

O volume mínimo de oclusão é um método seguro e eficaz para o ajuste da pressão do cuff em pacientes ventilados mecanicamente

Minimal occlusive volume is a safe and effective method for adjusting cuff pressure in mechanically ventilated patients

El volumen de oclusión mínimo es una técnica segura y eficaz para ajustar la presión del manguito en pacientes con ventilación mecánica

Bruno Santos Silva de Souza¹, Thiago Augusto Guimarães Souza², Caroline Ferreira dos Santos³, Patrícia Barbirato Chicayban⁴, Luciano Matos Chicayban⁵

RESUMO | A pressão do cuff (P_{cuff}) ideal deve ser capaz de prevenir a microaspiração de secreções orofaríngeas por escapes aéreos e evitar lesão da mucosa traqueal. Normalmente, realiza-se a monitorização por meio de manômetro, buscando manter a P_{cuff} entre 20 e 30cmH₂O. O método do volume mínimo de oclusão (VMO) consiste em insuflar minimamente o balonete, utilizando uma seringa, para que não ocorram vazamentos. O objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade do método do VMO de individualizar o ajuste da P_{cuff} em pacientes ventilados mecanicamente. Trata-se de um estudo transversal, prospectivo, com 25 pacientes adultos, com tempo de ventilação mecânica (VM) superior a 48 horas. A P_{cuff} foi medida em dois momentos: inicial e por VMO. A prevalência de P_{cuff} fora dos limites de normalidade foi de 76%. Ocorreu vazamento na medida inicial em nove pacientes, sendo que, para quatro, a medida estava dentro dos valores de referência. Os outros cinco apresentaram $P_{cuff} < 20\text{cmH}_2\text{O}$. No ajuste pelo método VMO, todos os pacientes apresentaram P_{cuff} no limite de normalidade. Os pacientes sem vazamento com $P_{cuff} > 30\text{cmH}_2\text{O}$ tiveram redução quando ajustados pelo VMO ($45,4 \pm 9,6$

vs $28,5 \pm 1,6\text{cmH}_2\text{O}$; $p < 0,001$). Podemos concluir que o método do VMO foi capaz de individualizar a P_{cuff} dentro dos valores de referência em todos os pacientes.

Descritores | Pneumonia Associada à Ventilação Mecânica; Manuseio das Vias Aéreas; Unidades de Terapia Intensiva.

ABSTRACT | The ideal cuff pressure (P_{cuff}) must prevent microaspiration of oropharyngeal secretions due to air leakage and avoid injury to the tracheal mucosa. Usually, monitoring consists of a manometer to keep the P_{cuff} between 20 and 30cmH₂O. The minimal occlusive volume (MOV) method minimally inflates the cuff using a syringe so that no leakage occurs. This study aims to evaluate the ability of the minimal occlusive method to individualize the P_{cuff} adjustment in mechanically ventilated patients. Cross-sectional prospective study with 25 adult patients with more than 48 hours of mechanical ventilation. Cuff pressure was measured at two moments: initial and by MOV. The prevalence of P_{cuff} outside the normal range was 76%. Leakage in the initial measurement occurred in 9 patients, 4 of whom were within the reference values. The other 5 patients presented $P_{cuff} < 20\text{cmH}_2\text{O}$. In the adjustment by the MOV method, all

Estudo realizado no Hospital Geral de Guarus, Campos dos Goytacazes (RJ), Brasil.

¹Hospital Ferreira Machado (HFM) – Campos dos Goytacazes (RJ), Brasil. E-mail: souzabruno.fisio@gmail.com. ORCID-0000-0002-7426-6229

²Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil. E-mail: thiago.guima.10@gmail.com. ORCID-0000-0002-8662-5428

³Hospital Ferreira Machado (HFM) – Campos dos Goytacazes (RJ), Brasil. E-mail: carolafsanatos@gmail.com. ORCID-0000-0002-9700-5013

⁴Institutos Superiores de Ensino do Centro Educacional Nossa Senhora Auxiliadora (ISECENSA) – Campos dos Goytacazes (RJ), Brasil. E-mail: patriciabarbairato@gmail.com. ORCID-0000-0001-7656-8530

