

# Efeitos de Baixas Pressões no Balonete da Máscara Laríngea na Mucosa Faringolaríngea do Cão \*

## *Effects of Low Laryngeal Mask Cuff Pressure on the Laryngopharyngeal Mucosa of Dogs*

Regina Helena Garcia Martins<sup>1</sup>, José Reinaldo Cerqueira Braz, TSA<sup>2</sup>, José Marcos Pechula Moura<sup>3</sup>, Graziela de Araújo Costa<sup>3</sup>, Lídia Raquel de Carvalho<sup>4</sup>

### RESUMO

Martins RHG, Braz JRC, Moura JMP, Costa GA, Carvalho LR – Efeitos de Baixas Pressões no Balonete da Máscara Laríngea na Mucosa Faringolaríngea do Cão

**Justificativa e Objetivos** – Lesões da mucosa faringolaríngea e compressões de vasos e de nervos têm sido relatadas e atribuídas às altas pressões no balonete da máscara laríngea (ML). O objetivo deste trabalho foi estudar em cães a mucosa faringolaríngea em contato com o balonete da ML sob baixas pressões e avaliar as condições ventilatórias durante a anestesia.

**Método** – Em 8 cães sob anestesia com pentobarbital foi inserida ML de número 4, mantendo-se a pressão no balonete em 60 cmH<sub>2</sub>O. Os atributos: frequência de pulso (FP), pressão arterial média (PAM), pressão inspiratória (PI), pressão expiratória final de CO<sub>2</sub> (P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>) e saturação de pulso de O<sub>2</sub> (SpO<sub>2</sub>) foram estudados em 0 (controle), 30, 60, 90 e 120 minutos após a inserção da ML. Após eutanásia, realizou-se biópsias nas áreas da contato da mucosa faringolaríngea com a ML para exame à microscopia óptica (MO) e eletrônica de varredura (MEV).

**Resultados** – Os atributos estudados mantiveram-se sem alterações significativas durante o experimento, ocorrendo apenas pequeno aumento dos valores da PAM e da P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> nos tempos finais do experimento. À MO, o epitélio da mucosa faringolaríngea apresentou-se sem alterações na grande maioria das áreas examinadas, mas em algumas áreas houve pequena infiltração inflamatória de polimorfonucleares neutrófilos e leve congestão na camada subepitelial, sem diferença significativa entre as áreas ( $p < 0,05$ ). O estudo à MEV também mostrou epitélio da mucosa laringofaríngea sem alterações significativas.

**Conclusões** – Em cães, a utilização de pressão de 60 cmH<sub>2</sub>O no balonete da ML assegura perfeita manutenção da permeabilidade das vias aéreas e não provoca alterações na mucosa faringolaríngea.

UNITERMOS – ANIMAL: cão; EQUIPAMENTOS: máscara laríngea

### SUMMARY

Martins RHG, Braz JRC, Moura JMP, Costa GA, Carvalho LR – Effects of Low Laryngeal Mask Cuff Pressure on the Laryngopharyngeal Mucosa of Dogs

**Background and Objectives** – Injuries to laryngopharyngeal tissues and artery and nerve compression have been reported and attributed to high laryngeal mask (LM) cuff pressure. This study aimed at evaluating the laryngopharyngeal mucosa of dogs when in contact with LM cuff under low pressures and studying ventilatory conditions during anesthesia.

**Methods** – This study involved 8 mixed-breed dogs anesthetized with pentobarbital and maintained on mechanical ventilation after insertion of a number 4 LM. Pulse rate (PR), mean blood pressure (MBP), inspiratory pressure (IP), end tidal CO<sub>2</sub> (P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>) and oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>) were evaluated at 0 (control), 30, 60, 90 and 120 minutes after LM insertion. After euthanasia, laryngopharyngeal mucosa regions in contact with LM were biopsied and examined under light microscopy and scanning electron microscopy (SEM).

**Results** – The attributes studied have shown no significant changes during the experiment but a minor MBP and P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> increase towards the end of the experiment. At light microscopy, laryngopharyngeal epithelium was normal in most examined areas, but in some areas a minor inflammatory reaction with infiltration of polynuclear neutrophils and mild congestion of the subepithelial layer was seen, without significant differences among areas ( $p < 0.05$ ). At SEM no significant differences in the laryngopharyngeal mucosa was observed.

**Conclusion** – In dogs, low LM cuff pressure (60 cmH<sub>2</sub>O) is safe for airway patency maintenance and does not affect laryngopharyngeal mucosa.

KEY WORDS: ANIMAL: dog; EQUIPMENTS: laryngeal mask airway

\* Recebido do (Received from) Laboratório de Anestesiologia Experimental do Departamento de Anestesiologia do CET/SBA da Faculdade de Medicina de Botucatu (FMB) da UNESP

1. Professora Doutora da Disciplina de Otorrinolaringologia do Departamento de Oftalmologia, Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço da FMB – UNESP

2. Professor Titular do CET/SBA do Departamento de Anestesiologia da FMB - UNESP

3. Doutorando do Curso de Medicina da FMB - UNESP. Bolsista de Iniciação Científica da FAPESP.

4. Professora Doutora do Departamento de Bioestatística do Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP

Apresentado (Submitted) em 19 de fevereiro de 2001

Aceito (Accepted) para publicação em 27 de abril de 2001

Correspondência para (Mail to):

Dr. José Reinaldo Cerqueira Braz

Depart° de Anestesiologia da FMB – UNESP

Rubião Junior

18618-900 Botucatu, SP

E-mail: jrbraz@fmb.unesp.br

© Sociedade Brasileira de Anestesiologia, 2001

### INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, alguns trabalhos têm destacado a ocorrência de morbidade associada à utilização da máscara laríngea (ML), como compressões de vasos<sup>1</sup> e de nervos<sup>2-4</sup> e lesões das mucosas da faringe e da laringe<sup>5</sup>, que podem determinar odinofagia, disfagia e disфония no pós-operatório. As lesões têm sido atribuídas às altas pressões fornecidas ao balonete da ML durante a insuflação<sup>5</sup> ou à difusão de óxido nítrico no balonete na ML<sup>6,7</sup>.

Embora os volumes ideais de ar a serem introduzidos no balonete da ML não estejam totalmente estabelecidos até o momento, sabe-se que os volumes de ar inicialmente preconizados<sup>8</sup> (por exemplo, 30 ml de ar para a máscara laríngea de nº 4) não são aconselháveis, por gerarem pressões muito elevadas, sendo prudente manter a pressão no balonete ao redor de 60 cmH<sub>2</sub>O<sup>9</sup>. Por outro lado, pressões mais baixas podem não impedir escapes de ar ou aspiração do conteúdo gástrico, durante a ventilação mecânica<sup>10</sup>.

Recentemente foi demonstrada a efetividade da ML em manter a patência das vias aéreas no cão<sup>11</sup>.

Os objetivos do presente estudo foram verificar os efeitos da pressão de 60 cmH<sub>2</sub>O no balonete da ML sobre a mucosa faringolaríngea do cão, através de estudo de microscopia óptica e eletrônica de varredura, além da avaliação das condições ventilatórias durante o experimento.

