

Tube Endotraqueal Atraumático para Ventilação Mecânica

Silvio Oscar Noguera Servin¹, Gilson Barreto², Luiz Cláudio Martins³, Marcos Mello Moreira⁴,
Luciana Meirelles⁵, José Alexandre Colli Neto⁶, José Hélio Zen Júnior⁶, Alfio José Tincani⁷

Resumo: Servin SON, Barreto G, Martins LC, Moreira MM, Meirelles L, Colli Neto JA, Zen Júnior JH, Tincani AJ – Tube Endotraqueal Atraumático para Ventilação Mecânica.

Justificativa e objetivos: Pacientes que necessitam permanecer sob intubação endotraqueal (IOT) por longos períodos ou, se submetidos à anestesia geral, poderão ter lesões na luz da traqueia devido a pressões exercidas pelo balonete terminal. Em alguns casos, essas lesões poderão evoluir para estenose ou, ocasionalmente, necrose. O presente trabalho teve por objetivo apresentar um tubo endotraqueal modificado (TETM) em que a pressão do balonete é variável de acordo com o ciclo da ventilação mecânica (VM), sendo o mesmo testado em simulador pulmonar e modelo animal.

Método: Em simulador pulmonar acoplado a ventilador mecânico ajustado com dois volumes correntes (VC) de 10 e 15 mL.kg⁻¹ e complacência de 60 mL.cmH₂O⁻¹, foram utilizados dois modelos de tubos endotraqueais: um modificado (TETM) e outro convencional (TETC), números (#) 7,5 mm e 8,0 mm, para avaliar a eficiência da ventilação com o TETM. Realizou-se também a comparação entre os dois modelos, em porcos da raça Large-White, sob anestesia geral e VM por 48 horas consecutivas. Posteriormente, os animais foram sacrificados para análise histopatológica das traqueias.

Resultados: Ambos os TETMs (#7,5 e 8,0) apresentaram escape de ar no simulador pulmonar. O menor escape de ar (13%) foi observado no TETM #7,5 mm com VC = 15 mL.kg⁻¹ e o maior (32%) no TETM #8,0 mm, com VC = 10 mL.kg⁻¹. Apesar disso, ambos os TETMs apresentaram boa eficiência no simulador pulmonar. Na avaliação do uso dos TETs em animais com análise histopatológica de suas traqueias, verificou-se que o TETM causou menos áreas traumáticas em seu epitélio em comparação ao TETC.

Conclusões: O uso de um novo modelo de TET poderá diminuir os riscos de lesão traqueal sem prejuízo à mecânica respiratória.

Unitermos: ANIMAL: porco; AVALIAÇÃO; COMPLICAÇÕES: intubação traqueal; EQUIPAMENTOS: tubo traqueal; REANIMAÇÃO.

[Rev Bras Anesthesiol 2011;61(3): 311-319] ©Elsevier Editora Ltda.

INTRODUÇÃO

O tubo endotraqueal (TET) é muito utilizado na área médica em pacientes que necessitam de ventilação mecânica (VM). Essa ocorrência pode corresponder a pequeno período de tempo como, por exemplo, em anestésias gerais, ou ainda por período mais prolongado, como nos pacientes que necessitam de VM nas unidades de terapia intensiva (UTI).

Compondo o TET, há o balonete distal (balonete), que tem por função vedar e proteger as vias aéreas, prevenindo a aspiração de secreções e possibilitando a ventilação pulmonar com pressão positiva. O balonete distal exerce determinada pressão na parede traqueal, que não deve ser elevada. Caso isso ocorra, pode haver impedimento do fluxo sanguíneo sobre a mucosa traqueal. Os balonetes de alta complacência e baixa pressão podem minimizar os riscos de isquemia da mucosa, evitando lesões na mesma. Para isso, é conveniente ajustar as pressões de insuflação no balonete entre 20 a 30 cmH₂O¹.

