottic secretions to decreased duration of mechanical ventilation and length of stay in the intensive care unit. The suction of subglottic secretions is ineffective in decreasing mortality but is effective in reducing the incidence of early-onset ventilator-associated pneumonia and hospital costs. Techniques involving continuous suction of subglottic secretions may be particularly efficient in removing secretions; however, intermittent suction appears to be the least harmful method. In conclusion, cannulae with a supra-cuff suction device enable the aspiration of subglottic secretions, providing benefits to critically ill patients by reducing the incidence of ventilator-associated pneumonia and, consequently, hospital costs - with no large-scale adverse effects.

Keywords: Subglottic aspiration; Suction; Pneumonia, ventilator-associated; Intensive care

REFERÊNCIAS

- Higgins DM, Maclean JC. Dysphagia in the patient with a tracheostomy: six cases of inappropriate cuff deflation or removal. *Heart Lung*. 1997;26(3):215-20.
- Hixson S, Sole ML, King T. Nursing strategies to prevent ventilator-associated pneumonia. *AACN Clin Issues*. 1998;9(1):76-90; quiz 145-6.
- St John RE. Advances in artificial airway management. *Crit Care Nurs Clin North Am*. 1999;11(1):7-17. Review.
- Sole ML, Byers JF, Ludy JE, Zhang Y, Banta CM, Brummel K. A multisite survey of suctioning techniques and airway management practices. *Am J Crit Care*. 2003;12(3):220-30; quiz 231-2.
- Spiegel JE. Endotracheal tube cuffs: design and function. *Anesthesiology* news: guide to airway management. 2010;51-8.
- Barros AP, Portas JG, Queija DS. Implicações da traqueostomia na comunicação e na deglutição. *Rev Bras Cir Cabeça Pescoço*. 2009;38(3):202-7.
- Blunt MC, Young PJ, Patil A, Haddock A. Gel lubrication of the tracheal tube cuff reduces pulmonary aspiration. *Anesthesiology*. 2001;95(2):377-81.
- O'Neal PV, Munro CL, Grap MJ, Rausch SM. Subglottic secretion viscosity and evacuation efficiency. *Biol Res Nurs*. 2007;8(3):202-9.
- Seegobin RD, van Hasselt GL. Aspiration beyond endotracheal cuffs. *Can Anaesth Soc J*. 1986;33(3 Pt 1):273-9.
- Deem S, Treggiari MM. New endotracheal tubes designed to prevent ventilator-associated pneumonia: do they make a difference? *Respir Care*. 2010;55(8):1046-55.

11. Gentile MA, Siobal MS. Are specialized endotracheal tubes and heat-and-moisture exchangers cost-effective in preventing ventilator associated pneumonia? *Respir Care*. 2010;55(2):184-96; discussion 196-7.
12. Young PJ, Rollinson M, Downward G, Henderson S. Leakage of fluid past the tracheal tube cuff in a benchtop model. *Br J Anaesth*. 1997;78(5):557-62.
13. American Thoracic Society, Infectious Diseases Society of America. Guidelines for the management of adults with hospital-acquired, ventilator-associated, and healthcare-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005;171(4):388-416.
14. Chastre J, Fagon JY. Ventilator-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;165(7):867-903. Review.
15. Bouza E, Pérez MJ, Muñoz P, Rincón C, Barrio JM, Hortal J. Continuous aspiration of subglottic secretions in the prevention of ventilator-associated pneumonia in the postoperative period of major heart surgery. *Chest*. 2008;134(5):938-46.
16. Haringer DM. Pneumonia associada à ventilação mecânica. *Pulmão RJ*. 2009;Supl 2:S37-45.
17. Shorr AF, O'Malley PG. Continuous subglottic suctioning for the prevention of ventilator-associated pneumonia: potential economic implications. *Chest*. 2001;119(1):228-35.
18. Trouillet JL, Chastre J, Vuagnat A, Joly-Guillou ML, Combaux D, Dombret MC, et al. Ventilator-associated pneumonia caused by potentially drug-resistant bacteria. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998;157(2):531-9.
19. Costa D. *Fisioterapia respiratória básica*. São Paulo: Atheneu; 1999.
20. Lopes FM, López MF. Impacto do sistema de aspiração traqueal aberto e fechado na incidência de pneumonia associada à ventilação mecânica: revisão de literatura. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2009;21(1):80-8.
21. Vallés J, Artigas A, Rello J, Bonsoms N, Fontanals D, Blanch L, et al. Continuous aspiration of subglottic secretions in preventing ventilator-associated pneumonia. *Ann Intern Med*. 1995;122(3):179-86.
22. Smulders K, van der Hoeven H, Weers-Pothoff I, Vandenbroucke-Grauls C. A randomized clinical trial of intermittent subglottic secretion drainage in patients receiving mechanical ventilation. *Chest*. 2002;121(3):858-62.
23. Dezfulian C, Shojania K, Collard HR, Kim HM, Matthay MA, Saint S. Subglottic secretion drainage for preventing ventilator-associated pneumonia: a meta-analysis. *Am J Med*. 2005;118(1):11-8. Review.
24. Coffman HM, Rees CJ, Sievers AE, Belafsky PC, Sacramento CA, Winston-Salem NC. Proximal suction tracheostomy tube reduces aspiration volume. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2008;138(4):441-5.
25. Lacherade JC, De Jonghe B, Guezennec P, Debbat K, Hayon J, Monsel A, et al. Intermittent subglottic secretion drainage and ventilator-associated pneumonia: a multicenter trial. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010;182(7):910-7.
26. Kollef MH, Skubas NJ, Sundt TM. A randomized clinical trial of continuous aspiration of subglottic secretions in cardiac surgery patients. *Chest*. 1999;116(5):1339-46.
27. Dragoumanis CK, Vretzakis GI, Papaioannou VE, Didilis VN, Vogiatzaki TD, Pneumatikos IA. Investigating the failure to aspirate subglottic secretions with the Evac endotracheal tube. *Anesth Analg*. 2007;105(4):1083-5, table of contents.
28. Lorente L, Blot S, Rello J. Evidence on measures for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Eur Respir J*. 2007;30(6):1193-207.