## MÉTODO

O estudo recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Animal da Instituição. Foram utilizados oito cães adultos, sendo cinco machos e três fêmeas, com peso variando de 14 a 20 quilogramas, constituindo um único grupo experimental (grupo G1). Um estudo prévio demonstrou que a ML de número 4 é a melhor opção para animais desse porte por acomodar-se efetivamente sobre a laringe e promover verdadeiro "selo", sem escape de ar durante a ventilação mecânica, com pressão inspiratória ao redor de 10 – 15 cmH<sub>2</sub>O<sup>11</sup>.

Instalou-se ventilação controlada em sistema circular semi-fechado, utilizando-se fluxo de gases frescos composto por mistura de ar comprimido (1 L.min<sup>-1</sup>) e O<sub>2</sub> (1 L.min<sup>-1</sup>), utilizando-se o aparelho de anestesia Exel 210 SE da Ohmeda (EUA). Empregou-se sempre o volume corrente de 20 ml.kg<sup>-1</sup> e frequência respiratória de 10 a 15 movimentos/minuto, procurando-se manter a pressão expiratória final de CO<sub>2</sub> (P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>) entre 30 e 35 mmHg.

Após jejum alimentar por 12 horas, um cateter 20G foi posicionado na veia cefálica do cão. Os animais receberam dose venosa em *bolus* de pentobarbital sódico, seguida por infusão contínua do anestésico (3 mg.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>), empregando-se bomba de infusão (Anne, Abbott, EUA). AML, com o balonete totalmente desinsuflado, foi inserida sempre pelo mesmo profissional, utilizando técnica adaptada da utilizada no homem<sup>8</sup>. O animal foi colocado em decúbito dorsal, com a cabeça em extensão e a língua totalmente exposta por tração externa de sua porção livre. AML foi inserida com sua porção dorsal firmemente apoiada contra o palato duro, até que fosse encontrada resistência à sua progressão. O balonete foi insuflado, com volume de ar suficiente para determinar pressão de 60 cmH<sub>2</sub>O, utilizando-se o manômetro digital P-V Gauge de Mallinckrodt (EUA). A ML foi fixada à boca do animal. Caso houvesse diminuição da pressão no balonete durante o experimento, injetar-se-ia ar no balonete até o restabelecimento da pressão inicial (60 cmH<sub>2</sub>O).

Um cateter 20G foi introduzido na artéria femoral direita para medida da pressão arterial, utilizando-se módulo de pressão

invasiva. Um cateter 18G foi posicionado na veia femoral direita para infusão de solução de Ringer com lactato (5 ml.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>) e injeção do bloqueador neuromuscular, o cloreto de alcurônio, na dose inicial de 0,2 mg.kg<sup>-1</sup> e doses intermitentes, a cada 45 minutos, de 0,06 mg.kg<sup>-1</sup>. A frequência de pulso e a saturação de pulso de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) foram determinadas utilizando-se sensor em forma de pinça colocado na língua do animal. A P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>, frequência respiratória, volume corrente, pressão inspiratória e frações inspiradas de O<sub>2</sub> foram determinadas através de módulo respiratório com coleta de amostra entre o tubo da ML e a peça em Y do sistema respiratório. Os módulos de SpO<sub>2</sub>, pressão invasiva e respiratório foram conectados ao biomonitor AS 3 da Datex-Engstrom (Finlândia).

Os atributos hemodinâmicos, respiratórios e de oxigenação foram registrados imediatamente, 30, 60, 90 e 120 minutos após a inserção da ML.

Após o término do experimento, os animais foram submetidos à eutanásia com dose excessiva de anestésico e realizaram-se biópsias em 10 áreas pré-determinadas em contato com a ML (Figuras 1 e 2). Para estudo à microscopia eletrônica, as peças foram fixadas em solução de glutaraldeído a 2,5% e mantidas em pH de 7,3 através de solução de fosfato de sódio (0,1 M), por um período não inferior a 24 horas. Em seguida, o material foi pós-fixado em solução de tetróxido de

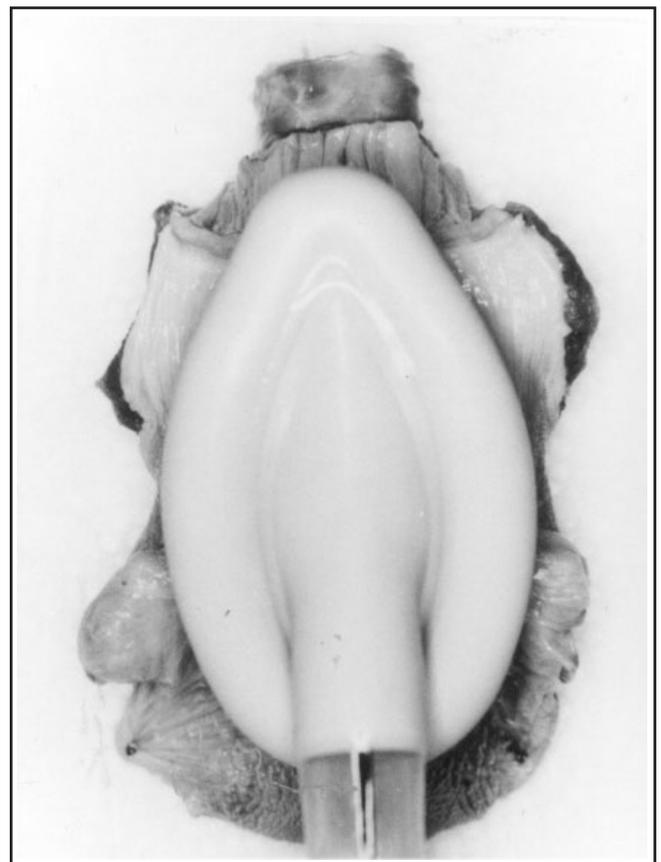


Figura 1- Máscara Laríngea (ML) nº 4 em Contato com a Mucosa Faringolaríngea do Cão

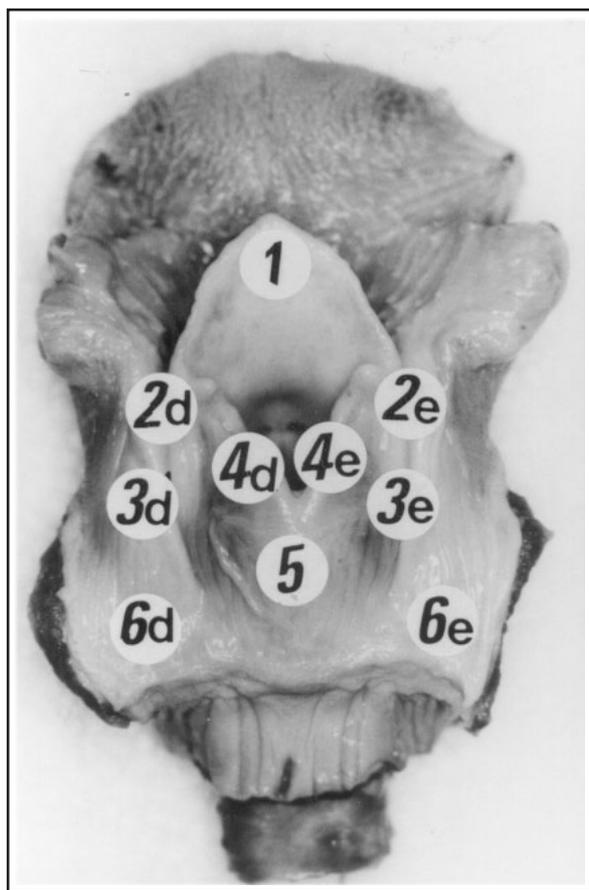


Figura 2 - Áreas de Biópsia da Mucosa da Região da Faringolaringe em Contato com a ML: 1- borda livre da face laríngea da epiglote; 2d e 2e – túnica mucosa do segmento lateral da faringolaringe (direita e esquerda, respectivamente); 3d e 3e – túnica mucosa da região dos seios piriformes (direito e esquerdo, respectivamente); 4d e 4e – túnica mucosa sobre as cartilagens aritenóides (direita e esquerda, respectivamente); 5 – túnica mucosa da parede anterior da faringolaringe, na altura da cartilagem cricóide; 6d e 6e - túnica mucosa da face posterior da faringolaringe (direita e esquerda, respectivamente)