⁵Hospital Ferreira Machado (HFM); Hospital Geral de Guarus (HGG) – Campos dos Goytacazes (RJ), Brasil. E-mail: lucianochicayban@gmail.com. ORCID-0000-0001-7528-4165

Endereço para correspondência: Luciano Matos Chicayban – Rua Doutor Augusto Bessa, 324 – Campos dos Goytacazes (RJ), Brasil – CEP: 28015-150 – E-mail: lucianochicayban@gmail.com – Fonte de financiamento: nada a declarar – Conflito de interesses: nada a declarar – Apresentação: 9 ago. 2022 – Aceito para publicação: 31 out. 2022 – Aprovado pelo Comitê de Ética: nº CAAE 34958420.3.0000.5524.

patients presented P_{cuff} at the limit of normality. Patients without leakage with $P_{\text{cuff}} > 30 \text{ cmH}_2\text{O}$ had a reduction when adjusted for MOV (45.4 ± 9.6 against $28.5 \pm 1.6 \text{ cmH}_2\text{O}$; $p < 0.001$). We can conclude that the minimal occlusive volume method was able to individualize the P_{cuff} within the reference values in all patients.

Keywords | Pneumonia, Ventilator-Associated; Airway Management; Intensive Care Units.

RESUMEN | La presión del manguito (P_{manguito}) ideal debería ser capaz de prevenir la microaspiración de secreciones orofaríngeas por el escape de aire y evitar daños en la mucosa traqueal. En general, la monitorización se da a través de un manómetro al buscar mantener la P_{manguito} entre 20 y 30 cmH_2O . La técnica de volumen de oclusión mínimo (VOM) consiste en inflar al mínimo el manguito, utilizando una jeringa, para que no escape el aire. El objetivo de este estudio fue evaluar la capacidad de la técnica de VOM para individualizar el ajuste

de la P_{manguito} en pacientes con ventilación mecánica. Se trata de un estudio transversal, prospectivo, realizado con 25 pacientes adultos, con tiempo de ventilación mecánica (VM) superior a 48 horas. La P_{manguito} se dio en dos momentos: inicial y por VMO. La prevalencia de la P_{manguito} fuera de los límites normales fue del 76%. Se detectó el escape de aire en la medida inicial de nueve pacientes, entre los cuales cuatro tuvieron una medición dentro de los valores de referencia. Los otros cinco tenían una $P_{\text{manguito}} < 20 \text{ cmH}_2\text{O}$. En el ajuste por la técnica de VMO, todos los pacientes tuvieron P_{manguito} al límite de los valores normales. Los pacientes que no habían presentado escape de aire con $P_{\text{manguito}} > 30 \text{ cmH}_2\text{O}$ tuvieron una reducción cuando hubo un ajuste del VMO (45.4 ± 9.6 vs $28.5 \pm 1.6 \text{ cmH}_2\text{O}$; $p < 0.001$). Se concluye que la técnica de VMO fue capaz de individualizar la P_{manguito} dentro de los valores de referencia en todos los pacientes.

Palabras clave | Neumonía Asociada al Ventilador; Manejo de la Vía Aérea; Unidades de Cuidados Intensivos.

INTRODUÇÃO

O acúmulo de secreções acima do balonete do tubo endotraqueal e a microaspiração ao redor do cuff estão claramente implicados na patogênese da pneumonia associada à ventilação mecânica (PAV)^{1,2}. A PAV prolonga os tempos de ventilação mecânica (VM) e de internação na unidade de terapia intensiva (UTI), aumentando os custos hospitalares³⁻⁵. Os *bundles* de prevenção da PAV contemplam intervenções como o controle da pressão do cuff (P_{cuff}) e da inclinação da cabeceira do leito, drenagem de secreção subglótica, cuidados de higiene bucal, entre outros⁶. O controle da P_{cuff} minimiza ou previne complicações, porém, insuflações insuficientes podem causar microaspiração de secreções orofaríngeas, vazamentos e consequente assincronia paciente-ventilador⁷. Por outro lado, pressões elevadas aumentam o risco de lesão traqueal^{5,8-10}.

