

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA: PNEUMOLOGIA**

**DOUTORADO**

**“USO EXPERIMENTAL DE ÓRTESE METÁLICA EM TRAQUÉIA  
INTRATORÁCICA NORMAL E PREVIAMENTE OPERADA”**

**ALUNO: Dr. José Carlos Soares de Fraga**

**ORIENTADORES: Prof. Dr. Bruno Carlos Palombini  
(Porto Alegre, UFRGS)**

**Prof. Dr. Robert Martin Filler  
(Toronto, University of Toronto)**

**Porto Alegre, 1996.**

F811u Fraga, José Carlos Soares de  
Uso experimental de órtese metálica em traquéia intratorácica  
normal e previamente operada / José Carlos Soares de Fraga; orient. Bruno  
Carlos Palombini, Robert Martin Filler - Porto Alegre: UFRGS, 1996.  
113 p.

Tese (Doutorado). - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.  
Faculdade de Medicina. Curso de Pós-graduação em Medicina:  
Pneumologia.

1. Traquéia. 2. Cirurgia. 3. Órtese metálica. I. Palombini, Bruno  
Carlos. II. Filler, Robert Martin. III. Título.

CDD 617.533

**A Carla, pela compreensão e estímulo para a conclusão desta tese.**

**Ao Pedro, pelos momentos que não pude estar ao seu lado.**

## AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Bruno Carlos Palombini, orientador e amigo durante longo tempo, pela ajuda na elaboração e revisão desta tese. Seu apoio e estímulo, bem como os valorosos ensinamentos transmitidos durante o curso, foram extremamente importantes para minha viagem ao Canadá e para a conclusão deste trabalho.
- Ao Prof. Dr. Robert Martin Filler, que me concedeu a sonhada oportunidade de trabalhar com ele no Instituto de Pesquisas do “The Hospital for Sick Children” de Toronto, Canadá. Dr. Filler foi um exemplo de pesquisador sério, cirurgião capaz e responsável e, principalmente, líder nos momentos bons e ruins. Dr. Filler sempre esteve disponível para discussão e ajuda durante as atividades inovadoras e difíceis deste experimento.
- Ao Prof. Dr. Vito Forte, uma grata surpresa da minha estada no Canadá. Além de ter sido imprescindível para a realização das atividades deste estudo, ele proporcionou apoio fraterno e amigável durante minha estada em Toronto. Dr. Forte foi também um modelo de médico habilidoso e pesquisador incansável.
- Aos técnicos do Instituto de Pesquisas do “The Hospital for Sick Children” de Toronto, Canadá (Romi, Marwin, Diane, Andrew, Lydia, entre outros), sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.
- Ao estatístico Derek Stevens, do Serviço de Epidemiologia do “The Hospital for Sick Children”, pela sua ajuda na elaboração da análise estatística deste estudo.
- Às secretárias do Departamento de Cirurgia Geral (Margaret, Judy, Diane, Vick) e do Instituto de Pesquisas (Sonia) do “The Hospital for Sick Children” de Toronto, Canadá, pela ajuda durante minha estada naquele hospital.
- À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do Ministério da Educação do Brasil, pela bolsa de estudos que propiciou a minha viagem ao Canadá.
- Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Heredia Antunes, pelo incentivo e vibração durante a realização deste trabalho. Sua ajuda foi fundamental para meu treinamento em endoscopia e para minha viagem ao exterior.
- Ao Dr. João Luiz Pippi Salle, pelo entusiasmo e incentivo à minha viagem ao exterior. Seus ensinamentos desde a época da minha residência foram fundamentais para realização e conclusão deste trabalho.
- Aos professores do Serviço de Cirurgia Pediátrica do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, em especial ao Prof. Dr. Hilberto Almeida, pelo estímulo e ajuda para conclusão deste trabalho.



- Aos médicos contratados e residentes do Serviço de Cirurgia Pediátrica do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, pelo estímulo e compreensão durante o período do meu curso de pós-graduação, em especial durante a redação deste trabalho.
- À Prof. Dra. Themis Silveira, modelo de médica competente e pesquisadora incansável, pelo estímulo para a conclusão desta tese e pela ajuda imprescindível para a minha viagem ao exterior.
- Ao Prof. Dr. José J. P. Camargo, que muitas vezes me aconselhou e estimulou para realização do meu treinamento no “The Hospital for Sick Children” de Toronto, Canadá.
- À Prof. Dra. Sandra Fuchs, pela revisão epidemiológica deste estudo.
- Ao Grupo de Pesquisa e Pós-graduação do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, em especial a médica epidemiologista Mary Clarisse Buseti e a estatística Lidia Carmo do Nascimento, pela ajuda na revisão final desta tese.
- Ao Prof. Cláudio Moreno, pela revisão do texto deste trabalho.
- Ao Eng. João Luiz Soares de Fraga, pelos desenhos realizados para esta tese.
- Ao Eng. Gustavo Franceschini, pela ajuda na editoração final desta tese.
- Aos meus familiares, cuja ajuda e incentivo tornaram possível a viagem ao Canadá e a realização deste estudo.
- À Profª Iris Franceschini, cuja ajuda constante durante e após a minha viagem tornou possível a conclusão desta tese.
- Ao secretário Marco Aurélio, pela ajuda prestada durante o curso no CPG-Pneumologia.

---

**SUMÁRIO**

<b>RESUMO.....</b>	<b>8</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>12</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>14</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 História.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2 Indicações do uso da órtese na via aérea.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3 Tipos de órtese.....</b>	<b>28</b>
<b>3. HIPÓTESE.....</b>	<b>49</b>
<b>4. OBJETIVOS.....</b>	<b>51</b>
<b>4.1 Objetivo geral.....</b>	<b>52</b>
<b>4.2 Objetivo específicos.....</b>	<b>52</b>
<b>5. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>53</b>
<b>5.1 Delineamento.....</b>	<b>54</b>
<b>5.2 Amostra.....</b>	<b>54</b>
<b>5.3 Material.....</b>	<b>55</b>
<b>5.4 Técnicas empregadas.....</b>	<b>57</b>
<b>5.5 Variáveis em estudo.....</b>	<b>66</b>
<b>5.6 Local de realização do estudo.....</b>	<b>70</b>
<b>5.7 Análise dos dados.....</b>	<b>71</b>
<b>5.8 Aspectos éticos.....</b>	<b>71</b>

<b>6. RESULTADOS.....</b>	<b>72</b>
6.1 Avaliação clínica.....	73
6.3 Endoscopia.....	75
6.4 Radiografia de tórax.....	82
6.6 Patologia.....	83
<b>7. DISCUSSÃO.....</b>	<b>89</b>
<b>8. CONCLUSÕES.....</b>	<b>97</b>
<b>9. APLICABILIDADE E PERSPECTIVAS FUTURAS.....</b>	<b>99</b>
<b>10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>101</b>
<b>11. APÊNDICE.....</b>	<b>113</b>

**RESUMO**

---

Embora a órtese de Palmaz tenha sido utilizada para tratamento de graves obstruções da via aérea, em pacientes com traqueomalacia ou estenose após traqueoplastia, não existe nenhum estudo experimental sobre o uso desta órtese. Este trabalho foi então realizado com o objetivo de determinar o efeito do uso experimental da órtese de Palmaz em traquéias normais e previamente submetidas a cirurgia.

A órtese de Palmaz foi colocada, através de broncoscopia e sob controle fluoroscópico, na traquéia intratorácica de quatro grupos de gatos anestesiados. Nos animais dos grupos I (adultos, n=10) e II (filhotes, n=10), a órtese foi colocada na traquéia normal. Animais do grupo III (adultos, n=15) submeteram-se a toracotomia, incisão e sutura traqueal, e aqueles do grupo IV (adultos, n=15) à toracotomia e traqueoplastia com pericárdio. Nos grupos III e IV, a órtese foi inserida em dez animais, tendo cinco sido utilizados como controle. Balonete de 15 mm de diâmetro foi usado para expandir a órtese nos animais do grupo I; balonete de 8 mm foi usado nos demais grupos.

Os animais foram avaliados diariamente. Broncoscopia e radiografia de tórax foram feitas em 2, 5, 8 e 10 semanas. Metade dos animais com órtese foram sacrificados em 5 semanas; todos os demais em 10 semanas. Após sacrifício foram realizados histologia e medida dos diâmetros traqueais. Testes t de student e exato de Fisher foram utilizados, considerando-se 0,05 como o nível mínimo de significância.

Um animal do grupo I foi sacrificado após perfuração traqueal provocada pela órtese. A não ser episódios intermitentes de tosse observados em 19 gatos, e recusa alimentar com perda de peso em três do grupo IV, nenhum outro problema clínico foi notado. Em todos os grupos, a média de peso na inserção da órtese foi igual ou menor do que aquela observada no momento do sacrifício dos animais. Traqueoscopia revelou tecido de granulação não obstrutivo, caracteristicamente localizado nas extremidades da órtese, em 15 animais dos grupos I e II, e em 17 dos grupos III e IV. Tecido de granulação também foi observado na região da cirurgia traqueal prévia, nos animais com órtese dos grupos III, e em todos do grupo IV. Esofagoscopia realizada nos animais com recusa alimentar e perda de peso excluiu esofagite ou obstrução esofágica. No grupo I, a área seccional da traquéia com órtese foi significativamente maior do que aquela da traquéia normal ( $p < 0,02$ ); no grupo IV, a área seccional de traquéia operada sem órtese (controle) foi significativamente menor do que aquela da traquéia normal ( $p < 0,02$ ). Histologia mostrou discretas modificação epitelial e reação inflamatória com formação de tecido de granulação na traquéia de todos os animais com a órtese. Entretanto, estas alterações histológicas foram mais graves naqueles gatos do grupo I (órtese demasiadamente distendida), nos quais também foram observados fibrose e ulceração epitelial. No grupo III, os animais com órtese apresentaram maior reação inflamatória, formação de tecido de granulação e modificação epitelial do que aqueles animais sem órtese (controle).

Com este estudo, podemos concluir que, no gato, (1) a órtese de Palmaz, quando adequadamente expandida, provoca uma reação inflamatória leve na traquéia normal e previamente operada; (2) em caso de expansão demasiada da órtese (grupo I), as alterações histológicas são mais graves e é comum a observação de perfuração traqueal; (3) a órtese, inserida após sutura traqueal, provoca formação de tecido de granulação e maiores danos histológicos; (4) naqueles animais submetidos a traqueoplastia, a órtese de Palmaz mantém a área traqueal na região operada.

---

**SUMMARY**

---

Palmaz stents have been used to relieve severe airway obstructions in patients with tracheobronchomalacia and post tracheoplasty stenosis. Experimental data to support their use are lacking. This study was undertaken to determine their effect on the normal and freshly operated trachea.

Palmaz stents were placed bronchoscopically with fluoroscopic control in thoracic tracheas of 4 groups of anesthetized cats. Gp I (adults, n=10) and Gp II (kittens; n=10): normal tracheas; Gp III (adults, n=15): thoracotomy, tracheal incision and closure; Gp IV (adults, n=15): thoracotomy, tracheoplasty with pericardial patch. In Gp III and IV, stents were inserted in 10 and 5 served as controls. The balloon stents were inflated to 15 mm in Gp I and to 8 mm in the others.

Cats were assessed daily, and by bronchoscopy and x-ray at 2, 5, 8 and 10 weeks. Half the stented animals were sacrificed at 5 weeks; all others at 10. At autopsy, tracheas were evaluated by size, contour and histology. Fischer's and Student's "t" tests were utilized, and 0.05 was the significance level.

One Gp I animal was sacrificed because of tracheal perforation. Except for mild cough in 19 cats, and difficulty of eating with loss of weight in three, no clinical problems were noted. A non obstructing rim of granulation tissue at the upper or lower end of the stent in 15/20 Gp I and II cats, and in 17/20 Gp III and IV animals, and also at the tracheal repair site in stented Gp III and all Gp IV. Endoscopy excluded esophagus inflammation and obstruction in animals with difficulty of eating and loss of weight. The difference in cross-sectional area of the stented versus the normal trachea in Gp I cats was significant ( $p < 0.02$ ); in Gp IV, the control (unstented) tracheoplasty site was narrower than the normal trachea ( $p < 0.02$ ). Mild epithelial damaged and inflammatory reaction with granulation tissue was observed in all stented animals, but Gp I (over distention) the reaction was more severe with epithelial ulceration and fibrosis. Stented tracheas in Gp III had significantly more inflammatory reaction, granulation tissue and epithelial damaged than controls.

We can conclude this study that: 1) Adequate expanded Palmaz stents provoke an inflammatory reaction in the normal and freshly operated upon cat trachea; 2) Over-expanded (Gp I) Palmaz stents provoke tracheal perforation and severe histologic damage; 3) Palmaz stents insertion after tracheal suture in cats provoke more granulation tissue and histologic damage; 4) Palmaz stents maintain the normal lumen size after pericardial tracheoplasty in cats.



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Órteses em “T” de silicone.....	30
FIGURA 2 - Tubo de silicone em “TY”.....	32
FIGURA 3 - Órteses em “Y” de silicone.....	33
FIGURA 4 - Órteses brônquicas de silicone.....	34
FIGURA 5 - Órtese endobrônquica de Dumon.....	35
FIGURA 6 - Órtese metálica auto-expansível de Gianturco. (A) órtese no interior da bainha de inserção; (B) órtese após liberação completa.....	38
FIGURA 7 - Órtese de Wall completamente expandida.....	43
FIGURA 8 - Órtese de Palmaz não-expandida (alto), acoplada ao balonete do cateter imediatamente antes de sua inserção (centro) e expandida após inflar o balonete (abaixo).....	45
FIGURA 9 - Órtese metálica de nitinol. (A) o formato em espiral é memorizado através de aquecimento; (B) em baixa temperatura, o metal pode ser remodelado para formas retilíneas; (C) durante introdução, o metal, em contato com a temperatura corporal, reassume a sua configuração espiral.....	47
FIGURA 10 - Órtese de Palmaz: forma não-expandida (abaixo) e expansão após inflado balonete (acima).....	56
FIGURA 11 - Radiografia torácica imediatamente após a colocação da órtese de Palmaz em um animal do grupo I. Observe a distensão demasiada da órtese e da traquéia subjacente.....	58
FIGURA 12 - Radiografia de tórax realizada imediatamente após a colocação da órtese de Palmaz em um animal do grupo II.....	60
FIGURA 13 - Radiografia torácica realizada após a colocação da órtese de Palmaz em um animal do grupo III. Observe o clipe metálico na região da cirurgia.....	62
FIGURA 14 - Radiografia de tórax realizada após a colocação da órtese em um animal do grupo IV. Observe os cliques metálicos delimitando a zona da traqueoplastia.....	64

- FIGURA 15 - Visão endoscópica 5 semanas após a colocação da órtese de Palmaz em um animal do grupo III. Observe o tecido de granulação na extremidade superior da órtese e na região submetida a sutura.....77
- FIGURA 16 - Endoscopia 5 semanas após traqueoplastia sem colocação da órtese de Palmaz (controle). Observe o estreitamento traqueal na região da traqueoplastia.....80
- FIGURA 17 - Histologia traqueal de um animal do grupo I sacrificado em 10 semanas. Note a grave reação inflamatória na mucosa e submucosa.....86
- FIGURA 18 - Histologia de um animal do grupo I sacrificado em 10 semanas. Observe a enorme ulceração de mucosa provocada pela órtese.....87

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 - Opções de tratamento de estenoses da via aérea.....	19
TABELA 2 - Peso dos animais na inserção da órtese e no sacrifício após o período de observação.....	73
TABELA 3 - Achados endoscópicos observados nos animais do Grupo I.....	75
TABELA 4 - Achados endoscópicos nos animais do Grupo II.....	76
TABELA 5 - Achados endoscópicos observados nos animais do Grupo III.....	78
TABELA 6 - Resultados da avaliação endoscópica realizada nos gatos do Grupo IV.....	79
TABELA 7 - Achados observados nas radiografias torácicas realizadas 2, 5, 8 e 10 semanas após a inserção da órtese.....	82
TABELA 8 - Comparação entre as áreas das regiões de traquéia com ou sem órtese dos animais sem cirurgia prévia.....	83
TABELA 9 - Resultados da comparação entre as áreas de traquéia com cirurgia e com órtese versus área sem cirurgia e sem órtese.....	84
TABELA 10 - Resultado da comparação entre as áreas de traquéia com cirurgia e sem órtese com áreas de traquéia sem cirurgia e sem órtese.....	85

## **1. INTRODUÇÃO**

---

A ressecção cirúrgica com anastomose termino-terminal continua sendo o tratamento preferido para graves estreitamentos da via aérea. Naqueles casos em que a cirurgia não é possível, por falta de condições clínicas do paciente ou mesmo anormalidades locais na região a ser operada, outras opções terapêuticas devem ser utilizadas. As órteses de via aérea têm-se mostrado extremamente úteis para o tratamento paliativo ou definitivo destes estreitamentos em que a cirurgia é adiada ou mesmo contra-indicada.

Vários tipos de órteses de silicone ou metal têm sido utilizados em estenoses da via aérea. Ambas são eficazes e bem toleradas. As vantagens da órtese de silicone são sua resistência a invasão infiltrativa por tumor e sua facilidade de remoção; suas desvantagens são obstrução por secreção e grande propensão aos deslocamentos. As órteses metálicas dificilmente movem-se, e os riscos de obstrução por acúmulo de secreção são menores, pois ocorre uma gradativa epitelização sobre as estruturas metálicas da órtese, que mantém a integridade da mucosa e a capacidade de remover as secreções traqueobrônquicas. Por outro lado, esta órtese dificilmente pode ser reajustada ou removida após a sua inserção, e tumores endobrônquicos podem crescer através de suas fenestrações laterais.

Recente publicação da literatura descreveu a utilização inédita na via aérea de uma órtese originariamente descrita para uso intravascular (46). Trata-se de uma órtese metálica expansível através de balonete previamente acoplado a ela (órtese de Palmaz), com possíveis vantagens sobre as outras órteses metálicas comumente utilizadas: (a) sua expansão não é progressiva, mas sim depende somente do calibre do balonete utilizado para inseri-la, e (b) principalmente, sua facilidade de remoção da via aérea. O uso clínico desta órtese em estenoses intrínseca ou ocasionada por malacia tem sido gratificante. Entretanto, não existe nenhum trabalho experimental que comprove ou não esta tolerância adequada da via aérea a este tipo de órtese.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

O tratamento ideal de estreitamentos da via aérea é a ressecção cirúrgica com anastomose termino-terminal. Contudo, naquelas estenoses graves, em que a ressecção com anastomose é inadequada ou impossível, outra forma de tratamento deve ser realizada. A traqueostomia provisória ou permanente foi por muito tempo utilizada nestes pacientes devido à facilidade de inserção (51). Entretanto, a traqueostomia desvia o fluxo de ar do nariz, boca e laringe, com conseqüente perda da voz e da umidificação do ar inspirado. Além disto, a traqueostomia por si só pode ocasionar graves complicações (22), ao mesmo tempo em que não atua como molde da via aérea. Devido a estas desvantagens, outras alternativas terapêuticas são necessárias nestes pacientes com estreitamento complicado da via aérea. Uma das opções é o uso das órteses de via aérea.

As órteses são estruturas tubulares, constituídas por diferentes tipos de materiais, que são introduzidos no interior do laringe, traquéia ou brônquios, com o objetivo de manter a permeabilidade da via aérea (53). Ao contrário da traqueostomia, as órteses provocam pouca irritação local, possibilitam a respiração através da nasofaringe, tanto que a umidificação do ar e a fonação são preservadas; em geral, não requerem nenhum cuidado especial (25).

As órteses têm lugar reconhecido no tratamento de estenoses benignas ou malignas da via aérea (25). Elas são introduzidas através do broncoscópio ou do tubo endotraqueal, podendo permanecer na via aérea por longos períodos de tempo. A maior experiência clínica é com o uso de órteses de silicone; as órteses metálicas começaram a ser utilizadas recentemente, não se tendo ainda avaliação de seu uso a longo prazo.

## 2.1 História

Embora os tubos de traqueostomia sejam utilizados há bastante tempo, o conceito do uso de órteses para manter a permeabilidade da via aérea originou-se somente no final do século passado. Trendelenburg (129), em 1872, descreveu a utilização de uma órtese espiral de metal coberto com borracha para o tratamento de estenose de traquéia cervical. Em 1891, Bond (11) usou uma cânula metálica em "T" de traqueostomia para o tratamento de estenose traqueal. Montgomery (92), utilizou este mesmo tipo de aparelho em acrílico em 1964 e, em 1968, idealizou o tubo em "T" construído com silicone flexível (93). A partir de então, vários outros modelos de tubos de silicone foram desenvolvidos para uso no laringe, traquéia e/ou brônquios.

As órteses metálicas foram utilizadas inicialmente para o tratamento de estenoses vasculares. Dotter (35), em 1969, foi o primeiro a descrever a utilização vascular de órtese metálica espiral em animais. Devido às limitações técnicas da época, novos trabalhos sobre o uso intravascular destas órteses somente reapareceram na década de 80 (81). A primeira utilização clínica destas órteses de metal na via aérea foi descrita por Wallace e colaboradores (141), em 1986. Desde então, vários tipos diferentes de órteses metálicas têm sido usados no tratamento de estreitamentos da via aérea.

## 2.2 Indicações do uso da órtese na via aérea

O tratamento das estenoses laringotraqueais permanece um desafio. O manejo desta afecção requer flexibilidade, abordagem individual para cada paciente e escolha correta da forma de tratamento entre várias opções disponíveis.

A cirurgia é o método ideal de tratamento das estenoses da via aérea (24,25,51,53). Entretanto, em alguns pacientes, mesmo quando a ressecção cirúrgica seja possível, ela pode ser contra-indicada devido às condições clínicas inadequadas, dependência de ventilação mecânica ou uso de altas doses de corticóide. Às vezes, mesmo que as condições do paciente possibilitem um procedimento cirúrgico seguro, a presença de inflamação extensa da via aérea ou especificamente na área da provável anastomose contra-indica uma ressecção imediata. Um retardo na cirurgia possibilitaria uma melhora do processo inflamatório, com definição precisa da extensão do estreitamento. Em outros pacientes, as características anatômicas da estenose, tais como o comprimento excessivo, impossibilitam a ressecção cirúrgica, tendo muitas vezes que se optar pelo uso da órtese de via aérea (53).

**TABELA 1 - Opções de tratamento de estenoses da via aérea.**

Tipos de Tratamento	
ENDOSCÓPICO	Laser Dilatação Órtese Combinação delas Outros: criocirurgia, injeção de corticóide
CIRURGIA	Ressecção com anastomose Incisão anterior da cricóide Traqueoplastia: pericárdio cartilagem costal osso híóide periósteo cartilagem septo nasal duramater esôfago Traqueostomia permanente



O tratamento das estenoses da via aérea pode ser realizado através de procedimentos endoscópicos ou cirúrgicos (Tabela 1). A utilização de órteses laringotraqueais é uma das opções endoscópicas, e a sua utilização em casos cuidadosamente selecionados tem sido gratificante. Elas proporcionam melhora importante dos sintomas e sinais de obstrução respiratória aguda. Em pacientes com estenose traqueobrônquica, as órteses ocasionam melhora significativa do volume expiratório forçado em um segundo e do fluxo respiratório máximo (56).

As órteses de via aérea têm sido utilizadas para o alívio temporário da obstrução respiratória, enquanto se aguarda a melhora das condições cirúrgicas locais ou até a realização do tratamento cirúrgico definitivo (145). A experiência clínica tem mostrado que a órtese pode ser o tratamento definitivo de apenas uma minoria de estenoses da via aérea. Lesões sem destruição da cartilagem, tais como inflamações difusa (queimaduras) e estreitamentos anatômicos pequenos, nos quais a estabilidade da parede da via aérea é mantida, geralmente melhoram apenas com a utilização das órteses. Entretanto, na maioria das estenoses, a ressecção cirúrgica será necessária em algum momento do tratamento (24,25,51,53).

As principais indicações do uso das órteses são: (a) molde temporário da via aérea; (b) tratamento paliativo definitivo de estenoses laringotraqueobrônquicas; (c) após complicações de cirurgias para reconstrução da via aérea. As afecções da via aérea que mais comumente necessitam do uso temporário ou definitivo das órteses são descritas a seguir.

### 2.2.1 Estenose pós-intubação:

As lesões pós-intubação são as causas mais freqüentes das estenoses laringotraqueais. Isto é válido para todos os grupos etários, independente da utilização de tubos com balonetes de baixa pressão nos adultos ou de tubos sem balonete nas crianças (30).

As lesões podem ser produzidas pela intubação através do laringe ou através de traqueostomia. O trauma provocado pelo tubo ou cânula na traquéia causa necrose e inflamação, que é caracterizada pela presença de tecido de granulação e pericondrite (142). A inflamação provoca a deposição de colágeno e formação de fibrose e, nos casos graves, condrite e colapso da via aérea devido à destruição da cartilagem adjacente. Contratura cicatricial posterior determina estreitamento e obstrução (42). Estágios iniciais são caracterizados por tecido de granulação; estágios avançados, por estenose e malacia (37,65). Nos estágios avançados, a melhora somente é obtida após a ressecção da região estreitada e sem estabilidade cartilaginosa (24,25,51,53).

A intubação através do laringe pode ocasionar estenose em vários níveis da via aérea. A região subglótica e a região glótica são os sítios mais freqüentemente lesados, pois são os locais mais estreitos da via aérea da criança e do adulto, respectivamente (4). Na região glótica, o tubo traqueal mais comumente lesa as estruturas posteriores, com ulceração da mucosa interaritenóide. Isto pode evoluir para estreitamento fibroso na glote posterior. Formas mais graves de lesão ocasionam dano das junções cricoaritenóides, com

limitação de abdução de uma ou ambas cordas vocais (83). Na região subglótica, o tubo ocasiona lesão circular da mucosa, com formação de tecido de granulação ou estenose fibrosa concêntrica.

A duração da intubação endotraqueal prévia que ocasionou estenose pode ser tão curta quanto 1 dia ou tão longa quanto várias semanas. Por esta razão, é difícil definir o exato momento em que o tubo endotraqueal deve ser substituído pela traqueostomia. Além do tempo de intubação, outros fatores que possivelmente contribuam para o desenvolvimento de estenose pós-intubação são intubação traumática, pacientes com susceptibilidade maior à infecção (diabete ou imunodepressão), excessivo número de intubações e tamanho inadequado do tubo endotraqueal (54). Em revisão realizada em hospital pediátrico de nosso meio, Fraga e colaboradores (49) observaram que o fator significativamente associado ao surgimento de estenose pós-intubação em crianças foi o número de intubações prévias. Crianças submetidas a duas ou mais intubações mostraram associação significativa com o diagnóstico de estenose subglótica.

A traqueostomia pode provocar a formação de tecido de granulação com fibrose ou traqueomalacia no local da abertura traqueal ou na traquéia distal em contato com a ponta da cânula (148).

