

Avaliação da pressão do balonete das sondas de intubação traqueal: resultados obtidos pela técnica da palpação digital e experiência do anestesiológico

Assessment of endotracheal tube cuff pressure: results obtained by the technique of digital palpation and anesthesiologist experience

Priscilla Kenya Silva Vasconcelos¹, Luciano Alves Matias da Silveira², Guilherme Augusto da Silva Alves Filgueira³, Laura Bisinotto Martins⁴, Camila Lourencini Cavellani⁵, Ana Carolina Alves Novais⁶, Flora Margarida Barra Bisinotto⁷

RESUMO

Introdução: Uma das funções do balonete do tubo endotraqueal é selar a via aérea, ou seja, ocupar o espaço entre o tubo e a parede da traqueia, impedindo a ocorrência de broncoaspiração e permitindo o funcionamento dos ventiladores. Considera-se adequada a pressão do balonete entre 25 a 30 cmH₂O. **Objetivo:** Avaliar o método da palpação digital como técnica para determinar a insuflação adequada do balonete dos tubos traqueais de pacientes submetidos à anestesia geral. **Métodos:** Foi conduzido um estudo prospectivo no Centro Cirúrgico do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Após a intubação orotraqueal, o balonete foi insuflado com ar ambiente e o volume injetado determinado pela sensibilidade tátil. A insuflação foi realizada pelo residente em anestesiologia ou pelo Staff. Em qualquer momento da cirurgia foi anotada a pressão do balonete através do cufômetro.

Palavras-chave: Intubação Intratraqueal; Insuflação; Traqueia.

¹ Médica (Médica Residente em Anestesiologia).

² Mestrando em Ciências da Saúde pela UFTM (Médico Anestesiologista da UFTM; Professor Auxiliar de Anestesiologia da UFTM).

³ Acadêmico do curso de Medicina da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (Aluno do Programa de Iniciação Científica (BIC/FAPEMIG)).

⁴ Acadêmica do curso de Medicina da Universidade de Ribeirão Preto (Aluna do Programa de Iniciação Científica da UFTM).

⁵ Doutora em Ciências - Patologia pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro (Biomédica)

⁶ Acadêmica do curso de Medicina da Universidade de Ribeirão Preto (Acadêmica do curso de Medicina da Universidade de Ribeirão Preto).

⁷ Doutora em Anestesiologia pela UNESP (Médica Anestesiologista da UFTM; Professora Associada de Anestesiologia da UFTM; Coordenadora do Programa de Residência em Anestesiologia (CET/SBA) do Hospital de Clínicas da UFTM)

Instituição:

Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) Fundação de Ensino

Pesquisa de Uberaba (FUNEPU) Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)

* Autor Correspondente:

Luciano Alves Matias da Silveira
E-mail: drluciano@hotmail.com

ABSTRACT

Introduction: One of the functions of the endotracheal tube cuff is to seal the airway, that is, to occlude the space between the tube and the tracheal wall, thus preventing pulmonary aspiration and ensuring ventilator function. Cuff pressure must be maintained within the recommended range of 25-30 cmH₂O. **Objective:** To evaluate digital palpation as a method to determine the appropriate inflation of endotracheal tube cuff of patients undergoing general anesthesia. **Methods:** A prospective study was performed at the Surgical Center of Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, in Uberaba, Brazil. After orotracheal intubation, the cuff was inflated with air and the injected volume was determined by tactile sensitivity. Inflation was performed by an anesthesiology resident or by anesthesiology staff, and the cuff pressure was measured by a cuff manometer at any time during the surgery. **Results:** 15.65% of the cases had adequate insufflation pressure, 21.2% had inadequate pressure, and 63.15% had high pressure. Statistical analysis showed that the R1 group had a mean cuff pressure of 61.7 cmH₂O; R2 had 62.7; R3 had 55.4; and the Staff group had 55.6. Measurement of the degree of accuracy was appropriate in 27.3% of R1 cases, in 25.5% of R2 cases, in 7.2% of R3 cases, and in 8.9% of Staff cases. **Conclusion:** 84.34% were not in accordance with the appropriate limits, so digital palpation and professional experience were shown to be inappropriate methods for estimating the inflated pressure. Therefore, it is recommended that cuff pressure be measured by a specific device, the cuff manometer.