ósmio a 2%, no mesmo tampão anterior, em câmara escura por uma hora e, após esse período, foi desidratado em soluções de etanol, em graduações crescentes. A secagem das peças foi realizada em aparelho de ponto crítico, usando-se dióxido de carbono líquido. A montagem das peças foi realizada em base metálica, com cola de prata e cobertura em ouro (espessura de 5 nm). Para o exame e fotografia das peças utilizou-se o microscópio eletrônico de varredura 515 da Philips (Holanda). Os fragmentos restantes das peças foram submetidos à seqüência de preparações para análise à microscopia óptica (MO): realização de biópsias nas mesmas áreas descritas para a MEV, fixação em solução de formalina a 10%, por período mínimo de 48 horas, inclusão em parafina, cortes através dos métodos convencionais e coloração pela hematoxilina-eosina.

À microscopia óptica foram analisados o epitélio (erosão e presença de polimorfonucleares neutrófilos - PMN) e a camada subepitelial (congestão, hemorragia e presença de PMN). Os atributos histológicos, exceto a erosão epitelial, receberam análise semi-quantitativa, usando-se pontuação de 0 a 3, dependendo da intensidade do comprometimento do corte histológico (ausente, leve, moderado ou intenso). Os dados relativos à erosão epitelial foram analisados em termos de extensão do corte histológico (escore 0 - ausência de erosão; escore 1 – extensão da erosão de 30% do corte histológico; escore 2 - extensão de 31% a 60%; escore 3 – extensão de 61% a 100%). Os segmentos da faringolaringe de três cães submetidos à eutanásia com dose excessiva de pentobarbital sódico foram utilizados como controle (grupo G0). As avaliações da MO e MEV foram realizadas pelo mesmo pesquisador, sem conhecimento prévio das áreas analisadas.

#### Análise estatística

Para a variável frequência de pulso, foi utilizada análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas, seguida do teste de Tukey para comparação entre os momentos. Para as demais variáveis, foi utilizado o método não paramétrico de Friedman, seguido do método de Student-Newman-Keuls para as comparações múltiplas entre os momentos. A comparação entre as áreas de biópsia no grupo foi realizada utilizando-se o método não paramétrico de Friedman para amostras dependentes. Uma análise descritiva foi usada para os resultados de MEV.

As estatísticas foram consideradas significativas quando  $p < 0,05$ . Os dados obtidos são relatados como média  $\pm$  desvio padrão ou mediana, com indicação dos percentis em 25% e 75%. Os escores são apresentados pelas medianas, com indicação dos valores mínimos e máximos.

## RESULTADOS

A ML foi inserida sempre na primeira tentativa, obtendo-se uma eficiente via aérea, em todos os cães, com parâmetros ventilatórios adequados, certificados pelos valores da  $P_{ET}CO_2$  e da pressão inspiratória (Tabela I); não houve escape de ar durante a inspiração ou diminuição do volume corrente e da oxigenação, como verificado pela  $SpO_2$ . Durante a anestesia não foram observados deslocamento da ML, ocorrência de laringoespasma, cianose, regurgitação ou aspiração pulmonar. Após a remoção da ML não foi visto sangue na superfície de seu balonete.

A pressão arterial média aumentou e permaneceu elevada (ao redor de 15%), após 30 minutos da introdução da ML ( $p < 0,05$ ), sem que ocorresse alteração significativa nos valores da frequência de pulso (Tabela I).

À microscopia óptica não se observaram alterações do epitélio como erosão ou infiltrado inflamatório, sendo notado padrão morfológico normal (Figura 3). Na camada subepitelial, em algumas áreas, observaram-se leve congestão e infiltra-

Tabela I – Valores das Médias e Desvios Padrões da Frequência de Pulso (FP), Valores da Mediana e Indicações dos Percentis em 25% e 75% da Pressão Arterial Média (PAM), Pressão Inspiratória (PI), Saturação de Pulso de Oxigênio (SpO<sub>2</sub>) e Pressão Expiratória Final de CO<sub>2</sub> (P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>) obtidos no Grupo Estudado

Atributo	Tempo (min)				
	0	30	60	90	120
FP (bat.min <sup>-1</sup> )	148 ± 19	147 ± 15	152 ± 14	149 ± 17	146 ± 21
PAM (mmHg)	89,0 (77,5 - 99,5)	93,5 (81,0 - 101,5)	97,5* (89,0 - 111,5)	98,5* (94,0 - 105,5)	103,0* (95,0 - 112,0)
PI (cmH <sub>2</sub> O)	10,5 (9,0 - 12,0)	10,5 (10,0 - 12,0)	10,5 (10,0 - 12,0)	10,0 (10,0 - 12,0)	10,0 (10,0 - 12,0)
SpO <sub>2</sub> (%)	99,0 (98,5 - 100,0)	100,0 (99,5 - 100,0)	99,5 (99,0 - 100,0)	98,5 (98,0 - 99,5)	98,5 (98,0 - 99,5)
P <sub>ET</sub> CO <sub>2</sub> (mmHg)	31,5 (28,0 - 39,5)	34,0 (29,0 - 38,0)	34,5 (34,0 - 40,0)	36,0 (34,0 - 40,5)	37,0* (35,0 - 42,0)

\*Significante em relação a 0 min (p < 0,05)

do de células inflamatórias de polimorfonucleares neutrófilos (Tabela II e Figura 4), porém sem diferença significativa entre as áreas (p > 0,10). Não foi detectada hemorragia em nenhuma área analisada.

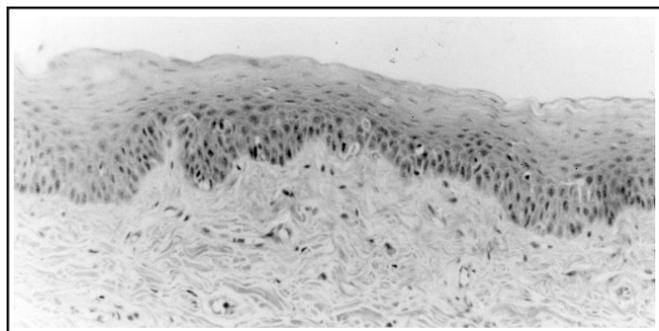


Figura 3 - Segmento da Mucosa da Hipofaringe Mostrando Epitélio Pluriestratificado sem Alterações (H&E X 80)