Os estreitamentos ocasionados pela intubação podem ser manejados por uma grande variedade de opções terapêuticas (Tabela 1).

No adulto, a dilatação endoscópica geralmente é utilizada no início do tratamento, visando manter a permeabilidade da via aérea até que melhore a inflamação aguda provocada pela presença do tubo endotraqueal. A dilatação tem-se mostrado efetiva somente nas estenoses curtas (<0,5 cm); estenoses mais extensas geralmente necessitam outros tipos de tratamento (83). O laser também tem pouca utilidade em estenoses laringotraqueais do adulto. Ele é geralmente usado em estenoses curtas tipo membrana, e é contra-indicado na estenose subglótica devido à possibilidade de dano da cartilagem cricóide (83).

A ressecção cirúrgica com anastomose primária é o tratamento ideal das estenoses pós-intubação e deve ser realizada sempre que possível (24,25,51,53). As estenoses pós-intubação geralmente envolvem pequenos segmentos (1 a 4 cm), com facilidade de ressecção e anastomose primária, sem necessidade de mobilização das extremidades superior ou inferior da traquéia. Na presença de estenoses longas, as técnicas de mobilização traqueal supraglótica e infracarinal possibilitam a ressecção cirúrgica e anastomose de estreitamentos que acometam até metade do comprimento da traquéia (83).

As estenoses decorrentes da intubação ou traqueostomia são as que mais comumente necessitam do uso de órtese (51,117). A órtese intraluminal pode ser utilizada temporariamente até que a inflamação local tenha regredido e que as condições clínicas do paciente possibilitem a ressecção cirúrgica segura, ou pode ser usada naqueles pacientes sem possibilidade de ressecção cirúrgica, como uma alternativa à traqueostomia permanente. Grillo (62) claramente definiu que as contra-indicações à ressecção cirúrgica das estenoses pós-intubação seriam a necessidade permanente de suporte ventilatório, lesões traqueais extensas em que não seja possível a realização de anastomose primária, pacientes em que a traqueostomia seria realizada por outras razões ou que apresentem doença neurológica com episódios intratáveis de aspiração. Segundo o mesmo autor (62),

as contra-indicações relativas à cirurgia seriam pacientes recebendo altas doses de corticosteróides e/ou submetidos à irradiação no local da ressecção cirúrgica.

A abordagem das estenoses pós-intubação em crianças requer uma atitude mais conservadora. O reparo cirúrgico destas estenoses é freqüentemente complicado por estenose recorrente, cicatrização inadequada devido a infecção ou comprometimento vascular, e deiscências de anastomose com risco de vida (143). Devido ao risco destas complicações graves, o tratamento da estenose pós-intubação em criança deve ser individualizado, e seguir uma seqüência bem estabelecida, na qual as técnicas simples são usadas inicialmente, com progressão para os procedimentos mais complexos conforme a necessidade de cada estreitamento (143). Estenoses leves que não requerem intubação ou traqueostomia podem ser observadas. Com o crescimento da criança, há aumento concomitante do calibre da via aérea e melhora progressiva dos sintomas (144). Entretanto, as reconstruções cirúrgicas são geralmente recomendadas para crianças com traqueostomia, devido à morbidade e mortalidade associadas a ela (111).

As órteses de via aérea podem ser utilizadas em crianças (a) após dilatação ou ressecção endoscópica do estreitamento, (b) enquanto se aguarda o momento ideal para a cirurgia, ou (c) após a reconstrução cirúrgica da estenose (143).

Estenoses subglóticas sintomáticas em crianças, quando não são tão graves, podem ser tratadas endoscopicamente. Estenoses recentes, ocasionadas principalmente pela presença de tecido de granulação, respondem bem à dilatação (144). Estenoses tardias, circulares, sem fibrose, com menos de 1 cm de comprimento vertical, podem ser removidas com laser (119). Em ambos os tipos de tratamento, a órtese de via aérea pode ser utilizada para manter a permeabilidade da região subglótica, ao mesmo tempo que dilata a área estenosada.

Estenoses graves da via aérea infantil usualmente requerem uso de procedimentos cirúrgicos. Pode ser utilizada a incisão anterior da cartilagem cricóide (29), ou as laringotraqueoplastias com enxertia anterior ou anterior e posterior (28). Em qualquer uma destas técnicas cirúrgicas, é necessário a colocação de uma órtese provisória através da área operada, para manter a região cricóide aberta durante a fase de cicatrização (144).

### 2.2.2 Estenoses após queimadura por inalação

Outra indicação do uso de órtese são as estenoses laringotraqueais decorrentes da queimadura da via aérea por inalação (51,146). Os gases irritantes e o calor inalado ocasionam uma traqueobronquite grave, com necrose e perda de mucosa. Caso a membrana basal do epitélio respiratório seja destruída, o reparo cicatricial tardio pode resultar na formação de tecido de granulação, fibrose cicatricial e estenose (20). A ressecção cirúrgica destas estenoses deve ser realizada tardiamente, visto que o componente inflamatório pode permanecer por 3 a 5 anos após a inalação inicial, e uma cirurgia neste período aumentaria a chance de complicações (90). A cirurgia somente deve ser realizada após melhora da reação inflamatória local e das condições clínicas do paciente, com mínima possibilidade da necessidade de intubação pós-operatória (53). Neste período de espera, as órteses são utilizadas como tratamento inicial das estenoses

sintomáticas. Em algumas delas, dependendo da gravidade do estreitamento, o uso prolongado da órtese pode ser o único tratamento necessário para restabelecer o calibre adequado da via aérea (53).

### 2.2.3 Estenoses neoplásicas

O melhor tratamento para estenoses neoplásicas da via aérea é a ressecção cirúrgica radical da lesão (61,105). Entretanto, muitos estreitamentos provocados por tumores primários ou secundários são inoperáveis devido à extensão da doença, com invasão de órgãos adjacentes ou metástases à distância. As ressecções paliativas têm sido desencorajadas devido à baixa sobrevida cirúrgica e ao longo tempo de hospitalização, com mínimos benefícios para o paciente (101). As alternativas terapêuticas para estas lesões invasivas ditas inoperáveis são a ressecção repetida das lesões com endoscopia (97) ou laser, em conjunto com quimioterapia ou radioterapia. O uso do laser tem se mostrado efetivo no tratamento de tumores intraluminais benignos ou malignos (77). Para aquelas lesões localizadas fora do alcance da ressecção endoscópica, a órtese é uma opção terapêutica simples, rápida, pouco invasiva, e imediatamente efetiva para manter a permeabilidade da via aérea e possibilitar maior conforto ao paciente (146). A órtese também pode ser usada em conjunto com quimioterapia ou radioterapia, e após ressecção parcial da lesão através da cirurgia ou laser (40).

Outra indicação do uso de órteses são as lesões benignas irressecáveis da região traqueobrônquica (51). A cirurgia pode ser impossível devido à grande extensão do estreitamento ou devido a doença cardiopulmonar associada que contra-indique a anestesia.

### 2.2.4 Traqueobroncomalacia

A traqueobroncomalacia é definida como o colapso traqueobrônquico devido a uma anormalidade da parede destas estruturas (47). A cartilagem apresenta forma anormal e comprimento reduzido, ocorrendo uma desproporção entre as porções cartilaginosa e membranosa, com conseqüente diminuição da luz da via aérea e graus variáveis de obstrução respiratória (85). Normalmente, a proporção entre as partes cartilaginosa e membranosa da traquéia é de 4,5:1 (140). Devido a anormalidade de formação da cartilagem, ou mesmo a destruição da mesma, esta proporção pode reduzir consideravelmente, podendo chegar até a 2:1 (7). A porção membranosa da traquéia ou brônquio torna-se alargada, instável, com conseqüente colapso durante a respiração. O colapso ocorre na tosse e na expiração forçada, quando a pressão intratorácica é maior do que a rigidez da parede traqueobrônquica.

A traqueomalacia congênita ocorre mais freqüentemente em crianças portadoras de atresia de esôfago (47). A traqueomalacia adquirida pode ser observada após

intubação, associada a doenças tais como enfisema (107), bronquite e policondrite (89), ou decorrente de compressão extrínseca crônica (55).

A grande maioria dos pacientes com traqueobroncomalacia apresenta colapso leve da via aérea, que usualmente não requer nenhum tratamento específico além de fisioterapia e umidificação do ar inspirado. Nas crianças, traquéia e brônquios tornam-se mais rígidos com o crescimento, e os sintomas tendem a melhorar após o primeiro ano de idade (5,31,75). Entretanto, naqueles pacientes com sintomas que provoquem risco de vida imediato ou complicações crônicas, algum procedimento terapêutico deve ser realizado.

A ressecção cirúrgica do segmento malácio, com anastomose primária, deve ser realizada sempre que possível (84,123). Entretanto, a ressecção com anastomose somente pode ser realizada naqueles casos de segmentos isolados e curtos de traqueomalacia (87). Naqueles pacientes em que a ressecção é impossível, outros tipos de tratamento devem ser utilizados.

A traqueostomia foi usada no passado como procedimento terapêutico paliativo para a traqueomalacia grave. Entretanto, ela foi abandonada devido às complicações inerentes à própria traqueostomia (22,111), e em decorrência de que mesmo a utilização de tubos endotraqueais longos não são efetivos para alívio dos sintomas decorrentes de traqueomalacia distal ou broncomalacia (87).

Na traqueomalacia congênita grave, a aortopexia é o tratamento inicialmente indicado (8,26,48,75,110). A fixação da parede anterior da aorta na porção inferior do esterno traciona a traquéia anteriormente, alterando a configuração do segmento malácio, que, de uma forma elíptica, torna-se circular. Isto previne a aposição das paredes anterior e posterior da traquéia durante a respiração. A aortopexia também reduz a possibilidade de compressão do esôfago distendido sobre a traquéia (44). Entretanto, a aortopexia não é efetiva em todos os pacientes com traqueomalacia congênita. Ela tem sido ineficaz em pacientes com traqueomalacia distal ou broncomalacia (87).

A broncomalacia pode ou não estar associada a traqueomalacia, e mais comumente acomete o brônquio principal esquerdo (34). As alternativas cirúrgicas para a broncomalacia são limitadas. A ressecção de segmento brônquico com anastomose término-terminal é impossível na maioria das vezes, tendo-se que optar por lobectomia ou mesmo pneumectomia (63,82). A fixação da parede brônquica com malacia nas estruturas do mediastino tem sido realizada por alguns (76), mas depende fundamentalmente da anatomia de cada paciente portador desta afecção.

As órteses de via aérea têm sido utilizadas na broncomalacia, na traqueomalacia adquirida sem possibilidade de ressecção cirúrgica, e na traqueomalacia congênita em que a aortopexia é contra-indicada ou é insuficiente para melhora dos sintomas (47,84).

As órteses usadas para tratamento de malacia grave podem ser aplicadas interna ou externamente à região traqueobrônquica colapsada (47).

Uma grande variedade de fixadores externos tem sido utilizada para tratamento de colapso da via aérea. Herzog e colaboradores (68) relataram o uso de enxerto livre de cartilagem costal para estabilização de traquéia de adulto. Johnston e colaboradores (74) utilizaram a mesma técnica em 2 crianças, mas os resultados a longo prazo não foram publicados. Rainer e colaboradores (108) foram os primeiros a utilizar material sintético como estabilizador externo da traquéia de 23 adultos portadores de traqueomalacia grave

devido a doença pulmonar obstrutiva crônica. Nestes pacientes, a porção membranosa redundante da traquéia foi suturada e coberta posteriormente com uma órtese de Dacron reforçada com silicone. Filler e colaboradores (45) inseriram órtese de Marlex reforçada com silicone em 5 crianças com traqueomalacia grave. Este material não alterou o crescimento normal da traquéia em animais de experimentação (95), nem em crianças acompanhadas por longo período (135). Amedee e colaboradores (2) relataram o uso de anéis biocompatíveis de cerâmica sobre o segmento malácio de 16 pacientes portadores de traqueomalacia. Embora os resultados obtidos com o uso desta cerâmica sejam animadores, ainda é necessário seguimento a longo prazo antes de qualquer conclusão definitiva.

Órteses intraluminais também têm sido utilizadas para estabilização de colapsos da via aérea. Cooper e colaboradores (24) utilizaram órtese intraluminal de silicone em 1 paciente com traqueomalacia após ressecção de bócio; Gaissert e colaboradores (51) utilizaram o mesmo tipo de órtese em 4 pacientes com traqueomalacia: 2 após ressecção de bócio, 1 após reparo de fistula traqueoesofágica e outro devido a uma compressão pelo timo. Maier e colaboradores (86) utilizaram órtese intraluminal em duas crianças portadoras de broncomalacia grave. Filler e colaboradores (46) também relataram a utilização das órteses intraluminares no tratamento de 4 crianças com traqueomalacia ou broncomalacia, com bons resultados. A grande vantagem das órteses intraluminais sobre as externas é que as primeiras podem ser colocadas com segurança através de broncoscopia, não sendo necessária a realização de toracotomia.

Embora os resultados obtidos com a utilização das órteses para o tratamento de colapsos da via aérea sejam bons, deve-se ter cautela na avaliação dos resultados, pois o número de pacientes nos quais elas foram usadas é muito pequeno (44). Apesar desta postura cautelosa, estes materiais têm sido extremamente úteis naqueles pacientes com colapsos graves da traquéia e/ou brônquios, nos quais a ressecção cirúrgica seja impossível ou a aortopexia tenha sido insuficiente para melhora dos sintomas (47,84).

### 2.2.5 Estenose por doença inflamatória

Embora incomum, os processos inflamatórios e auto-ímmunes, tais como tuberculose, sarcoidose, granulomatose de Wegener e policondrite podem ocasionar estenose e obstrução crônica da via aérea (24,51,128). As órteses de via aérea têm sido utilizadas como tratamento dos estreitamentos sintomáticos ocasionados por estas doenças.

O tratamento primário da estenose traqueobrônquica causada pela tuberculose é o uso de tuberculostáticos. Alguns pacientes, entretanto, não melhoram, e outras formas mais agressivas de tratamento, tais como a dilatação endoscópica e a colocação de órteses, devem ser utilizadas para restaurar o calibre normal da via aérea. A dilatação endoscópica tem sido usada como tratamento de estenose brônquica tuberculosa desde 1984 (19). Embora a dilatação com balão seja menos invasiva, a recidiva da estenose é freqüente (96), além de desestruturar o suporte cartilaginoso normal da via aérea e ocasionar diversos graus de malacia. A órtese intraluminal tem sido utilizada nestas casos

de estenose tuberculosa, não somente com a função de dilatação do estreitamento, mas também como importante suporte da parede debilitada da via aérea (64).

A sarcoidose pode ocasionar obstrução da via aérea através de granulomas que infiltram e fazem prolapso em direção à luz da região supraglótica, e também devido à compressão externa da região traqueobrônquica exercida pelas adenopatias mediastinais (30). Na Granulomatose de Wegener, a resolução da inflamação granulomatosa pode ocasionar estenose residual. A vasculite provocada por esta doença pode ocasionar diminuição da vascularização da cartilagem com conseqüente malacia. Nestas doenças, a órtese tem função de dilatar a estenose, ao mesmo tempo que impedem o colapso da via aérea (30).

A policondrite é uma doença caracterizada pela inflamação progressiva da cartilagem e de outras estruturas do tecido conetivo. O envolvimento do trato respiratório acarreta significativa morbidade e mortalidade (43). Os distúrbios respiratórios resultam do colapso da via aérea secundário à destruição dos anéis cartilagosos ou estreitamento devido ao edema inflamatório ou fibrose cicatricial (89). O colapso traqueal pode ocorrer subitamente, causando dispnéia, asfixia e morte. A maioria dos pacientes com policondrite, mesmo aqueles com envolvimento da via aérea, pode ser tratada clinicamente com corticosteróides e outros agentes antiinflamatórios não-esteróides. As órteses são uma alternativa para o tratamento de extensos e sintomáticos estreitamentos ou colapsos da via aérea (38).

#### 2.2.6 Estenose após trauma

Trauma externo da via aérea ocorre mais comumente após acidente de automóvel. Trauma fechado no pescoço pode ocasionar esmagamento das estruturas da via aérea, ou ruptura laringotraqueal (30). O manejo inicial deve ser direcionado para reparo primário das lesões de mucosa e redução das fraturas. Perdas teciduais resultantes de desvascularização ou infecção, com ou sem lesões associadas das cordas vocais, podem resultar em estenoses tardias da via aérea.

As estenoses resultantes do trauma não são geralmente passíveis de ressecção cirúrgica imediata, devido à extensão da lesão ou às condições clínicas inadequadas do paciente. A utilização de órtese tem sido uma alternativa extremamente importante nestes pacientes, pois elas aliviam a obstrução respiratória aguda e permitem tempo para a melhora das condições gerais do paciente e também da área traumatizada. Somente após deve-se realizar o procedimento cirúrgico definitivo.

#### 2.2.7 Estenose após transplante de pulmão

Outra indicação da colocação de órteses tem sido as estenoses brônquicas após transplante de pulmão. A incidência de complicações na via aérea após transplante de pulmão tem reduzido drasticamente após a melhora da preservação tecidual, adequada

imunossupressão e proteção da anastomose brônquica (104). Entretanto, a isquemia na linha de sutura brônquica persiste como uma causa importante de complicação, com ocorrência de estenose em cerca de 6 a 20% dos pacientes submetidos a transplante simples ou duplo de pulmão (23,40,127).

### 2.2.8 Estenose após reconstrução cirúrgica da via aérea

Tanto em adultos como crianças, em geral não é necessária a utilização de órteses após a ressecção e anastomose de estenoses laringotraqueais (24). Mesmo que as órteses sejam fabricadas com um material inerte, sempre ocorre alguma reação inflamatória à presença de um material estranho na via aérea. Mesmo que pequena, esta inflamação pode prejudicar a cicatrização normal na área da anastomose. Se, durante a cirurgia, houver dúvida quanto à possibilidade de obstrução respiratória pós-operatória devida a edema, ou deiscência de anastomose devida a excessiva tensão, prefere-se a realização de uma traqueostomia abaixo da zona operada (24). Completado o período de cicatrização, a traqueostomia é removida após certificar-se de que não há estenose residual no local da ressecção.

Em crianças, as órteses têm sido utilizadas após laringoplastia e/ou traqueoplastia. Na correção cirúrgica aberta de extensos estreitamentos do laringe, região subglótica e traquéia, nos quais não é possível a ressecção com anastomose, realiza-se uma abertura anterior à zona do estreitamento (laringofissura e/ou traqueofissura), que é posteriormente coberta por algum tipo de enxerto (Tabela 1). Os enxertos mais comumente usados são a cartilagem costal e o pericárdio. Quando o pericárdio é usado como enxerto, é adequada a sua fixação transoperatória na superfície posterior da aorta e nas estruturas mediastinais para prevenir o seu colapso, até que a formação progressiva de fibrose o torne firme e rígido (44). A presença da órtese é extremamente importante não somente para garantir adequada ventilação e aspiração de secreção após a cirurgia, mas também para impedir o colapso da região operada (44). A órtese restabelece a integridade da parede da via aérea, favorecendo a restauração da continuidade epitelial, com conseqüente redução na formação de tecido de granulação e estenose cicatricial (116).

O tubo endotraqueal tem sido freqüentemente usado após laringoplastia e/ou traqueoplastia em crianças (15,27,67,70,80,133,144). Além de atuar como molde da via aérea reconstruída, o tubo facilita a aspiração de secreção, que é a maior causa de obstrução grave da via aérea nas primeiras duas semanas após a laringoplastia e/ou traqueoplastia (44). Ele é mantido na traquéia no máximo por 10 a 14 dias, pois além deste período aumentam as chances de complicações imediatas (obstrução, deslocamento, queda) ou tardias (estenose, malacia) decorrentes da presença prolongada do tubo na via aérea (73). Alguns autores têm relatado que a utilização do tubo traqueal por um curto período não é suficiente para impedir o colapso do enxerto após laringoplastia e/ou traqueoplastia (50,143). Eles têm utilizado órteses de silicone, por um período de 3 a 4 meses, com melhores resultados.

As órteses de via aérea também podem ser utilizadas no pós-operatório da ressecção cirúrgica, quando os resultados imediatos ou tardios da cirurgia forem



insatisfatórios. Sintomas de obstrução da via aérea que ocorrem imediatamente após a cirurgia podem ser decorrentes de edema, deiscência ou malacia na zona da anastomose; manifestações tardias de obstrução respiratória são geralmente decorrentes de estenose na anastomose ou na área de laringoplastia e/ou traqueoplastia (44). O uso da órtese, associada ou não a dilatações seriadas da estenose, melhora a dificuldade respiratória, ao mesmo tempo que elimina a necessidade de uma reintervenção cirúrgica imediata (51). O paciente é cuidadosamente reavaliado após completada a cicatrização da anastomose. Alguns deles não necessitarão de nenhum procedimento cirúrgico adicional; uma nova cirurgia, se for necessária, pode ser realizada 3 a 12 meses após o procedimento inicial (51).

### 2.2.9 Outras estenoses

Outras estenoses que usualmente requerem a colocação de órteses são aquelas resultantes de irradiação, mucopolissacaridose, síndrome pós-pneumônica, traqueobroncomegalia (Síndrome de Mounier-Kuhn), traqueopatia osteoplástica e causas idiopáticas (24,51).

## 2.3 Tipos de Órtese

Embora as órteses sejam efetivas no manejo de obstruções complicadas da via aérea, é bem conhecido que elas podem provocar irritação do epitélio respiratório, com formação de tecido de granulação e/ou infecção. As órteses também podem romper, deslocar-se, obstruir por secreção espessa (14,118,138), ou mesmo favorecer aspiração. Outras complicações raras das órteses, mas que também podem ocorrer, são obstrução letal, perfuração da via aérea (18), sangramento, ou formação de fistula traqueoesofágica (51). Estas complicações são especialmente dependentes do tipo do material da órtese e da sua posição na via aérea (142).

As características ideais de uma órtese na via aérea são: (a) introdução e remoção com rapidez, precisão e segurança; (b) manutenção de um diâmetro luminal adequado, sem demasiada pressão nas paredes da via aérea; (c) flexibilidade; (d) estabilidade para prevenir migrações; (e) ser coberta pelo epitélio respiratório, a fim de manter a dinâmica ciliar e a eficiente remoção das secreções; (f) excelente compatibilidade biológica, sem o risco de carcinogênese (3). Várias pesquisas clínicas e experimentais têm sido realizadas na procura desta órtese ideal; entretanto, infelizmente, ainda não existe nenhuma órtese com todas estas características (98).

Antes da colocação de qualquer órtese na via aérea, o paciente deve realizar exame endoscópico completo sob anestesia geral e em respiração espontânea (51). Detalhes sobre a anatomia da via aérea inferior são melhor obtidos com o aparelho flexível; avaliações das características da estenose, obtenção de medidas precisas e dilatação do estreitamento são melhor realizadas com o broncoscópio rígido. Importante é a

visualização do laringe, particularmente quando a órtese substituirá uma traqueostomia, com observação das cordas vocais, tamanho do espaço subglótico e distância entre a estenose e o laringe. Deve-se medir a distância das cordas vocais à carena e ao traqueostoma (se presente), e a distância das extremidades superior e inferior da estenose até estes mesmos pontos de referência (24,25). O tipo e as dimensões da órtese são então determinados. Antes da inserção da órtese, a estenose é dilatada através da introdução progressiva de broncoscópios rígidos de diâmetros externos crescentes, até se atingir o diâmetro normal da via aérea. Um estreitamento grave pode ser dilatado inicialmente com cateteres vasculares com balonete, que são introduzidos através do broncoscópio e inflados sob visão direta.

As órteses utilizadas na via aérea podem ser divididas em dois grandes grupos: órteses de silicone e órteses metálicas.

### 2.3.1 Órtese de silicone

O uso do silicone na via aérea foi primeiramente descrito por Montgomery (93). O silicone, por ser flexível, apresenta facilidade de colocação e remoção, bem como provoca mínima reação tecidual e mínima aderência de secreções. O silicone também mantém sua flexibilidade e durabilidade após contato prolongado com a temperatura corporal.

Várias órteses de silicone são disponíveis no mercado para uso clínico. Com o sucesso inicial do tubo em "T" no tratamento de estenoses da traquéia proximal, várias modificações deste tubo foram sendo realizadas para seu uso também em estenoses mais distais (53).

#### 2.3.1.1 Tubo em "T"

A primeira órtese de silicone descrita na literatura foi o tubo em "T"(93). Ele consiste de um tubo cilíndrico oco, que possui um outro tubo conectado à sua porção mediana, formando um verdadeiro "T" (FIGURA 1). A porção horizontal do tubo possui uma tampa para fechamento. A órtese em "T" é disponível em diâmetros externos de 4,5 a 16 mm. As porções superior e inferior do tubo são também fabricadas com diferentes tamanhos, podendo ser encomendadas de acordo com especificações individuais.

O tubo em "T" mantém a permeabilidade do segmento obstruído, permite a ventilação através do laringe, atua como molde de tecidos enxertados para aumentar o calibre da via aérea, possibilita acesso à luz traqueal para aspiração ou instilação de líquidos e, quando a sua porção horizontal externa é ocluída, pode permitir a fonação (41).

Embora o tubo em "T" não seja recomendado como tratamento primário de pacientes com estreitamento da via aérea, ele tem sido muito útil no manejo de estenoses complexas, ou como adjuvante à cirurgia ou, raramente, como o único procedimento terapêutico necessário para o tratamento destas lesões (24).

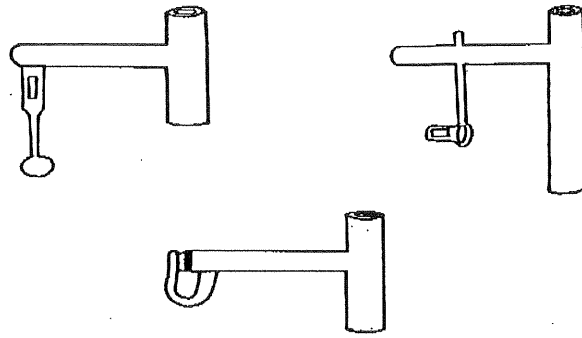


FIGURA 1 - Órteses em "T" de silicone.

O tubo em "T" deve ser inserido sob anestesia geral (24,25). Deve-se utilizar tubo com maior diâmetro possível, mas que se acomode perfeitamente na via aérea. O tubo deve ser cortado no comprimento exato (51), de maneira que as suas extremidades fiquem em contato com a via aérea normal e que não irrite ou traumatize a região subglótica ou glótica (extremidade superior), ou a carena (extremidade inferior). A posição das porções superior e inferior do tubo em "T" são posteriormente avaliadas com o broncoscópio. Frequentemente são necessários alguns ajustes no tamanho do tubo.