Keywords: Cystic fibrosis; Pediatrics; Weight gain; Nutrition.

INTRODUÇÃO

O manejo dos tubos traqueais com balonete representa uma prática rotineira dos anestesiológistas. Os pacientes submetidos à anestesia geral requerem, na maioria das vezes, a intubação traqueal com a finalidade de promover uma via aérea artificial para a ventilação mecânica. Para isso, são utilizados os tubos traqueais que possuem um balonete ao redor de sua porção final, que poderá ser insuflado por meio do balonete de prova, também chamado de piloto. Entre os vários cuidados relacionados à intubação, está o da manutenção adequada da insuflação desse, cujas finalidades são de auxiliar a fixação da sonda, evitar que ocorra aspiração pulmonar e de permitir o adequado funcionamento do ventilador durante o ato anestésico-cirúrgico. No entanto, a insuflação do balonete não é meramente um ato que visa vedar o espaço entre a sonda de intubação e a parede da traqueia, pois cuidados devem ser tomados em relação à pressão que ele, depois de insuflado, transmite para a mucosa e parede traqueal, podendo provocar lesões.¹

A pressão feita pelo balonete do tubo endotraqueal contra a parede lateral deve ser alta o suficiente para evitar escapes de ar e microaspirações de secreções da orofaringe²⁻⁴ que predis põem à ocorrência de pneumonia nosocomial.^{2,5,6} No

entanto, esta pressão não pode impedir que haja fluxo sanguíneo capilar apropriado para a nutrição da parede da mesma. Sendo assim, a pressão recomendada deve permanecer entre 25 cmH₂O e 30 cmH₂O,⁶ pois permite um melhor equilíbrio entre as duas situações.

A pressão excessiva do balonete é um dos principais fatores de lesão traqueal.^{7,8} Seeglobin e Van Hasset² descreveram a ocorrência de mudanças vasculares na mucosa traqueal relacionadas ao excesso de pressão, que pode causar isquemia e consequentes alterações importantes na mucosa traqueal, como perda ciliar, ulcerações, hemorragias, estenose subglótica, fístulas traqueoesofágica e granulomas.⁹ A estenose traqueal é uma das complicações mais frequentes e graves da pressão elevada do balonete. Apesar de ser mais incidente em pacientes com intubação prolongada, também pode ocorrer em situações de curto tempo de intubação.¹⁰⁻¹²

Vários fatores influenciam na pressão exercida pelo balonete. O tipo e dimensões do tubo traqueal, o volume e a técnica de insuflação no balonete, e a mistura de gases administrada ao paciente.¹³

Embora o tempo de intubação seja um dos fatores mais importantes na fisiopatogênese das sequelas laringotraqueais, o controle frequente e a adequação da pressão do balonete são fatores importantes para prevenir complicações. A

pressão do balonete de prova ou piloto, medida indireta da pressão exercida pelo balonete na mucosa traqueal, não é medida rotineiramente por muitos serviços de anestesiologia e mesmo de terapia intensiva, por possível desconhecimento da gravidade das lesões ou preocupação real dos profissionais com esta questão,¹⁴⁻¹⁷ ou mesmo pela falta de material adequado para este fim.

No Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (HC/UFTM) são realizadas cerca de 600 anestésias por mês, sendo cerca de 50% delas com intubação traqueal. Estas são realizadas, na grande maioria das vezes, por médicos em especialização em Anestesiologia, supervisionados por uma equipe de anesthesiologistas experientes (Staffs). A técnica de insuflação do balonete de prova (piloto) da sonda de intubação utilizada se faz com a injeção de ar ambiente e com o auxílio de uma seringa de 20 ml. A quantidade de ar injetada é analisada pela palpação e sensibilidade digital.

OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi verificar se a pressão do balonete dos tubos traqueais determinada pelo método da palpação digital por diferentes membros (residentes de todos os anos e staffs) do serviço de Anestesiologia do HC/UFTM estão dentro dos limites considerados normais de 25 cmH₂O a 30 cmH₂O; e se a experiência do membro da equipe em insuflar o balonete tem efeito em se obter pressões dentro desses limites.