As complicações endotraqueais mais frequentes causadas pelo balonete dos TETs são laringite, edema glótico, ulceração de mucosa, estenose de laringe, estenose ou dilatação da traqueia, intubação esofagiana inadvertida e fístula da artéria inominada^{2,3}.

A isquemia traqueal pode ocorrer quando o balonete é insuflado com altas pressões ou ainda quando TETs muito calibrosos são utilizados por períodos prolongados. Essa ocorrência pode levar a uma reação inflamatória e, não raras vezes, à estenose traqueal. Os trabalhos de Cooper & Grillo⁴ indicam que a pressão aplicada pelo balonete à parede traqueal constitui o principal fator de estenose de traqueia. Essa complicação pode variar entre 1,5% a 19,5%. Outros estudos demonstram que a estenose de laringe pode ocorrer em intubações por períodos curtos que variam entre 24 e 48 horas^{3,5,6}, situando-se com mais frequência na glote, no nível da cartilagem cricoide^{5,7}.

Recebido da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e Faculdade de Ciências Médicas, Brasil.

1. Mestre em Cirurgia, Pós-Graduando no Departamento de Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp.

2. Cirurgião de Cabeça e Pescoço do Hospital Centro Médico de Campinas; Chefe do Serviço Oncologia Prefeitura de Paulínia

3. Médico Assistente do Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp

4. Fisioterapeuta; Serviço de Doenças Pulmonares Unicamp

5. Professora Doutora no Departamento de Anatomia Patológica da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp

6. Acadêmico do curso de Medicina da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp

7. Professor Associado no Departamento de Cirurgia na Disciplina de Cirurgia de Cabeça e Pescoço da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp

Submetido em 3 de outubro de 2010.

Aprovado para publicação em 7 de dezembro de 2010.

Correspondência para:

Dr. Alfio José Tincani

Departamento de Cirurgia Faculdade de Ciências Médicas

Cidade Universitária "Zeferino Vaz", s/nº

Barão Geraldo

13083970 – Campinas, SP, Brasil

E-mail: alfio.jt@gmail.com

A pressão no interior do balonete é o fator mais importante na gênese da lesão traqueal pós-entubação^{4,8}. Numa tentativa de minorar os efeitos da pressão do balonete sobre o epitélio traqueal, Kamen & Wilkinson⁹ preconizaram o tubo combalonete preenchido com espuma. Há mais de três décadas, Arola & Anttinen¹⁰, ao realizarem estudo experimental com tubos de duplo balonete inflados alternadamente, descreveram pressão que variava de 63,8 mmHg a 74,3 mmHg. Os mesmos abandonaram esse tipo de balonete por encontrarem lesão em ambos os pontos de contato.

Em estudo experimental em coelhos, avaliou-se o fluxo sanguíneo traqueal, demonstrando-se que a isquemia da mucosa da traqueia ocorre quando a pressão do balonete excede 30 mmHg^{11,12}. Em outro estudo, realizado também em coelhos, Nordin e col.¹³ demonstraram que a pressão do balonete acima de 40 cmH₂O causa isquemia da mucosa e recomendou que essa pressão ficasse abaixo de 26 cmH₂O.

Com o intuito de atenuar os efeitos adversos durante a intubação traqueal, ocasionados pela pressão que o balonete exerce sobre sua mucosa, desenvolveu-se e patenteou-se, tanto nacional como internacionalmente, um TET modificado (TETM). (Depósito da patente nº INPI: 08/11/2007. Número da patente MU8702392-0U2, Classificação A61M39/10.) O TETM tem como principal objetivo possibilitar a variação da pressão interna do balonete terminal durante os ciclos respiratórios, de acordo com a VM.

Foram avaliados a mecânica respiratória e os eventuais efeitos deletérios na traqueia em um simulador pulmonar (pulmão teste). Para demonstrar possíveis lesões na mucosa traqueal, foi utilizado um modelo animal, ventilado mecanicamente com TET convencional (TETC) e comparado com o TETM.