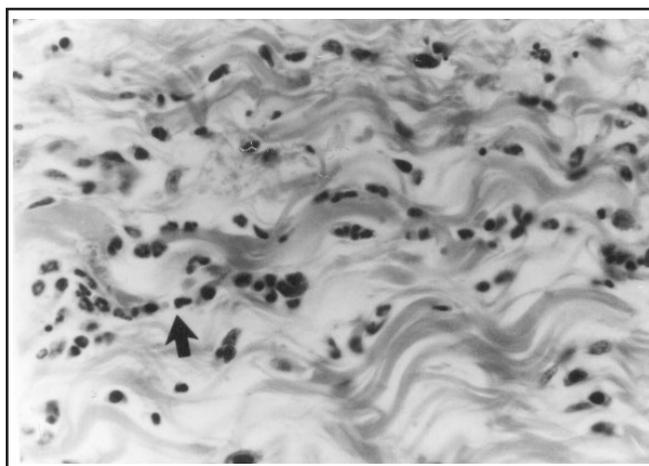


Figura 4 - Segmento da Mucosa da Hipofaringe Mostrando Intensa Exsudação de Polimorfonucleares Neutrófilos Permeando o Interstício (seta) (H&E X 440)

Tabela II – Resultados Histológicos da Congestão e do Infiltrado de Polimorfonucleares Neutrófilo (PMN) da Camada Subepitelial da Mucosa Laringofaríngeana. Valores da Mediana e Indicação dos Valores Mínimos e Máximos

Áreas de Biópsia	Escore Histológico Subepitelial	
	Congestão	Infiltrado PMN
Epiglote (1)	0 (0-1)	0 (0-1)
Faringoepiglótica esquerda (2e)	0 (0-2)	0 (0-1)
Faringoepiglótica direita (2b)	0 (0-2)	0 (0-2)
Seio piriforme esquerdo (3e)	0,5 (0-2)	0,5 (0-2)
Seio piriforme direito (3d)	0,5 (0-3)	0 (0-3)
Aritenóide esquerda (4e)	0 (0-0)	0 (0-0)
Aritenóide direita (4d)	0 (0-1)	0 (0-1)
Cricóide (5)	1 (0-2)	0 (0-1)
Hipofaringe esquerda (6e)	1 (0-1)	0,5 (0-2)
Hipofaringe direita (6d)	0 (0-2)	0,5 (0-3)

p > 0,10 na comparação entre áreas do grupo pelo teste de Friedman

À microscopia eletrônica, todas as peças analisadas apresentaram aspecto semelhante ao observado em cães normais, com discreta descamação do epitélio e áreas de filamentos de muco (Figuras 5a,b,c,d)

## DISCUSSÃO

A manutenção de valores adequados de parâmetros ventilatórios e de oxigenação durante todo o experimento tem grande valor na análise da capacidade da ML em manter um “selo” eficiente ao redor da laringe do cão, mesmo com a utilização de baixas pressões em seu balonete (60 cmH<sub>2</sub>O) e a utilização de ventilação controlada. Em pesquisa anterior já havíamos demonstrado a eficácia da ML na manutenção das vias aéreas no cão sob respiração espontânea<sup>11</sup>.

EFEITOS DE BAIXAS PRESSÕES NO BALONETE DA MÁSCARA LARÍNGEA  
NA MUCOSA FARINGOLARÍNGEA DO CÃO

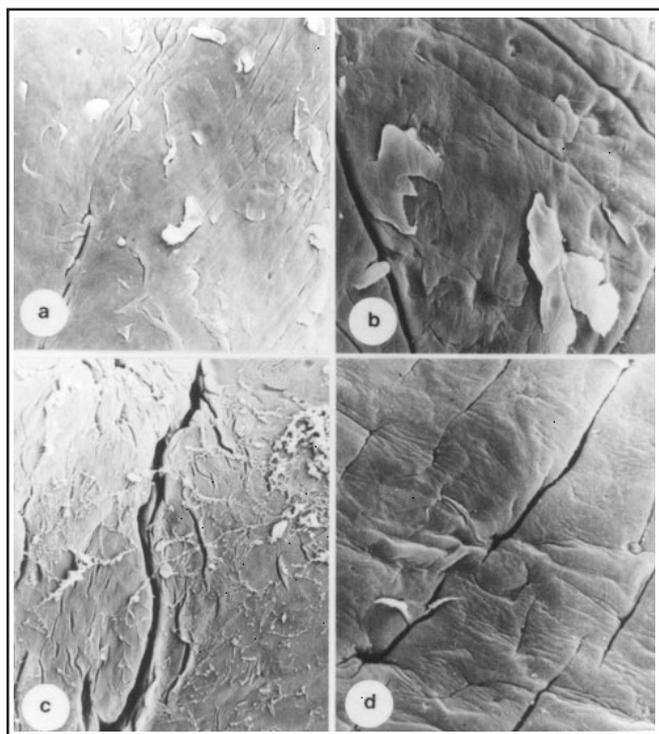


Figura 5a,b,c,d – Microscopia Eletrônica de Varredura da Mucosa Faringolaríngea do Cão em Contato com a Máscara Laríngea: a- mucosa pregueada com descamação superficial (210X); b- detalhe do pregueamento da mucosa e da descamação superficial (390X); c- filamentos de muco depositados sobre a mucosa (550 X); d- pregueamento da mucosa

No homem, a hemodinâmica cardiovascular é minimamente alterada quando se utiliza a ML<sup>12,13</sup>. Na presente pesquisa, o pequeno aumento dos valores da pressão arterial média verificada ao longo do experimento pode estar relacionado aos valores mais baixos logo após a indução anestésica, pois é comum no cão, após a indução anestésica com pentobarbital, a diminuição temporária da pressão arterial consequente ao efeito inotrópico negativo da droga sobre o miocárdio<sup>14</sup>. Os valores da pressão do balonete da ML foram mantidos constantes durante todo o experimento em 60 cmH<sub>2</sub>O através de monitorização contínua. As repercussões à MO e MEV da pressão do balonete transmitida à mucosa faríngea foram praticamente ausentes.

Em estudo no homem, microssores foram colocados em vários locais do balonete da ML para determinação das pressões sobre a mucosa faringolaríngea, durante insuflação do balonete com volumes crescentes de ar, até se atingir o volume de 40 ml<sup>15</sup>. A pressão sobre a mucosa aumentou, com o aumento tanto da pressão no balonete como do seu volume, porém mantendo sempre valores menores do que 40 cmH<sub>2</sub>O, que são considerados seguros para a mucosa faringolaríngea, exceto na porção proximal do balonete, onde foram registradas pressões de 69 cmH<sub>2</sub>O, com a introdução de 20 ml de ar no balonete da ML. Outros estudos confirmaram a

baixa relação entre o aumento do volume do balonete e a pressão exercida sobre a mucosa faringearna<sup>16,17</sup>. Estudo no homem demonstrou que a posição da ML nem sempre é a ideal, mesmo quando a função é boa<sup>16</sup>. Isso pode ocasionar compressão de tecido faringearno contra estruturas rígidas, como o osso hióide e a coluna cervical, que pode explicar a compressão da artéria língual e a paralisia dos nervos língual e hipoglosso, diagnosticados após o uso da ML durante anestesia com óxido nítrico<sup>1-4</sup>. Mais recentemente, Brain recomendou a insuflação do balonete da ML com volume suficiente para manter a pressão em 60 cmH<sub>2</sub>O para diminuir a possibilidade de complicações<sup>8</sup>. Para esse autor, as situações de escapes de ar durante a insuflação pulmonar são devidas ao mau posicionamento ou tamanho inadequado da ML, que deve ser o maior possível.