MÉTODOS

Foi realizado um estudo prospectivo, analítico e inferencial, no período de maio a novembro de 2015, no Centro Cirúrgico do Hospital de Clínicas da UFTM. Incluíram-se no estudo os anesthesiologistas pertencentes ao Serviço de Anestesiologia do Hospital de Clínicas da UFTM, chamados de staffs, e também os residentes em especialização em anestesiologia do primeiro, segundo e terceiro anos, chamados de residente 1 (R1), residente 2 (R2) e residente 3 (R3).

As anestésias realizadas seguiram os seguintes critérios: ambos os gêneros, adultos com idades entre 18 e 80 anos, classificados pela ASA (American Society of Anesthesiologists) como 1 a 3, submetidos a cirurgias eletivas de todas as especialidades e que necessitaram de intubação orotraqueal. As cirurgias eram divididas entre os profissionais de forma aleatória, seguindo a rotina do serviço e o mapa cirúrgico do Hospital. Foram utilizadas cirurgias de diversas especialidades a fim de que não houvesse viés do estudo em relação aos anesthesiologistas em determinado tipo cirúrgico.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFTM – nº 1323214, embora não tenha sido necessário o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, pois os pacientes receberam os cuidados necessários à anestesia geral realizada pelo serviço. Além disso, a coleta dos dados não envolveu exposição dos pacientes, com manutenção do anonimato, e utilizados apenas para fins de pesquisa. Os anesthesiologistas staffs e médicos residentes não tinham conhecimento de que faziam parte do estudo.

Para a aferição da pressão do balonete das sondas endotraqueais, foi utilizado o manômetro de aferição calibrado, denominado cufômetro, cujo limite de aferição é de 120 cm H₂O. As aferições foram realizadas no decorrer do intraoperatório de cirurgias eletivas do Hospital de Clínicas da

UFTM, em pacientes na posição de decúbito dorsal horizontal. Os pesquisadores optaram pela não aferição imediatamente após a intubação para que não houvesse o conhecimento dos anesthesiologistas sobre o estudo. Foi realizada uma aferição da pressão do balonete por paciente. Ainda, dados como idade, gênero, classificação de ASA e especialidade cirúrgica foram anotados para análises.

As análises estatísticas foram realizadas com o programa GraphPad Prism 5.00. A análise das variáveis numéricas foi realizada pelo cálculo das medidas descritivas: medidas de centralidade e dispersão (desvio padrão, média, mediana). Para normalização do teste, foi empregado o teste de Shapiro-Wilk. Para a comparação entre os grupos, foram empregados o teste de Fischer, teste de Mann Whitney e Kruskal-Wallis, com nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Foram coletados dados para este estudo de 198 pacientes, submetidos a procedimentos cirúrgicos eletivos com anestesia geral e intubação traqueal. As variáveis descritivas do grupo estudado podem ser vistas na Tabela 1.

A pressão de insuflação adequada (25cmH₂O a 30cmH₂O) foi obtida em 15,65%; pressões inadequadas, abaixo de 25cmH₂O, ocorreram em 21,2% dos pacientes; pressões elevadas, acima 30cmH₂O, foram obtidas em 63,15% dos pacientes.

Dentre os grupos analisados, os R1 apresentaram média de aferição da pressão do balonete de 61,7 ± 29 cmH₂O; os R2 de 62,7 ± 28 cmH₂O, os R3 de 55,4 ± 25 cmH₂O e os Staffs de 52,6 ± 27 cmH₂O (Figura 1).

Analisando-se o grau de adequação da pressão do balonete, esta foi no intervalo de 25 cmH₂O a 30 cmH₂O em 27,3% dos casos realizados por R1, em 25,5% por R2, em 7,2% por R3 e em 8,9% por staffs (Tabela 2). Considerando todos os residentes, houve acerto de 17,6%, não apresentando diferença estatística em relação aos staffs (8,9%) (p=0,19) (Figura 2). Pressões de 120 cmH₂O, podendo até ser maiores, pois o limite de medida do manômetro é de 120 cmH₂O, foram obtidas em 3% dos pacientes.