O tubo em "T" pode ser colocado através do orifício da traqueostomia (51) ou através da boca, previamente montado num broncoscópio rígido. A inserção do tubo em "T" através do orifício da traqueostomia pode ser difícil e trabalhosa, visto que o tubo frequentemente dobra sobre si mesmo no momento em que ele é deslocado para a via aérea (24). Para facilitar a colocação pelo traqueostoma, Cooper (25) utiliza uma fita cardíaca como guia para a introdução da porção superior do tubo.

Duvall e Bauer (39) relataram a colocação de um tubo em "T" modificado (mais flexível) através da boca. A órtese é acoplada à porção distal do broncoscópio, e é inserida através do laringe até a região da estenose. Ao alcançar o lugar desejado, a órtese é lentamente liberada na via aérea e o broncoscópio é removido. A grande vantagem desta técnica é que ela permite controle permanente sobre a via aérea, tanto que o paciente pode ser continuamente ventilado durante a inserção e posicionamento do tubo.

Se não há traqueostomia, uma abertura traqueal é realizada no momento da colocação da órtese em "T". A posição do tubo na região laringotraqueal é fundamental para seu adequado funcionamento: o tubo não deve exercer pressão na parede traqueal para não provocar a formação de tecido de granulação e, pela mesma razão, a porção superior do tubo deve ser colocada abaixo ou através das cordas vocais verdadeiras (53). Embora aumentem as chances de aspiração, a colocação da parte superior do tubo através das cordas vocais tem sido particularmente útil em pacientes com lesões após inalação (52). Quando o tubo estende-se além das cordas vocais, a aspiração pode ser reduzida ou evitada pela aproximação das falsas cordas vocais e inversão da epiglote (51).

O grupo de Toronto relatou sua experiência inicial com o uso do tubo em "T" em 1981 (25), descrevendo a sua utilização em 18 pacientes. Destes, em apenas um a

obstrução era causada pela presença de tumor na via aérea. Em 1989, Cooper e colaboradores (24) atualizaram sua experiência com o uso desta órtese, revisando agora 47 pacientes que tinham utilizado o tubo em "T". Trinta e seis pacientes tinham doença benigna e 11 tinham câncer. Neste último grupo, o tubo em "T" foi substituído pela traqueostomia em três pacientes: um após o surgimento de fistula traqueoesofágica, um devido a freqüentes obstruções do tubo por secreções, e outro por apresentar aspiração freqüente devido à localização da ponta do tubo acima das cordas vocais. Todos os pacientes deste grupo morreram de sua doença básica. No grupo das doenças benignas, o tubo em "T" foi muito bem tolerado, e os resultados a longo prazo foram satisfatórios.

Gaissert e colaboradores (51), em 1994, relataram uso do tubo em "T" em 129 pacientes. As indicações do tubo foram semelhantes às descritas por outros autores (25,78): (a) como molde temporário da via aérea, (b) como um procedimento paliativo definitivo e (c) após complicações de reconstrução cirúrgica da via aérea. O tubo em "T" foi eficaz em 112 (80%) pacientes. Em 28 de 140 pacientes (20%), o tubo não proporcionou uma via aérea confiável, tendo que ser removido dentro dos primeiros dois meses da inserção. A causa mais comum deste fracasso foi a obstrução da ponta superior da órtese, necessitando a abertura da porção externa horizontal do tubo pouco tempo após sua colocação. Isto ocorreu devido ao edema ocasionado pela órtese na região glótica ou subglótica, ou pela presença de tecido de granulação junto à parede do laringe em contato com a órtese. A obstrução da parte inferior do tubo foi rara, e deveu-se à presença de tecido de granulação traqueal ou secreção espessa na traquéia distal. A aspiração foi infreqüente após a colocação do tubo em "T"; quando presente, ela era em geral temporária e melhorava sem tratamento. Entretanto, em quatro pacientes (dois com câncer de esôfago, um com fistula traqueoesofágica e outro com estenose traqueal após esofagogastrectomia) foi necessária a remoção da órtese devido aos incessantes episódios de aspiração. Três mortes ocorreram em pacientes com tubo em "T" que estavam fora do hospital: duas devido à obstrução completa da via aérea e uma conseqüente a sangramento pelo traqueostoma.

Em crianças, o tubo em "T" tem apresentado maiores complicações do que no adulto. Sua colocação é mais difícil devido ao pequeno tamanho da via aérea infantil. São comuns as obstruções do tubo, que muitas vezes necessitam remoção com urgência. Gaissert e colaboradores (51) relataram obstrução da órtese em "T" em cinco de 10 crianças menores de 10 anos. A obstrução ocorreu junto à extremidade superior do tubo. Froehlich e colaboradores (50) relataram obstrução em quatro de 12 crianças que usaram o tubo em "T" para tratamento de estenose subglótica. As obstruções foram também mais freqüentes na porção superior do tubo. Estas complicações são decorrentes da necessidade do uso de órteses estreitas devido ao pequeno calibre da via aérea da criança (51). Embora o sucesso seja menor do que nos adultos, o tubo em "T" ainda tem lugar no manejo de complexas estenoses da via aérea infantil (53).

#### 2.3.1.2 Órtese em "TY"

Através de uma modificação na porção distal do tubo em "T", Westaby e colaboradores (146) desenvolveram a órtese de "TY". Esta órtese apresenta uma

bifurcação na extremidade inferior que ajusta-se perfeitamente à carina e a ambos brônquios principais. A porção proximal, semelhante ao tubo em “T”, mantém a bifurcação em ângulo reto, com extremidade exteriorizada através de traqueostomia cervical (FIGURA 2). A posição deste tubo deve ser precisa, já que ele deve acomodar-se perfeitamente nos ângulos da carina e da traqueostomia.

O tubo em “TY” é inserido através do orifício da traqueostomia, usando-se dois cateteres guias colocados em ambos brônquios principais. O tubo é inicialmente introduzido em direção à carina, sobre fios guias. A porção superior do tubo é colocada, posteriormente, na traquéia cervical. A posição do tubo deve ser confirmada com fibrobroncoscopia.

Westaby (145) relatou a maior experiência do uso do tubo em “T-Y”. Esta órtese foi utilizada com bons resultados em 12 pacientes portadores de graves estenoses inoperáveis da via aérea. Gaisser e colaboradores (51), em revisão de sete pacientes que utilizaram o tubo em “TY”, relataram que a obstrução da porção inferior do tubo é mais freqüente do que com o tubo em “T”, pois o contato do tubo com o brônquio principal de pequeno calibre provoca a formação de tecido de granulação. Para evitar a necessidade de traqueostomia, Westaby e Shepherd (147) também descreveram a inserção deste tipo de órtese sem exteriorização de porção do tubo pela traquéia cervical. Embora alguns autores não utilizem este tipo de órtese devido ao risco de obstrução (52), o tubo em “T-Y” mostrou boa eficácia a longo prazo (53).

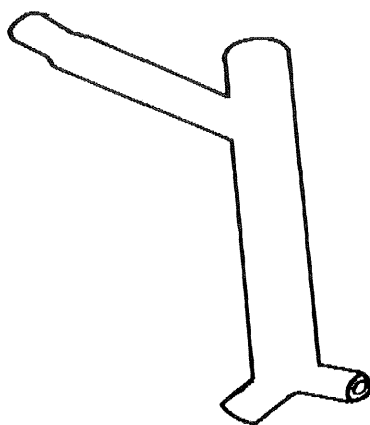


FIGURA 2 - Tubo de silicone em “TY”.

#### 2.3.1.3 Órtese em “Y”

O tubo bifurcado em “Y” ( FIGURA 3) tem sido particularmente útil em pacientes sem traqueostomia que apresentem estenose traqueal ou brônquica proximal. Como os

outros modelos de tubos de silicone, os tubos em “Y” podem ser adquiridos com as extremidades brônquica e traqueal de diversos tamanhos.

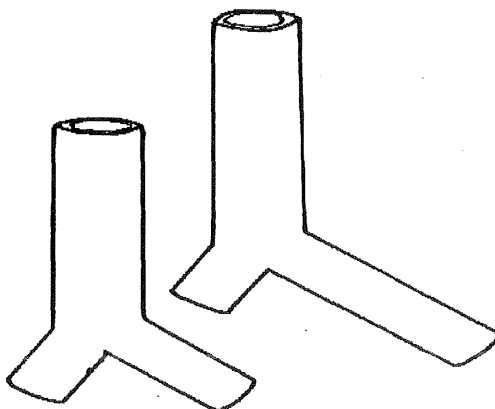


FIGURA 3 - Órteses em “Y” de silicone.

Para sua introdução, a parte lateral direita é invertida em direção à porção traqueal da órtese. Tubo endotraqueal calibroso é inicialmente introduzido na porção externa do broncoscópio rígido, até que a extremidade distal deste tubo fique localizada na porção média do broncoscópio. As porções traqueal e lateral esquerda do tubo em “Y” são então introduzidas na porção distal do broncoscópio revestido parcialmente pelo tubo endotraqueal. Broncoscopia é então realizada, colocando-se o aparelho no brônquio principal esquerdo. O broncoscópio é então removido, e a órtese é liberada na região traqueobrônquica. Através de broncoscopia rígida, com a ponta do aparelho localizada na porção traqueal da órtese, uma pinça de biópsia é usada para deslocar a porção lateral direita da órtese em direção ao brônquio principal direito.

Cooper e colaboradores (24) relataram a utilização do tubo em “Y” em dois pacientes que apresentaram estenose brônquica pós-transplante. Em um deles a órtese esteve presente durante 12 meses, sem complicações. No outro, a órtese foi expelida por episódios sucessivos de tosse. Novo tubo em “Y”, com maior ângulo entre as duas porções brônquicas, foi inserido e permaneceu bem posicionado durante 11 meses. Em duas ocasiões, durante este período, foi necessária a realização de endoscopia para aspirar muco depositado no interior da órtese.

A órtese em “Y” não tem sido utilizada em lactentes e crianças menores porque ela frequentemente entopem pelo acúmulo de secreções, e as porções inferiores do tubo invariavelmente ocluem um ou ambos brônquios dos lobos superiores (44).

### 2.3.1.4 Órtese brônquica

Órteses retas de silicone, com diâmetro externo de 6 a 10 mm, são utilizadas como órteses endobrônquicas (53). Estes tubos são dobrados sobre si mesmos nas extremidades para evitar deslocamentos e permanecer no lugar determinado por longos períodos de tempo (FIGURA 4). A escolha do tamanho adequado do tubo é extremamente importante: o tubo deve ser suficientemente longo para permitir que suas dobras o ancorem dentro da estenose, deve ser o mais curto possível, a fim de evitar complicações no brônquio lobar distal ou traquéia proximal, e deve possuir um calibre adequado para manter a permeabilidade da via aérea.

Cooper e colaboradores (24) relataram o uso da órtese endobrônquica em 4 pacientes. Dois deles apresentavam estenose de anastomose brônquica pós-transplante. Em um deles houve a formação de tecido de granulação na porção distal do tubo, tendo sido necessária a colocação de uma outra órtese endobrônquica de silicone, mais longa, 11 meses após. Os outros pacientes apresentavam estenose brônquica após tuberculose, e em ambos a órtese teve que ser removida devido à migração do tubo de silicone. Tsang e colaboradores (130) publicaram utilização com sucesso desta órtese em dois pacientes com estenose brônquica após ressecção cirúrgica, com seguimento de 15 e 12 meses. A órtese mostrou-se estável e flexível, manteve adequada luz brônquica, não tendo sido observado tecido de granulação ou deslocamento. Em um paciente a órtese foi trocada por uma maior em duas ocasiões. Os mesmos autores (132), três anos mais tarde, relataram a utilização da órtese endobrônquica em cinco pacientes com estenose da via aérea. A órtese foi utilizada como tratamento inicial de estenose benigna (três pacientes) e maligna (dois pacientes). Ela proporcionou melhora importante dos sintomas, tendo sido muito bem tolerada. Nos pacientes com estenose maligna, devido à consistência amolecida do tumor, a órtese não se fixava adequadamente à parede da via aérea, sendo freqüente os deslocamentos. Por outro lado, esta órtese pode prevenir o crescimento tumoral que comumente ocorre dentro da órtese metálica (132).

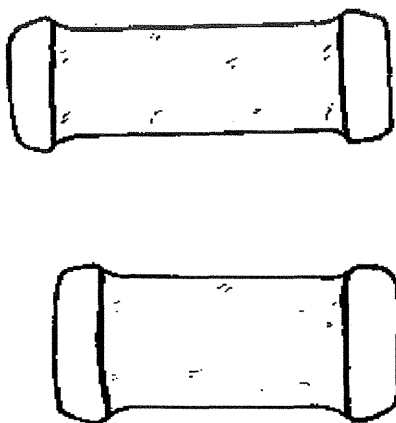


FIGURA 4 - Órteses brônquicas de silicone.

Dumon (36) descreveu uma órtese de silicone especificamente fabricada para uso traqueal ou brônquico (FIGURA 5). Quatro colunas de botões de 2-3 mm de tamanho foram inseridas na superfície externa a fim de prevenir deslocamentos. Dumon (36) relatou a colocação de 118 órteses em 66 pacientes, 38 deles com doença maligna. Em onze pacientes foi colocada mais de uma órtese. Alívio dos sintomas obstrutivos foram obtidos em 64 pacientes; naqueles dois em que não foi observada melhora, a órtese foi colocada no brônquio remanescente após pneumectomia, no estágio final de dificuldade respiratória aguda. A migração da órtese foi observada em 12 pacientes. A tolerância parece ser semelhante às outras órteses de silicone.

Bolliger e colaboradores (10) relataram o uso de 38 órteses de Dumon em 31 pacientes portadores de doença maligna. Todos pacientes submeteram-se à ressecção endoscópica com laser e/ou dilatação da massa tumoral endobrônquica previamente à inserção da órtese. Em dois pacientes foram usadas duas órteses simultaneamente. A colocação e remoção da órtese foi realizada facilmente. Vinte e oito pacientes obtiveram alívio da disfunção respiratória logo após a inserção da órtese; os três restantes tinham outras causas de dispnéia (dois com insuficiência cardíaca e um com obstrução de cava superior). A tolerância à órtese foi muito boa, tendo quatro pacientes apresentado alguns sintomas devidos à presença da órtese: obstrução por muco(em dois), hemoptise devido à recidiva distal do tumor (em um) e disfagia (em um), tendo neste último sido necessária a realização de traqueostomia. Em contraste com os relatos de Dumon (36), a migração foi uma complicação importante, tendo ocorrido em cinco pacientes. Nestes pacientes em que ocorreu a migração da órtese, as estenoses apresentavam características anatômicas similares: eram curtas e em forma de cone. Os autores (10) sugerem que neste tipo de estreitamento sejam utilizadas outros tipos de órteses.

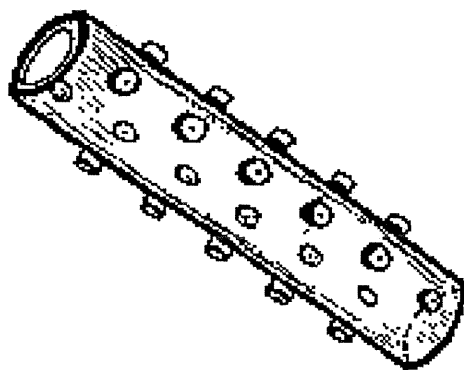


FIGURA 5 - Órtese endobrônquica de Dumon.



### 2.3.2 Órtese metálica

A órtese de via aérea é comumente utilizada em estenoses que não podem ser submetidas a ressecção cirúrgica. As órteses de silicone são as mais freqüentemente utilizadas, pois elas podem ser introduzidas e removidas da via aérea com relativa facilidade. Elas são bem toleradas, sendo especialmente efetivas nas estenoses malignas, por impedir oclusão da luz da via aérea pelo tumor (72). As principais desvantagens das órteses de silicone são a probabilidade de deslocamento e a obstrução de qualquer orifício brônquico que elas cruzem. Elas também interferem com a dinâmica mucociliar normal. Isto ocasiona retenção de secreções e infecção secundária (distal à órtese e entre a órtese e a parede da via aérea), com dificuldade de uso por período prolongado. Estas limitações das órteses de silicone têm provocado pesquisas com o objetivo de descobrirem-se outras opções.

Recentemente, vários trabalhos têm relatado a utilização de órteses metálicas na via aérea, com resultados promissores. Estas órteses foram desenvolvidas inicialmente para uso intravascular (120). Entretanto, com os bons resultados observados neste local, elas passaram também a ser utilizadas em estenoses biliar (59), intestinal (71,125), urinária (91), lacrimal (124) e também da via aérea (141).

A órtese metálica é colocada na via aérea através de broncoscopia, embora ela possa também ser inserida pelo tubo endotraqueal (46). Como na inserção da órtese de silicone, deve-se realizar um cuidadoso exame endoscópico da via aérea. A localização exata da estenose, com definição dos limites superior e inferior, é cuidadosamente realizada. Com a ajuda de fluoroscopia, marcadores metálicos são colocados na pele, ou marcas são realizadas na tela da fluoroscopia, especificando o nível exato do estreitamento. Através de broncoscopia rígida ou flexível, e guiada pela fluoroscopia, a órtese é inserida e liberada na via aérea, tendo-se o cuidado de deixar suas extremidades em contato com a via aérea de calibre normal.

A escolha do tamanho e, mais importante, do diâmetro da órtese é extremamente importante. Órteses muito pequenas podem se deslocar dentro da via aérea; órteses demasiadamente largas podem comprimir o esôfago e causar disfagia, ou podem perfurar a via aérea e vasos próximos, com resultados catastróficos (98).

As órteses metálicas têm sido extremamente úteis no manejo de casos complexos de estenose da via aérea, nos quais a cirurgia é impossível ou contra-indicada (142). A introdução endoscópica de uma órtese metálica na via aérea é menos invasiva do que uma cirurgia aberta, ao mesmo tempo que elimina a necessidade de traqueostomia, com todas as suas complicações inerentes (22,111). A órtese metálica permite que o ar inspirado seja naturalmente umidificado na via aérea superior e mantenha o mecanismo da tosse normal. Deste modo, as obstruções da luz por secreção espessa são menos comuns.

Embora alguma destas órteses metálicas estejam sendo utilizadas para o tratamento de doenças respiratórias, nenhuma delas está oficialmente liberada para uso na via aérea nos Estados Unidos e Canadá. Elas têm sido usadas naquelas estenoses sem outra possibilidade terapêutica, sempre com a autorização prévia dos pacientes ou seus familiares, e com a máxima cautela, já que ainda não existe um seguimento a longo prazo

do seu uso (98). Uma das vantagens desta órtese é que ela possui uma parede fina, constituída por vários orifícios, que ocupa mínimo diâmetro, e que, ao mesmo tempo que mantém a permeabilidade da via aérea, possibilita a ventilação dos orifícios brônquicos lobares e segmentares. Após a inserção da órtese, e sua expansão a um determinado tamanho, as porções metálicas são progressivamente incorporadas pelo epitélio respiratório. Embora este processo seja desejável para facilitar o mecanismo de limpeza mucociliar, torna difícil a retirada da órtese metálica. Estas órteses são especialmente atrativas nas obstruções com mucosa íntegra, tais como nos casos de malacia ou compressão extrínseca por tumor. Quando usadas nas estenoses inflamatórias, com presença de tecido de granulação, geralmente há recidiva da estenose através dos orifícios da órtese. Uma das maneiras de se evitar este problema tem sido a cobertura da órtese metálica com estrutura plástica (53,58).

As órteses metálicas utilizadas na via aérea podem ser agrupadas em três grupos distintos: (a) órtese auto-expansível; (b) órtese expansível com balão e (c) órtese com memória.

### 2.3.2.1 Órtese auto-expansível

Esta órtese construída de aço inoxidável é estável geometricamente. Ela tem propriedades elásticas que permitem que o seu diâmetro seja reduzido por alongamento. A órtese alongada é contida no interior de um cateter de pequeno diâmetro. Quando este cateter de proteção é removido, a órtese gradativamente se expandirá até alcançar seu formato autêntico. Se a órtese é colocada numa estrutura tubular de calibre menor do que seu calibre original, as forças radiais elásticas da órtese tenderão a dilatar esta estrutura. A dilatação continua até que ocorra um equilíbrio entre a resistência elástica circular da estrutura tubular e as forças de expansão da órtese (79).

#### 2.3.2.1.1 Órtese de Gianturco

A órtese de Gianturco (Cook Corporation, Bloomington, Indiana, USA) consiste de filamentos de aço inoxidável em forma de "Z", que são agrupados numa configuração cilíndrica de 2,5 cm de comprimento (FIGURA 6). Orteses maiores são obtidas pela união de duas ou mais unidades. Pequenos ganchos metálicos localizados nas extremidades laterais da órtese permitem maior aderência da mesma à via aérea. A órtese é comprimida numa bainha especial de pequeno diâmetro (0,4 cm), e ambas são passadas sobre um fio guia ou diretamente através do broncoscópio rígido ou flexível, até o local desejado da via aérea. Sob controle fluoroscópico, a órtese é alinhada com os marcadores da pele ou do monitor da fluoroscopia. Um pequeno cateter é introduzido dentro da bainha, com o objetivo de manter a órtese fixa, enquanto a bainha é lentamente removida. À medida que a bainha é retirada, a órtese expande espontaneamente (FIGURA 6) para o seu diâmetro original (15, 20 ou 30 mm).

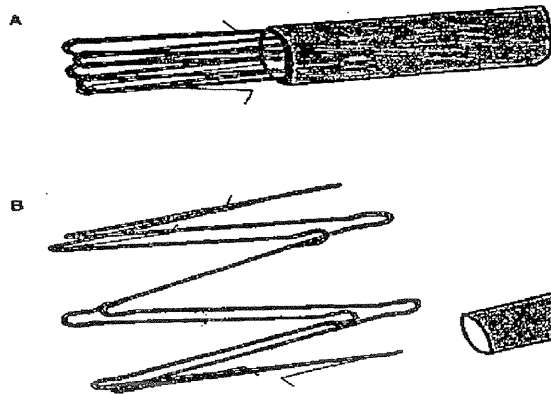


FIGURA 6 - Órtese metálica auto-expansível de Gianturco. (A) órtese no interior da bainha de inserção; (B) órtese após liberação completa.

A órtese de Gianturco foi a primeira a ser usada no tratamento de estreitamentos da via aérea (141). Em 1986, Wallace e colaboradores (141) relataram a sua utilização em dois pacientes com estenose: um com broncomalacia após ressecção cirúrgica de tumor de traquéia, e outro com estenose brônquica após transplante de pulmão. Desde então, as indicações desta órtese têm aumentado muito. Entretanto, a maioria dos trabalhos citados na literatura são de relato de casos (1,21,38,69,113,121,127).

A órtese de Gianturco é facilmente inserida na via aérea. Após a sua colocação é observada melhora imediata da obstrução respiratória. A órtese aumenta gradativamente de diâmetro durante a primeira semana, sendo acompanhada por uma diminuição progressiva dos sintomas de obstrução respiratória (40,57,115,126). Testes de função pulmonar (capacidade vital forçada, volume expiratório forçado em 1 segundo e gasometria arterial) melhoram sensivelmente após a colocação da órtese (115). Ganchos metálicos localizados nas porções laterais da órtese diminuem consideravelmente os deslocamentos, mas impedem a reposição e a retirada da órtese após sua completa expansão (126). Deve-se ter extremo cuidado na colocação desta órtese, pois a sua posição inicial não pode ser modificada (99,112,134).

A órtese é geralmente bem tolerada. Os pacientes podem apresentar tosse (98,126,137) e/ou hemoptise leve (98,137). Um paciente com estenose benigna fibrótica apresentou disfagia após inserção da órtese (98). Esofagoscopia realizada neste paciente foi normal, mas estudo contrastado mostrou muito discreta impressão esofágica ao nível da órtese. Não há relato de retenção de secreção ou infecção secundária com o uso da órtese de Gianturco (40,57,98,99,112,115,126,137).

A endoscopia tem mostrado epitelização gradual da órtese após 4 a 6 semanas de sua inserção (98,99,115). Tecido de granulação tem sido observado na área da via aérea

em contato com a órtese (57,98,99,127,137), sendo mais freqüente naquelas estenoses com componente inflamatório (98). Em revisão de 15 pacientes com estenose benigna da via aérea, Nashef e colaboradores (98) observaram tecido de granulação em 12 deles. Naqueles com estenose por fibrose ou decorrente de malacia, a ressecção endoscópica deste tecido de granulação foi efetiva em todos os pacientes. Naqueles com estenose com componente inflamatório (quatro pacientes), todos apresentaram tecido de granulação, tendo sido necessária, em três deles, a remoção da órtese pois o tecido de granulação não cedeu mesmo após várias tentativas de ressecção endoscópica com laser. Em pacientes com doença maligna, o tecido de granulação geralmente não ocasiona problema. Entretanto, a inflamação e o tecido de granulação podem ser um problema significativo naqueles pacientes com doença benigna e com expectativa maior de vida (57).

Alguns autores (136) têm referido que o tecido de granulação possa ser decorrente de lesão direta da via aérea através de íons oriundos da corrosão da órtese de aço inoxidável pelos líquidos orgânicos. E, ainda, que esta injúria poderia progredir para reação de hipersensibilidade, necrose, fibrose, e, eventualmente, até na formação de tumores (136). Embora os efeitos nocivos da corrosão de órteses com aço inoxidável tenham sido implicados por alguns na origem de lesão tecidual (66), não existe nenhum estudo epidemiológico confiável que comprove esta possibilidade, tanto com as órteses ortopédicas como com aquelas utilizadas para tratamento de estenoses tubulares.

Pouco se conhece sobre a tolerância a longo prazo da órtese de Gianturco. Necropsia de pacientes com estenose maligna da via aérea, em que foi utilizada a órtese de Gianturco, mostraram à microscopia erosão e leve inflamação da mucosa. Entretanto, a inflamação não foi observada além das estruturas cartilaginosas (99).

Trabalhos experimentais demonstraram que a órtese é bem tolerada pela via aérea de animais. Wallace e colaboradores (141) publicaram resultados da utilização desta órtese em oito cães adultos. Os autores deliberadamente causaram uma distensão demasiada da órtese, tendo a via aérea adquirido calibre 33% maior na região da órtese. Os animais apresentaram apenas moderados episódios de tosse, sem hemoptise. Estudo contrastado do esôfago, realizado em alguns animais, mostrava diminuição da peristalse esofágica e impressão da órtese sobre o esôfago, com dilatação proximal e áreas de verdadeiro estreitamento. Não foi realizada avaliação endoscópica digestiva ou traqueobrônquica. Estudo patológico da via aérea com a órtese demonstrou inflamação grave, com a órtese parcialmente coberta por epitélio respiratório após 4 a 6 semanas.