Normalmente, a monitorização intermitente da P_{cuff} é realizada por meio de um manómetro, devendo ser mantida entre 20 e 30 cmH_2O ^{5,6,11,12}. Como mencionado, a pressão mínima deve ser suficiente para evitar microaspiração, mas pressões excessivas podem danificar a mucosa traqueal. Uma pressão máxima de 30 cmH_2O comumente indica redução do fluxo sanguíneo da mucosa, mas valores superiores a 50 cmH_2O obstruem completamente o fluxo sanguíneo traqueal, provocando lesão¹². No entanto, valores de P_{cuff} dentro dos limites de normalidade podem não garantir selamento em todos os pacientes; da mesma

forma, pressões abaixo de 20 cmH_2O podem garantir o selamento. Alguns autores preconizam o uso da técnica do volume mínimo de oclusão (VMO) visando atingir uma pressão mínima para obter vedação¹⁰. Através de uma seringa, o balonete deve ser desinsuflado e reinsuflado até que o selamento traqueal seja restabelecido. O vazamento pode ser detectado pela ausculta pulmonar no nível da fúrcula esternal ou pela diferença entre os volumes inspiratório e expiratório. Assim, o manejo da P_{cuff} deve considerar o menor volume de insuflação que promova selamento, independentemente da pressão alcançada.

O objetivo deste estudo foi verificar as P_{cuff} obtidas através do método do VMO em pacientes ventilados mecanicamente, e compará-las com os valores de referência.

METODOLOGIA

Desenho e amostra

Trata-se de um estudo analítico transversal, realizado com 25 pacientes adultos, intubados ou traqueostomizados, com tempo de VM superior a 48 horas. Todos os pacientes estavam em VM controlada através dos modos ventilação com pressão controlada (PCV) ou volume controlado (VCV) e pressão positiva expiratória final (PEEP) entre 5 e 8 cmH_2O . Foram excluídos do estudo pacientes com traqueomalácia, estenose traqueal, relato de via aérea difícil ou pressão máxima nas vias aéreas maior que 30 cmH_2O .

Esse limite de pressão nas vias aéreas foi definido para evitar que altas pressões pudessem produzir vazamento, interferindo nos resultados. O estudo foi realizado entre agosto e dezembro de 2019, na UTI do Hospital Geral de Guarus, Campos dos Goytacazes (RJ). O protocolo desta unidade hospitalar utiliza a monitorização intermitente da P_{cuff} . Todos os responsáveis pelos pacientes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Avaliação

A P_{cuff} foi verificada em dois momentos: medida inicial e medida pelo método do VMO. Inicialmente, os pacientes foram posicionados em decúbito dorsal, com cabeceira elevada em 30° , cabeça centralizada e submetidos a aspiração traqueal. As medidas foram realizadas sempre no período da manhã, após as higienes geral e oral feitas pela enfermagem. Após cinco minutos, a P_{cuff} foi verificada por meio de um cuffômetro, sendo esta medida definida como a inicial. Neste mesmo instante, foi também verificada e registrada a ocorrência ou não de vazamentos. Os vazamentos foram verificados por meio de ausculta pulmonar no nível da traqueia. Com o cuffômetro ainda conectado, a P_{cuff} foi ajustada pelo método do VMO. Para tal, o balonete era desinsuflado e reinsuflado para obter o volume mínimo de selamento, verificado através da ausculta. A P_{cuff} foi medida por meio do cuffômetro VBM Medizintechnik GmbH, com graduação de 0 a $120\text{cmH}_2\text{O}$, que, conectado ao balonete, permite a insuflação e a desinsuflação. Os valores de referência foram considerados normais entre 20 e $30\text{cmH}_2\text{O}$ ⁶.

Análise

Os pacientes foram definidos de acordo com a presença de vazamentos e estratificados conforme os valores de referência para a P_{cuff} . Inicialmente, realizou-se a análise univariada dos dados. As variáveis categóricas do estudo foram apresentadas através das frequências absolutas e relativas; e as variáveis contínuas, através de média e desvio-padrão, de acordo com a análise da distribuição dos dados pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Os testes de escolha para a análise dos desfechos principais levaram em consideração a normalidade da amostra dentro de cada grupo. As variáveis analisadas nos métodos de pressão inicial e VMO foram comparadas por meio do teste t para amostras repetidas ou pelo teste de Wilcoxon. Para a análise de variáveis que apresentaram distribuição

normal, foi utilizado nível de significância de 5%. Quando uma das variáveis quantitativas não apresentou distribuição normal, foi empregado nível de significância de 2,5%, considerando a penalização pelos dois grupos existentes na análise.