Vários trabalhos têm investigado se a remoção de gás do balonete da ML alteraria a incidência de queixas laringofaríngeas no pós-operatório<sup>18-21</sup>. Na maioria desses estudos, a remoção de gás do balonete da ML para o mínimo necessário para manutenção da pressão efetiva de "selo" (60 cmH<sub>2</sub>O), diminuiu consideravelmente a incidência de odinofagia após a cirurgia<sup>18-20</sup>. Em contraste, em outro estudo, diferentes pressões do balonete da ML não influenciaram a incidência e a intensidade das queixas laringofaríngeas<sup>21</sup>.

Nosso estudo demonstrou a relativa inocuidade do contato da ML com a mucosa do segmento faringolaríngeo, com a utilização de baixas pressões. Mesmo com a utilização de pressões mais elevadas, seja por hiperinsuflação de ar no balonete<sup>22</sup> ou por difusão do óxido nítrico para o interior do balonete, às custas de sua alta difusibilidade<sup>7</sup>, não foram observadas alterações importantes da mucosa faringolaríngea, em cães, ocorrendo apenas aumento da descamação epitelial.

Deve-se ressaltar que todos os fatores que poderiam provocar alterações na histologia da mucosa faringolaríngea foram aparentemente excluídos. Utilizou-se sempre a mesma ML em todos os cães, a qual foi inserida sempre pelo mesmo investigador. Lubrificantes não foram utilizados para facilitar a inserção da ML. A profundidade anestésica durante a inserção foi adequada em todos os animais, assegurando inserção fácil, segura e correta. O perfeito posicionamento da ML no cão é mais fácil que no homem, devido à menor angulação entre a boca e a cavidade orofaríngea e à maior abertura de boca do animal.

A estrutura histológica do tecido da região da faringolaríngea no cão é muito semelhante à do homem<sup>23</sup>. O epitélio de revestimento é do tipo pavimentoso pluriestratificado, composto por várias camadas de células em constante renovação e proliferação. Esse epitélio é muito mais resistente às lesões do que o epitélio respiratório pseudoestratificado ciliado que recobre a traquéia.

Concluimos que no cão a manutenção da pressão no balonete da ML em 60 cmH<sub>2</sub>O mantém adequada permeabilidade da via aérea, sem que haja repercussões importantes na mucosa faringolaríngea em contato com o balonete.

## **Effects of Low Laryngeal Mask Cuff Pressure on the Laryngopharyngeal Mucosa of Dogs**

Regina Helena Garcia Martins, M.D., José Reinaldo Cerqueira Braz, M.D., José Marcos Pechula Moura, M.D., Graziela de Araújo Costa, M.D., Lídia Raquel de Carvalho, M.D.

### **INTRODUCTION**

Some studies have highlighted laryngeal mask-induced morbidity, such as vessels<sup>1</sup> and nerve<sup>2-4</sup> compression and pharyngeal and laryngeal mucosa injuries<sup>5</sup>, which may determine postoperative odynophagia, dysphagia and dysphonia. Injuries have been attributed to high LM cuff pressures during inflation<sup>5</sup> or to nitrous oxide diffusion into the LM cuff<sup>6,7</sup>.

Ideal air volumes for LM cuffs are not yet totally established, but it is known that previously preconized air volumes<sup>8</sup> (for example, 30 ml of air for number 4 LM) are no longer recommended for generating too high pressures; it is prudent, then, to keep cuff pressures around 60 cmH<sub>2</sub>O. On the other hand, very low pressures may not prevent air leakages or gastric content aspiration during mechanical ventilation<sup>10</sup>.

The effectiveness of the LM in maintaining airway patency in dogs has been recently shown<sup>11</sup>.

This study aimed at observing the effects of 60 cmH<sub>2</sub>O cuff pressure on the laryngopharyngeal mucosa of dogs using light microscopy and scanning electronic microscopy, in addition to evaluating ventilatory conditions during the experiment.

### **METHODS**

The study was approved by the Animal Research Ethics Committee of our institution and involved 8 adult dogs, 5 males and 3 females, weighing from 14 to 20 kg constituting a single experimental group (Group G1). A previous study has shown that number 4 LM is the best option for animals of this size for effectively adapting to the larynx and promoting a true "seal", without air leakage during mechanical inspiration with inspiratory pressure around 10 – 15 cmH<sub>2</sub>O<sup>11</sup>.

Controlled ventilation was established with a semi-closed circle system using fresh gas flow made up of a mixture of compressed air (1 L.min<sup>-1</sup>) and O<sub>2</sub> (1 L.min<sup>-1</sup>) in an Ohmeda's (USA) Exel 210 SE anesthesia machine. Tidal volume was always 20 ml.kg<sup>-1</sup> and respiratory rate of 10 to 15 movements/minute, trying to maintain end tidal CO<sub>2</sub> (P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>) between 30 and 35 mmHg.

After a 12-hour fasting, a 20G catheter was inserted in the cephalic vein of the dog. Animals received an intravenous sodium pentobarbital bolus followed by a continuous infusion (3 mg.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>) with an infusion pump (Anne, Abbott, USA). The same professional using a technique adapted from the human technique<sup>8</sup> inserted the LM with deflated cuff always. Dogs were placed in the supine position with extended head

and tongue totally exposed by external traction of its free portion. LM was inserted with its dorsal portion firmly supported against the hard palate until resistance to its progression was felt. Cuff was inflated with a digital Mallinckrodt's P-V (USA) pressure gage. LM was fixed to animals' mouth. If cuff pressure decreased during the experiment, air was injected in the cuff to reestablish initial pressure (60 cmH<sub>2</sub>O).

A 20G catheter was introduced in the right femoral artery for invasive blood pressure monitoring. An 18G catheter was inserted in the right femoral vein for lactated Ringer's infusion (5 ml.kg<sup>-1</sup>) and injection of alcuronium chloride in an initial dose of 0.2 mg.kg<sup>-1</sup> and intermittent 0.06 mg.kg<sup>-1</sup> doses at every 45 minutes. Pulse rate and oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>) were determined by a forceps-shape sensor placed on the animals' tongue. P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>, respiratory rate, tidal volume, inspiratory pressure and O<sub>2</sub> inspired fractions were determined with a respiratory module with sample collection between the LM tube and the Y connection of the ventilation system. SpO<sub>2</sub>, invasive blood pressure and respiratory modules were connected to a Datex-Engstrom's AS 3 (Finland) biomonitor.

Hemodynamic, respiratory and oxygenation parameters were recorded immediately, 30, 60, 90 and 120 minutes after LM insertion.

At the end of the experiment, animals were euthanized with an excessive anesthetic dose and biopsies were performed in 10 predetermined areas in contact with LM (Figures 1 and 2). For light microscopy, specimens were fixed in 2.5% glutaraldehyde and maintained in pH 7.3 by sodium sulphate solution (0.1 M) for at least 24 hours. Then, the material was post-fixed in 2% osmium tetroxide in the same buffer in a dark chamber for one hour. After this period, material was dehydrated in incremental graduations of ethanol. Specimens were dried in a critical point device using liquid carbon dioxide. Specimens were mounted on a metal base with silver glue and golden coated (5 nm thick). For specimen's exam and photographs a Philips' scanning electronic microscope 515 (The Netherlands) was used. Remaining fragments were submitted to a sequence of preparations for light microscopy exams: biopsies of the same areas described for SEM, fixation in 10% formalin for at least 48 hours, inclusion in paraffin, sections by conventional methods and hematoxylin-eosin dyeing.