Rauber e colaboradores (109) descreveram a inserção da órtese de Gianturco na traquéia de dez coelhos. A órtese aumentou gradativamente de tamanho, tanto que no final de três meses o diâmetro da traquéia com órtese era 50 a 80% maior do que a traquéia normal. Os animais não apresentaram nenhum sintoma ou sinal de disfunção respiratória. Histologia mostrou tecido de granulação na traquéia em contato com o metal, sendo maior nas extremidades pontiagudas da órtese. Os autores referem que este tecido de granulação pode ter sido decorrente de efeito mecânico da órtese, já que as extremidades metálicas pontiagudas são o ponto de maior pressão sobre a parede traqueal. Outros autores (112) acham que o tecido de granulação é decorrente do traumatismo provocado pela demasiada distensão da órtese, ou devido à rigidez do filamento metálico em contato com a via aérea. Mesmo sendo evidente, o tecido de granulação não

apresentou tamanho suficiente para ocasionar obstrução traqueal. Não foi observada inflamação ou destruição da cartilagem traqueal.

Sawada e colaboradores (114) relataram o uso da órtese de Gianturco na traquéia de quatro cachorros adultos. Logo após a inserção da órtese, um dos animais apresentou tosse, que cedeu espontaneamente. A traquéia com a órtese apresentava diâmetro 1,1 a 1,3 vezes maior do que o diâmetro normal. Endoscopia realizada 3 semanas após a inserção demonstrava que a órtese estava parcialmente coberta pela mucosa respiratória. Histologia mostrou inflamação leve da traquéia em contato com a órtese. Tecido de granulação foi observado principalmente nas extremidades metálicas, locais onde a órtese encontrava-se mais inserida na parede traqueal. Não havia anormalidade na parede esofágica.

Mair e colaboradores (87) descreveram a utilização da órtese de Gianturco na traquéia de onze filhotes de porcos: dois normais e nove com traqueomalacia induzida cirurgicamente. Os animais apresentaram tosse persistente, maior quantidade de secreção pulmonar e perda de peso. Endoscopia mostrou inflamação, tecido de granulação e estenose traqueal. Todos os animais foram sacrificados antes do tempo previsto por apresentarem grave dificuldade respiratória. Naqueles porcos que apresentaram dificuldade alimentar ou perda de peso, a esofagoscopia e estudo contrastado não demonstraram esofagite, alteração de motilidade ou compressão esofágica significativa. A diminuição da ingesta alimentar foi atribuída à inflamação e estenose traqueal. Estudo patológico, à macroscopia, mostrou abundante tecido de granulação, que protruía em direção à luz através dos orifícios da órtese. Microscopia mostrou reação inflamatória grave, com modificações do epitélio respiratório. Alguns autores (87,112) sugerem que a utilização de órteses com maior número de filamentos proporcionaria uma melhor adaptação da mesma à parede da via aérea, com melhor distribuição da pressão sobre os filamentos da órtese e menor áreas de pressão excessiva sobre a via aérea, com conseqüente redução na formação de tecido de granulação.

A órtese de Gianturco tem sido usada em estreitamentos benignos e malignos.

Nos estreitamentos decorrentes de doença maligna, a melhor indicação do uso da órtese de Gianturco são as estenoses decorrentes de compressão extrínseca da via aérea (40,99). Envolvimento tumoral intraluminal tem sido uma contra-indicação ao uso desta órtese, visto que há tendência de crescimento tumoral entre os filamentos metálicos da órtese, em direção à luz da via aérea, com conseqüente obstrução respiratória. Embora alguns autores (126) não tenham relatado esta complicação, a maioria (40,57,99,115) têm observado este crescimento tumoral através da órtese. Órteses de Gianturco cobertas por malha de nylon e/ou polivinil estão agora à disposição para uso neste tipo de lesão (57,58).

A órtese de Gianturco tem sido usada em várias estenoses benignas da via aérea. Os resultados têm sido satisfatórios em estenoses com fibrose e naquelas decorrentes de traqueobroncomalacia (98). Entretanto, os resultados não são bons nos estreitamentos inflamatórios da via aérea. Nashef e colaboradores (98) demonstraram que esta órtese não deve ser utilizada em estenose inflamatória, pois a inflamação desencadeada pela órtese, associada à inflamação já existente, aumenta a produção de tecido de granulação, com conseqüente obstrução e necessidade de remoção da órtese. Nomori e colaboradores (99) utilizaram a órtese de Gianturco num paciente com broncomalacia bilateral dois meses

após ressecção de carina por câncer de pulmão. Os sintomas obstrutivos desapareceram imediatamente após a inserção da órtese. Entretanto, um mês após, estenose decorrente de tecido de granulação na anastomose brônquica obstruía a via aérea. Embora a obstrução tenha melhorado através da inserção de outra órtese, reestenose ocorreu em consequência da proliferação de tecido de granulação entre os filamentos metálicos da órtese, e a órtese teve de ser removida. A proliferação de tecido de granulação foi desencadeada em parte pela presença da órtese na via aérea (99). A órtese de Gianturco deve ser somente usada após a melhora completa da inflamação; qualquer processo proliferativo de mucosa, seja maligno ou inflamatório, é uma contra-indicação ao seu uso (40,57,98,99,112,127,137).

A órtese de Gianturco tem sido raramente utilizada em crianças. As poucas citações da literatura são feitas como relato de caso. Mair e colaboradores (86) utilizaram a órtese de Gianturco num recém-nascido com malformação cardíaca grave (hipoplasia do ventrículo direito, atresia da artéria pulmonar e estenose da válvula tricúspide). Uma semana após a correção cirúrgica da cardiopatia, a criança apresentou disfunção respiratória grave, que não melhorou mesmo após a intubação endotraqueal. Broncoscopia de urgência mostrou broncomalacia de brônquio principal esquerdo. Como a possibilidade de ressecção do pulmão esquerdo foi descartada devido à malformação cardíaca, a órtese de Gianturco foi então inserida. A criança apresentou melhora significativa, embora ainda necessitasse de ventilação mecânica. Com quatro meses de vida, a criança apresentou bradicardia e parada cardiorrespiratória. Broncoscopia de urgência mostrou que a órtese estava expandida e bem posicionada, sem evidência de colapso ou obstrução da via aérea. Ecocardiografia mostrou grande comunicação aortopulmonar. Apesar das manobras de ressuscitação, a criança faleceu.

Bugmann e colaboradores (13) descreveram o uso da órtese de Gianturco em uma criança com traqueobroncomalacia. Nascida com malformação cardíaca grave (transposição de grandes vasos), e submetida a correção cirúrgica destas malformações logo após o nascimento, a criança estava evoluindo bem até o terceiro mês de vida, quando apresentou dificuldade respiratória e parada cardiopulmonar. Broncoscopia e tomografia mostraram traqueomalacia e broncomalacia esquerda, decorrente de compressão extrínseca ocasionada respectivamente pela aorta e artéria braquiocefálica. Duas tentativas de fixação cirúrgica destes vasos através de toracotomia foram ineficazes. A criança continuou piorando, com o surgimento de atelectasia, pneumonia, hipoxemia e retenção de gás carbônico. Duas órteses de Gianturco foram então inseridas respectivamente na traquéia distal e no brônquio principal esquerdo. O resultado inicial foi excelente, mas a criança piorou novamente duas semanas após a inserção da órtese. Broncoscopia revelou lesão necrótica da parede traqueobrônquica, localizada sob os filamentos metálicos da órtese. Foram administradas altas doses de corticóide, com função pulmonar retornando ao normal após três semanas. A ventilação mecânica foi então suspensa, e novo exame endoscópico mostrou que ambas as órteses estavam inteiramente cobertas pela mucosa respiratória. A criança teve alta hospitalar e encontrava-se bem, em casa, com vida normal, com seguimento de 32 meses.

Boothroyd e colaboradores (12) inseriram a órtese de Gianturco numa criança de 10 meses que apresentava estenose traqueal secundária a miofibromatose traqueal. Foi observada melhora instantânea da disfunção respiratória. A criança encontra-se bem, assintomática, com ganho de peso e desenvolvimento adequados, nove meses após a

colocação da órtese. Endoscopia realizada nesta ocasião mostrava que a órtese estava totalmente coberta pela mucosa respiratória, sem evidência de tecido de granulação.

Uma das maiores desvantagens da órtese de Gianturco é sua difícil remoção da via aérea. A órtese usualmente encontra-se coberta por epitélio respiratório, muito aderida à parede da via aérea através dos ganchos metálicos laterais. Devido à sua forma e expansão, ela geralmente não pode ser removida intacta: ela deve ser primeiro quebrada em partes, mecanicamente ou com laser, através do broncoscópio (98). Isto acarreta alto risco de perfuração da via aérea (137). A porção proximal do metal é pinçada e, através de rotações sucessivas da pinça, a órtese desenrola, permitindo sua retirada pelo broncoscópio. Nashef e colaboradores (98) relataram a remoção trabalhosa e difícil da órtese em três pacientes, sem complicações. Rousseau e colaboradores (112) relataram a remoção da órtese em dois pacientes, sem complicações. Hind e colaboradores (69) descreveram a remoção endoscópica sem dificuldades de uma órtese que tinha sido deslocada e deformada pelo cateter de aspiração da via aérea. Esta órtese tinha sido inserida duas semanas antes, e não estava totalmente coberta pelo epitélio respiratório.

Além dos sintomas respiratórios iniciais, da formação de tecido de granulação e do crescimento tumoral através dos orifícios metálicos, o uso da órtese de Gianturco tem ocasionado outras complicações. Sangramento fatal dez dias após a colocação da órtese ocorreu em um paciente que apresentava necrose da parede brônquica no momento da sua inserção (98). A presença de necrose na parede da via aérea é considerada uma contra-indicação ao uso da órtese de Gianturco (98,137). Rousseau e colaboradores (112) relataram alto índice de complicações com o uso desta órtese. Ruptura de filamentos metálicos, com ou sem deslocamentos, ocorreu em 31% dos pacientes (n=19), sendo responsável por obstrução ou perfuração da via aérea. Em um destes pacientes, o comprometimento respiratório foi fatal (112). Alfaro e colaboradores (1) relataram a perfuração da via aérea em um adulto com estenose traqueal após traqueostomia, que estava usando a órtese durante um ano, e que subitamente iniciou com dor retro-esternal e hemoptise maciça. Dois dias após estabilização hemodinâmica, foi realizada tentativa de remoção da órtese através de endoscopia. A tração da porção inferior da órtese desencadeou hemorragia maciça. Esternotomia mediana foi então realizada, evidenciando-se perfuração da traquéia e tronco braquiocefálico por uma das pontas da órtese. A porção perfurada da artéria foi ressecada e a da traquéia fechada, tendo a paciente apresentado boa recuperação. Outras complicações têm sido o deslocamento da órtese (126), fistula traqueoesofágica tardia, num paciente com carcinoma de traquéia (126), e deslocamento da órtese, com necessidade de remoção após ela ter ficado presa num cateter usado para aspiração da via aérea (69,98).

Apesar de se conhecerem algumas peculiaridades da órtese de Gianturco, ainda é necessário maior tempo de seguimento desta órtese na via aérea, a fim de que seu uso possa ser corretamente avaliado (57,112,127).

### 2.3.2.1.2 Órtese de Wall

A órtese de Wall (Schneider Europe, AG, Bülach, Switzerland) é constituída por filamentos de aço inoxidável, que são trançados numa forma tubular (FIGURA 7). O local de cruzamento dos filamentos não é soldado, proporcionando à órtese excelente flexibilidade longitudinal. Através de alongamento, com redução de diâmetro, a órtese é colocada no interior de uma membrana plástica, que por sua vez é introduzida num cateter de pequeno calibre. O cateter é introduzido na via aérea através de broncoscópico rígido ou flexível. Ao alcançar o local desejado, a membrana plástica é removida sob controle fluoroscópico. A liberação da órtese permite que ela retorne ao seu diâmetro original não contraído, através de suas forças expansíveis elásticas (139). Durante a expansão, a órtese diminui 20 a 40% do comprimento adquirido dentro da membrana plástica. Devido a sua auto-expansão, a órtese distende progressivamente, alcançando seu diâmetro máximo em dois dias. A órtese de Wall é disponível em vários diâmetros e comprimentos.

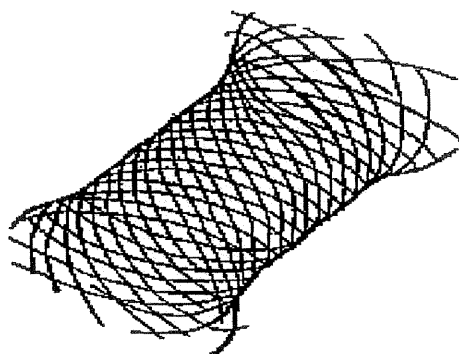


FIGURA 7 - Órtese de Wall completamente expandida.

Carré e colaboradores (17) publicaram a experiência com a utilização combinada ou seqüencial de dilatação endoscópica com balão e inserção da órtese de Wall em 12 estenoses brônquicas ocorridas em 10 pacientes submetidos a transplante pulmonar. A órtese foi facilmente inserida, com alívio imediato da sintomatologia respiratória. Tosse tipicamente irritativa ocorreu em um paciente, e melhorou após o uso de corticóide por inalação. Não foi observada hemoptise, infecção ou deslocamento da órtese. A órtese foi gradualmente coberta pela mucosa respiratória. Tecido de granulação foi observado em apenas um paciente que, no momento da inserção da órtese, apresentava estreitamento com reação inflamatória. O tecido de granulação localizava-se dentro da órtese, projetando-se através dos orifícios metálicos, ocasionando obstrução respiratória significativa. Várias dilatações com balão foram realizadas dentro da órtese, a fim de melhorar a dificuldade respiratória. A partir deste paciente, os autores passaram a utilizar a dilatação com balão nas estenoses com algum componente inflamatório. A órtese de



Wall somente era utilizada naqueles pacientes em que a estenose recidivava mesmo após vários episódios de dilatação, e nas estenoses que não apresentavam tecido de granulação ou qualquer outra manifestação inflamatória (17). Quatro outros estreitamentos foram posteriormente manejados desta maneira, tendo a órtese de Wall sido colocada após ausência de inflamação. Endoscopia de controle mostrou excelente permeabilidade da órtese, sem evidência de tecido de granulação no seu interior ou em suas extremidades.

Apesar de a dilatação endoscópica oferecer apenas melhora temporária do estreitamento (16), ela tem-se mostrado útil no período de estreitamento com algum componente inflamatório. Após melhora completa do componente inflamatório, a área estenosada deve ser reavaliada. Se houver necessidade do uso prolongado de órtese, a órtese metálica é então inserida. Outros autores (132) têm preconizado a utilização seqüencial de órtese siliconizada e metálica naqueles casos em que o estreitamento tiver algum componente inflamatório. A órtese de silicone é utilizada no primeiro estágio, a fim de proporcionar uma barreira à proliferação do tecido de granulação enquanto a reação inflamatória regride; a seguir, utiliza-se a órtese metálica.

Tsang e colaboradores (131) relataram a utilização da órtese de Wall em 12 pacientes com estenose da via aérea: 7 benignas e 5 malignas. Antes da inserção da órtese, todos os pacientes tinham se submetido a algum outro tipo de tratamento de estenose da via aérea. Nenhum paciente apresentou tosse, infecção ou hemoptise. Melhora significativa dos sintomas foi observada em todos os pacientes com estenose benigna. Em apenas um deles ocorreu recorrência da estenose, devido a recidiva de amiloidose traqueal na extremidade distal da órtese, tendo o estreitamento necessitado de várias ressecções endoscópica com laser. Dos cinco pacientes com estenose maligna, quatro apresentaram alívio dos sintomas. Naquele sem melhora, a órtese tinha se deslocado uma semana após sua inserção, tendo a mesma sido removida e substituída pelo tubo em "T" de silicone. Dois destes pacientes apresentaram crescimento tumoral através dos orifícios metálicos da órtese, tendo necessitado várias ressecções do tumor através de endoscopia. Um deles foi encaminhado para radioterapia endobrônquica. O autor enfatiza que a órtese não deve ser utilizada em estenose decorrente de tumor intraluminal (131). Nestes casos, pode-se usar órtese metálica protegida com nylon ou tubo em "T" de silicone.

Ao contrário da órtese de Gianturco, a órtese de Wall não possui os ganchos laterais para prevenir sua migração, mas que dificultam muito a sua retirada. E, mais ainda, a disposição em linha dos múltiplos filamentos metálicos da órtese de Wall permite uma expansão mais homogênea, com melhor distribuição da pressão exercida pela órtese sobre a via aérea. Esta expansão uniforme da órtese diminui as chances de deslocamentos, e também não ocasiona zonas de maior pressão que podem ocasionar perfuração ou surgimento de tecido de granulação (16,17).

A desvantagem da órtese de Wall, semelhante à de Gianturco, é a sua difícil remoção endoscópica. Tsang e colaboradores (131) relataram a difícil remoção da órtese de Wall em um de seus pacientes. Os filamentos metálicos devem ser retirados isoladamente através do broncoscópio.

### 2.3.2.2 Órtese expansível com balão

Esta órtese, também construída de aço inoxidável, é montada sobre o balonete de um cateter de angioplastia convencional e é expandida passivamente através da insuflação do balonete até um diâmetro desejado (139). Embora a estenose seja simultaneamente expandida quando se insere a órtese, ela geralmente tem sido dilatada inicialmente a fim de aumentar o diâmetro da via aérea estreitada, e desta forma facilitar a inserção segura do conjunto órtese e balonete. Uma vez que a órtese seja expandida e liberada na via aérea, ela não mais aumentará de diâmetro (139).

#### 2.3.2.2.1 Órtese de Palmaz

Palmaz e colaboradores (103) conceberam uma órtese de aço inoxidável, com a forma de uma malha tubular. Ela consiste de um tubo metálico com oito fileiras de orifícios retangulares paralelos de 3.5 mm na sua parede (79). A órtese é montada sobre um balonete de cateter utilizado para angioplastia coronariana. Quando o balonete é inflado, a órtese distende junto com o balonete. Os orifícios retangulares se abrem, tomando a forma de losango (FIGURA 8). O balonete é desinsuflado e o cateter retirado, deixando a órtese distendida e em contato com a parede da estrutura dilatada. O potencial de expansão da órtese é de 7 a 15 mm, permitindo o uso de balonetes com diâmetros iguais ou maiores do que 8 mm. Como o eixo longitudinal desta órtese é rígido, ela não pode ser utilizada em estruturas tubulares tortuosas. Por outro lado, a órtese pode ser colocada com precisão em qualquer local de estrutura tubular retilínea (139).

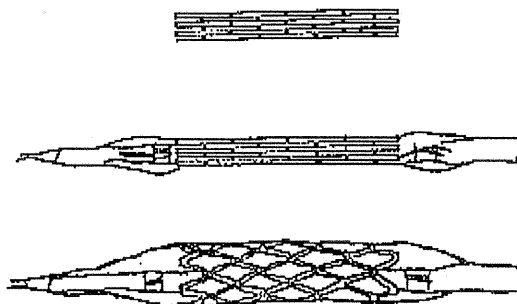


FIGURA 8 - Órtese de Palmaz não expandida (alto), acoplada ao balonete do cateter imediatamente antes de sua inserção (centro) e expandida após inflar o balonete (abaixo).

A órtese de Palmaz (Johnson & Johnson Interventional Systems Co., New Jersey, USA) tem sido usada na artéria ilíaca (102), artérias coronárias (6) e para “shunt” portosistêmico transjugular (122).

Na via aérea, a órtese de Palmaz somente foi usada em crianças do Hospital da Criança de Toronto, Canadá (46). Como o uso desta órtese na via respiratória ainda não está aprovado pelas leis canadenses, a órtese somente foi utilizada após permissão especial. A órtese de Palmaz foi utilizada em 7 crianças com estenose traqueobrônquica: três apresentavam estenose traqueal grave após reparo de estenose traqueal congênita e quatro tinham traqueomalacia ou broncomalacia, com ou sem compressão vascular. A órtese foi facilmente inserida na via aérea, sem complicações. As crianças apresentaram melhora da sintomatologia respiratória logo após a colocação da órtese. Três crianças apresentaram recidiva da obstrução respiratória. Uma criança em que a órtese tinha sido inserida após estenose de uma traqueoplastia prévia apresentou sintomas respiratórios um mês após a inserção da órtese. Endoscopia mostrou que a órtese não estava completamente expandida, tendo sido removida. Ressecção cirúrgica do segmento estenosado aliviou parcialmente os sintomas obstrutivos, mas a criança morreu um ano mais tarde de obstrução respiratória crônica. Outra criança, que tinha colocado a órtese há um mês por estenose de traqueoplastia prévia, apresentou obstrução respiratória devida a estreitamento cicatricial na extremidade superior da órtese. A estenose não melhorou com dilatações endoscópicas seriadas, tendo sido necessária a colocação de outra órtese acima da anterior. A terceira criança iniciou com dessaturação e apnéia 6 semanas após a inserção da órtese em seu brônquio principal esquerdo devido a broncomalacia e compressão decorrente de volumosa artéria pulmonar. Broncoscopia mostrou algum grau de colapso do brônquio principal esquerdo, tendo sido colocada outra órtese proximal à primeira.

Uma criança apresentou leves episódios de hemoptise, que não necessitaram de tratamento. Nenhuma criança apresentou tosse, problemas de deglutição, aumento de secreção pulmonar ou infecção. Não foi observado deslocamento da órtese nas radiografias torácicas. Broncoscopia mostrou incompleta cobertura da órtese pela mucosa respiratória, com pequenas áreas de tecido de granulação nas extremidades da órtese.

Baseados nestes resultados iniciais animadores, em que se obteve importante melhora sintomática da dificuldade respiratória em pacientes com estenoses extremamente graves da via aérea, os autores (46) estão também considerando a possibilidade de aumentar as indicações do uso desta órtese. A órtese de Palmaz poderia ser utilizada no momento da traqueoplastia e também como primeiro procedimento terapêutico para traqueomalacia grave, em lugar da aortopexia.

A desvantagem da órtese de Palmaz é que, uma vez expandida e liberada, sua posição não pode ser modificada. Entretanto, uma outra órtese pode ser inserida no mesmo procedimento, ou mais tarde, se necessário. Uma vantagem desta órtese sobre as outras órteses metálicas é de que ela pode ser removida com facilidade. Através de endoscopia, uma pinça fixa algum filamento metálico da extremidade da órtese, e é rotada sobre si mesmo 3 a 4 vezes. A órtese se dobra totalmente e reduz de tamanho, sendo removida sem dificuldade através do broncoscópio. Os autores (46) relataram que a órtese foi facilmente removida em duas crianças, após um e 14 meses de sua inserção.

Apesar de existirem estudos experimentais sobre a utilização intravascular da órtese de Palmaz (103), nenhum trabalho foi ainda realizado em animais para avaliar o uso traqueal desta órtese. Marquette e colaboradores (88) utilizaram a órtese de Palmaz em dois porcos com estenose brônquica induzida experimentalmente. Os autores observaram moderada quantidade de tecido de granulação nas extremidades da órtese, que apresentava-se parcialmente colapsada 21 dias após a sua inserção. Entretanto, como se tratava de um estudo preliminar, não foi descrita a avaliação clínica ou radiológica dos animais, ou mesmo estudo patológico da região da via aérea com a órtese.

### 2.3.2.3 Órtese com efeito memória

A órtese com efeito memória é contruída com nitinol, uma mistura de níquel e titânio, que possui especial propriedade de memorizar formas de acordo com a temperatura (FIGURA 9). O arame de nitinol é mantido numa configuração desejada e aquecido a 500 ° C. Esta forma inicial é usualmente a de uma espiral, com tamanho e diâmetro variados (79). Após resfriamento, o arame torna-se mole e pode ser remodelado sem perder sua memória (FIGURA 9). Ele geralmente é colocado numa forma reta que facilita a introdução em estruturas tubulares. Quando o nitinol é reaquecido à temperatura de transição (30 a 60 ° C, dependendo do tipo de mistura dos metais), ele reassume sua forma original. Além desta capacidade especial de memorização, o titânio também apresenta comprovado efeito não corrosivo, boa biocompatibilidade e tolerância tecidual (136).

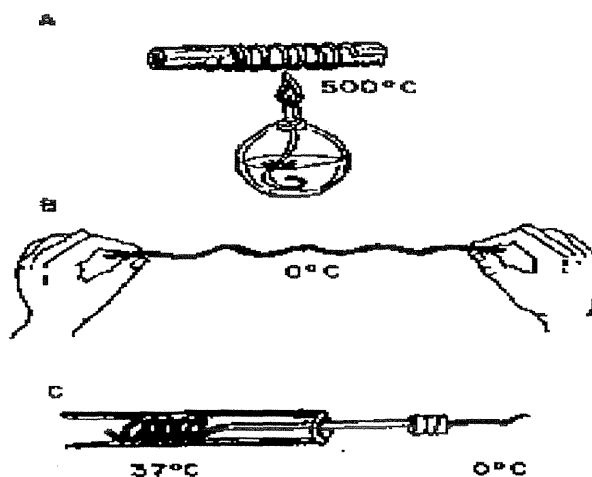


FIGURA 9 - Órtese metálica de nitinol. (A) o formato em espiral é memorizado através de aquecimento; (B) em baixa temperatura, o metal pode ser remodelado para formas retílineas; (C) durante introdução, o metal, em contato com a temperatura corporal, reassume a sua configuração espiral.

Embora alguns estudos experimentais tenham mostrado que a órtese de nitinol pode ser implantada com sucesso em artérias de cães (32), a órtese ainda não foi liberada para uso clínico na Europa e América do Norte. Entretanto, bons resultados tem sido relatado após uso desta órtese nas artérias femoral, ilíaca, subclávia e carótida de pacientes russos (106).

Em publicação recente relatou-se o uso da órtese de nitinol na via aérea de coelhos: 16 órteses colocadas na traquéia e quatro no brônquio principal (136). Com o animal sob anestesia geral, a órtese, acoplada ao introdutor especial, era introduzida até a traquéia através de broncoscópio rígido. O introdutor era então conectado a um pequeno gerador, que liberava corrente elétrica de três a cinco volts durante um a dois segundos. O nitinol aquecia a 40 ° C e assumia sua forma autêntica espiralada. Neste momento, o introdutor era desconectado da órtese e removido. Os coelhos foram observados e sacrificados oito a 10 semanas após a colocação da órtese. Os animais foram alocados em dois grupos: no grupo A (n=10) a órtese foi removida e o animal imediatamente sacrificado; no grupo B (n=8), os animais foram sacrificados com a órtese dentro da via aérea. A órtese de nitinol foi bem tolerada pelos animais, que aumentaram de peso durante o acompanhamento e não apresentaram nenhum sinal ou sintoma de obstrução respiratória. Broncoscopia mostrou aumento de secreção logo após a inserção da órtese, mas com diminuição significativa da mesma no decorrer do acompanhamento. Não foi evidenciada inflamação grosseira ou formação de tecido de granulação. Estudo histológico não mostrou alteração inflamatória da mucosa ou qualquer alteração evidente da cartilagem traqueal. A remoção da órtese foi feita sem dificuldade ou complicações. Uma pequena pinça era aplicada à porção proximal da órtese, e um diminuto cateter plástico era introduzido e colocado em contato com a órtese. Dois a três mililitros de solução de álcool a 80%, numa temperatura de seis graus centígrados, eram então infundidos através deste tubo plástico. A órtese rapidamente transformava-se na forma retilínea e era removida através do broncoscópio.