DISCUSSÃO

Nesse estudo, observou-se que a grande maioria dos pacientes avaliados (84,35%) estavam com a pressão do balonete fora dos limites ideais, principalmente hiperinsuflados (63,13%), com pressões acima de 30cmH₂O. Pressões inferiores a 25cmH₂O foram em menor porcentagem (21,2%), mas predispoem os pacientes a risco de broncoaspirações, escapes da mistura de agentes anestésicos inalatórios, e mal desempenho dos ventiladores.¹⁸⁻²⁰

A pressão de insuflação adequada foi obtida em somente 15,65% dos pacientes, mostrando que os anesthesiologistas dos HC da UFTM, que é um hospital de ensino, tendem a hiperinsuflar o balonete das sondas de intubação. Houve uma diferença significativa nas pressões obtidas entre os membros da equipe de anesthesiologistas, residentes em Anestesiologia e os profissionais já instrutores. Os resultados mostraram que os residentes do primeiro e segundo ano obtiveram melhores resultados (Tabela 2), embora o valor da mediana seja mais baixo nos staffs (Figura 1).

Este resultado pode ser um reflexo dos ensinamentos no período de graduação. Nesta etapa, todos os alunos da

Tabela 1. Análise descritiva dos pacientes submetidos a intubação endotraqueal analisados no estudo.

Idade	44,1±16,7
ASA	ASA 1: 76 (38,4%) ASA 2: 103 (52%) ASA 3: 19 (9,6%)
Gênero	Masculino: 86 (43,4%) Feminino: 112 (56,6%)
Especialidade cirúrgica	Aparelho Digestivo: 54 (27,7%) Cirurgia Geral: 30 (15%) Plástica: 22 (11%) Neurologia: 15 (7,6%) Ortopedia: 15 (7,6%) Ginecologia: 13 (6,6%) Coloproctologia: 12 (6%) Urologia: 10 (5%) Oftalmologia: 9 (4,5%) Outras*: 18 (9%)

*Cirurgia Cardíaca, Cabeça e Pescoço, Otorrinolaringologia, Torácica e Vascular

Tabela 2. Distribuição das aferições segundo critério de adequação entre os grupos analisados.

	R1*	R2**	R3	Staff
	n=33	n=51	n=69	n=45
Inferior	2 (6%)	3 (5,9%)	20 (29%)	17 (37,7%)
Normal	9 (27,3%)	13 (25,5%)	5 (7,2%)	4 (8,9%)
Superior	22 (66,7%)	35 (68,6%)	44 (63,8%)	24 (53,4%)

*p<0,05 em relação a R3 e staff; ** p<0,05 em relação a R3

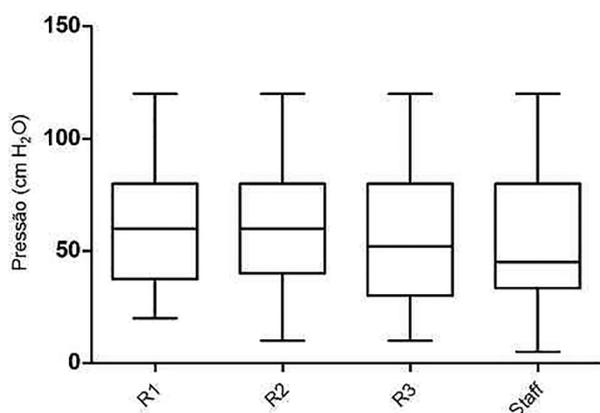


Figura 1. Box-plot com mediana e intervalos interquartil dos grupos de residentes e staffs, sem diferença significativa entre os grupos (H: 4,266; p=0,23).

UFTM aprendem os primeiros passos da intubação traqueal e os cuidados a serem tomados. Além disso, no início da formação os residentes são instruídos sobre os efeitos lesivos da hiperinsuflação do balonete e, portanto, podem ter sido mais cuidadosos pelos ensinamentos recentes. A questão é por que os profissionais se tornam negligentes em relação à pressão do balonete com o tempo de experiência? É

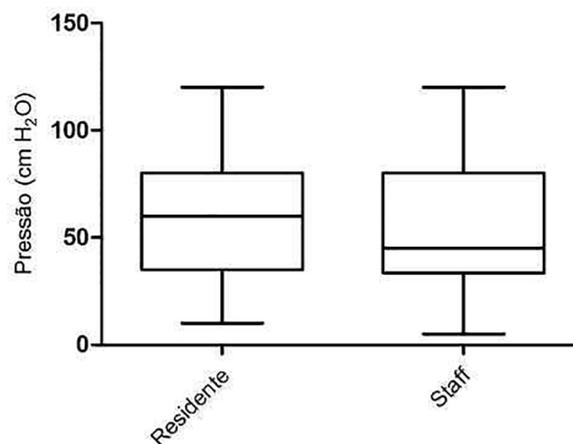


Figura 2. Box-plot com mediana e intervalos interquartil dos grupos de residentes e staffs, sem diferença significativa entre os grupos (U=3005; p=0,19).

preocupante o número extremamente alto de valores da pressão do balonete do tubo traqueal entre os participantes, pois pressões de 120 cmH₂O, ou mais elevadas foram obtidas em 3% dos pacientes.