RESULTADOS

A amostra contou com 25 pacientes adultos, sendo 48% do sexo masculino, com idade média de 58,9 anos. Do total, 80% dos participantes era de intubados e 20% de traqueostomizados. O tempo de ventilação mecânica foi de $8,9\pm 5,8$ anos, variando de 3 a 24 dias, sendo 2 a 11 dias nos pacientes intubados e de 16 a 21 dias nos traqueostomizados. As características da amostra estão representadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características da amostra

	N=25
Idade, anos	58,9±10,6
Sexo masculino, n (%)	12 (48,0)
Via aérea artificial, n (%)	
TOT	20 (80)
TQT	5 (20)
Tempo de VM, dias	8,9±5,8
Diagnóstico, n (%)	
PAV	15 (60,0)
Sepse	13 (52,0)
AVE	10 (40,0)
DPOC	4 (16,0)
EAP	4 (16,0)

TOT: tubo orotraqueal; TQT: traqueostomia; VM: ventilação mecânica; PAV: pneumonia associada à ventilação mecânica; AVE: acidente vascular encefálico; DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica; EAP: edema pulmonar agudo. Dados expressos como média±desvio-padrão ou frequência absoluta e relativa (%).

A P_{cuff} inicial em toda a amostra foi de $34,4\pm 15,2\text{cmH}_2\text{O}$, com limites inferior e superior de 10 e $66\text{cmH}_2\text{O}$, respectivamente. A identificação de vazamento na medida inicial da P_{cuff} ocorreu em 36% (9 de 25) dos pacientes, e a P_{cuff} foi de $18,6\pm 6,4\text{cmH}_2\text{O}$ ($10\text{--}28\text{cmH}_2\text{O}$). Desses nove pacientes, quatro apresentaram P_{cuff} na faixa de normalidade ($24,5\pm 3,3\text{cmH}_2\text{O}$; $20\text{--}28\text{cmH}_2\text{O}$) e cinco apresentaram P_{cuff} inferior a $20\text{cmH}_2\text{O}$ ($13,8\pm 3,0\text{cmH}_2\text{O}$;

10-18cmH₂O). O método VMO aumentou a P_{cuff} (18,6±6,4 vs 28,8±1,8cmH₂O; p<0,001).

Os pacientes sem vazamento na medida inicial (16 de 25) apresentaram P_{cuff} de 43,4cmH₂O (IC 95%: 39,0 a 47,8cmH₂O). Destes, apenas dois apresentavam P_{cuff} no limite de normalidade; os demais 14 pacientes apresentaram P_{cuff} de 45,4cmH₂O (IC 95%: 41,4-49,4cmH₂O). Nos pacientes com P_{cuff} dentro da faixa de normalidade

e sem vazamento, o VMO reduziu a P_{cuff} (29,0±1,4 vs 24,5±0,7cmH₂O; p=0,035). Os pacientes sem vazamento com P_{cuff} superior a 30cmH₂O tiveram redução quando ajustados pelo VMO (45,4±9,6 vs 28,5±1,6cmH₂O; p<0,001). Quando a P_{cuff} foi ajustada pelo método VMO, todos os pacientes apresentaram P_{cuff} nos valores de referência (28,3cmH₂O; IC 95%: 27,5-29,1cmH₂O). Os dados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados

	Inicial	VMO	valor-p
Total (N=25)	34,4 (10-66) (IC 95%: 28,1-40,7)	28,3 (24-30) (IC 95%: 27,5-29,1)	0,027
Sem vazamento (n=16)	43,4 (28-66) (IC 95%: 39,0-47,8)	28,0 (24-30) (IC 95%: 27,2-28,8)	0,001
20 a 30cmH ₂ O (n=2)	29,0 (28-30) (IC 95%: 28,4-29,6)	24,5 (24-25) (IC 95%: 24,2-24,8)	0,035
>30cmH ₂ O (n=14)	45,4 (34-66) (IC 95%: 41,4-49,4)	28,5 (25-30) (IC 95%: 27,8-29,2)	0,001
Com vazamento (n=9)	18,6 (10-28) (IC 95%: 15,9-21,2)	28,9 (26-30) (IC 95%: 28,3-29,5)	0,001
20 a 30cmH ₂ O (n=4)	24,5 (28-30) (IC 95%: 23,1-25,9)	29,0 (28-30) (IC 95%: 28,5-29,5)	0,001
<20cmH ₂ O (n=5)	13,8 (10-18) (IC 95%: 12,6-15,0)	28,8 (26-30) (IC 95%: 28,1-29,5)	0,001

VMO: volume mínimo de oclusão. Dados expressos como média (limite inferior-limite superior), seguido do intervalo de confiança (IC) de 95%.

DISCUSSÃO

Os resultados do estudo demonstraram que o ajuste da P_{cuff} através do método VMO foi eficaz para prevenir vazamentos e manter a P_{cuff} nos valores de referência em todos os pacientes analisados. Houve alta prevalência de insuflação excessiva do balonete. Dos nove pacientes que apresentaram vazamento na medida inicial, quatro apresentaram P_{cuff} dentro dos limites de normalidade.

A insuflação excessiva do balonete traqueal pode produzir efeitos deletérios à mucosa da parede traqueobrônquica. Por outro lado, a ocorrência de vazamento possibilita a microaspiração de secreções oronasais, o que implica diretamente na patogênese da PAV¹³. Os *bundles* de prevenção da PAV têm como objetivo identificar e corrigir os fatores de risco associados ao desenvolvimento das infecções diretamente relacionadas ao suporte ventilatório^{14,15}. O aumento do tempo

de suporte ventilatório invasivo é fator de risco para morbimortalidade e aumento dos custos hospitalares^{3,16}. Dessa forma, a monitorização da P_{cuff} deve ser uma atividade rotineira nas UTIs, assim como uma prática bem estabelecida nos cuidados respiratórios ao paciente ventilado mecanicamente¹⁷.

A P_{cuff} excessiva é um fator relevante na causa de lesões traqueais⁵. A pressão elevada é transmitida à mucosa traqueal, podendo gerar isquemia. Em um estudo experimental, Castilho et al.¹⁸ analisaram histologicamente a mucosa traqueal de cães submetidos ao ajuste da P_{cuff} através do VMO ou valor fixo em 25cmH₂O. Os autores observaram que ambos os métodos provocaram lesões epiteliais igualmente. A pressão de perfusão da mucosa traqueal situa-se entre 25 e 35mmHg ou 34 e 47cmH₂O. Neste estudo, a medida inicial foi de 34,4±15,2cmH₂O, mas com valores de até 66cmH₂O. Após o ajuste pelo VMO, todos os pacientes apresentaram valores protetivos

para isquemia da mucosa traqueal. Embora necessário para facilitar o suporte ventilatório, danos a orofaringe, laringe e traqueia podem ser iniciados desde a intubação orotraqueal e, assim, promover efeitos diretos que prejudicam os mecanismos de defesa locais; manter a epiglote aberta, alterando a tosse e o sistema mucociliar; e modificar o fenótipo das células traqueobrônquicas, propiciando a ligação bacteriana e inoculação do trato respiratório inferior com a flora orofaríngea endógena^{19,20}.

O vazamento de secreção subglótica contaminada é o principal vetor de microrganismos patogênicos em pacientes mecanicamente ventilados. Nesse contexto, a colonização bacteriana endobrônquica resulta em infecções pulmonares²¹. Embora a monitorização da P_{cuff} pelo VMO tenha promovido resultados ideais de P_{cuff} , não é possível garantir o completo selamento e prevenção de microaspirações. Fatores como PEEP, mudança no posicionamento do paciente e angulação de cabeceira do leito modificam a permeabilidade das vias aéreas mesmo sob níveis recomendados para a P_{cuff} ¹¹. Ono et al.²² observaram que a redução da inclinação da cabeceira de 30° para 0° reduziu a P_{cuff} em 16,9%; quando elevada de 30° para 60°, houve uma redução média de 18,8%. Dessa forma, verificou-se que a pressão sofre oscilações frequentes, possibilitando vazamento de gás. Outro fator que pode influenciar a alteração da P_{cuff} é o diâmetro interno da traqueia. O volume de ar necessário para insuflar o cuff depende da relação entre o diâmetro interno da traqueia e o diâmetro externo do tubo orotraqueal, de forma que a escolha do tubo depende do espaço glótico²³. Isso pode explicar o vazamento encontrado em quatro pacientes que apresentavam P_{cuff} na faixa de normalidade, o que foi corrigido pela técnica VMO. Isso caracteriza a eficácia da técnica como forma de individualizar a P_{cuff} para prevenir fugas aéreas, independentemente do tamanho da traqueia ou do diâmetro da via aérea artificial.