MÉTODO

O novo modelo de TET apresenta variação da pressão em seu balonete terminal de acordo com o ciclo da VM. Este apresenta, dentro de seu balonete distal, três perfurações idênticas de 3 mm cada, a fim de possibilitar a insuflação do balonete no ciclo inspiratório e sua desinsuflação na fase expiratória. O respectivo tubo ainda dispõe externamente da

possibilidade de uso de uma sonda de aspiração das possíveis secreções acumuladas ao redor do balonete.

Um estudo experimental de bancada e um estudo piloto-experimental foram realizados a fim de verificar, respectivamente, os escapes aéreos e as lesões traqueais que o TETM e o TETC pudessem ocasionar.

Utilizou-se um ventilador mecânico DX 3010® Dixtal, ciclado a volume, com volume corrente de 10 e 15 mL.kg⁻¹ e pressão positiva ao final da expiração (PEEP) de 0 e 5 cmH₂O, respectivamente, com uma frequência respiratória de 12 ciclos por minuto e uma relação dos tempos inspiratório/expiratório de 1:2.

O equipamento de simulação pulmonar utilizado foi o Vent Aid® TLL™ Training/Test Lung (Michigan Instruments Incorporation, Michigan, MC). A complacência ajustada nesse simulador pulmonar foi de 60 mL.cmH₂O⁻¹.

Foram utilizados tubos endotraqueais # 7,5 e 8,0 mm. A pressão de balonete do TETC foi ajustada em 25 cmH₂O, diferentemente do ocorrido no TETM, que variou sua pressão interna durante os ciclos respiratórios. Acoplado em ambos os TETs (colocado entre o ventilador mecânico e o simulador pulmonar), utilizou-se um sensor de fluxo do monitor de perfil respiratório CO²MO PLUS DX-8100 (Dixtal/Novamatrix, São Paulo, Brasil). O escape de ar foi calculado pela diferença entre os volumes inspiratórios (Vi) e expiratórios (Ve). Os dados da mecânica respiratória foram armazenados de forma contínua pelo software *Analysis Plus®* em um computador, por um período de três minutos. Ao final desse período, os dados foram processados e analisados.

Realizou-se um estudo piloto-experimental para comparar ambos os TETs e a eventual ocorrência de lesões na mucosa traqueal.

Os mesmos tubos endotraqueais (TETM e TETC ambos de # 7,5 mm) foram utilizados em dois porcos da raça Large-White, com pesos similares de 35 kg. O mesmo ventilador mecânico do estudo de bancada foi utilizado na modalidade ciclado a volume (15 mL.kg⁻¹), com frequência respiratória de 12 ciclos por minuto, PEEP = 0 cmH₂O, FiO₂ = 0,21. A pressão de balonete do TETC foi de 25 cmH₂O. Os dois animais permaneceram anestesiados, sob ventilação mecânica, por um período contínuo de 48 horas. Após o término do experimento, os animais foram sacrificados e ambas as traqueias foram analisadas quanto a possíveis lesões macroscópicas e histológicas.

Tabela I – Demonstração das Médias de Valores Obtidos no Estudo de Bancada com Ambos os Tubos Endotraqueais de 7,5 mm

Volume corrente	PEEP	TETM		Pressão balonete (Insp/Exp)	TETC		Pressão balonete-
		Vi / Ve	% escape		Vi / Ve	% escape	
10 mL.kg ⁻¹	0	658 / 505	23%	4 / 0	695 / 667	4%	25
15 mL.kg ⁻¹	0	960 / 814	15%	7,5 / 0	1014 / 984	3%	25
10 mL.kg ⁻¹	5	659 / 514	22%	8 / 3	692 / 651	6%	25
15 mL.kg ⁻¹	5	962 / 835	13%	10,5 / 3,5	1015 / 975	4%	25

TETC: tubo endotraqueal convencional; TETM: tubo endotraqueal modificado; PEEP: pressão positiva ao final da expiração (cmH₂O); Vi/Ve: volume corrente inspiratório e expiratório (mL); % escape: diferença entre volume corrente inspiratório e expiratório (mL); pressão balonete (cmH₂O) durante a fase inspiratória e expiratória.