Com a finalidade de prevenir certos efeitos indesejáveis da intubação traqueal tais como dor de garganta, aspiração, estenose traqueal, entre outras, o tubo traqueal deve ser

insuflado e a pressão mantida no intervalo de 25 cmH₂O a 30 cmH₂O. Para a insuflação do balonete, vários métodos têm sido utilizados na prática, como a palpação do balonete de prova (piloto), que é o mais utilizado por questões práticas; a utilização da pressão mínima de “selo”, que é a insuflação até que não ocorra mais som devido ao escape de gases durante a ventilação com pressão positiva, a utilização de volumes de ar pré-determinados, que não levam em consideração o diâmetro do tubo traqueal e também da traqueia e a utilização de manômetros calibrados.²¹⁻²³

Estes são considerados padrão-ouro para o controle da pressão adequada. Com a sua utilização, a pressão pode ser medida de forma intermitente ou contínua, em tempo real, permitindo ajustar a pressão sem interrupção da medição. Dentre as limitações do seu uso constam o alto custo do equipamento e a necessidade de calibração. Isto pode explicar a falta de difusão do uso deste equipamento entre os anestesiolgistas, pois a condição ideal é que cada sala de cirurgia dispusesse de um cuômetro, assim como dispõe de um aparelho de anestesia, de um laringoscópio, entre outros materiais indispensáveis.

Assim como em nosso serviço, a pressão do tubo traqueal não é rotineiramente medida em muitos outros. Estudos têm mostrado que realmente a palpação do balonete piloto não é suficiente para detectar altas pressões do balonete do tubo traqueal.^{23,24} Resultados semelhantes aos obtidos nesse trabalho foram encontrados por outros autores, que obtiveram uma pressão de insuflação elevada na maioria dos pacientes com a utilização da palpação digital como técnica de avaliação da quantidade de ar a ser insuflada, a despeito da experiência do profissional.^{17,24,25} Wujtevicz et al.²⁶ conduziram estudos com profissionais de diferentes níveis de experiência e relataram que a passagem dos anos não reduziu os riscos de erros na insuflação do balonete e que houve tendência de hiperinsuflação do balonete com a experiência dos profissionais.

A mucosa traqueal é formada por um epitélio pseudoestratificado e ciliado, o que a torna muito sensível ao balonete do tubo endotraqueal. Quando a pressão do balonete excede a pressão de perfusão sanguínea, desencadeia-se uma isquemia da área traqueal que pode dar início às lesões isquêmicas, inflamação, ulcerações, necrose traqueal ou estenose e até fístula traqueoesofágica.^{17,18,24,27-30}

Em um trabalho controlado e randomizado,³¹ realizado com um grande número de pacientes escalados para cirurgias eletivas, os autores mostraram que a manutenção da pressão adequada do balonete através de um manômetro foi associada com uma redução significativa dos sinais clínicos relatados a uma hiperinsuflação, devido à não medida da pressão do mesmo.

Alguns estudos experimentais e clínicos^{19,20,32,33} citam que a insuflação do balonete deve ser realizada até a ausência de escape de ar, e assim recomendaram o uso de um manômetro para o controle da pressão. O que demonstra que a sensibilidade tátil é insuficiente para detectar pressões corretas.³⁴ No entanto, os estudos também mostram que a pressão do balonete traqueal apresenta variações, e uma hiperinsuflação pode surgir durante a tosse, mobilização do paciente e quando há assincronia do paciente-ventilador.³⁵⁻³⁸

Desta forma, o controle da pressão do balonete não é uma conduta que deva ser feita apenas após a intubação

traqueal, devendo ser checada quando há qualquer intercorrência durante a anestesia, como superficialização do plano anestésico, e também na terapia intensiva, quando o paciente está mais sujeito ao aparecimento de intercorrências.