A técnica VMO se mostrou segura e de baixo custo para monitorar a P_{cuff} , podendo ser realizada em qualquer unidade hospitalar, já que depende somente de uma seringa e um estetoscópio para a ausculta de vazamentos na traqueia. Ademais, os vazamentos podem ser observados no ventilador mecânico, através da diferença entre o volume corrente inspiratório e expiratório.

O estudo apresentou como limitação a generalização dos resultados sem estratificar a amostra de acordo com sexo e altura do paciente e diâmetro da via aérea artificial. Essas informações poderiam determinar uma relação entre diâmetro interno da traqueia e diâmetro externo da via

aérea artificial. Além disso, não foi possível determinar se os pacientes apresentavam algum grau de lesão traqueal, em especial aqueles com maior tempo de via aérea artificial. Outra limitação é a ocorrência de escapes aéreos durante a desconexão do cuffômetro ou da seringa do balonete após as medidas realizadas. Por último, uma amostra mais expressiva poderia aumentar a capacidade de generalização dos resultados.

CONCLUSÃO

O método VMO promoveu a menor P_{cuff} necessária para evitar vazamentos, mantendo-a dentro dos valores de referência em todos os pacientes. Por outro lado, o ajuste pela faixa de normalidade não garantiu vedação. Ademais, trata-se de um método eficiente e de baixo custo, podendo ser utilizado extensamente na prática clínica. Outros estudos devem ser realizados para avaliar o impacto desse método sobre a incidência de PAV ou lesão traqueal.

REFERÊNCIAS

1. Branson RD, Gomaa D, Rodriguez D Jr. Management of the artificial airway. *Respir Care*. 2014;59(6):974-90. doi: 10.4187/respcare.03246.
2. Dexter AM, Scott JB. Airway management and ventilator-associated events. *Respir Care*. 2019;64(8):986-93. doi: 10.4187/respcare.07107.
3. Papazian L, Klompas M, Luyt CE. Ventilator-associated pneumonia in adults: a narrative review. *Intens Care Med*. 2020;46(5):888-906. doi: 10.1007/s00134-020-05980-0.
4. Rouzé A, Martin-Loeches I, Nseir S. Airway devices in ventilator-associated pneumonia pathogenesis and prevention. *Clin Chest Med*. 2018;39(4):775-83. doi: 10.1016/j.ccm.2018.08.001.
5. Nseir S, Zerimech F, Fournier C, Lubret R, Ramon P, et al. Continuous control of tracheal cuff pressure and microaspiration of gastric contents in critically ill patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2011;184(9):1041-7. doi: 10.1164/rccm.201104-0630OC.
6. Wen Z, Wei L, Chen J, Xie A, Li M, et al. Is continuous better than intermittent control of tracheal cuff pressure? A meta-analysis. *Nurs Crit Care*. 2019;24(2):76-82. doi: 10.1111/nicc.12393.
7. Kumar A, Kumar N. Endotracheal tube inflation tubing defect: an unusual cause of intraoperative volume leak. *J Clin Monit Comput*. 2021;35(5):1239-40. doi: 10.1007/s10877-020-00607-7.
8. Gil-Perotin S, Ramirez P, Marti V, Sahuquillo JM, Gonzalez E, et al. Implications of endotracheal tube biofilm in ventilator-associated pneumonia response: a state of concept. *Crit Care*. 2012;16(3):R93. doi: 10.1186/cc11357.
9. Camargo MF, Andrade APA, Cardoso FPF, Melo MHO. Analysis of the intracuff pressures of intensive care patients. *Rev Assoc Med Bras*. 2006;52(6):405-8. doi: 10.1590/S0104-42302006000600019.