Embora ainda sem utilização clínica, a órtese construída com nitinol pode, futuramente, oferecer uma boa opção de material para a construção de órteses para a via aérea (136).

**3. HIPÓTESE**

---

**“A órtese de Palmaz inserida na traquéia normal e imediatamente operada de gatos adultos e filhotes mantém a permeabilidade da via aérea, não provoca manifestações clínicas respiratórias ou digestiva e acarreta pequeno risco de complicações”.**

**4. OBJETIVOS**

---



#### 4.1 Objetivo geral

- Avaliar a repercussão clínica, endoscópica e histológica do uso da órtese de Palmaz na traquéia intratorácica normal e previamente operada de gatos adultos e filhotes.

#### 4.2 Objetivos específicos

a) Avaliar as manifestações clínicas e endoscópicas ocasionadas pelo uso intratorácico da órtese de Palmaz na traquéia normal e previamente operada de gatos adultos e filhotes;

b) Avaliar radiologicamente a localização e o grau de expansão da órtese de Palmaz, imediatamente após a sua inserção e durante a sua permanência na traquéia normal ou previamente operada de gatos adultos e filhotes;

c) Determinar as modificações macroscópicas na região traqueoesofágica, provocadas pela colocação da órtese de Palmaz na traquéia intratorácica normal ou previamente operada destes animais;

d) Medir os diâmetros, calcular e comparar a área seccional da região de traquéia com órtese de Palmaz, ou da região de traquéia previamente submetida à cirurgia, com a área de traquéia normal de gatos adultos e filhotes;

e) Caracterizar as modificações histológicas ocorridas na traquéia intratorácica normal ou previamente operada de gatos adultos e filhotes, após inserção e permanência da órtese de Palmaz;

f) Comparar as manifestações clínicas, endoscópicas e radiológicas, bem como as alterações histológicas observadas nos animais do mesmo grupo sacrificados em 5 ou 10 semanas.

g) Naqueles gatos submetidos à cirurgia traqueal, caracterizar e comparar as alterações histológicas observadas naqueles animais com órtese de Palmaz com as alterações ocorridas naqueles animais sem órtese.

## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

## 5.1 Delineamento do estudo

Realizou-se um estudo experimental para a avaliação da órtese de Palmaz em traquéias normais e previamente submetidas a algum procedimento cirúrgico. Foram estudados quatro grupos de gatos. No grupo I, a órtese foi inserida na traquéia normal de animais adultos; no grupo II, a órtese foi colocada na traquéia normal de filhotes; no grupo III, a órtese foi inserida imediatamente após secção e sutura traqueal e, no grupo IV, após fechamento com pericárdio de um defeito retangular realizado na parede traqueal. Em cada grupo de animais submetidos a cirurgia, a órtese foi colocada nos dez primeiros; nos cinco animais operados a seguir, a órtese não foi inserida, tendo os mesmos sido utilizados como controle cirúrgico. Comparando-se os achados endoscópicos, radiológicos e patológicos das regiões de traquéia com órtese com aquelas sem órtese, bem como os achados patológicos daquelas regiões de traquéia com cirurgia e órtese com aquelas com cirurgia e sem órtese, foram avaliadas as alterações ocasionadas pela presença da órtese de Palmaz na traquéia normal e previamente operada do gato. Também foram comparadas as alterações provocadas pelo uso da órtese durante 5 ou 10 semanas, determinando-se se havia diferença entre estes dois subgrupos de animais.

## 5.2 Amostra

### 2.1 Animais

O estudo experimental foi realizado em gatos (*Felix domesticus*). Foram utilizados animais de ambos os sexos, adultos e filhotes, com peso entre 1,4 e 5,4 kg. Animais filhotes tinham menos de 6 meses de idade; os adultos tinham 6 meses ou mais. Os gatos eram comprados de fornecedores especiais de animais estritamente para pesquisa (Canadá e Estados Unidos), e eram mantidos em observação por no mínimo 10 dias antes de qualquer procedimento. Neste período era averiguada a vacinação e a condição geral de saúde dos animais, permitindo-se uma adaptação do animal ao novo ambiente.

### 2.2 Grupos

Um total de 50 gatos foi utilizado neste estudo. De acordo com o tipo de procedimento realizado, os animais foram divididos em 4 grupos diferentes :

#### **Grupo I**

Após a anestesia de dez (n=10) gatos adultos, a órtese foi inserida na traquéia intratorácica através do broncoscópio 4,0 mm e expandida com cateter-balão de 15 mm de diâmetro.

Os animais que morressem durante o período de observação seriam submetidos a necropsia, e a causa da morte era investigada.

### **Grupo II**

Neste grupo foram utilizados dez (n=10) gatos filhotes. Através dos broncoscópios 3,0 ou 3,5 mm, a órtese acoplada a um cateter-balão de 8 mm de diâmetro foi introduzida e expandida na traquéia intratorácica dos animais.

### **Grupo III**

Neste grupo foram utilizados quinze (n=15) gatos adultos. Através de toracotomia, a traquéia intratorácica foi incisada transversalmente na sua metade anterior e imediatamente suturada. Em dez destes animais foi inserida a órtese de Palmaz, usando-se cateter-balão de 8 mm de diâmetro. Nos animais restantes não foi colocada órtese, tendo sido reservados como controle.

### **Grupo IV**

Neste grupo foram utilizados quinze (n=15) gatos adultos. Inicialmente foi coletada uma porção retangular de pericárdio. Posteriormente, foi realizado um defeito retangular padrão na parede anterior da traquéia, de 1,4 cm por 0,7 cm, que foi fechado com o pericárdio previamente retirado. Após a cirurgia, a órtese foi inserida em dez animais, utilizando-se um cateter-balão de 8 mm de diâmetro. A órtese não foi colocada nos animais restantes, tendo os mesmos sido utilizados como controle.

Dos animais sobreviventes, metade deles com órtese foi sacrificada após 5 semanas, e a outra metade após 10 semanas. Todos os animais dos grupos controle (sem órtese) foram sacrificados 10 semanas após o procedimento cirúrgico.

## **2.3 Tamanho da amostra**

Não foi realizado cálculo do tamanho da amostra, pois, devido ao ineditismo deste estudo, não havia nenhum trabalho prévio que fornecesse as características das variáveis estudadas. Optou-se pela utilização de dez animais por grupo, como proposta de uma amostra piloto. Nas comparações entre as áreas traqueais, o poder estatístico dos testes utilizados neste estudo variou de 4 a 100%. Nas comparações em que não foi observada diferença estatística significativa, o poder dos testes variou de 50 a 96%.

## **5.3 Material**

Neste estudo foi utilizada órtese concebida originalmente por Julio Palmaz (103). Fabricada com aço inoxidável e com o formato de uma malha tubular, ela é disponível em diferentes tamanhos (30, 20 ou 10 mm) e diâmetros internos (3,4 e 2,5 mm). Estes diâmetros correspondem à forma fechada da órtese. Com o auxílio de um cateter-balão introduzido através dela, a órtese pode alcançar vários diâmetros internos após a expansão do balão (FIGURA 10). O diâmetro final da órtese depende do calibre do balão utilizado para sua expansão. O comprimento do balão também é importante: ele deve ser

igual ou maior do que o comprimento da órtese para proporcionar uma expansão uniforme de toda a extensão da órtese.

Neste experimento foram utilizadas órteses de 30 mm de comprimento e 3,4 mm de diâmetro interno (Johnson & Johnson Interventional Systems Co., Warren, New Jersey, USA), acopladas a cateteres com balões de 8 ou 15 mm de diâmetro interno (Medi-tech, Boston, Massachusetts, USA). Estes cateteres com balonete possuem duas conexões na extremidade proximal: uma para injeção de líquido através da abertura distal do cateter, e outra para injeção e dilatação do balão localizado na porção distal do cateter.

O material de videoendoscopia utilizado neste estudo, composto por broncoscópios rígidos de 3,0, 3,5 e 4,0 mm, lentes ópticas Hopkins 0 de 2,5 e 4 mm, monitor de vídeo 16 polegadas e videocassete, eram da marca Storz (Karl Storz Endoscopy-America Inc., Culver City, California, USA).

Naqueles animais que necessitassem intubação traqueal para adequado controle da via aérea, tubos endotraqueais com balonete (Sheridan Catheter Corp., New York, USA) de 2,5, 3,0 ou 3,5 mm foram utilizados.

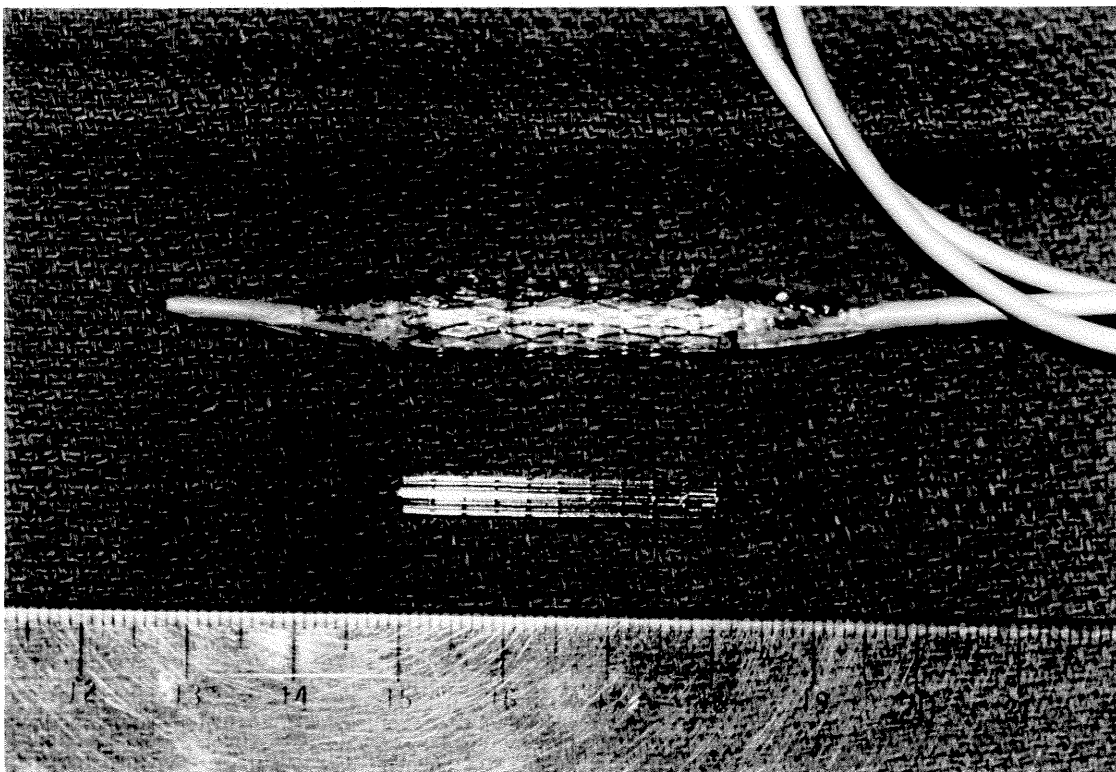


FIGURA 10 - Órtese de Palmaz: forma não-expandida (abaixo) e expansão após inflado balonete (acima).

## 5.4 Técnicas empregadas

### 5.4.1 Anestesia

Os gatos permaneceram em jejum durante 24 horas antes do procedimento cirúrgico, a fim de evitar aspiração durante a anestesia. Os animais foram premedicados com Acmezine® (1 ml = ketamine 5 mg + atropina 0,075 mg + acepromazine 1 mg), na dose de 1 ml/kg. A indução anestésica foi realizada numa campânula especial fechada com halotano a 3%. Após o animal estar adormecido, ele era colocado em decúbito dorsal e através de laringoscopia direta com laringoscópio de lamina reta número 2 (Welch Allyn, Mississauga, Ontário, Canadá) era realizada anestesia tópica da laringe e região subglótica com lidocaína aerossol (Astra Pharma Inc., Mississauga, Ontário, Canadá), na dose de 4 mg/kg. Halotano a 3% era a seguir administrado por máscara anestésica. Assim que o animal estivesse num plano anestésico adequado, a traquéia era intubada sob visão direta com broncoscópio 3,0 ou 3,5 mm nos gatos filhotes e 4,0 mm nos adultos. O broncoscópio era conectado a um ventilador a volume (Isolette, Warmister, Pennsylvania, USA), e a anestesia era então mantida com uma mistura de halotano a 1,5%, óxido nitroso a 40% e oxigênio a 60%, num volume corrente de 15 ml/kg e numa frequência ventilatória de 10-15 movimentos por minuto.

Durante a colocação da órtese, a frequência cardíaca dos animais era monitorizada através de um medidor audível de pulso periférico (Voltek Enterprises, Willowdale, Canadá) colocado sobre a artéria radial do animal. Nos animais submetidos à toracotomia, Ringer lactato era administrado através de um cateter introduzido na veia cefálica do animal - Angiocath® calibre 22 (Becton Dickinson Vascular Access, Sandy, Utah, USA).

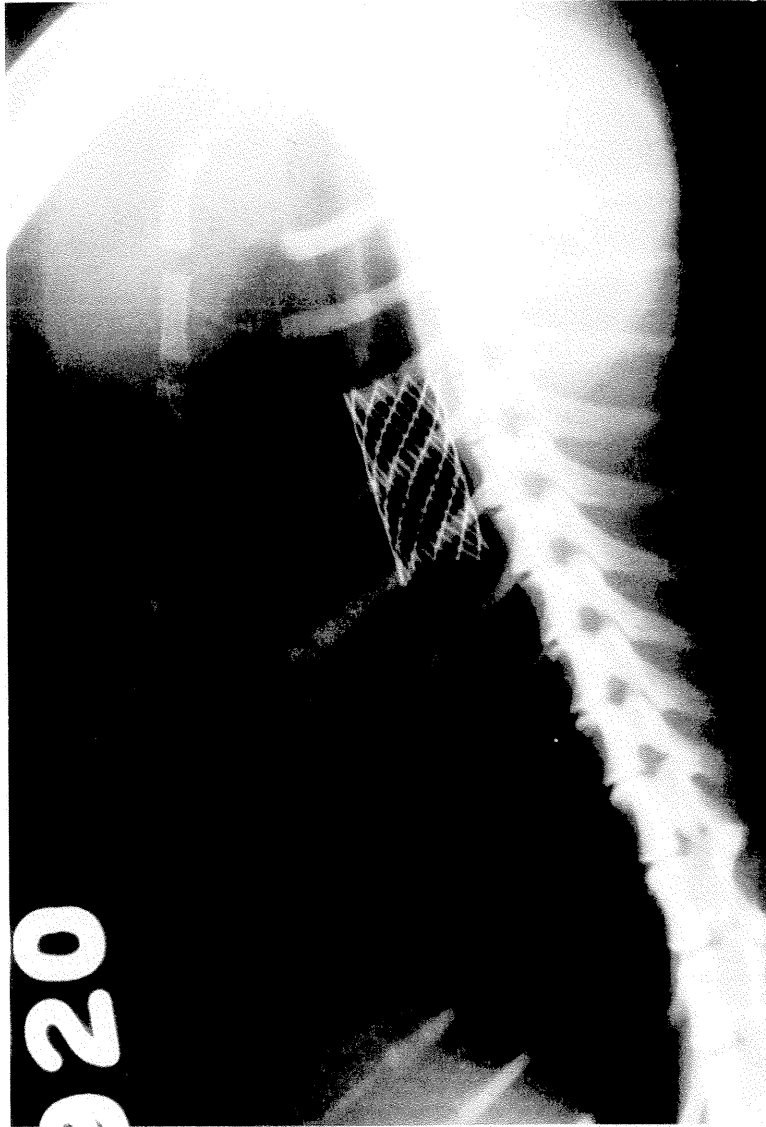
Para a realização das avaliações endoscópicas e radiológicas posteriores, os animais eram novamente monitorizados e anestesiados como durante a inserção da órtese. Entretanto, nenhuma veia periférica era puncionada.

No final do procedimento, após os animais apresentarem respiração espontânea, o broncoscópio era removido. Se apresentassem alguma dificuldade ventilatória, os animais eram inicialmente ventilados com máscara. Caso persistisse a disfunção ventilatória, os animais eram intubados com tubos endotraqueais com balonete. Quando necessário, tubos de 2,5 mm eram usados nos filhotes, e tubos de 3,0 mm ou 3,5 mm eram usados nos animais adultos.

### 5.4.2 Colocação da órtese

A órtese era colocada com os animais posicionados em decúbito dorsal (gatos sem cirurgia intratorácica - Grupos I e II) ou decúbito lateral esquerdo (animais submetidos a toracotomia e cirurgia traqueal - Grupos III e IV). Antes de iniciar o procedimento, a órtese era acoplada ao balonete localizado na porção distal do cateter. Tomava-se cuidado para não perfurar o balonete com as pontas metálicas das extremidades da órtese. Foi

muito útil a umidificação desta porção do cateter com geléia lubrificante (Ingram & Bell Medical, Don Mills, Ontário, Canadá), a fim de facilitar sua introdução através da órtese.



**FIGURA 11** - Radiografia torácica imediatamente após a colocação da órtese de Palmaz em um animal do grupo I. Observe a distensão demasiada da órtese e da traquéia subjacente.

A órtese acoplada ao cateter-balão era então introduzida através do broncoscópio. Cateteres com balonete de 15 mm de diâmetro foram usados para distender os órteses nos

animais do Grupo I, e cateteres com 8 mm foram usados nos demais grupos. Sob controle fluoroscópico, a órtese acoplada ao cateter-balão era posicionada no lugar desejado. Imediatamente antes da expansão da órtese, o broncoscópio era tracionado (sem modificar a posição intratorácica do cateter) o suficiente para manter a órtese, juntamente com o cateter-balão acoplado, fora do interior do broncoscópio. O balonete era então expandido com soro fisiológico, através de uma seringa de 10 ml conectada à porção proximal do cateter. Não foi realizada nenhuma avaliação da pressão no balão provocada pela injeção do soro fisiológico. O balonete era totalmente inflado com a máxima quantidade possível de líquido. O balão era mantido inflado por 5 a 7 segundos, quando era então desinflado e o cateter removido. Videoendoscopia (com gravação em fita de videocassete) era realizada após adequada ventilação do animal, com o objetivo de averiguar a posição e a expansibilidade da órtese. Caso necessário, a órtese poderia ser redilatada por meio da reintrodução do cateter-balão; modificações da posição da órtese eram difíceis após a sua completa dilatação. Radiografias em posições antero-posterior e perfil eram realizadas imediatamente após a endoscopia, com o animal ainda anestesiado (FIGURAS 11 e 12).

Ao término do procedimento, o gato era colocado na sala de recuperação anestésica, onde era aquecido e observado durante o período de recuperação. Quando estivesse completamente acordado, ele era conduzido a uma gaiola individual, com liberdade para ingestão de líquidos ou sólidos.

#### 5.4.3 Cirurgia Traqueal

Os animais submetidos a toracotomia (Grupos III e IV) eram posicionados em decúbito lateral esquerdo, mantendo-se a intubação traqueal com o broncoscópio 4,0 mm. Cefalotina (50 mg/kg/dose) foi usada endovenosamente como antibioticoterapia profilática. Succinilcolina endovenosa (dose de 2 mg/kg) foi administrada imediatamente antes da incisão cirúrgica.

Nos animais do Grupo III, após uma toracotomia posterolateral direita, a traquéia intratorácica foi abordada através da abertura do segundo espaço intercostal. A pleura mediastinal foi incisada, e a traquéia localizada a 2-3 cm da carina foi dissecada lateralmente. Uma incisão transversa foi realizada na metade anterior da traquéia, entre as cartilagens traqueais, seguida do fechamento desta área com 4 pontos interrompidos de vicril 4-0 (Ethicon, Johnson & Johnson Co, Peterborough, Canadá). Pequena quantidade de soro fisiológico foi colocada na região cirúrgica, e a presença de vazamento na área da sutura foi averiguada através da insuflação pulmonar. Após fechamento da pleura mediastinal com vicril 4-0, um clipe metálico (Edward Weck & Co, North Caroline, USA) foi colocado na pleura junto à área do fechamento da abertura traqueal. Sob controle fluoroscópico, a órtese foi expandida na traquéia intratorácica de dez animais operados, cuidando-se para manter o clipe metálico exatamente na porção média da órtese. Em cinco animais não foi colocada órtese, sendo reservados para controle. A cavidade torácica era então fechada como descrito a seguir.





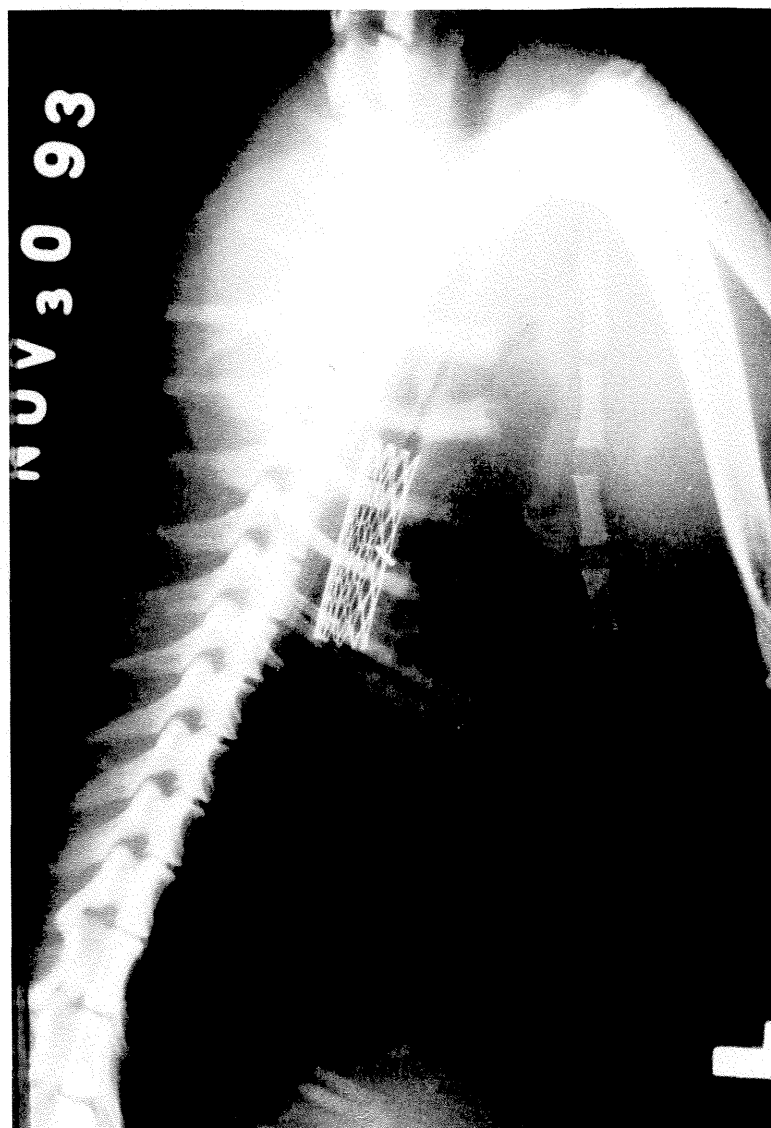
**FIGURA 12 - Radiografia de tórax realizada imediatamente após a colocação da órtese de Palmaz em um animal do grupo II.**

Os animais do Grupo IV submeteram-se à mesma incisão cirúrgica do grupo anterior. Após secção da musculatura torácica, a cavidade foi inicialmente aberta no quarto espaço intercostal, que no gato permite acesso direto à porção lateral direita do coração. Através de dissecação cuidadosa, uma porção retangular de pericárdio (3 cm de comprimento por 1,5 cm de largura) era então removida. O nervo frênico direito era sempre identificado e cuidadosamente protegido de qualquer lesão cirúrgica. O pericárdio retirado era colocado em uma cuba-rim com soro fisiológico. Através da mesma incisão

muscular, a cavidade torácica era novamente aberta no segundo espaço intercostal. A pleura mediastinal era incisada e a porção distal da traquéia intratorácica era liberada anterolateralmente. Após adequada liberação da traquéia distal, um defeito era criado através da ressecção de uma porção anterior da parede traqueal. Através de um molde padrão determinado previamente, todos os animais deste grupo submeteram-se à ressecção de uma porção retangular de traquéia de 1,4 cm de comprimento por 0,7 cm de largura. Este defeito correspondia exatamente à ressecção de três porções de três anéis cartilagosos da traquéia. A porção distal do defeito traqueal localizava-se a 2-3 cm da carena. Após ressecção da parede traqueal, a ponta do broncoscópio era cuidadosamente avançada além da porção inferior do defeito, a fim de diminuir o vazamento de ar e possibilitar adequada ventilação do animal.

O pericárdio previamente coletado era dobrado sobre si mesmo de modo a formar uma dupla camada de formato retangular. Quatro pontos de dextran 6-0 (Davis & Geck Inc., Manati, USA) eram colocados nos ângulos e reparados, preservando-se as agulhas para posterior utilização. O tamanho da porção preparada de pericárdio era comparado ao do defeito traqueal, e o excesso de pericárdio era removido. O pericárdio era então retirado do soro fisiológico através de tração exercida nos quatro pontos previamente reparados, e era então colocado sobre um campo cirúrgico junto à incisão torácica. Esta porção de pericárdio era mantida úmida através da freqüente instilação de soro fisiológico; evitou-se cuidadosamente manipular o pericárdio com pinças. As agulhas dos dois pontos superiores dos ângulos do pericárdio eram então individualmente passadas na traquéia, junto aos respectivos dois pontos superiores do ângulo do defeito traqueal, mantendo-se o nó na porção externa da traquéia. Estes dois pontos eram amarrados. Pontos semelhantes eram também colocados respectivamente entre os dois ângulos inferiores do pericárdio coletado e os dois ângulos inferiores do defeito traqueal e amarrados, mantendo-se o nó também externamente à traquéia. Após ter os quatro ângulos do pericárdio fixados à parede traqueal, sutura contínua com dextran 6-0 (Davis & Geck Inc., Manati, USA) era realizada, cobrindo todo o defeito traqueal. Tomou-se cuidado para incluir as duas camadas de pericárdio na sutura contínua. Como esta etapa da cirurgia era realizada com a ponta do broncoscópio abaixo do defeito traqueal, não houve problemas de ventilação do animal durante o procedimento.