Estudos anteriores também demonstraram que uma hiperinsuflação do balonete por períodos de até 30 minutos foram associados com importante isquemia, mas com uma reversão completa.³² A pressão do balonete acima de 30 cmH₂O é um fator independente para o aparecimento de lesões traqueais,^{32,39} mas outras condições também estão associadas, como o tipo de sonda, características do balonete, a presença de hipotensão arterial,⁴⁰ hipoxemia,^{41,42} inflamação,⁴³ aspiração subglótica⁴⁴ e o tempo de intubação.⁴⁵

Além disso, as lesões em geral resolvem em 2 semanas após a extubação. Isto pode explicar a ausência de sintomatologia e sequelas importantes nos pacientes cirúrgicos, e responder ao questionamento acima, pois pode justificar a falta de aferição de rotina dos valores de pressão do balonete em muitos serviços, como o Hospital de Clínicas da UFTM, em que 84,34% dos pacientes apresentaram valores inadequados de pressão. Os pacientes em geral permanecem intubados por períodos de tempo bem menores em relação à terapia intensiva, mantêm-se hemodinamicamente estáveis e bem oxigenados pela ação contínua do anestesiolgista e recebem analgésicos e anti-inflamatórios que minimizam os sintomas no pós-operatório imediato.

Há algumas limitações neste estudo. Nosso estudo não seguiu um protocolo rígido de aferição do balonete em relação a dias e horários pré-estabelecidos, assim como especialidades cirúrgicas. Porém, com isso, nós pesquisadores visamos mostrar a diversidade de valores insuflados de cuff no transcorrer de todo o serviço de Anestesiologia e nas diversas cirurgias realizadas, em uma tentativa de se evitar viés de conhecimento por parte dos anestesiolgistas do serviço, além de demonstrar verdadeiramente o valor aplicado de pressão no Centro Cirúrgico do Hospital de Clínicas da UFTM.

A literatura delinea as comorbidades associadas com pressões de tubo endotraqueal fora dos limites adequados. Pressão e tempo são as variáveis que têm os efeitos mais significativos.³⁵ Desta forma, o conhecimento e correto manejo da monitorização da pressão do balonete pelo cuômetro deve ser estimulado durante o período de residência em Anestesiologia e durante a prática da mesma.

Os esforços para garantir uma melhor assistência ao paciente devem ser sempre buscados, reduzindo chances de prejuízo e lesões iatrogênicas. Torna-se prudente o uso do cuômetro para estabelecer e manter uma correta pressão do balonete, o que se torna crucial em procedimentos operatórios de longa duração.

CONCLUSÃO

As aferições realizadas das pressões balonetes dos pacientes no período intraoperatório apresentam-se com valores inadequados, e a sensibilidade tátil e a experiência profissional, para estimar o volume de ar a ser insuflado, não são métodos fidedignos. Tornam-se necessárias a padronização e verificação rotineira dos valores das pressões através da monitorização instrumental (cuômetro) em pacientes no centro cirúrgico.

APOIO FINANCEIRO

Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e Fundação de Ensino e Pesquisa de Uberaba (FUNEPU).