Tabela II – Demonstração das Médias de Valores Obtidos no Estudo de Bancada com Ambos os Tubos Endotraqueais de 8 mm (TETC E TETM)

Volume corrente	PEEP	TETM		Pressão balonete (Insp/Exp)	TETC		Pressão balonete
		Vi / Ve	% escape modificado		Vi / Ve	% escape	
10 mL.kg ⁻¹	0	663 / 479	28%	3/0	697 / 630	10%	25
15 mL.kg ⁻¹	0	966 / 769	20%	6/0	1020 / 941	8%	25
10 mL.kg ⁻¹	5	660 / 451	32%	7/2	698 / 609	13%	25
15 mL.kg ⁻¹	5	964 / 749	22%	10/3	1024 / 923	10%	25

TETC: tubo endotraqueal convencional; TETM – tubo endotraqueal modificado; PEEP: pressão positiva ao final da expiração (cmH₂O); Vi/Ve: volume corrente inspiratório e expiratório (mL); % escape: diferença entre volume corrente inspiratório e expiratório (mL); pressão do balonete (cmH₂O) durante as fases inspiratória e expiratória.

RESULTADOS

A Tabela I demonstra as médias dos valores obtidos no estudo de bancada realizado com os TETCs e TETMs # 7,5 mm. Observou-se maior escape de ar (23%) no TETM com VC de 10 mL.kg⁻¹ e PEEP de 0 cmH₂O, e o menor escape (13 %) quando VC foi de 15 mL.kg⁻¹ e PEEP, de 5 cmH₂O.

No TETC, houve menor escape de ar (3% a 6%).

A maior pressão inspiratória do balonete do TETM foi de 10,5 cmH₂O, enquanto a pressão do balonete do TETC manteve-se constante em 25 cmH₂O.

A Tabela II demonstra a média dos valores obtidos no estudo de bancada com o uso de TETC e TETM de # 8 mm, onde observamos que o maior escape de ar (32%) ocorreu com o VC de 10 mL.kg⁻¹ e PEEP de 5 cmH₂O. O menor escape de ar (20%), com o VC de 15 mL.kg⁻¹ e PEEP de 0 cmH₂O.

No TETC, houve escape de ar de 8% a 13%.

A maior pressão inspiratória do balonete de TETM foi de 10 cmH₂O, enquanto a pressão do balonete de TETC manteve-se constante em 25 cmH₂O.

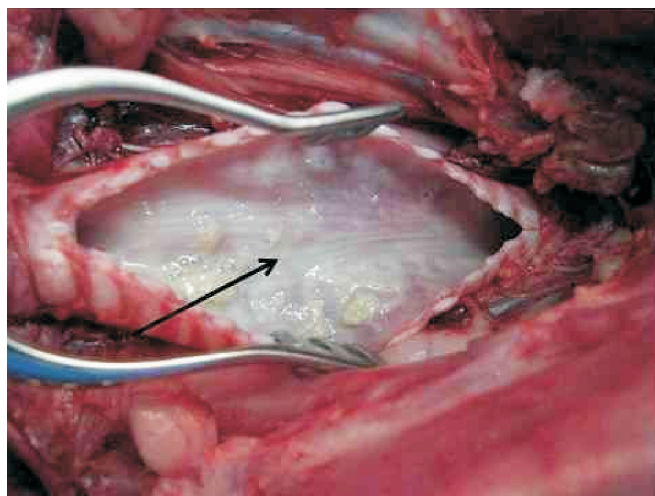


Figura 1 – Traqueia do Animal Aberta Longitudinalmente. O animal permaneceu com o Tubo Endotraqueal Modificado (TETM) Anestesiado por 48 horas Consecutivas. Observar que há Preservação do Epitélio (seta).