Após término da traqueoplastia, a pleura mediastinal era aproximada com pontos separados de dextran 6-0 (Davis & Geck Inc., Manati, USA). Um clipe metálico (Edward Weck & Co, North Caroline, USA) era colocado junto ao limite superior da traqueoplastia e outro no limite inferior. Sob controle fluoroscópico, a órtese foi inserida em dez animais; em cinco não foi colocada órtese, tendo sido utilizados como controle. No momento da introdução da órtese acoplada ao cateter-balão, era importante que a ponta distal do broncoscópio estivesse distal à porção inferior da traqueoplastia. Isto evitava que a ponta do cateter entrasse em contato com a zona traqueal previamente operada, excluindo-se a possibilidade de perfuração na área da traqueoplastia. Assim que a ponta do cateter-balão era visualizada no monitor durante a realização de fluoroscopia, o broncoscópio era tracionado proximalmente. A órtese era então ajustada para ficar na região dos cliques metálicos; o balão era em seguida inflado com soro fisiológico, e a órtese distendida. Pequena quantidade de soro fisiológico era instilada na região cirúrgica para averiguar a presença de vazamento de ar.



**FIGURA 13 - Radiografia torácica realizada após a colocação da órtese de Palmaz em um animal do grupo III. Observe o clipe metálico na região da cirurgia.**

Após término da cirurgia traqueal intratorácica, bloqueio intercostal era realizado com marcaína (2-3 mg/kg). As costelas dos espaços intercostais abertos eram aproximadas com vicril 2-0 (Ethicon, Johnson & Johnson Co, Peterborough, Canadá), e a cavidade torácica era fechada por planos com vicril 3-0 (Ethicon, Johnson & Johnson Co,

Peterborough, Canadá) sobre um cateter 10 F intrapleurar (Argyle Co., St. Louis, Missouri, USA). Após fechamento do plano muscular, a ponta externa do tubo intrapleurar era imersa num recipiente com soro fisiológico e o pulmão era completamente expandido através da insuflação manual de gases anestésicos. Em alguns animais, a completa expansão do pulmão não era conseguida porque ocorria vazamento de gases anestésicos em volta do broncoscópio. Nestes animais era necessária a retirada do broncoscópio e a colocação de um tubo endotraqueal 3,0 ou 3,5 mm com balonete, com o animal em decúbito lateral esquerdo. Assim que todo o ar intrapleurar fosse removido, o cateter intrapleurar era retirado. A pele era então fechada com ponto subcuticular de vicril 4-0 (Ethicon, Johnson & Johnson Co, Peterborough, Canadá).

Após terminada a cirurgia, o animal era posicionado novamente em decúbito dorsal, e era realizada endoscopia para avaliar a posição e distensão da órtese. Radiografia do tórax era realizada a seguir, semelhante aos grupos anteriores (FIGURAS 13 e 14).

Após os procedimentos, os animais eram colocados na sala de recuperação anestésica. Eles eram aquecidos e continuavam monitorizados. Todos receberam antibiótico (Penicilina Benzatina e Procaina - 150.000 U de cada para cada animal) e analgésico (buprenorfina - 0,01 mg/kg) intramuscular. Assim que estivessem bem acordados, eles eram liberados para suas gaiolas individuais. Dieta líquida e sólida era a seguir oferecida.

#### 5.4.4 Endoscopia respiratória

Antes da realização do procedimento endoscópico, o número do animal e a data da endoscopia eram registradas na fita de vídeo, imediatamente antes do lugar onde as imagens da endoscopia seriam posteriormente gravadas.

Todos os animais deste estudo submeteram-se a endoscopia com broncoscópio rígido. Depois de receberem anestesia e serem intubados com broncoscópio, como descrito previamente, os animais eram colocados num plano anestésico que possibilitasse ventilação espontânea. A lente óptica Hopkins O graus, previamente conectada à câmera de vídeo e ao videocassete, era introduzida através do broncoscópio, e as imagens endoscópicas eram gravadas. Foram obtidas imagens da traquéia sem órtese e com órtese, e de zona da traquéia previamente operada.

Terminado o exame, o broncoscópio era retirado, e a condição respiratória era avaliada. Se necessário, o animal recebia oxigênio através de máscara ou, nos casos extremos, era intubado com tubo endotraqueal com balonete 2,5 mm nos filhotes e 3,0 ou 3,5 mm nos adultos.



**FIGURA 14 - Radiografia de tórax realizada após a colocação da órtese em um animal do grupo IV. Observe os cliques metálicos delimitando a zona da traqueoplastia.**

#### **5.4.5 Procedimentos radiológicos do tórax**

A fluoroscopia durante a inserção ou manipulação da órtese foi realizada em máquina de raio-x portátil (Philips Medical System, Scarborough, Ontário, Canadá). O aparelho era conduzido até a sala de cirurgia no momento da colocação ou manipulação da órtese, e acionado. Através de um controle manual, a imagem aparecia numa tela de televisão acoplada. A imagem na tela poderia ser modificada através de mudanças de

posição do aparelho ou do próprio animal na mesa cirúrgica; a imagem também poderia ser interrompida ou continuada através do controlador manual.

As radiografias simples do tórax foram feitas em aparelho estático (Siemens Electric Limited, Mississauga, Ontário, Canadá), usando-se 47 kilovolts e 2,5 miliamper por segundo. As radiografias foram obtidas após o término da cirurgia ou da endoscopia. O animal era extubado e, ainda sob efeito anestésico, conduzido até a sala de raio-x. O gato era colocado sobre um cartucho com filme Kodak de 25,4 por 30,5 cm (Medtec, Mississauga, Ontário, Canadá), e o tubo de radiação era posicionado a 81 centímetros acima do filme. O acionador do aparelho era também controlado através de um dispositivo manual. Após realização da radiografia, o animal era conduzido para a sala de recuperação. O filme era então revelado num processador Kodak (Medtec, Mississauga, Ontário, Canadá) localizado no próprio laboratório.

#### 5.4.6 Sacrifício e necropsia

Os animais que terminassem o período de observação ou que apresentassem alguma situação de sofrimento intratável eram sacrificados. Para sacrifício era utilizado pentobarbital de sódio intravenoso (dose 100 mg/kg).

Necropsia foi realizada em todos os animais do estudo. Após sacrifício, uma abertura foi feita no tórax, com secção e remoção do esterno e todas as costelas localizadas na região anterior do tórax. Abertura semelhante era realizada na região cervical, com retirada de pele e músculos localizados anteriores à laringe e traquéia. Isto permitia a visão completa de toda a laringe e da traquéia cervical e intratorácica. O aspecto macroscópico da traquéia era observado e fotografado. A traquéia intratorácica e ambos os brônquios principais eram então removidos e colocados em solução fixadora.

#### 5.4.7 Estudos macroscópico e microscópico

As traquéias obtidas na necropsia eram colocadas em solução fixadora de Klotz, que era previamente preparada no laboratório de patologia. A solução continha formaldeído a 37% (600 ml), hidrato de cloral (600 g) e sal de calsbalt (600 g). O último era composto por sulfato de sódio (110 g), bicarbonato de sódio (110 g), cloreto de sódio (90 g), nitrato de potássio (180 g) e sulfato de potássio (10 g).

Assim que a traquéia imersa em solução de Klotz chegasse ao laboratório de patologia, silicone plástico (Heathco Inc., Boston, Massachusetts, USA) era injetado no seu interior. Este silicone era preparado através da mistura de duas formas diferente de silicone líquido: básico e acelerador. Com o auxílio de uma seringa, esta mistura era injetada no interior da traquéia e brônquios principais. Através de uma reação química, os silicones misturados tornavam-se sólidos em cerca de 3 minutos, mantendo o contorno exato daquelas estruturas. A traquéia e brônquios eram abertos longitudinalmente na porção membranosa. O silicone com o formato interno da luz traqueal era posteriormente

utilizado para medida dos diâmetros das diferentes regiões da traquéia. Estas medidas foram obtidas em milímetros, usando-se um calibrador digital (Mitutoyo Corporation, Tokyo, Japan). Diâmetros sagital e longitudinal foram obtidos no silicone e utilizados posteriormente para cálculo da área traqueal.

Cortes longitudinais macroscópicos foram realizados nas regiões de traquéia normal e operada, com e sem órtese. Estas regiões traqueais correspondiam exatamente àquelas regiões do silicone utilizadas para medida dos diâmetros traqueais. Este material era posteriormente processado (desidratado, limpo e embebido em parafina), sendo realizados cortes de 4 micrômetros de espessura com micrótomo. Este tecido então era colocado em lâmina e corado com hematoxilina e eosina. As lâminas foram posteriormente avaliadas por um único patologista, com reconhecida capacidade em estudo patológico de doenças da via aérea. O patologista desconhecia o grupo do animal, bem como a técnica de inserção da órtese, no momento da avaliação das lâminas.

## 5.5 Variáveis em estudo

### 5.5.1 Variáveis coletadas através de avaliação clínica

O peso corporal em gramas foi verificado imediatamente antes da inserção da órtese ou da realização do procedimento cirúrgico, antes das avaliações realizadas em 2, 5 semanas naqueles gatos sacrificados em 5 semanas, e 2, 5, 8 e 10 semanas naqueles animais sacrificados em 10 semanas.

As seguintes manifestações clínicas específicas do aparelho respiratório eram cuidadosamente pesquisadas:

*estridor* - definido como o ruído audível na via aérea superior durante a fase inspiratória e/ou expiratória da ventilação;

*tosse* - definida como a expulsão súbita e ruidosa de ar pela boca, visando a eliminação de qualquer material estranho da via aérea;

*hemoptise* - definida como a expectoração de sangue;

*sibilância* - presença de ruído inspiratório ou expiratório audível na via aérea inferior.

Foi também avaliado sinal clínico específico do aparelho digestivo:

*recusa alimentar* - animal não se alimentava através da boca, apesar do alimento ser fornecido em abundância.

### 5.5.2 Variáveis coletadas através de endoscopia

#### 5.5.2.1 Endoscopia respiratória

Endoscopia rígida traqueal foi realizada em todos os animais do estudo, imediatamente após o procedimento de inserção da órtese ou da cirurgia traqueal.

Naqueles gatos sacrificados em 5 semanas, a endoscopia também foi feita em 2 e 5 semanas após a inserção da órtese; naqueles animais sacrificados em 10 semanas (com e sem órtese), a endoscopia também foi realizada em 2, 5, 8 e 10 semanas após a inserção da órtese ou da realização do procedimento cirúrgico. O exame endoscópico avaliava:

*distensão da órtese* - a órtese era considerada adequadamente expandida quando sua superfície externa tocava na parede traqueal; quando sua parede externa não tocava a traquéia, a órtese era considerada não adequadamente expandida.

*colapso da órtese* - considerada quando a órtese apresentava colapso de suas paredes em sentido anteroposterior ou lateral. Poderia ser parcial, quando apenas uma porção proximal ou distal colapsava, ou total, quando toda a extensão da órtese apresentava colapso.

*tecido de granulação* - definido como elevações avermelhadas puntiformes da mucosa traqueal, presentes na zona da órtese ou na região previamente submetida a cirurgia. Quando presente, o tecido de granulação era medido subjetivamente através da endoscopia, determinando-se o quanto da luz traqueal era obstruída pela presença do tecido de granulação. O tecido de granulação era então classificado em: Grau 0 - ausência de tecido de granulação; Grau 1 - obstruía menos de 5% da luz; Grau 2 - obstruía de 5 a 25% do diâmetro traqueal; Grau 3 - obstruía de 26 a 50% do diâmetro traqueal; Grau 4 - obstrução de 51 a 75 % da luz traqueal.

*secreção* - quando era observada secreção intratraqueal, era avaliada a coloração e a quantidade desta secreção.

*cobertura da órtese por mucosa traqueal* - quando a porção interna da órtese era coberta em toda a sua extensão por mucosa traqueal, a cobertura foi definida como total; a cobertura foi definida como parcial quando a mucosa traqueal cobria somente alguma porção da superfície interna da órtese.

*estenose traqueal* - diminuição de calibre na região de traquéia operada ou não, com ou sem órtese, em relação à traquéia adjacente normal foi avaliada também por endoscopia. A extensão da estenose, como o tecido de granulação, era determinada subjetivamente através da endoscopia. A estenose foi então classificada em: Grau 0 - ausência de estenose traqueal; Grau 1 - estenose com obstrução de menos de 5% da luz; Grau 2 - estenose com obstrução de 5 a 25% do diâmetro traqueal; Grau 3 - estenose de 26 a 50% do diâmetro traqueal; Grau 4 - estenose de 51 a 75 % da luz traqueal.

### 5.5.2.2 Procedimento endoscópico

Naqueles animais em que a órtese não estava adequadamente expandida, o cateter-balão era recolocado e era tentada redilação da órtese. O cateter era introduzido; sob fluoroscopia o balão era colocado ao nível da órtese. Sob controle fluoroscópico, o balão era expandido com uma seringa contendo soro fisiológico. A redilação foi definida como *com sucesso* quando a órtese era adequadamente redilatada, e sua parede externa tocava a parede interna da traquéia. A redilação foi definida como *sem sucesso* quando não se obtinha reexpansão da órtese, que continuava sem tocar a parede interna da traquéia.



### 5.5.2.3 Endoscopia digestiva

Naqueles animais que apresentavam recusa alimentar, esofagoscopia era realizada com a intenção de excluir qualquer obstrução ou inflamação esofágica. O exame foi realizado com o mesmo material utilizado para a endoscopia respiratória. O animal era submetido a anestesia geral através de intubação traqueal com tubo com balonete. Cuidadoso exame era realizado naquela região do esôfago adjacente à traquéia com órtese, e a presença de qualquer obstrução era registrada.

### 5.5.3 Variáveis coletadas através da Radiografia de tórax

Radiografias do tórax foram realizadas depois da inserção da órtese e dos procedimentos endoscópicos. Os exames radiológicos avaliavam a distensão da órtese e sua posição intratraqueal. Naqueles animais submetidos a cirurgia traqueal, a radiografia de tórax também avaliava a posição da órtese em relação à região operada, marcada com clipe metálico no momento do procedimento cirúrgico. Cada exame era comparado com o anterior, registrando-se diferenças na expansão e posição da órtese.

*posição da órtese* - em cada exame era averiguada a distância da porção inferior da órtese à carena. Esta distância era comparada com aquela do exame anterior. Se a distância entre a porção inferior da órtese e a carina do último exame fosse maior do que o exame anterior, era definido que a órtese tinha se movimentado para cima; se a mesma distância fosse menor, era definido que a órtese tinha se deslocado para baixo. A distância de deslocamento da órtese no interior da traquéia foi dividida em dois grupos: animais em que a órtese deslocava-se menos de um centímetro e animais em que a órtese deslocava-se um ou mais centímetros.

*distensão da órtese* - a órtese era definida como adequadamente expandida quando as suas paredes externas tinham se expandido igualmente, assumindo uma forma tubular; a expansão da órtese foi definida como não-adequada quando ela era desigual.

*colapso da órtese* - considerada quando a órtese apresentava colapso de suas paredes em sentido anteroposterior ou lateral. Poderia ser parcial, quando apenas uma porção proximal ou distal colapsava, ou total, quando toda a extensão da órtese apresentava colapso.

*pneumotórax* - definido como a presença de ar livre no espaço pleural.

*enfisema subcutâneo* - definido como a presença de ar livre no tecido subcutâneo.

## 5.5. 4 Variáveis obtidas através de necropsia e exame histológico

### 5.5.4.1 Macroscopia

Durante o sacrifício do animal, era realizado exame macroscópico da traquéia e esôfago. Deu-se atenção à avaliação da presença de perfuração traqueal pela órtese e o

grau de aderência entre as porções posterior da traquéia e anterior do esôfago. Perfuração ocasionada pela órtese foi definida pela visualização de alguma porção da órtese fora da parede traqueal. A região entre a traquéia posterior e o esôfago anterior foi definida como normal quando aquelas estruturas eram facilmente separadas através de dissecação; esta região foi definida como anormal quando havia firme aderência entre porções de esôfago e traquéia, com nítida dificuldade de separação das mesmas através de dissecação.

Utilizando o silicone previamente injetado no interior da traquéia, foram realizadas medições dos diâmetros longitudinal e transversal de determinadas regiões traqueais. Nos animais sem cirurgia prévia e com órtese, as medidas foram realizadas na região correspondente à porção de traquéia localizada na região média da órtese. Nos gatos com cirurgia prévia, as medidas foram realizadas na zona correspondente à porção central da região cirúrgica (animais com ou sem órtese). Diâmetros das regiões de traquéia normal localizadas a 2 cm acima da órtese (animais com órtese) ou 3 cm acima da prévia cirurgia (animais sem órtese) também foram obtidos. A área destas regiões de traquéia era posteriormente calculada usando-se a seguinte fórmula (3):

$$\text{Área (mm}^2\text{)} = \pi \times \frac{\text{diâmetro longitudinal(mm)}}{2} \times \frac{\text{diâmetro transversal(mm)}}{2}$$

Na fórmula acima,  $\pi$  foi considerado como 3,141592654.

Naqueles grupos sem cirurgia prévia, as áreas de traquéia com órtese foram comparadas àquelas sem órtese. Nos grupos de animais operados, comparações foram realizadas entre as áreas de traquéia operada com órtese e sem órtese, e entre as áreas da traquéia operada com ou sem órtese com aquelas áreas de traquéia normal.

#### 5.5.4.2 Microscopia

As lâminas, previamente preparadas e coradas com hematoxilina e eosina, foram avaliadas de acordo com cinco diferentes variáveis microscópicas observadas na região de traquéia com órtese ou na região da traquéia anteriormente operada.

*Reação inflamatória* - definida como a presença de células inflamatórias (polimorfonucleares, linfócitos e monócitos) no tecido traqueal. Conforme o grau de inflamação, as traquéias foram classificadas em:

Grau 0 - ausência de inflamação.

Grau 1 - inflamação leve, definida como a presença ocasional de células inflamatórias.

Grau 2 - inflamação moderada, definida como a presença de células inflamatórias num número intermediário entre os graus 1 e 2.

Grau 3 - inflamação grave, com o envolvimento de toda a mucosa por células inflamatórias.

*Epitélio da mucosa respiratória* - definido como o tipo de epitélio que cobria a área traqueal avaliada. Conforme o tipo de epitélio, as traquéias foram classificadas em:

- Grau 0 - epitélio respiratório ciliado normal.
- Grau 1 - metaplasia escamosa focal ou epitélio de regeneração.
- Grau 2 - epitélio com ulceração focal.
- Grau 3 - epitélio com extensa ulceração.

*Tecido de granulação* - definido como a proliferação localizada ou difusa de fibroblastos e endotélio. De acordo com o tamanho do tecido de granulação, as traquéias avaliadas foram classificadas em:

- Grau 0 - ausência de tecido de granulação.
- Grau 1 - ocasionais focos de tecido de granulação.
- Grau 2 - moderada quantidade de tecido de granulação, com alguns apresentando protusão em direção à luz traqueal.
- Grau 3 - presença de tecidos de granulação volumosos, com formação de grandes estruturas vegetantes no interior da traquéia.

*Reação da cartilagem* - definida como aumento da espessura da cartilagem traqueal. Em cada animal, a espessura da cartilagem da área traqueal em estudo era comparada com a espessura da cartilagem de uma zona de traquéia normal (sem órtese e sem cirurgia prévia). Conforme comparação prévia com cartilagem de regiões normais de traquéia, os locais de traquéia em avaliação foram classificados em:

- Grau 0 - espessura semelhante à cartilagem de área traqueal normal.
- Grau 1 - focos com aumento do tamanho da cartilagem até 100% do normal.
- Grau 2 - focos com aumento do tamanho da cartilagem até 200% do normal.
- Grau 3 - focos com aumento do tamanho da cartilagem maior do que 200% do normal.

*Fibrose* - definida como proliferação de fibroblastos e aumento da produção de colágeno. De acordo com o grau de fibrose, as traquéias foram classificadas em:

- Grau 0 - ausência de fibrose.
- Grau 1 - presença de fibrose em área menor do que 2,5 mm<sup>2</sup>.
- Grau 2 - presença de fibrose em área de 2,5 a 5 mm<sup>2</sup>.
- Grau 3 - presença de fibrose em área maior do que 5 mm<sup>2</sup>.

## 5.6 Local de realização do estudo

O trabalho experimental desta tese foi realizado no Instituto de Pesquisas do “The Hospital for Sick Children” de Toronto, Canadá, sob a supervisão do Prof. Robert Filler. A análise dos dados e a redação final foram realizados em Porto Alegre, sob a orientação do Prof. Bruno Palombini.

## 5.7 Análise dos dados

As variáveis quantitativas são apresentados como média  $\pm$  desvio padrão. Teste *t emparelhado* de Student foi realizado para comparação estatística entre a área de traquéia com órtese (com e sem cirurgia) e traquéia normal (sem órtese), entre a área de traquéia com cirurgia e sem órtese (controle) e a traquéia normal (sem cirurgia), e também para comparar o peso do animal no momento da colocação da órtese e sacrifício. Teste *t não-emparelhado* de Student foi realizado para comparar áreas traqueais de animais do mesmo grupo, porém sacrificados em tempos diferentes (5 ou 10 semanas). Teste *exato de Fisher bi-caudal* foi realizado para comparar alterações histológicas observadas nos animais do mesmo grupo, porém sacrificados em 5 ou 10 semanas, e também para comparar alterações entre aqueles animais operados em que a órtese foi ou não inserida. As diferenças foram consideradas significativas quando “p” era menor ou igual a 0,05 .

Os dados coletados foram armazenados no programa FileMaker Pro (1991) para Macintosh. Os dados numéricos utilizados nos testes estatísticos podem ser observados em tabela apresentada no Apêndice. Test *t* de Student foi realizado em programa estatístico (StartView TM, 1988) de computador pessoal Macintosh modelo TM SE . Teste *exato de Fisher* foi realizado em pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System), versão 6.04 de 1991, em computador pessoal IBM modelo 486DX2.

## 5.8 Aspectos Éticos

O protocolo deste estudo foi aprovado pela Comissão de Proteção Animal do Instituto de Pesquisas do “The Hospital for Sick Children” de Toronto, Canadá. Durante a execução do experimento, os animais receberam cuidados de acordo com o “Guia para Cuidado e Uso de Animais de Laboratório” preparado pelo Conselho Canadense de Proteção Animal (100).

**6. RESULTADOS**

---

## 6.1 Avaliação clínica

A variação de peso dos animais durante o período de observação pode ser visualizada na Tabela 2. Todos os animais dos Grupos I, II e III aumentaram de peso. Entretanto, o aumento de peso foi significativamente maior nos do Grupo II, naqueles sacrificados em 5 semanas do Grupo III e sacrificados em 10 semanas do Grupo IV (Tabela 2). Nos gatos do Grupo IV observados durante 5 semanas, ocorreu uma redução não significativa no peso corporal. Isto ocorreu porque três animais (IV-3, IV-4 e IV-5) perderam peso devido a recusa alimentar. Resultado de esofagoscopia realizada nestes gatos é descrita na próxima secção.

**TABELA 2 - Peso dos animais na inserção da órtese e no sacrifício após o período de observação.**

GRUPO (N)	PESO (kg) (Média±dp)		TESTE “t”	p
	Inserção	Sacrifício		
<b>I</b>				
Sac 5 semanas(N=4)	2,5±0,2	2,7±0,3	2,5	0,087
Sac 10 semanas(N=5)	3,3±1,3	3,4±1,6	0,5	0,063
<b>II</b>				
Sac 5 semanas(N=5)	1,7±0,3	2,4±0,4	12,8	0,001 *
Sac 10 semanas(N=5)	1,8±0,3	3,1±0,4	7,7	0,002 *
<b>III</b>				
Sac 5 semanas(N=5)	4,0±0,2	4,7±0,5	4,5	0,011 *
Sac 10 semanas(N=5)	2,8±0,3	3,1±0,4	1,7	0,161
<b>IV</b>				
Sac 5 semanas(N=5)	4,9±0,6	4,3±0,6	1,4	0,243
Sac 10 semanas(N=5)	4,3±0,8	5,5±1	0,5	0,008 *

N - número de animais

dp - desvio padrão

Sac - sacrifício dos animais

### Grupo I

Os gatos deste grupo tinham idade de  $15,7 \pm 8,3$  meses no momento da inserção da órtese. Um animal foi sacrificado uma semana após colocação da órtese, pois apresentava enfisema subcutâneo generalizado. Este animal apresentou tosse persistente

após a inserção da órtese. Na necropsia, foi observado que uma porção puntiforme do limite superior da órtese estava exteriorizada através da parede antero-lateral direita da porção membranosa da traquéia. Os gatos restantes foram observados durante o período inicialmente proposto. Quatro animais (sexo feminino) foram observados durante 5 semanas e cinco (dois masculinos e três femininos) durante dez semanas.

Daqueles gatos observados durante 5 semanas, 1 apresentou episódios intermitentes de tosse; os demais não apresentaram anormalidade. Daqueles observados durante 10 semanas, três apresentaram tosse e dois não tiveram nenhuma intercorrência clínica.

### **Grupo II**

Todos os animais foram observados durante o período proposto. Na inserção da órtese, a idade dos filhotes era de  $3,2 \pm 0,3$  meses. Daqueles animais sacrificados em 5 semanas (quatro masculinos e um feminino), dois apresentaram tosse em algum momento do período de observação; os demais não apresentaram nenhum problema clínico. Dos animais sacrificados em 10 semanas (três masculinos e dois femininos), somente um apresentou tosse; os demais não tiveram nenhuma intercorrência clínica.

### **Grupo III**

Os gatos adultos deste grupo tinham  $6,4 \pm 0,7$  meses de idade no período da colocação da órtese. A única anormalidade clínica observada nestes animais foi a presença eventual de tosse em algum deles. Daqueles animais com órtese, e observados durante 5 semanas (todos masculinos), três apresentaram algum episódio de tosse. Dos animais com órtese sacrificados em 10 semanas (um masculino, quatro femininos), somente um apresentou tosse. Dos animais operados e sacrificados em 10 semanas, nos quais a órtese não foi inserida ( todos masculinos), dois apresentaram tosse.

### **Grupo IV**

Todos os animais foram observados durante o período proposto. Eles tinham  $15,9 \pm 8,2$  meses de idade no momento da inserção da órtese. Daqueles em que foi colocada órtese após o procedimento cirúrgico, cinco (dois masculinos e três femininos) foram observados por 5 semanas e cinco (todos masculinos) por 10 semanas. Naqueles observados por 5 semanas, dois apresentaram tosse intermitente e recusa alimentar (animais IV-3 e IV-5), um apresentou somente tosse intermitente e outro apenas recusa alimentar (animal IV-4); naqueles observados por 10 semanas, um apresentou tosse eventual. Dos animais operados e sem colocação de órtese (todos masculinos), dois apresentaram tosse eventual.