The epithelium (erosion and presence of polymorphonuclear neutrophils – PMN) and the subepithelial layer (congestion, hemorrhage and presence of PMN) were analyzed by light microscopy: Histological attributes, except epithelial erosion, were submitted to semi-quantitative analysis using a score from 0 to 3 depending on the involvement of the specimen (absent, mild, moderate or severe). The extension of epithelial erosion was analyzed (0 – no erosion, 1 – 30% erosion, 2 – 31% to 60% erosion, 3 – 61% to 100% erosion). Laryngopharyngeal segments of three dogs not submitted to LM insertion were euthanized with excessive sodium pentobarbital and were used as controls (G0).

The same researcher, blind to the analyzed samples, performed light microscopy and SEM evaluations.



Figure 1 - Laryngeal Mask (LM) number 4 in Contact with Dog's Laryngopharyngeal Mucosa

#### Statistical Analysis

Analysis of variance (ANOVA) for repeated measures was used for pulse rate, followed by Tukey's test to compare among moments. Non-parametric Friedman's method was used for remaining variables, followed by Sudent-Newman-Keuls test for multiple comparisons among moments. The comparison among biopsy areas within the group was made using Friedman's non-parametric method for dependent samples. SEM results were studied by a descriptive analysis. Statistics were considered significant when  $p < 0.05$ . Data are shown in mean  $\pm$  standard deviation of median, with indication of percentiles in 25% and 75%. Scores are presented in medians, with indication of maximum and minimum values.

#### RESULTS

LM was always introduced in the first attempt obtaining efficient airway in all dogs, with adequate ventilatory parameters confirmed by  $P_{ET}CO_2$  and inspiratory pressure values (Table I); there has been no air leakage during inspiration or tidal volume or oxygenation decrease, as confirmed by  $SpO_2$ .

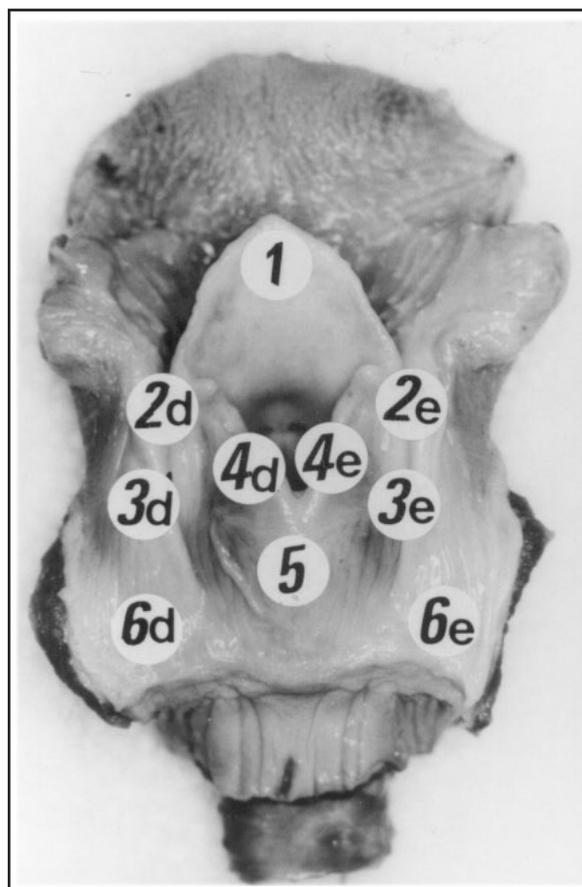


Figure 2 - Laryngopharyngeal Mucosa Biopsy Sites in Contact with LM: 1- free epiglottic laryngeal face border; 2d e 2e – mucosal tunica of the laryngopharyngeal lateral segment (right and left, respectively); 3d e 3e – mucosal tunica of piriform sinuses (right and left, respectively); 4d e 4e – mucosal tunica over arythenoid cartilages (right and left, respectively); 5 – mucosal tunica of anterior pharyngolaryngeal wall at cricoid cartilage level; 6d e 6e – mucosal tunica of posterior laryngopharyngeal face (right and left, respectively)

During anesthesia there were no LM displacement, laryngospasm, cyanosis, regurgitation or lung aspiration. After LM removal no blood was seen on the cuff.

Mean blood pressure increased and remained high (approximately 15%) 30 minutes after LM insertion ( $p < 0.05$ ), without significant changes in pulse rate (Table I).

No epithelial changes were seen at light microscopy, such as erosion or inflammatory infiltration, and the morphological pattern was normal (Figure 3). In some sub-epithelial layers a mild congestion and inflammatory cell infiltrate of polymorphonuclear neutrophils was observed (Table II and Figure 4) without significant differences among areas ( $p > 0.10$ ). No hemorrhage was detected.

At light microscopy, all specimens were similar to normal dogs, with mild epithelial desquamation and mucous filaments (Figures 5a, b, c, d).

EFFECTS OF LOW LARYNGEAL MASK CUFF PRESSURE ON THE LARYNGOPHARYNGEAL MUCOSA OF DOGS

Table I – Pulse Rate (PR) - Mean and Standard Deviation; Mean Blood Pressure (MBP) - Median and 25% and 75% Percentiles; Inspiratory Pressure (IP), Oxygen Saturation (SpO<sub>2</sub>) and End CO<sub>2</sub> Expiratory Pressure (P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>) obtained in the Studied Group

Attribute	Time (min)				
	0	30	60	90	120
PR (beats.min <sup>-1</sup> )	148 ± 19	147 ± 15	152 ± 14	149 ± 17	146 ± 21
MBP (mmHg)	89.0 (77.5 - 99.5)	93.5 (81.0 - 101.5)	97.5* (89.0 - 111.5)	98.5* (94.0 - 105.5)	103.0* (95.0 - 112.0)
IP (cmH <sub>2</sub> O)	10.5 (9.0 - 12.0)	10.5 (10.0 - 12.0)	10.5 (10.0 - 12.0)	10.0 (10.0 - 12.0)	10.0 (10.0 - 12.0)
SpO <sub>2</sub> (%)	99.0 (98.5 - 100.0)	100.0 (99.5 - 100.0)	99.5 (99.0 - 100.0)	98.5 (98.0 - 99.5)	98.5 (98.0 - 99.5)
P <sub>ET</sub> CO <sub>2</sub> (mmHg)	31.5 (28.0 - 39.5)	34.0 (29.0 - 38.0)	34.5 (34.0 - 40.0)	36.0 (34.0 - 40.5)	37.0* (35.0 - 42.0)

\*Significant as compared to min 0 (p < 0.05)

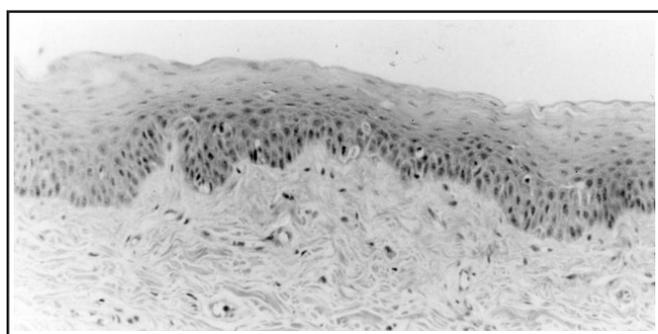


Figure 3 - Hypopharyngeal Mucosa Segment Showing Normal Pluristratified Epithelium (H&E X 80)