No estudo piloto-experimental, o animal que utilizou o TETM macroscopicamente apresentou lesões menos intensas na traqueia, sem lesões visíveis (Figura 1, seta), enquan-

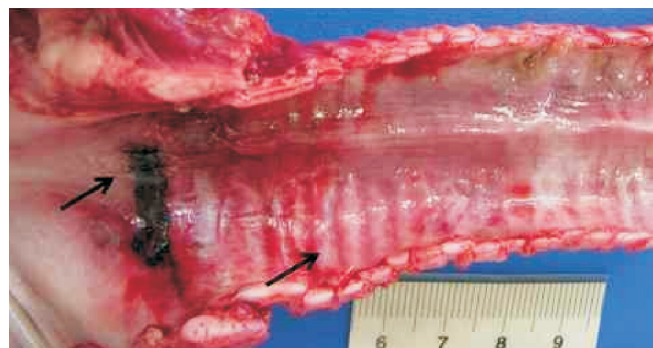


Figura 2 – As Setas Demonstram na Traqueia Aberta Longitudinalmente, Lesões em seu Epitélio. Estas são Maiores em um Segmento Inferior, Marcadas pela Régua. Este Animal Permaneceu com o Tubo Endotraqueal Convencional (TETC) Anestesiado por 48h Consecutivas.

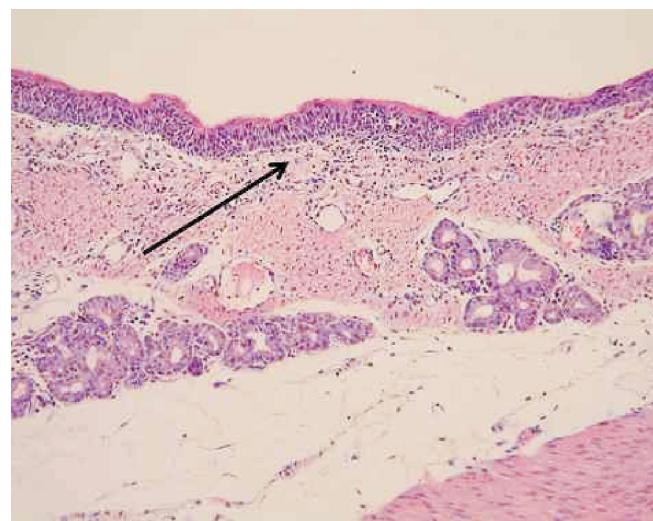


Figura 3 – Exame Microscópico da Traqueia do Animal que Permaneceu com o TETM por 48 Horas Consecutivas. A seta Demonstra o Epitélio com Escasso Processo Inflamatório e com Preservação da Mucosa (H&E - 400X).

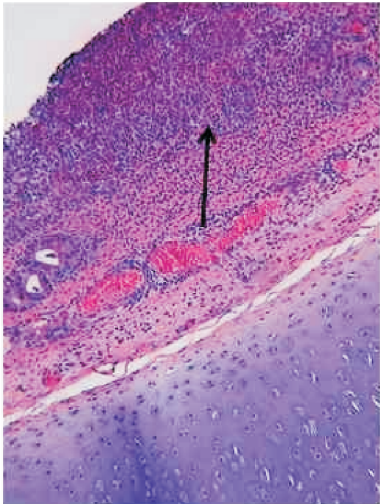


Figura 4 – Exame Microscópico da Traqueia do Animal que Permaneceu com o TETC. A Seta Demonstra o Epitélio com Processo Inflamatório Intenso, Áreas Ulceradas e Erosões. O Processo Inflamatório Alcança até o Pericôndrio (H&E - 400X).

to o animal que utilizou o TETC apresentou áreas de necrose e ulcerações na traqueia (Figura 2, seta).

Microscopicamente, o animal que utilizou o TETM apresentou áreas com epitélio respiratório preservado (Figura 3, seta). O animal que utilizou o TETC na avaliação histopatológica demonstrou processo inflamatório intenso, com áreas ulceradas e erosões no epitélio traqueal (Figura 4, seta). Foram ainda observadas extensas áreas de desepitelização e também focos de hemorragia associados. Nas áreas de úlcera, observou-se pericondrite neutrofílica e a inflamação aguda se estendeu até a adventícia, inversamente ao que ocorreu no animal que utilizou o TETM.