### 6.3 Endoscopia

#### 6.3.1 Endoscopia respiratória:

##### Grupo I

Os achados observados no exame endoscópico dos animais do Grupo I podem ser observados na Tabela 3. Tecidos de granulação ocluindo menos de 5% da luz traqueal (grau1) foi o achado mais comuns. O tecido de granulação caracteristicamente ocorria nas regiões da traquéia junto às extremidades inferior e/ou superior da órtese (FIGURA 15). Eles apresentavam evolução imprevisível entre os exames endoscópicos: poderiam desaparecer, surgir em outras áreas das extremidades da órtese, ou até mesmo aumentarem de tamanho. Um animal apresentou colapso antero-posterior da porção superior da órtese, enquanto a porção inferior permanecia normalmente expandida. Este animal não apresentou nenhum sintoma, sendo o colapso um achado inesperado durante a avaliação endoscópica. Em alguns gatos, foi observado que a mucosa traqueal cobria partes da órtese.

**TABELA 3 - Achados endoscópicos observados nos animais do Grupo I.**

SACRIFÍCIO	ENDOSCOPIA			
	2ª Sem (N)	5ª Sem (N)	8ª Sem (N)	10ª Sem (N)
5semanas (N=4)	TGgrau1 (2)	TGgrau1 (4)	-	-
10 semanas (N=5)	TGgrau1 (1)	TGgrau1 (4) Muc.cob.parc.(1)	TGgrau1 (2) Muc.cob.parc.(2)	TGgrau1 (2) Muc.cob.parc.(3) Muc.cob.tot.(1) Col.parc.órtese(1)

N - número de animais;

Sem - semanas

TGgrau - tecido de granulação grau 1, 2 ou 3;

Muc.cob.parc. - Mucosa cobrindo parcialmente a órtese;

Muc.cob.tot. - Mucosa cobrindo totalmente a órtese

Col. parc.órtese - Colapso parcial da órtese.



### Grupo II

Os resultados encontrados no exame endoscópico dos animais do Grupo II podem ser observados na Tabela 4.

Como no Grupo I, tecido de granulação foi o achado mais freqüente. A maioria deles era de pequeno tamanho. Em alguns animais observados por 10 semanas, tecidos de granulação de maior tamanho (grau2 = obstrução de 2 a 25% da luz traqueal) também foram observados. O importante é que este tecido de granulação não provocava nenhum sintoma ou sinal respiratório. Como no grupo anterior, o tecido de granulação ocorria nas regiões de traquéia em contato com as porções superior e/ou inferior da órtese, e eles apresentavam evolução totalmente imprevisível. As paredes externas da órtese não encostavam totalmente na parede traqueal em um animal observado durante 5 semanas, e em dois observados durante 10 semanas. Também foi observado que a mucosa traqueal cobria parcialmente algumas órteses, e constatada a preseça de pequenas quantidades de secreção clara intratraqueal.

**TABELA 4 - Achados endoscópicos nos animais do Grupo II.**

SACRIFÍCIO	ENDOSCOPIA			
	2ª Sem (N)	5ª Sem (N)	8ª Sem (N)	10ª Sem (N)
5 semanas (N=5)	TGgrau1(4)	TGgrau1(4) Muc.cob.parc.(2) Exp.incomp.(2)	-	-
10 semanas (N=5)	TGgrau1(3)	TGgrau1(3) Muc.cob.parc.(1) Exp.incomp.(1) Sec. clara(1)	TGgrau1(4) TGgrau2(1) Muc.cob.parc.(2) Exp.incomp.(1) Sec.clara(1)	TGgrau1(2) TGgrau2(1) Muc.cob.parc.(3) Exp.incomp.(1)

N - número de animais;

Sem - semanas

TGgrau - tecido de granulação grau 1, 2 ou 3;

Muc.cob.parc. - Mucosa cobrindo parcialmente a órtese;

Exp.incomp. - expansão incompleta da órtese (paredes externas não encostavam na traquéia)

Sec. clara - secreção clara

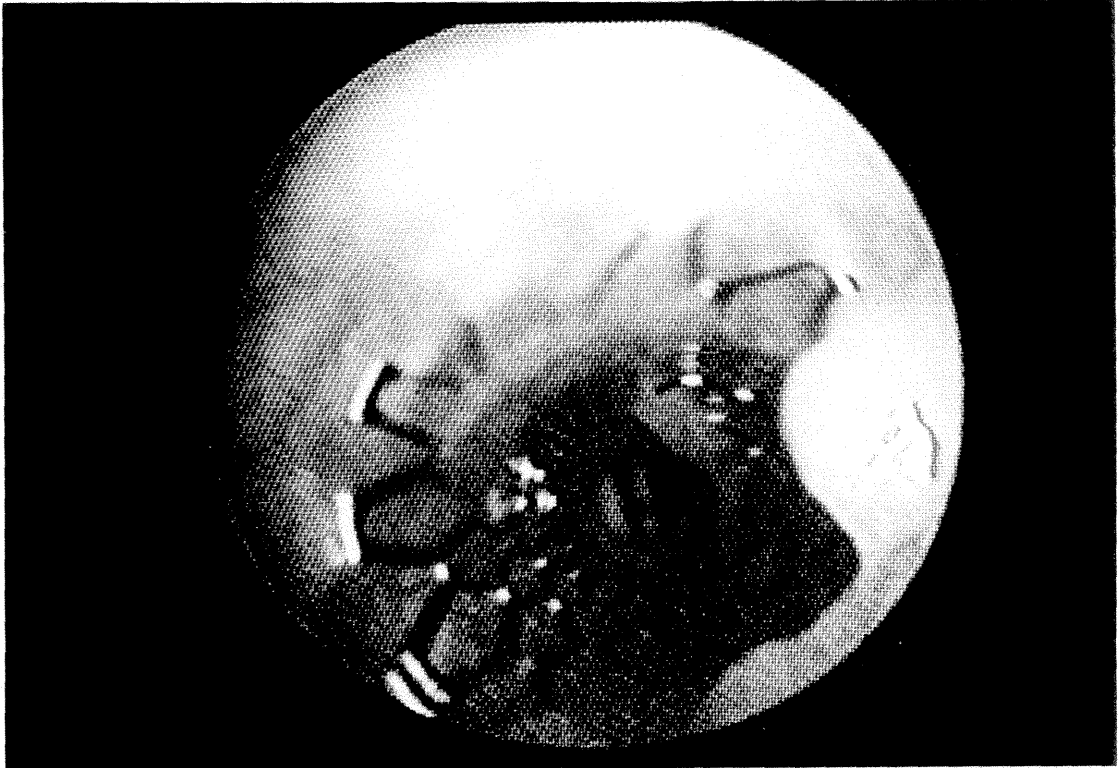


FIGURA 15 - Visão endoscópica 5 semanas após a colocação da órtese de Palmaz em um animal do grupo III. Observe-se o tecido de granulação na extremidade superior da órtese e na região submetida a sutura.

### **Grupo III**

Os resultados da endoscopia realizada nos animais do Grupo III podem ser visualizados na tabela 5.

Como nos Grupos I e II, pequeno tecido de granulação nas regiões de traquéia em contato com as extremidades superior e/ou inferior da órtese foi o achado mais freqüente. Praticamente todos os animais apresentavam algum tecido de granulação no final do período de observação. Um animal tinha alguma porção da órtese coberta por mucosa no

exame endoscópico realizado duas semanas após a inserção da órtese. Pequena quantidade de secreção clara na região traqueal com órtese também foi observada em alguns gatos.

Tecidos de granulação foram também observados naquelas regiões da órtese em contato com a região previamente operada da traquéia (FIGURA 15). A maioria deles era de pequeno tamanho, e ocorriam principalmente nas primeiras semanas seguindo a cirurgia e colocação da órtese. Daqueles animais observados durante 10 semanas, quatro apresentavam tecido de granulação na avaliação endoscópica de duas semanas; nestes mesmos animais, somente dois apresentavam os mesmos tecidos de granulação em endoscopia realizada oito semanas após.

Os achados endoscópicos observados naqueles animais operados, mas em que a órtese não foi colocada (grupo controle), também podem ser observados na Tabela 5. A traquéia operada destes animais não apresentava nenhum tecido de granulação ou estreitamento.

**TABELA 5 - Achados endoscópicos observados nos animais do Grupo III.**

SACRIFÍCIO	ENDOSCOPIA			
	2ª Sem (N)	5ª Sem (N)	8ª Sem (N)	10ª Sem (N)
5 semanas (N=5)	TGgrau1 (4) Muc.cob.parc.(1)	TGgrau1(4) TGgrau2(1) Muc.cob.parc.(1) Muc.cob.tot.(1) Sec.clara(1)	-	-
	TGCgrau1(3) TGCgrau2(1)	TGCgrau1(1) TGCgrau2(2)		
10 semanas (N=5)	TGgrau1(3)  TGC grau2(4)	TGgrau1(5) Sec. clara(1)  TGCgrau2(3)	TGgrau1(4) TGgrau2(1)  TGCgrau2(2)	TGgrau1(5) Muc.cob.parc.(2) Muc.cob.tot.(2) TGCgrau2(2)
<b>Controle</b> 10 semanas (N=5)	Normal	Normal	Normal	Normal

N - número de animais;

Sem - semanas

TGgrau - tecido de granulação grau 1,2 ou 3;

Muc.cob.parc. - Mucosa cobrindo parcialmente a órtese;

Muc.cob.tot. - Mucosa cobrindo totalmente a órtese;

Sec. clara - secreção clara;

TGCgrau - tecido de granulação na área operada da traquéia, grau 1,2 ou 3;

Normal - sem anormalidades à endoscopia

### Grupo IV

Os resultados da endoscopia realizada nos gatos do Grupo IV podem ser observados na tabela 6. O achado endoscópico mais comum foi a presença de tecido de granulação. Como nos grupos anteriores, eles localizavam-se nas regiões de traquéia em contato com as extremidades superior e/ou inferior da órtese, eram na maioria de tamanho pequeno, tinham uma evolução totalmente imprevisível entre os exames endoscópicos, e não provocavam qualquer manifestação clínica. Alguns animais apresentavam pequena quantidade de secreção clara na região da traquéia com órtese, e, em alguns, endoscopia realizada após 5 semanas de observação mostrava que porções da órtese estavam cobertas por mucosa respiratória.

**TABELA 6 - Resultados da avaliação endoscópica realizada nos gatos do Grupo IV.**

SACRIFÍCIO	ENDOSCOPIA			
	2ª Sem (N)	5ª Sem (N)	8ª Sem (N)	10ª Sem (N)
5 semanas (N=5)	TGgrau1(2)	TGgrau1(2) Muc.cob.parc.(1) Sec.clara(2)	-	-
	TGCgrau2(4)	TGCgrau2(3)		
	TGCgrau3(1)	TGCgrau3(1)		
10 semanas (N=5)	TGgrau1(4)	TGgrau1(5)	TGgrau1(3)	TGgrau1(5)
	Muc.cob.parc.(2)	Muc.cob.parc.(2)	Muc.cob.parc.(3)	Muc.cob.tot.(3)
	Sec.clara(1)	Muc.cob.tot.(1)	Sec.clara(1)	Muc.cob.parc.(1)
	TGCgrau2(3)	TGCgrau2(3)	TGCgrau2(4)	Sec clara.(1)
	TGCgrau4(2)	TGCgrau3(2)	TGCgrau3(1)	TGCgrau1(1)
			TGCgrau4(1)	TGCgrau2(3)
				TGCgrau4(1)
Controle 10 semanas (N=5)	TGgrau1(1)	Esten.grau2(1)	Esten.grau3(5)	Esten.grau2(3)
	TGgrau2(1)	Esten.grau3(4)		Esten.grau3(2)
	TGgrau3(1)			
	TGgrau4(2)			

N - número de animais;

Sem - semanas

TGgrau - tecido de granulação grau 1, 2 ou 3;

Muc.cob.parc. - Mucosa cobrindo parcialmente a órtese;

Sec. clara - secreção clara;

TGCgrau - tecido de granulação na área operada da traquéia, grau 1, 2 ou 3;

Muc.cob.tot. - Mucosa cobrindo totalmente a órtese;

TGC - tecido de granulação na área operada da traquéia;

Normal - sem anormalidades à endoscopia;

Esten.grau - estenose traqueal na zona previamente operada, grau 1, 2 ou 3.

Todos os animais apresentavam tecido de granulação na região da órtese em contato com o local da traqueoplastia com pericárdio. Embora estes tecidos de granulação tivessem tamanho maior do que aqueles observados após a incisão e fechamento da traquéia, eles também não provocavam nenhuma manifestação clínica.

Todos aqueles animais do Grupo IV sem órtese (grupo controle) apresentaram alguma anormalidade endoscópica. Inicialmente eles apresentaram tecido de granulação e posteriormente estenose na região da prévia traqueoplastia (FIGURA 16). Estes gatos (alguns deles com obstrução de mais de 50% da luz traqueal) não apresentaram nenhuma anormalidade clínica.

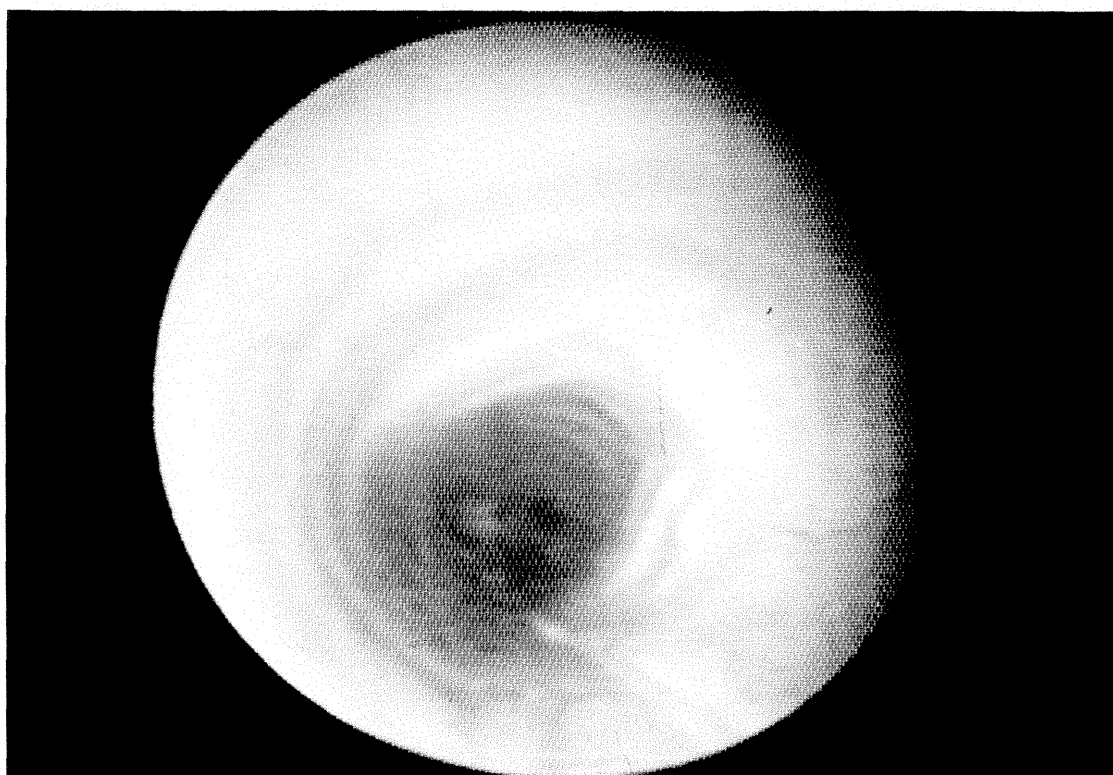


FIGURA 16 - Endoscopia 5 semanas após traqueoplastia sem colocação da órtese de Palmaz (controle). Observe o estreitamento traqueal na região da traqueoplastia.

### 6.3.2 Procedimento endoscópico:

Em um animal do Grupo I, a órtese não expandiu completamente durante a inserção. O mesmo cateter-balão foi recolocado, e a órtese foi dilatada. O sucesso da re-expansão foi visualizado pela fluoroscopia e posteriormente confirmado pela endoscopia realizada logo após o procedimento.

Três animais do Grupo II apresentaram inadequada expansão da órtese durante o procedimento de inserção. Um animal teve problemas ventilatórios, e o cateter-balão teve que ser retirado para que o animal pudesse ser ventilado; em outro, o cateter-balão tinha uma perfuração mínima que impediu sua completa dilatação; no último, a órtese foi colocada erradamente no cateter-balão, e sua porção inferior não expandiu adequadamente. Um cateter-balão de mesmo diâmetro foi recolocado através do broncoscópico, após adequada ventilação e estabilização do animal, e a órtese foi redilatada sob controle fluoroscópico. Adequada expansão foi posteriormente confirmada pela endoscopia realizada logo após o procedimento. Em três animais deste mesmo grupo, avaliação endoscópica durante o período de observação evidenciou que alguma região localizada da órtese não estava mais em contato com a parede traqueal. Isto foi observado em endoscopia realizada após 5 semanas da inserção da órtese em dois deles, e após 8 semanas no outro. A órtese mantinha a sua forma cilíndrica, mas havia um espaço livre entre uma região localizada da órtese e a parede traqueal. Nesta mesma endoscopia foi tentada dilatação da órtese, através da introdução e expansão de um cateter-balão de 8 mm de diâmetro inicialmente, e de outro de 10 mm posteriormente, sem sucesso. Nova dilatação foi novamente tentada sem sucesso, em um dos animais, 10 semanas após a inserção da órtese.

Um animal do Grupo III apresentou problema durante a inserção da órtese. Uma porção proximal do cateter-balão estava no interior do broncoscópico no momento da distensão do balão e expansão da órtese. A porção distal da órtese expandiu adequadamente, mas a porção proximal expandiu apenas parcialmente. Ainda no mesmo procedimento, a órtese foi removida com uma pinça para corpo estranho (Karl Storz Endoscopy-America Inc., Culver City, California, USA), e uma nova órtese foi recolocada na área do fechamento da incisão traqueal.

Nenhum animal do Grupo IV teve qualquer intercorrência durante a inserção da órtese e durante o período de observação do estudo.

### 6.3.3 Endoscopia digestiva:

Três animais do Grupo IV apresentaram recusa alimentar durante o período de observação. Esta alteração foi observada respectivamente 15 dias, 10 dias e 5 dias após a colocação da órtese. Os gatos não apresentavam nenhum outro sintoma, e o exame clínico realizado na ocasião mostrava apenas redução do peso corporal. Esofagoscopia demonstrou impressão da órtese traqueal na parede anterior do esôfago, com ausência de processo inflamatório. O aparelho passava facilmente através desta região. Durante o exame também não foi observado acúmulo de saliva em nenhuma região do esôfago.

## 6.4 Radiografias de tórax

Nos animais do Grupo I, as radiografias de tórax obtidas logo após a colocação da órtese mostraram nítido aumento do diâmetro traqueal na área da traquéia com órtese, quando comparadas com a traquéia sem órtese (FIGURA 11). Nos demais grupos, o diâmetro da área traqueal com órtese era semelhante ao diâmetro da traquéia sem órtese (FIGURAS 12,13,14).

Todos os animais submetidos a toracotomia apresentaram um pequeno pneumotórax na radiografia de tórax realizada logo após a cirurgia. Esta pequena quantidade de ar não ocasionava nenhum distúrbio respiratório, e era reabsorvida, tanto que estava completamente ausente na radiografia realizada 2 semanas após a cirurgia.

**TABELA 7 - Achados observados nas radiografias torácicas realizadas 2, 5, 8 e 10 semanas após a inserção da órtese.**

GRUPO (n)	Radiografia de tórax			
	2ª Sem (N)	5ª Sem (N)	8ª Sem (N)	10ª Sem (N)
<b>I</b>				
<u>5 semanas</u> (4)	Sem anorm.	Órt. b.<1cm(1)	=	=
<u>10 semanas</u> (5)	Sem anorm.	Sem anorm.	=	Col.parc.órt. (1)
<b>II</b>				
<u>5 semanas</u> (5)	Órt. c.<1cm(2)	Órt.b.<1 cm(1)	=	=
<u>10 semanas</u> (5)	Sem anorm.	Sem anorm.	Órt. c.<1cm(1)	Sem anorm.
<b>III</b>				
<u>5 semanas</u> (5)	Órt. c.<1cm(1) Órt. b.<1cm(1)	Sem anorm.	=	=
<u>10 semanas</u> (5)	Órt. c.<1cm(1) Órt. b.<1cm(1)	Órt. b.<1cm(1)	Órt. b.<1cm(2)	Órt. c.<1cm(1)
<b>IV</b>				
<u>5 semanas</u> (5)	Órt. c.<1cm(1)	Sem anorm.	=	=
<u>10 semanas</u> (5)	Órt.c.<1cm(1)	Sem anorm.	Sem anorm.	Sem anorm.

N - número de animais

Sem - semanas

Órt. b.<1 cm = órtese deslocou-se menos de 1 centímetro para baixo;

Col.parc.órt. = colapso parcial da órtese;

Órt. c.<1 cm = órtese deslocou-se menos de 1 centímetro para cima;

Sem anorm. = sem alteração em relação ao exame anterior.

Os resultados dos exames radiológicos realizados em 2, 5, 8 e 10 semanas após a colocação da órtese podem ser observados na tabela 7. É importante ressaltar que os movimentos intratraqueais da órtese foram sempre inferiores a 1 centímetro; naqueles grupos com cirurgia prévia, a órtese, mesmo após mudança de posição, permanecia em contato com a região da traquéia previamente operada. Somente uma órtese mudou a posição intratraqueal no Grupo I; em contraste, 3 órteses mudaram de posição no Grupo II, 8 no Grupo III e 2 no Grupo IV. Um animal do Grupo I apresentou colapso da porção superior da órtese em radiografia realizada 10 semanas após a sua inserção.

Não foi observada anormalidade radiológica naqueles animais usados como controle cirúrgico nos Grupos III e IV.

## 6.5 Patologia

### 6.5.1 Macroscopia

O comprimento total da traquéia, medida desde a borda inferior da cartilagem cricóide até a carena, foi de  $13,6 \pm 0,7$  cm nos animais adultos e  $11,8 \pm 0,7$  cm nos filhotes.

**TABELA 8 - Comparação entre as áreas das regiões de traquéia com e sem órtese dos animais sem cirurgia prévia.**

<b>GRUPO (N)</b>	<b>Área Traqueal Com órtese (Média±dp) (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Área Traqueal Sem órtese (Média±dp) (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Teste "t"</b>	<b>p</b>
<b>I</b>				
<u>5 semanas</u> (4)	88,7±16	36,7±4,8	6,3	0,008*
<u>10 semanas</u> (5)	87,8±25,7	40,4±15,7	3,4	0,027*
<b>II</b>				
<u>5 semanas</u> (5)	41±6,8	33,6±4,8	1,7	0,157
<u>10 semanas</u> (5)	41±16,3	38,3±3,5	0,3	0,767

N - número de animais

dp - desvio padrão



No Grupo I, 8 animais apresentavam firmes aderências na região da órtese, localizadas precisamente entre a parede posterior da traquéia e a anterior do esôfago. Ao se desfazerem estas aderências através de dissecação, porções das extremidades superior e/ou inferior da órtese eram observadas fora da porção membranosa da traquéia. A impressão macroscópica era de que minúsculas perfurações da traquéia membranosa tinham sido provocadas pela órtese, e foram completamente tamponadas pelos tecidos localizados entre a traquéia e o esôfago.

Necropsia dos animais com órtese traqueal dos Grupos II, III e IV não mostraram nenhuma anormalidade na região entre a traquéia com órtese e o esôfago adjacente.

Os diâmetros e as respectivas áreas da traquéia de cada animal podem ser visualizados no apêndice da tese. Os resultados da comparação entre as áreas da traquéia com e sem órtese dos animais dos Grupos I e II podem ser observados na tabela 8.

As áreas de traquéia com órtese foram significativamente maiores do que aquelas áreas sem órtese nos animais do Grupo I. Esta diferença foi significativa tanto nos animais observados durante 5 semanas quanto naqueles observados durante 10 semanas. Nenhuma diferença entre as áreas traqueais com e sem órtese foi observada nos animais do Grupo II.

As áreas traqueais dos animais submetidos a cirurgia na traquéia intratorácica podem ser observadas na Tabela 9. Em ambos os grupos não houve diferença significativa entre as áreas operadas com órtese e aquelas áreas traqueais sem procedimento cirúrgico e sem órtese (Tabela 9).

**TABELA 9 - Resultados da comparação entre as áreas de traquéia com cirurgia e com órtese versus área sem cirurgia e sem órtese.**

<b>GRUPO (N)</b>	<b>Área Traqueal Operada Com órtese (Média±dp) (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Área Traqueal Não-operada Sem órtese (Média±dp) (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Teste "t"</b>	<b>p</b>
<b>III</b>				
<u>5 semanas(5)</u>	41,3±1,8	35,5±7,6	1,7	0,167
<u>10 semanas(5)</u>	44±1,3	46,7±6,9	0,8	0,475
<b>IV</b>				
<u>5 semanas(5)</u>	41,1±1,7	35,7±6,9	1,9	0,129
<u>10 semanas(5)</u>	41,3±1,8	41±4,2	0,2	0,861

N - número de animais

dp - desvio padrão

As áreas traqueais observadas nos animais operados mas em que a órtese não foi inserida podem ser observadas na Tabela 10. No grupo da incisão e reparo traqueal, não foi observada diferença entre a área traqueal na zona da cirurgia e na zona traqueal sem cirurgia. Entretanto, no grupo de animais submetidos a traqueoplastia com pericárdio foi observado que a área traqueal na zona da cirurgia era significativamente menor do que aquela da região não operada da traquéia.