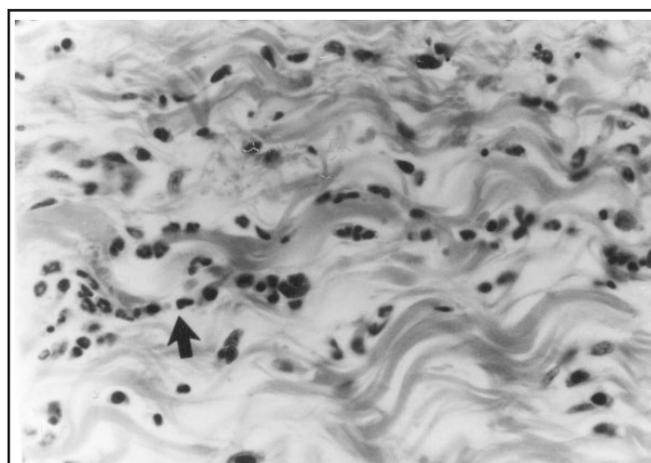


Figure 4 - Hypopharyngeal Mucosa Segment Showing Severe Exsudation of Polimorphonuclear Neutrophils Permeating the Interstitium (arrow) (H&E X 440)

Table II – Histological Results - Congestion and Polimorphonuclear Neutrophils (PMN) Infiltrate of Laryngopharyngeal Mucosa Sub-Epithelial Layer. Median and Minimum and Maximum Values

Biopsy Sites	Subepithelial Histological Score	
	Congestion	PMN Infiltrate
Epiglottis (1)	0 (0-1)	0 (0-1)
Left pharyngoepiglottic (2e)	0 (0-2)	0 (0-1)
Right Pharyngoepiglottic (2b)	0 (0-2)	0 (0-2)
Left piriform sinus (3e)	0.5 (0-2)	0.5 (0-2)
Right piriform sinus (3d)	0.5 (0-3)	0 (0-3)
Left arytenoid (4e)	0 (0-0)	0 (0-0)
Right arytenoid (4d)	0 (0-1)	0 (0-1)
Cricoid (5)	1 (0-2)	0 (0-1)
Left hypopharynx (6e)	1 (0-1)	0.5 (0-2)
Right hypopharynx (6d)	0 (0-2)	0.5 (0-3)

p > 0.10 in comparison among areas by Friedman's test

## DISCUSSION

The maintenance of adequate ventilatory and oxygenation parameters throughout the experiment is of great value for evaluating LM ability to maintain an efficient "seal" around dogs larynx, even with low cuff pressures (60 cmH<sub>2</sub>O) and controlled ventilation. We had already shown in a previous study the efficacy of LM to maintain dog's airway patency during spontaneous ventilation<sup>11</sup>. In humans, LM<sup>12,13</sup> minimally changes cardiovascular dynamics. In our study, the minor mean blood pressure increase along the experiment may be related to lower values soon after anesthetic induction because a temporary blood pressure decrease is common after anesthetic induction with pentobarbital in dogs, as a consequence of the negative inotropic effect of the drug on the myocardium<sup>14</sup>.

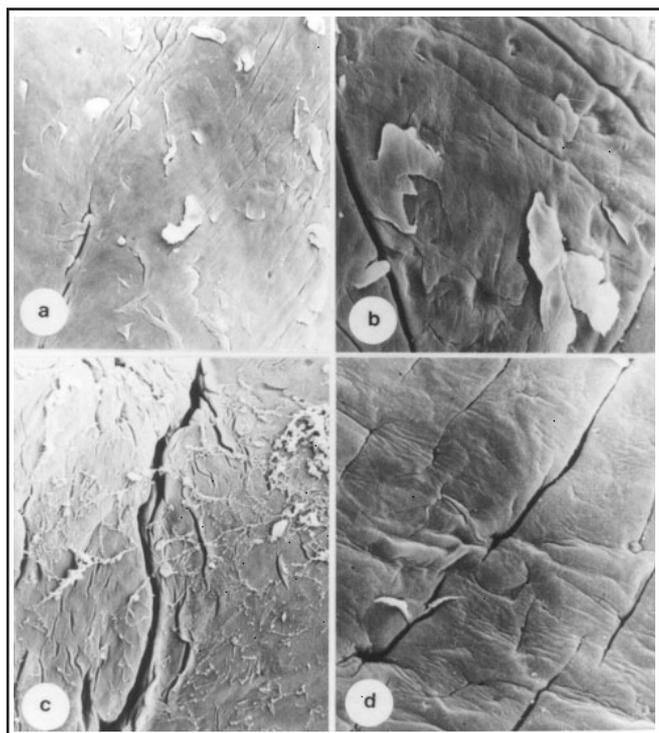


Figure 5a,b,c,d – Scanning Electronic Microscopy of Laryngopharyngeal Mucosa of Dogs in Contact with the Laryngeal Mask: **a-** plicate mucosa with superficial desquamation (210X); **b-** mucosal plicate and superficial desquamation details (390X); **c-** mucosal filaments over the mucosa (550 X); **d-** mucosal plicature

LM cuff pressure values were kept constant throughout the experiment (60 cmH<sub>2</sub>O) through continuous monitoring. There were virtually no effects of cuff pressure on the pharyngeal mucosa at light microscopy and SEM.

In a human study, microsensors were placed in different LM cuff sites to determine the pressure on the laryngopharyngeal mucosa during cuff inflation with increasing volumes of air until reaching 40 ml<sup>15</sup>. Mucosal pressure increased with the increase both of the cuff pressure and its volume, however always maintaining values below 40 cmH<sub>2</sub>O, which are considered safe for the laryngopharyngeal mucosa, except at the cuff's proximal portion where pressures of 69 cmH<sub>2</sub>O were recorded with the introduction of 20 ml of air in the LM cuff. Other studies have confirmed the weak relation between cuff volume increase and pressure on the pharyngeal mucosa<sup>16,17</sup>.

A human study has shown that LM position is not always ideal, even when there is a good function<sup>16</sup>. This may compress the pharyngeal tissue against rigid structures, such as the hyoid bone and the cervical spine and may explain the compression of the lingual artery and the paralysis of lingual and hypoglossal nerves, diagnosed after LM during anesthesia with nitrous oxide<sup>1-4</sup>. Brain, more recently, has recommended LM cuff inflation with a volume enough to maintain pressure in 60 cmH<sub>2</sub>O to minimize complications<sup>8</sup>. For this author, air leakages during lung inflation are caused by poor

LM positioning or inadequate size, which should be as large as possible.

Several studies have investigated whether gas removal of the LM cuff would change the incidence of postoperative laryngopharyngeal complaints<sup>18-21</sup>. In most studies, LM cuff gas decrease to a minimum to maintain "seal" effective pressure (60 cmH<sub>2</sub>O) has significantly decreased postoperative odynophagia<sup>18-20</sup>. In contrast, a different study has shown that different LM cuff pressures did not influence the incidence and intensity of laryngopharyngeal complaints<sup>21</sup>. Our study has shown the relative innocuity of LM contact with the laryngopharyngeal mucosa with the use of low pressures. Even with higher pressures, by cuff hyperinflation<sup>22</sup> or by nitrous oxide diffusion inside the cuff due to its high diffusion capacity<sup>7</sup>, no important laryngopharyngeal changes were observed in dogs with just an increase in epithelial desquamation.