DISCUSSÃO

O modelo de TETM, quando comparado com o TETC, mostrou no estudo de bancada menor pressão de balonete. Isso não dependeu da fase do ciclo respiratório ou dos maiores volumes correntes e PEEPs utilizados. Em contrapartida, o TETM # 8 mm apresentou maior escape máximo de ar (32% a mais do que o TETC). No estudo-piloto experimental em animal, observou-se que o TETM proporcionou menor lesão traqueal, tanto macro como microscopicamente.

Em relação ao TETC, o TETM é composto basicamente por uma cânula endotraqueal idêntica às utilizadas no mercado para intubação. Para ocorrerem ciclos durante a VM, foram realizados furos milimétricos no tubo contido no interior do balonete traqueal. Esses furos provocam a passagem e a saída do ar durante a VM (tanto na inspiração como na expiração mecânica). Por não estar sempre insuflado, o contato com a mucosa traqueal é menor e, em razão disso, as possíveis lesões de mucosa da traqueia são praticamente insignificantes. Essa demonstração comparativa foi possível no estudo-piloto realizado em animais.

Em geral, os TETs visam permitir apenas a passagem de ar. O balonete insuflado protege as vias aéreas da aspiração de secreções, produzindo vedação na traqueia e permitindo, de forma eficaz, a ventilação alveolar pulmonar. A aspiração de conteúdo gástrico é pouco frequente durante os atos anestésicos, porém requerem medidas preventivas como, por exemplo, o uso de drogas que reduzem seu volume e sua acidez. Porém, o melhor método de se evitar a aspiração gástrica nessas situações é a intubação traqueal¹⁴. O balonete em contato com a mucosa invariavelmente acarretará lesão endotraqueal devido à pressão exercida. Os balonetes atuais fazem sua vedação através de uma área maior de contato com a mucosa. Isso permite que a pressão em seu interior e sobre a mucosa seja menor, minimizando a incidência de isquemia e, conseqüentemente, menos lesões. Esse efeito menos deletério das cânulas de baixa pressão não serão obtidos se as cânulas de calibre inferior ao correto forem usadas. Nos tubos de calibre inferior, os balonetes vão necessitar de maiores volumes para que ocorra uma vedação adequada, levando a aumento da pressão e alterações isquêmicas, com suas eventuais complicações, principalmente se houver necessidade de longos períodos de intubação.

As temidas complicações da intubação traqueal por longos períodos continuam a atrair considerável atenção da literatura. Dentre as mais frequentes, ressalta-se a estenose de laringe subglótica e de traqueia^{11,15,16}.

Lindholm¹⁷ estudou 35 casos com intubação prolongada usando tubos de borracha, látex e PVC. Encontrou lesão na região de contato com o balonete em todos os casos e áreas de inflamação e/ou necrose de grau variado. Klainer e col.¹⁸ demonstraram a existência de lesão traqueal na região do balonete de baixa pressão após duas horas de intubação, o que foi demonstrado através da microscopia eletrônica. Foi evidenciada desorganização ciliar com perda do padrão histológico em algumas regiões.

Magovern e col.⁸ desenvolveram um balonete com sistema externo regulador de pressão. Esse sistema funciona de forma que, quando volumes excessivos de ar são insuflados no balonete interno, há outro balonete externo, de material extremamente elástico, que se distende. Isso evitará elevações no balonete interno acima de 30 cmH₂O. Esse sistema apresenta alguns inconvenientes como, por exemplo, o preço (cerca de 10 vezes maior do que o tubo convencional) e pode apresentar, com alguma frequência, ruptura do sistema.

Em outro extremo, Peagle e col.¹⁹ estudaram 54 pacientes nos quais foram utilizados dois modelos de tubos de PVC com balonete de látex (tubo vermelho) e que foram a óbito e submetidos à autopsia. As pressões não foram controladas sistematicamente, mas ficaram entre 150 e 300 mmHg. No estudo histológico das traqueias, notaram perda de epitélio ciliado de seus anéis com menos de 12 horas de intubação. A reação inflamatória se estendeu para as margens da cartilagem, com indícios de necrose precoce.