REFERÊNCIAS

- Willis BA, Latto IP, Dyson A. Tracheal tube cuff pressure. Clinical use of the Cardiff Cuff Controller. *Anaesthesia*. 1988;43(4):312-4.
- Seeglobin RD, van Hasselt GL. Endotracheal cuff pressure and tracheal blood flow: endoscopic study of effects of four large volume cuffs. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1984;288(6422):965-8.
- Mendes FF, Hintz L, Bredmeir Neto F. Volume e pressão do balonete do tubo traqueal para a oclusão da traquéia. *Rev Bras Anestesiologia*. 1996;46(2):103-6.
- Brunegin L, Albin MS, Smith RB. Canine tracheal blood flow after endotracheal tube cuff inflation during normotension and hypotension. *Anesth Analg*. 1993;76(5):1083-90.
- Torres A, El Ebiary M, Soler N, Montón C, Fábregas N, Hernandez C. Stomach as a source of colonization of the respiratory tract during mechanical ventilation: association with ventilator-associated pneumonia. *Eur Respir J*. 1996;9(8):1729-35.
- Godoy ACF, Vieira RJ, Capitani EM. Alteração da pressão intra-cuff do tubo endotraqueal após mudança da posição em pacientes sob ventilação mecânica. *J Bras Pneumol*. 2008;34(5):294-7.
- Klainer AS, Turndorf H, Wu WH, Maewal H, Allender P. Surface alterations due to endotracheal intubation. *Am J Med*. 1975;58(5):674-83.
- Vyas D, Inweregbu K, Pittard A. Measurement of tracheal tube cuff pressure in critical care. *Anaesthesia*. 2002;57(3):275-7.
- Castilho EC, Braz JRC, Catâneo AJM, Martins RHG, Gregório EA, Monteiro ER. Efeitos da pressão limite (25 cmH₂O) e mínima de "selo" do balonete de tubos traqueais sobre a mucosa traqueal do cão. *Rev Bras Anestesiologia*. 2003;53(6):743-55.
- Forte V. Ressecção da estenose traqueal pós-intubação com reconstrução da traquéia por anastomose laringo, crico ou traqueotraqueal: Análise clínica e cirúrgica [Tese de doutorado]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 1996.
- Messahel BF. Total tracheal obliteration after intubation with a low-pressure cuffed tracheal tube. *Br J Anaesth*. 1994;73(5):697-9.
- Yang KL. Tracheal stenosis after a brief intubation. *Anesth Analg*. 1995;80(3):625-7.
- Navarro LHC, Lima RM, Módolo NSP, Braz JRC. Efeitos do preenchimento do balonete do tubo traqueal com ar ou lidocaína a 2% alcalinizada na pressão do balonete e na morbidade laringotraqueal. *São Paulo Med J*. 2005;123(Suppl):32.
- Hobaika ABS, Lorentz MN. Laringoespasmos. *Rev Bras Anestesiologia*. 2009;59(4):487-95.
- Hoffman RJ, Parwani V, Hahn IH. Experienced emergency medicine physicians cannot safely inflate or estimate endotracheal tube cuff pressure using standard techniques. *Am J Emerg Med*. 2006;24(2):139-43.
- Navarro LHC, Braz JRC, Pletsch AK, Amorim RB, Módolo NSP. Estudo comparativo das pressões dos balonetes de tubos traqueais contendo ou não válvula reguladora de pressão de Lanz. *Rev Bras Anestesiologia*. 2001;51(1):17-27.
- Stewart SL, Secrest JA, Norwood BR, Zachary R. A comparison of endotracheal tube cuff pressures using estimation techniques and direct intracuff measurement. *AANA J*. 2003;71(6):443-7.
- Mendes TAB, Cavalheiro LV, Arevalo RT, Sonnegth R. Estudo preliminar sobre a proposta de um fluxograma de decanulação em traqueostomia com atuação interdisciplinar. *Einstein (São Paulo)*. 2008;6(1):1-6.
- Sengupta P, Sessler DI, Maglinger P, Wells S, Vogt A, Durrani J, et al. Endotracheal tube cuff pressure in three hospitals, and the volume required to produce an appropriate cuff pressure. *BMC Anesthesiol*. 2004;4(1):8.
- Lomholt N. A device for measuring the lateral wall cuff pressure of endotracheal tubes. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1992;36(8):775-8.
- Blanch PB. Laboratory evaluation of 4 brands of endotracheal tube cuff inflator. *Respir Care*. 2004;49(2):166-73.
- Crimlisk JT, Horn MH, Wilson DJ, Marino B. Artificial airways: a survey of cuff management practices. *Heart Lung*. 1996;25(3):225-35.
- Galinski M, Tréoux V, Garrigue B, Lapostolle F, Borron SW, Adnet F. Intracuff pressures of endotracheal tubes in the management of airway emergencies: the need for pressure monitoring. *Ann Emerg Med*. 2006;47(6):545-7.
- Braz JRC, Navarro LHC, Takata IH, Nascimento Júnior P. Endotracheal tube cuff pressure: need for precise measurement. *São Paulo Med J*. 1999;117(6):243-7.
- Ozer AB, Demirel I, Gunduz G, Erhan OL. Effects of user experience and method in the inflation of endotracheal tube pilot balloon on cuff pressure. *Niger J Clin Pract*. 2013;16(2):253-7.
- Wujtewicz MA, Sawicka W, Owczuk R, Dylczyk Sommer A, Wujtewicz M. Tracheal tube cuff pressure depends on the anaesthesiologist's experience. A follow up study. *Anestezjol Intens Ter*. 2009;41(4):205-8.
- Tu HN, Saidi N, Leiutaud T, Bensaid S, Menival V, Duvaldestin P. Nitrous oxide increases endotracheal cuff pressure and the incidence of tracheal lesions in anesthetized patients. *Anesth Analg*. 1999;89(1):187-90.
- Honeybourne D, Costello JC, Barham C. Tracheal damage after endotracheal intubation: comparison of two types of endotracheal tubes. *Thorax*. 1982;37(7):500-2.
- Leigh JM, Maynard JP. Pressure on the tracheal mucosa from cuffed tubes. *Br Med J*. 1979;1(6172):1173-4.
- Hoffman RJ, Parwani V, Hsu B, Hahn I. Emergency physicians cannot inflate or estimate endotracheal tube cuff pressure using standard techniques. *Ann Emerg Med*. 2004;44(4):S118-9.
- Liu J, Zhang X, Gong W, Li S, Wang F, Fu S, et al. Correlations between controlled endotracheal tube cuff pressure and post-procedural complications: a multicenter study. *Anesth Analg*. 2010;111(5):1133-7.