It must be highlighted that all factors potentially changing laryngopharyngeal mucosa histology were apparently excluded. The same LM was always used for all dogs and was always inserted by the same researcher. Lubricants were not used to facilitate LM insertion. Anesthetic depth during insertion was adequate for all animals and assured an easy, safe and accurate insertion. The perfect LM positioning in dogs is easier than in humans due to a smaller angle between the mouth and the oropharyngeal cavity and better animal mouth opening.

Laryngopharyngeal histological structure in dogs is very similar to humans<sup>23</sup>. The epithelium is pavementous and pluristratified, composed of several cell layers in constant renewal and proliferation. This epithelium is far more resistant to injuries than the ciliated pseudostratified respiratory epithelium covering the trachea.

We concluded that, in dogs, a 60 cmH<sub>2</sub>O LM cuff pressure provides an adequate airway patency without important effects on the laryngopharyngeal mucosa in contact with the cuff.

## REFERÊNCIAS - REFERENCES

- Wynn JM, Jones KL – Tongue cyanosis after laryngeal mask airway insertion. *Anesthesiology*, 1994;80:1403-1404.
- Laxton CH – Lingual nerve paralysis following the use of the laryngeal mask airway. *Anaesthesia*, 1996;81:869-870.
- Nagai K, Sakuramoto C, Goto F – Unilateral hypoglossal nerve paralysis following the use of laryngeal mask airway. *Anaesthesia*, 1994;49:603-604.
- King C, Street MK – Twelfth cranial paralyses following use to a laryngeal mask airway. *Anaesthesia*, 1994;49:786-787.
- Marjot R – Trauma to the posterior pharyngeal wall caused by a laryngeal mask airway. *Anaesthesia*, 1991;46:589-590.
- Lumb AB, Wrigley MW – The effect of nitrous oxide on laryngeal mask cuff pressure. *Anaesthesia*, 1992;47:320-332.
- Abud TMV – Efeitos do óxido nitroso na pressão do balonete da máscara laringea. Estudo experimental no cão. Botucatu, São Paulo. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Anestesiologia. Faculdade de Medicina de Botucatu, UNESP, 1998;120.

EFFECTS OF LOW LARYNGEAL MASK CUFF PRESSURE ON THE  
LARYNGOPHARYNGEAL MUCOSA OF DOGS

08. Brain AIJ – The laryngeal mask. A new concept in airway management. Br J Anaesth, 1983;55: 801-804.
09. Brain AIJ – Pressure in laryngeal mask airway cuffs. Anaesthesia, 1996;51:603.
10. Brimacombe J, Berry A – Incidence of aspiration with the laryngeal mask airway. Br J Anaesth, 1994;72:495-496.
11. Braz JRC, Martins RHG, Mori AR et al – Investigation into the use of the laryngeal mask airway in pentobarbital anesthetized dogs. Vet Surg, 1999;28:502-505.
12. Devitt JH, Wenstone R, Noel AG et al – The laryngeal mask airway and positive-pressure ventilation. Anesthesiology, 1994;80:550-555.
13. Braule N, Clements EAF, Hodges VM et al – The pressure response and laryngeal mask insertion. Anaesthesia, 1989;44: 551-554.
14. Gilmore JP – Pentobarbital sodium anesthesia in the dog. Am J Physiol, 1965;209:404-408.
15. Brimacombe J, Keller C - A comparison of the pharyngeal mucosal pressure and airway sealing pressure with the laryngeal mask airway in anesthetized adult patients. Anesth Analg, 1998;87:1379-1382.
16. Keller C, Brimacombe J – Pharyngeal mucosal pressures, airway sealing pressures, and fiberoptic position with the intubating versus the standard laryngeal mask airway. Anesthesiology, 1999;90:1001-1006.
17. Keller C, Brimacombe J, Benzer A – Calculated versus measured pharyngeal mucosal pressure with the laryngeal mask airway during cuff inflation: an assessment of four locations. Br J Anaesth, 1999;82:399-401.
18. Burgard G, Möllhoff T, Prian T – The effect of laryngeal mask cuff pressure on postoperative sore throat incidence. J Clin Anesth, 1996;8:198-201.
19. Nott MR, Noble PD, Parmar M – Reducing incidence of sore throat with the laryngeal mask airway. Eur J Anaesthesiol, 1998;15:153-157.
20. Brimacombe J, Holyoake J, Keller C et al – Emergence characteristics and postoperative laryngopharyngeal morbidity with the laryngeal mask airway: a comparison of high versus low initial cuff volume. Anaesthesia, 2000;55:338-343.
21. Rieger A, Brunne B, Striebel HW – Intracuff pressures do not predict laryngopharyngeal discomfort after use of the laryngeal mask airway. Anesthesiology, 1997;87:63-67.
22. Martins RHG, Braz JRC, Defavere J et al – Effect of high laryngeal mask airway intracuff pressure on the laryngopharyngeal mucosa of dogs. Laryngoscope, 2000;110: 645-650.
23. Watanabe I – Scanning electron microscopy atlas of cells and tissues of the oral cavity. São Paulo: FAPESP-CNPq Publishers, 1998.

**RESUMEN**

Martins RHG, Braz JRC, Moura JMP, Costa GA, Carvalho LR – Efectos de Bajas Presiones en el Balón de la Máscara Laringea en la Mucosa Faringolaríngea del Can

**Justificativa y Objetivos** – Lesiones de la mucosa faringolaríngea y compresiones de vasos y de nervios han sido relatadas y atribuidas a las altas presiones del balón de la máscara laríngea (ML). El objetivo de este trabajo fue estudiar en canes la mucosa faringolaríngea en contacto con el balón de la ML bajo bajas presiones y evaluar las condiciones ventilatorias durante la anestesia.

**Método** – En 8 canes bajo anestesia con pentobarbital fue introducida ML de número 4, manteniéndose la presión en el balón en 60 cmH<sub>2</sub>O. Los atributos: frecuencia de pulso (FP), presión arterial media (PAM), presión inspiratoria (PI), presión expiratoria final de CO<sub>2</sub> (P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>) y saturación de pulso de O<sub>2</sub> (SpO<sub>2</sub>) fueron estudiados en 0 (control), 30, 60, 90 y 120 minutos después de la introducción de la ML. Después de eutanasia, se realizaron biopsias en las áreas de contacto de la mucosa faringolaríngea con la ML para examen al microscopio óptico (MO) y electrónico de barradura (MEV).

**Resultados** – Los atributos estudiados se mantuvieron sin alteraciones significativas durante el experimento, ocurriendo apenas pequeño aumento de los valores de la PAM y de la P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> en los tiempos finales del experimento. Al MO, el epitelio de la mucosa faringolaríngea se presentó sin alteraciones en la grande mayoría de las áreas examinadas, mas, en algunas áreas hubo pequeña infiltración inflamatoria de polimorfonucleares neutrófilos y leve congestión en la camada subepitelial, sin diferencia significativa entre las áreas ( $p < 0,05$ ). El estudio del MEV también mostró el epitelio de la mucosa laringofaríngea sin alteraciones significativas.

**Conclusiones** – En los canes, la utilización de presión de 60 cmH<sub>2</sub>O en el balón de la ML asegura perfecta manutención de la permeabilidad de las vías aéreas y no provoca alteraciones en la mucosa faringolaríngea.