Assim, o TETM representa uma alternativa à situação apresentada e sinalizada pelo estudo-piloto experimental aqui demonstrado, vez que causa muito pouco dano à mucosa da parede traqueal, como observado no animal estudado.

Na primeira fase do estudo (bancada), o agravante apresentado pelo TETM foi um percentual de escape de ar maior quando comparado ao TETC. Numa tentativa de minimizar essa situação, foi utilizada uma PEEP de 5 cmH₂O. Essa medida não se mostrou eficaz quanto à redução do percentual de escape de ar, ou seja, não houve diminuição (Tabelas I e II).

É possível perceber que, com o diâmetro menor do TETM (# 7,5 mm), ocorreu menor percentual de escape de ar. Essa diminuição com o TETM de menor diâmetro pode ser explicada pelo fato de seu balonete comportar maior volume quando comparado com o TETM de maior diâmetro durante a fase inspiratória. Essa ocorrência resultará em demora para seu esvaziamento durante a fase expiratória, possibilitando, assim, melhor vedação e menor escape de ar.

Bryant e col.²⁰ concluem, em seus achados sobre lesão decorrente ao TOT, que desinsuflar o balonete temporariamente ou mudar sua posição não foram providências suficientes para evitar necrose da mucosa traqueal e/ou lesão na cartilagem.

Existe no mercado um TET que apresenta válvula reguladora de pressão de balonete distal. Isso diminui o trauma traqueal, porém as lesões permanecem e seu custo é muito elevado²¹.

Com o uso do TETM, obteve-se menor lesão traqueal sem que houvesse um comprometimento significativo do escape de ar. O preço, quando produzido em alta escala, não será diferente do atual preço dos TETCs. Novos estudos experimentais e clínicos serão necessários para esclarecer eventuais limitações a esse método, que demonstrou diminuir o risco de lesão traqueal sem prejuízo relevante para a mecânica respiratória.

REFERÊNCIAS / REFERENCES

- Sole ML, Penoyer DA, Su X et al. – Assessment of endotracheal cuff pressure by continuous monitoring: a pilot study. *Am J Crit Care*, 2009;18:133-143.
- Bain JA – Late complications of tracheostomy and prolonged endotracheal intubation. *Int Anesthesiol Clin*, 1972;10:225-244.
- Tornvall SS, Jackson KH, Oyanedel E – Tracheal rupture, complication of cuffed endotracheal tube. *Chest*, 1971;59:237-239.
- Cooper JD, Grillo HC – Experimental production and prevention of injury due to cuffed tracheal tubes. *Surg Gynecol Obstet*, 1969;129:1235-1241.
- Bishop MJ – Mechanisms of laryngotracheal injury following prolonged tracheal intubation. *Chest*, 1989;96:185-186.
- Yang KL – Tracheal stenosis after a brief intubation. *Anesth Analg*, 1995;80:625-627.
- McCulloch TM, Bishop MJ – Complications of translaryngeal intubation. *Clin Chest Med*, 1991;12:507-521.
- Magovern GJ, Shively JG, Fecht D et al. – The clinical and experimental evaluation of a controlled-pressure intratracheal cuff. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1972;64:747-756.
- Kamen JM, Wilkinson CJ – A new low-pressure cuff for endotracheal tubes. *Anesthesiology*, 1971;34:482-485.
- Arola MK, Anttinen J – Post-mortem findings of tracheal injury after cuffed intubation and tracheostomy. A clinical and histopathological study. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1979;23:57-68.
- Conti M, Pougeoise M, Wurtz A et al. – Management of postintubation tracheobronchial ruptures. *Chest*, 2006;130:412-418.
- Lindholm CE – Experience with a new orotracheal tube. *Acta Otolaryngol (Stockh)*, 1973;75:389-390.
- Nordin U, Lindholm CE, Wolgast M – Blood flow in the rabbit tracheal mucosa under normal conditions and under the influence of tracheal intubation. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1977;21:81-94.
- Moro ET – Prevenção da aspiração pulmonar do conteúdo gástrico.. *Rev Bras Anesthesiol*, 2004;54:261-275.
- American Association for Respiratory Care – AARC (American Association for Respiratory Care) clinical practice guideline. Management of airway emergencies. *Respir Care*, 1995;40:749-760.
- Brichet A, Verkindre C, Dupont J et al. – Multidisciplinary approach to management of postintubation tracheal stenoses. *Eur Respir J*, 1999;13:888-893.
- Lindholm CE – Prolonged endotracheal intubation. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1970;(Suppl 33):1-131.
- Klainer AS, Turndorf H, Wu WH et al. – Surface alterations due to endotracheal intubation. *Am J Med*, 1975;58:674-683.
- Paegle RD, Ayres SM, Davis S – Rapid tracheal injury by cuffed airways and healing with loss of ciliated epithelium. *Arch Surg*, 1973;106:31-34.
- Bryant LR, Trinkle JK, Dubilier L – Reappraisal of tracheal injury from cuffed tracheostomy tubes. *Experiments in dogs. JAMA*, 1971;215:625-628.
- Valles J, Artigas A, Rello J et al. – Continuous aspiration of subglottic secretions in preventing ventilator-associated pneumonia. *Ann Intern Med*, 1995;122:179-186.