32. Seegobin RD, van Hasselt GL. Endotracheal cuff pressure and tracheal mucosal blood flow: endoscopic study of effects of four large volume cuffs. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1984;288(6422):965-8.
33. Sanada Y, Kojima Y, Fonkalsrud EW. Injury of cilia induced by tracheal tube cuffs. *Surg Gynecol Obstet*. 1982;154(5):648-52.
34. Bernhard WN, Yost L, Joynes D, Cothalis S, Turndorf H. Intracuff pressures in endotracheal and tracheostomy tubes. Related cuff physical characteristics. *Chest*. 1985;87(6):720-5.
35. Nseir S, Duguet A, Copin MC, De Jonckheere J, Zhang M, Similowski T, et al. Continuous control of endotracheal cuff pressure and tracheal wall damage: a randomized controlled animal study. *Crit Care*. 2007;11(5):R109.
36. Duguet A, D'Amico L, Biondi G, Prodanovic H, Gonzalez-Bermejo J, Similowski T. Control of tracheal cuff pressure: a pilot study using a pneumatic device. *Intensive Care Med*. 2007;33(1):128-32.
37. Sole ML, Su X, Talbert S, Penoyer DA, Kalita S, Jimenez E, et al. Evaluation of an intervention to maintain endotracheal tube cuff pressure within therapeutic range. *Am J Crit Care*. 2001;20(2):109-17.
38. Servin SON, Barreto G, Martins LC, Moreira MM, Meirelles L, Colli Neto JA, et al. Atraumatic endotracheal tube for mechanical ventilation. *Rev Bras Anesthesiol*. 2011;61(3):311-9.
39. Touzot-Jourde G, Stedman NL, Trim CM. The effects of two endotracheal tube cuff inflation pressures on liquid aspiration and tracheal wall damage in horses. *Vet Anaesth Analg*. 2005;32(1):23-9.
40. Bunegin L, Albin MS, Smith RB. Canine tracheal blood flow after endotracheal tube cuff inflation during normotension and hypotension. *Anesth Analg*. 1993;76(5):1083-90.
41. Kastanos N, Estopá Miró R, Marín Perez A, Xaubet Mir A, Agustí-Vidal A. Laryngotracheal injury due to endotracheal intubation: incidence, evolution, and predisposing factors. A prospective long-term study. *Crit Care Med*. 1983;11(5):362-7.
42. Gordin A, Chadha NK, Campisi P, Luginbuehl I, Taylor G, Forte V. An animal model for endotracheal tube-related laryngeal injury using hypoxic ventilation. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2011;144(2):247-51.
43. Puyo CA, Tricomi SM, Dahms TE. Early biochemical markers of inflammation in a swine model of endotracheal intubation. *Anesthesiology*. 2008;109(1):88-94.
44. Berra L, De Marchi L, Panigada M, Yu ZX, Baccarelli A, Kolobow T. Evaluation of continuous aspiration of subglottic secretion in an in vivo study. *Crit Care Med*. 2004;32(10):2071-78.
45. Touat L, Fournier C, Ramon P, Salleron J, Durocher A, Nseir S. Intubation-related tracheal ischemic lesions: incidence, risk factors, and outcome. *Intensive Care Med*. 2013;39(4):575-82.