10. Godoy ACF, Moura MG, Adame ML, Fraga GP. Tailored intracuff pressures. *J Bras Pneumol*. 2012;38(5):672-3. doi: 10.1590/s1806-37132012000500018.
11. Chair SY, Chan DWK, Cao X. The interaction of subglottic drainage, cuff pressure, and oral care on endotracheal tube fluid leakage: a benchtop study. *Aust Crit Care*. 2020;33(4):358-63. doi: 10.1016/j.aucc.2019.05.002.
12. Barbas CSV, Ísola AM, Farias AMC, Cavalcanti AB, Gama AMC, et al. Brazilian recommendations of mechanical ventilation 2013. Part I. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2014;26(2):89-121. doi: 10.5935/0103-507x.20140017.
13. Hellyer TP, Ewan V, Wilson P, Simpson AJ. The Intensive Care Society recommended bundle of interventions for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *J Intensive Care Soc*. 2016;17(3):238-43. doi: 10.1177/1751143716644461.
14. Chicayban LM, Terra ELVS, Ribela JS, Barbosa PF. Bundles de prevenção de pneumonia associada à ventilação mecânica: a importância da multidisciplinaridade. *Perspect Online Biol Saude*. 2017;7(25):25-35. doi: 10.25242/886872520171200.
15. Akdogan O, Ersoy Y, Kuzucu C, Gedik E, Tugal T. Assessment of the effectiveness of a ventilator associated pneumonia prevention bundle that contains endotracheal tube with subglottic drainage and cuff pressure monitorization. *Braz J Infect Dis*. 2017;21(3):276-81. doi: 10.1016/j.bjid.2017.01.002.
16. O'Neill MP, Gopalan PD. Endotracheal tube cuff pressure change: proof of concept for a novel approach to objective cough assessment in intubated critically ill patients. *Heart Lung*. 2020;49(2):181-5. doi: 10.1016/j.hrtlng.2019.10.013.
17. Jerre G, Silva TJ, Beraldo MA, Gastaldi A, Kondo C, et al. Fisioterapia no paciente sob ventilação mecânica. *J Bras Pneumol*. 2007;33(Suppl 2):S142-50. doi: 10.1590/S1806-37132007000800010.
18. Castilho EC, Braz JRC, Catâneo AJM, Martins RHG, Gregório EA. Effects of tracheal tube cuff limit pressure (25 cmH₂O) and "seal" pressure on tracheal mucosa of dogs. *Rev Bras Anesthesiol*. 2003;53(6):743-55. doi: 10.1590/s0034-70942003000600006.
19. Diaconu O, Sîriopol I, Poloşanu LI, Grigoraş I. Endotracheal tube biofilm and its impact on the pathogenesis of ventilator-associated pneumonia. *J Crit Care Med (Targu Mures)*. 2018;4(2):50-5. doi: 10.2478/jccm-2018-0011.
20. Wittekamp BHJ, van Mook WNKA, Tjan DHT, Zwaveling JH, Bergmans DCJJ. Clinical review: post-extubation laryngeal edema and extubation failure in critically ill adult patients. *Crit Care*. 2009;13(6):233. doi: 10.1186/cc8142.
21. Spapen H, Suys E, Regt J, Troubleyn J, Jonckheer J. An endotracheal tube providing "pressurized sealing" prevents fluid leakage in mechanically ventilated critically ill patients: a pilot study. *J Anesth*. 2020;34(1):144-8. doi: 10.1007/s00540-019-02707-4.
22. Ono FC, Andrade APA, Cardoso FPF, Melo MHO, Souza RN, et al. Cuff pressure analysis of intensive care unit patients with different inclinations of the head section of the bed. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2008;20(3):220-5. doi: 10.1590/S0103-507X2008000300003.
23. Aranha AGA, Forte V, Perfeito JAJ, Leão LEV, Imaeda CJ, et al. Study of tracheal tube intra-cuff pressure. *Rev Bras Anesthesiol*. 2003;53(6):728-36. doi: 10.1590/s0034-70942003000600004.