Resumen: Servin SON, Barreto G, Martins LC, Moreira MM, Meirelles L, Colli Neto JA, Zen Júnior JH, Tincani AJ – Fijación Atraumática de Tubo Endotraqueal para Ventilación Mecánica.

Justificativa y objetivos: Pacientes que necesitan permanecer bajo intubación endotraqueal (IOT), durante largos períodos o que tienen que ser sometidos a la anestesia general, podrán tener lesiones en la luz de la tráquea debido a presiones ejercidas por el balón terminal. En algunos casos, esas lesiones podrán evolucionar para una estenosis o a veces necrosis. El presente trabajo quiso presentar un tubo endotraqueal modificado (TETM), en que la presión del balón varía de acuerdo con el ciclo de la ventilación mecánica (VM), siendo el mismo testado en un simulador pulmonar y modelo animal.

Método: En un simulador pulmonar acoplado a un ventilador mecánico y ajustado con dos volúmenes corrientes (VC) de 10 y 15 mL.kg⁻¹ y complacencia de 60 mL.cmH₂O⁻¹, fueron utilizados dos modelos de tubos endotraqueales: uno modificado (TETM), y el otro convencional (TETC), números (#) 7,5 mm y 8,0 mm, para evaluar la eficiencia de la ventilación con el TETM. También se hizo la comparación entre los dos modelos, en cerdos de la raza Large-White, bajo anestesia general y VM por 48 horas consecutivas. Posteriormente, los animales se sacrificaron para el análisis histopatológico de las tráqueas.

Resultados: Los dos TETMs (#7,5 y 8,0) presentaron un escape de aire en el simulador pulmonar. El menor de los escapes de aire (13%), fue visto en el TETM #7,5 mm, con VC = 15 mL.kg⁻¹, y el mayor (32%) en el TETM #8,0 mm, con VC = 10 mL.kg⁻¹. A pesar de eso, los dos TETMs presentaron una buena eficacia en el simulador pulmonar. En la evaluación del uso de los TETs en animales, analizando la histopatología de sus tráqueas, verificamos que el TETM causó menos áreas traumáticas en su epitelio en comparación con el TETC.

Conclusiones: El uso de un nuevo modelo de TET podrá disminuir los riesgos de lesión traqueal sin perjudicar la mecánica respiratoria.

Descriptor: ANIMAL: cerdo; AVALIACIÓN; COMPLICACIONES: intubación traqueal; EQUIPOS: tubo traqueal; REANIMACIÓN.