**TABELA 10 - Resultado da comparação entre as áreas de traquéia com cirurgia e sem órtese com áreas de traquéia sem cirurgia e sem órtese.**

<b>GRUPO (N)</b>	<b>Área Traqueal Com Cirurgia e Sem Órtese (Média±dp) (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Área Traqueal Sem Cirurgia e Sem Órtese (Média±dp) (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Teste “t”</b>	<b>p</b>
<b>IIIc</b>				
<u>10 semanas(5)</u>	42,8±0,8	38,2±5,5	1,7	0,168
<b>IVc</b>				
<u>10 semanas(5)</u>	27,9±5,5	36,4±9,5	3,9	0,02*

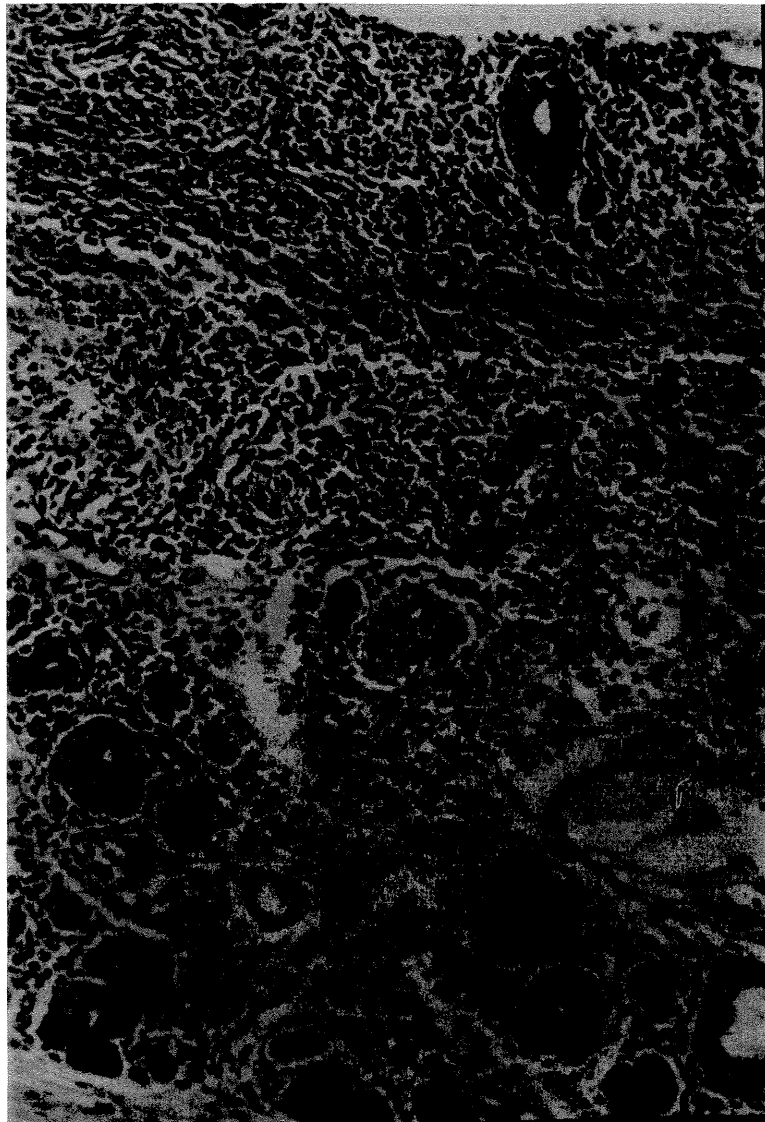
N - número de animais

dp - desvio padrão

Em nenhum dos grupos estudados foi observada diferença estatística entre as áreas de traquéia, com ou sem órtese, dos animais sacrificados em 5 ou 10 semanas.

### 6.5.2 Microscopia

Os resultados da avaliação de cada variável microscópica podem ser observados no apêndice da tese. Todos os animais com órtese intratraqueal apresentaram algum grau de reação inflamatória na traquéia em contato com a órtese (FIGURA 17). A maioria destes animais também apresentou graus variáveis de modificação epitelial (FIGURA 18), formação de tecido de granulação, reação da cartilagem e fibrose na região da traquéia intratorácica com órtese. Algumas diferenças em cada grupo foram observadas, e serão a seguir relatadas.



**FIGURA 17** - Histologia traqueal de um animal do Grupo I sacrificado em 10 semanas. Note a grave reação inflamatória na mucosa e submucosa.

### **Grupo I**

A maioria dos animais deste grupo apresentou reação inflamatória grave (sete dos animais observados), destruição epitelial com ulceração focal (observado em 8), formação de moderada quantidade de tecido de granulação com protusão em direção à luz traqueal (observado em 8 gatos), alguma reação da cartilagem traqueal (todos os animais) e formação de alguma fibrose (todos os gatos) na região de traquéia com órtese.

Comparação entre as variáveis histológicas estudadas entre os animais observados durante 5 ou 10 semanas não mostrou diferença significativa entre os dois grupos.

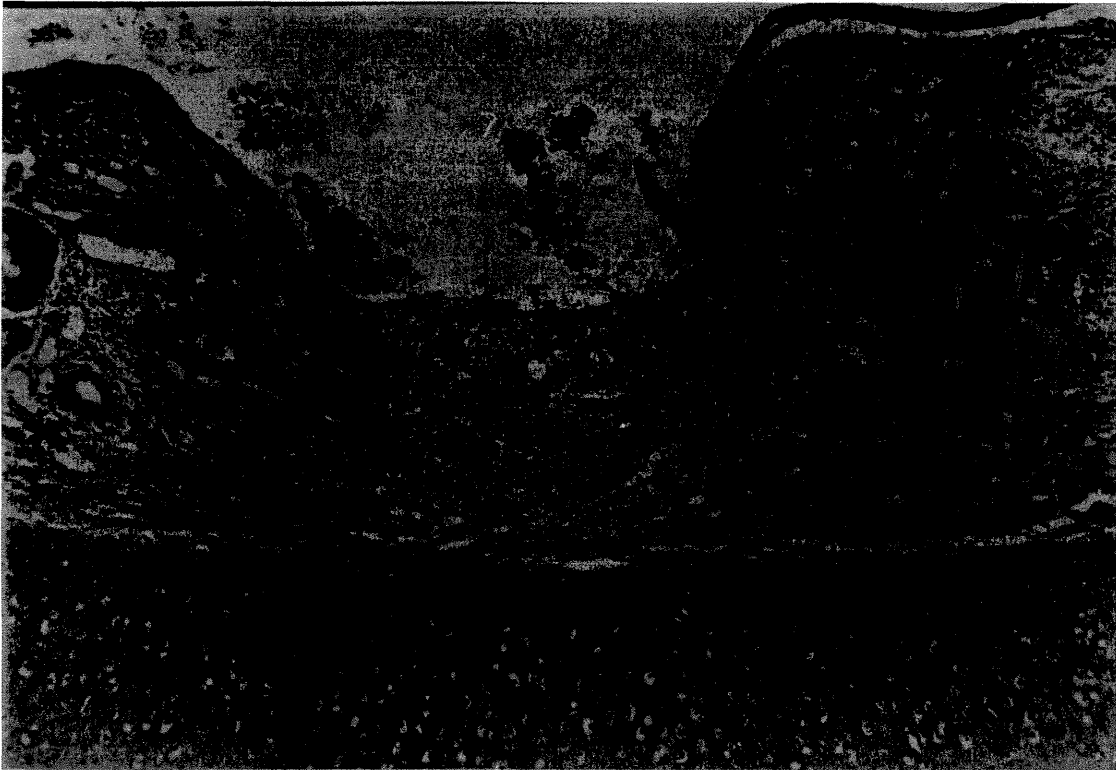


FIGURA 18 - Histologia de um animal do grupo I sacrificado em 10 semanas. Observe a enorme ulceração de mucosa provocada pela órtese.

## Grupo II

A maioria dos filhotes com órtese intratraqueal apresentou reação inflamatória moderada (6 animais) ou grave (observada em 4), bem como metaplasia escamosa ou regeneração do epitélio respiratório (em 9). A formação de tecido de granulação foi ocasional em 4, moderada em 4 e grave em 1 deles. Metade dos animais não apresentou nenhuma reação da cartilagem traqueal e a maioria deles (9 filhotes) não apresentou nenhuma formação de fibrose. Não houve diferença entre os animais observados em 5 ou 10 semanas quanto as variáveis histológicas avaliadas neste estudo.

### Grupo III

Neste grupo de animais com órtese na região traqueal previamente incisada e anastomosada predominou a reação inflamatória moderada (6 gatos), epitélio com ulceração focal (6 animais), ocasionais focos de tecido de granulação (7 deles), discreta reação da cartilagem traqueal (9 animais) e nenhuma (4 gatos) ou mínima formação de fibrose (6 animais). Não houve diferença significativa entre todas as variáveis histológicas estudadas quando se realizou comparação entre os animais observados durante 5 ou 10 semanas.

Naquele grupo de animais que realizou cirurgia, mas nos quais a órtese não foi inserida (controle), somente foram observados graus leves de alteração histológicas no local da cirurgia : reação inflamatória foi leve em 3 animais, sendo que 2 não apresentaram nenhuma reação inflamatória local; 4 apresentaram epitélio com metaplasia escamosa ou em regeneração, com 1 deles apresentando epitélio respiratório normal; nenhuma formação de tecido de granulação foi observada em todos os animais; quatro gatos apresentaram mínima reação da cartilagem e formação de fibrose.

Comparação entre os animais operados com órtese (n=5) com aqueles animais operados sem órtese (n=5), ambos observados durante 10 semanas, mostrou que aqueles com órtese apresentaram graus significativamente maiores de reação inflamatória (p=0,008), dano epitelial (p=0,047) e formação de tecido de granulação (p=0,008).

### Grupo IV

Os animais deste grupo com órtese apresentaram reações inflamatórias leve (4 gatos), moderada (2 deles) e grave (4 animais). A maioria deles (8 gatos) apresentava epitélio com metaplasia escamosa ou regeneração do epitélio respiratório normal. Sete apresentavam focos ocasionais de tecido de granulação, sendo que 3 não apresentaram nenhum tecido de granulação. Reação da cartilagem traqueal foi observada em sete animais, sendo leve em seis e moderada em um. Formas leve (7 gatos) e moderadas (2 animais) de fibrose foram também observadas neste grupo. Não houve diferença significativa entre os achados histológicos dos animais sacrificados em 5 ou 10 semanas.

Todos os animais deste grupo sem órtese (controle), sacrificados após 10 semanas, apresentaram graus leves de reação inflamatória, epitélio com metaplasia escamosa ou regeneração do epitélio respiratório normal, e graus leves de reação cartilaginosa e fibrose. Nenhum dos gatos apresentou formação de tecido de granulação na área traqueal operada. Comparação entre os achados histológicos destes animais (controle) com aqueles do mesmo grupo com órtese e observados durante 10 semanas não mostrou diferença estatisticamente significativa.

## **7. DISCUSSÃO**

A reconstrução cirúrgica é o método terapêutico ideal para as estenoses do laringe, traquéia ou brônquios, com excelentes resultados a longo prazo (24,51). Naqueles pacientes em que a cirurgia não é possível, as órteses de via aérea oferecem excelente opção de tratamento paliativo.

Apesar de vários tipos de órtese terem sido usados na via aérea, não existe uma órtese ideal. A órtese de silicone tem a vantagem de ser fácil de inserir e remover, e, devido a sua estrutura maciça, impedir a infiltração tumoral quando usada em estenoses decorrentes de malignidade intraluminal. Outra grande vantagem da órtese de silicone é o seu baixo custo. As desvantagens desta órtese são a maior tendência ao deslocamento e o risco de obstrução por secreções espessas. As órteses metálicas auto-expansíveis utilizadas na via aérea dificilmente movem-se, e os riscos de obstrução por secreção são menores, pois a epitelização sobre a órtese mantém a integridade da mucosa e a capacidade de remover as secreções traqueobrônquicas. Além disso, quando inserida no brônquio principal, a órtese auto-expansível permite o fluxo de ar através dela para os brônquios superiores. Por outro lado, estas órteses, uma vez inseridas não podem ser ajustadas ou removidas com facilidade, e tumores endobrônquicos podem crescer através das fenestrações da órtese.

Na tentativa de minimizar ou abolir as desvantagens da órtese metálica auto-expansível, novos tipos de órtese metálica têm sido recentemente usados na via aérea. As órteses metálicas expansíveis através de balão têm, teoricamente, algumas vantagens em relação àquelas auto-expansíveis. A órtese expandida com balão não apresenta dilatação continuada após a sua liberação na via aérea. Ou seja, ela expande somente o tamanho exato do balão usado para inseri-la. A dilatação persistente da órtese auto-expansível, que na maioria das vezes ocasiona distensão demasiada da mesma, pode ocasionar perfurações ou lesões graves na via aérea (112). Outra diferença entre estas órteses é o arranjo dos filamentos metálicos, que determinam diferentes configurações externas. A forma da órtese expansível com balão, que possui maior quantidade de filamentos metálicos do que algumas órteses auto-expansíveis, possibilita uma adaptação mais adequada e uma melhor distribuição das pressões de expansão radial da órtese sobre a via aérea. Isto impede a formação de pontos localizados de maior pressão, como aqueles observados com o uso de algumas órteses auto-expansíveis, que são responsáveis pelo aumento do dano tecidual e conseqüente formação de tecido de granulação (87,112). A dilatação demasiada da órtese auto-expansível, com pressão exercida principalmente em poucas áreas de contato da órtese com a via aérea, foi a responsável pela necrose da parede brônquica observada após uso desta órtese em uma criança de dez meses (13). Outra diferença entre a órtese expandida com balão e a auto-expansível é que a primeira não possui ganchos metálicos laterais. Apesar de melhorarem a fixação da órtese à via aérea, os ganchos dificultam a remoção das órteses auto-expansíveis. A ausência destes ganchos facilita a remoção das órteses expansíveis com balão, mas, por outro lado, tornam-nas mais susceptíveis aos deslocamentos.

Recentemente, foi relatado o uso pioneiro da órtese de Palmaz em sete crianças portadoras de estreitamentos traqueobrônquicos complexos (46). A obstrução respiratória era causada por estenoses após traqueoplastia, traqueobroncomalacia e/ou compressão

vascular, que não puderam ser facilmente ou seguramente corrigidas através dos procedimentos cirúrgicos existentes. Utilizada como medida extrema e desesperada, a órtese de Palmaz proporcionou melhora da obstrução respiratória em todas as crianças. Apesar do entusiasmo dos resultados obtidos com o uso desta órtese, ainda é necessário um maior número de casos e um seguimento mais longo destas crianças, cujo o tempo maior de acompanhamento foi somente de dois anos (46).

Enquanto ainda não é possível a avaliação de um número significativo de pacientes, torna-se fundamental a avaliação do uso desta órtese em animais. Devido à ausência de qualquer estudo deste tipo na literatura, o presente trabalho foi conduzido para avaliar a repercussão do uso experimental da órtese de Palmaz na traquéia normal e operada.

O gato foi escolhido para este estudo por permitir fácil acesso endoscópico da via aérea (149). Como possui cabeça curta, o laringe localiza-se próximo à boca. A exposição da fenda glótica, com introdução de broncoscópio e outros equipamentos, é facilmente obtida através da laringoscopia. Semelhante à humana, a traquéia dos felinos apresenta cartilagens em forma de "C", com porção membranosa localizada posteriormente. Cerca de metade do comprimento da traquéia é localizado dentro do tórax (33). O tamanho do laringe e da traquéia do gato são similares àqueles de lactentes humanos (149).

Os animais foram divididos em quatro grupos experimentais. Nos dois primeiros, a órtese de Palmaz foi inserida na traquéia intratorácica normal de animais adultos (grupo I) e filhotes (grupo II). Nos outros grupos, a órtese foi colocada após algum procedimento cirúrgico na traquéia intratorácica. No grupo III foi realizada secção e sutura da traquéia, simulando uma anastomose traqueal após ressecção. Inicialmente era planejada a secção completa da traquéia, seguida de anastomose. Entretanto, não foi possível realizar fechamento adequado da porção membranosa da traquéia, que no felino é muito friável, com persistente vazamento de ar através dos espaços entre os fios de sutura. Foi então decidido a secção apenas da porção cartilaginosa da traquéia anterior. No grupo IV foi realizado um defeito padrão na parede da traquéia intratorácica, que posteriormente foi reparado com pericárdio. Este procedimento simulava a traqueoplastia realizada para correção de estenoses extensas da região traqueobrônquica. O pericárdio foi escolhido por ser o tipo de enxerto mais usado e com melhores resultados neste tipo de reconstrução cirúrgica (27,67,70). Como o pericárdio dos felinos é fino e friável, dois procedimentos foram fundamentais para a utilização deste enxerto: imersão em soro fisiológico e uso de camada dupla. O pericárdio foi inicialmente imerso no soro fisiológico, com o objetivo de edemaciar e aumentar de volume, facilitando a sua manipulação. O uso de duas camadas de pericárdio para a traqueoplastia foi fundamental para a cobertura do defeito traqueal, com mínima possibilidade de vazamento.

A órtese de Palmaz foi facilmente inserida na via aérea do gato. Todas as órteses foram expandidas no local previamente planejado. A fluoroscopia foi útil para determinar o local exato da inserção da órtese e avaliar o grau de expansão da mesma. Entretanto, a avaliação endoscópica após a colocação da órtese foi fundamental, e ela deve ser sempre realizada, pois o exame radiológico não informa se a porção externa da órtese está localizada junto à parede da via aérea.

Quatro animais apresentaram problemas durante a inserção da órtese. Nestes animais não foi realizada a correta checagem do material e a seqüência predeterminada da



colocação da órtese. Os balonetes devem ser cuidadosamente testados antes do procedimento, para não haver surpresas de ausência de dilatação da órtese por dano do balonete (animal do grupo II). A introdução da órtese sobre o balonete deve ser cuidadosa para evitar a perfuração do balão pelas pontas metálicas salientes das extremidades da órtese. Foi extremamente útil a lubrificação prévia destas duas estruturas. A órtese deve ocupar a porção média do balonete, a fim de apresentar uma dilatação uniforme e simétrica durante a expansão do balonete. Como as extremidades do balonete apresentam diâmetros pouco menores do que aqueles da região central, qualquer porção de órtese localizada nestes locais não expandirá completamente (animal do grupo II). Outro cuidado importante durante a inserção desta órtese é a necessidade de o animal estar num plano anestésico adequado. Para a introdução da órtese, o balonete deve ser inflado durante alguns segundos para permitir completa expansão da órtese acoplada sobre ele. Durante este período, os animais não são ventilados porque o balonete inflado obstrui completamente a via aérea. Entretanto, se o animal estiver num plano anestésico adequado, este breve período de apnéia não ocasionará nenhuma complicação. Animais que não se encontram num nível adequado de anestesia podem reagir e apresentar dificuldade respiratória, com necessidade de remoção do cateter (um animal do grupo II) para ventilação e oxigenação.

Outro detalhe importante para a colocação da órtese de Palmaz é a retirada parcial do broncoscópio da via aérea antes da expansão do balonete com a órtese. Se, no momento da insuflação do balonete, alguma porção do mesmo estiver dentro do broncoscópio, esta parte do balonete, juntamente com a órtese a ele acoplada, não expandirá completamente (animal do grupo III).

O fator mais importante para se obter uma adequada expansão da órtese de Palmaz é a escolha correta do balonete que será usado para inseri-la (46,98). Cateteres com balonete estreito não expandirão suficientemente a órtese, que não será liberada pelo cateter ou não tocará a parede interna da via aérea. Esta ausência de contato entre as paredes da órtese e da via aérea favorece a ocorrência de deslocamento. Cateteres com balonete largo podem expandir demasiadamente a órtese e aplicar excessiva pressão na parede da via aérea, com conseqüente isquemia, necrose, com estenose ou mesmo perfuração. Como a órtese expande somente através do balonete, seu diâmetro permanece o mesmo após a sua liberação. Diferente das órteses auto-expansíveis, a órtese de Palmaz não aumenta de calibre após sua liberação na via aérea. Isto pode ser evidenciado neste estudo, em que não foi observada diferença entre a expansão da órtese entre os animais sacrificados em 5 ou 10 semanas.

A importância da escolha adequada do tamanho do balonete para expandir a órtese foi claramente comprovada neste experimento. Nos animais do grupo I foram utilizados balonetes de 15 mm de diâmetro, com o objetivo de obter o máximo de dilatação possível e, conseqüentemente, menor possibilidade de deslocamento. Entretanto, como a traquéia dos felinos é delicada e frouxa, a distensão exagerada da órtese neste grupo de animais, visualizada na radiografia de tórax e comprovada após medição e comparação das áreas de traquéia com e sem a órtese, ocasionou complicações graves, com perfuração traqueal observada em nove animais (um animal com enfisema subcutâneo; 8 animais com microperfurações observadas em necropsia, que estavam tamponadas pelas estruturas mediastinais). A partir destes resultados desastrosos iniciais, optou-se pela utilização de

cateteres com balonete de 8 mm, cujo diâmetro é semelhante àquele da traquéia normal do gato.

Os animais toleraram muito bem a órtese de Palmaz. A não ser a perfuração traqueal ocasionada pela distensão exagerada da órtese num gato do grupo I, nenhuma outra manifestação de comprometimento respiratório grave foi observada. A maioria dos animais apresentou tosse eventual, sem evidência de hemoptise ou infecção respiratória. A maioria deles aumentou de peso após a colocação da órtese intratraqueal. Este aumento foi significativo naqueles filhotes utilizados no grupo II, em que o aumento de peso era esperado devido ao crescimento previsível destes animais. Três animais do grupo IV sacrificados em cinco semanas apresentaram perda de peso devido à diminuição da ingesta alimentar, tendo esofagoscopia descartado a possibilidade de disfagia decorrente de esofagite ou compressão esofágica pela órtese traqueal (87,98). Embora estes animais apresentassem área de traquéia com órtese maior do que a da traquéia normal, esta diferença não foi estatisticamente significativa. Como referido por Mair e colaboradores (87), a recusa alimentar e conseqüente perda de peso pode ter sido secundária à inflamação no local da órtese, já que estes animais apresentaram os maiores graus de reação inflamatória deste grupo. Entretanto, é difícil afirmar que as alterações alimentares foram secundárias à inflamação traqueal, visto que no grupo I, em que a área traqueal dos animais com órtese foi significativamente maior do que aquelas sem órtese, e nos quais se observaram as piores reações inflamatórias traqueais vistas neste experimento, nenhum deles diminuiu a ingesta alimentar ou reduziu de peso.

O achado mais comumente observado à endoscopia foi a presença de tecido de granulação. Isto foi semelhante aos achados endoscópicos observados com o uso clínico da órtese de Palmaz (46) e de outras órteses metálicas (57,98,99,127,137). O tecido de granulação localizava-se predominantemente nas extremidades da órtese, com localizações diferentes entre cada exame endoscópico e, principalmente, não determinava nenhum sinal ou sintoma de obstrução respiratória. Embora alguns autores (136) tenham sugerido que o tecido de granulação possa ser decorrente de lesão ocasionada diretamente pelas substâncias liberadas pela órtese, a maioria deles (46,109,114) supõe que ele ocorra devido a um efeito mecânico ocasionado pela presença da órtese, tanto que o tecido de granulação estava presente principalmente nas suas extremidades, locais onde ocorre pressão direta do metal sobre a parede da via aérea. Em caso de distensão demasiada da órtese e da traquéia subjacente, como aquela observada no grupo I, o processo inflamatório local é mais intenso, podendo provocar, além da formação de tecido de granulação, destruição da cartilagem e formação de fibrose, com conseqüente colapso e/ou estenose traqueal (37,65).

O colapso parcial da porção superior da órtese de Palmaz foi observado num animal do grupo I, 10 semanas após a colocação da órtese. Este colapso foi achado endoscópico casual, pois o animal não apresentava nenhum sintoma ou sinal de obstrução respiratória. Uma provável explicação para o colapso é que a órtese demasiadamente distendida pode ter adquirido uma forma oval, em vez de circular, entre a oitava e a décima semana após sua inserção. A forma oval da órtese é mais susceptível ao colapso, pois as forças radiais de expansão tornam-se menores (9).

Semelhante ao uso das outras órteses metálicas (98,99,115), a maioria dos animais deste estudo apresentou epitelização parcial da órtese cinco semanas após a sua inserção.

Poucos animais apresentaram epitelização completa da órtese. No gato, talvez seja necessário um período mais prolongado para que o epitélio respiratório cubra toda a órtese de Palmaz. Esta epitelização é importante para manter o mecanismo ciliar funcionante e permitir adequada remoção das secreções. Isto foi evidente em nossos resultados, visto que somente oito animais com a órtese apresentavam pequena quantidade de secreção clara intraqueal em endoscopia realizada em 5 ou mais semanas após sua colocação.

A redilatação da órtese parcialmente expandida somente foi realizada com sucesso no momento da sua inserção, como observado em 1 gato do grupo I e 3 do grupo II. As tentativas de dilatação de três órteses após algumas semanas da sua inserção não tiveram sucesso. Estes animais eram filhotes do grupo II, e a órtese, que no momento da inserção estava em contato com a parede traqueal, não mais tocava a traquéia em endoscopia realizada na quinta e oitava semanas. Acredita-se que este achado endoscópico seja decorrente do aumento gradativo do diâmetro traqueal que ocorreu com o crescimento dos animais. Este foi o único achado indireto observado neste experimento que supõe que a presença da órtese não impede o desenvolvimento normal da traquéia de gatos em crescimento. Diferente dos resultados observados na redilatação da órtese de Palmaz em artérias de animais em crescimento (60,94), na qual a órtese foi facilmente dilatada após 11 ou mais semanas de sua inserção arterial, neste experimento a redilatação após 5 ou 8 semanas não foi possível. Na única experiência clínica descrita do uso da órtese de Palmaz (46), a redilatação da órtese e da estenose traqueal associada foi efetiva após 2 e 3 semanas da inserção da órtese. Embora seja difícil tecer conclusões, visto que a redilatação tardia neste experimento tenha sido tentada em um número muito pequeno de animais, alguma alteração local, tipo inflamação tecidual ou deposição de fibrina, pode ter provocado a ausência da reexpansão da órtese durante e após a quinta semana da sua inserção.

Como relatado por vários autores (57,98,99), as órteses metálicas não devem ser usadas na vigência de qualquer processo inflamatório no local de sua inserção. Isto ficou evidente naqueles animais cuja órtese foi inserida logo após a cirurgia traqueal. O processo inflamatório normal da cicatrização cirúrgica, associado à inflamação desencadeada pela presença do material estranho da órtese, aumentou muito a reação na zona da cirurgia e ocasionou a formação do tecido de granulação. Embora ele não tenha provocado nenhuma manifestação de obstrução da via aérea nestes animais, procedimentos cirúrgicos mais extensos podem provocar a formação de maiores quantidades de tecido de granulação.

Os animais com órtese do grupo III apresentaram tecido de granulação na região da sutura traqueal. Entretanto, nenhum animal deste grupo sem a órtese (controle) apresentou tecido de granulação na mesma área cirúrgica. Estes resultados demonstram claramente que a presença da órtese é que desencadeou o aparecimento do tecido de granulação. O tecido de granulação foi observado já na primeira avaliação endoscópica (2 semanas), e persistia apenas em metade dos animais na última avaliação endoscópica (10 semanas), momento em que ocorre uma redução gradual do processo inflamatório. Estes resultados mostram que a órtese de Palmaz não deve, preferentemente, ser utilizada imediatamente após sutura da parede traqueal.

Nos animais do grupo IV, o tecido de granulação esteve presente nos gatos com ou sem a órtese. A colocação de um tecido exógeno para aumentar o calibre da via aérea (laringoplastia ou traqueoplastia) provoca interrupção da integridade normal da mucosa respiratória, com surgimento de reação tipo corpo estranho e posterior formação do tecido de granulação, que ocorre principalmente na linha de sutura e no próprio tecido enxertado (44). A formação de tecido de granulação somente cessa após epitelização completa destas duas áreas. Neste estudo, apesar de a presença da órtese ter certamente ocasionado um aumento do processo inflamatório na área da traqueoplastia, ela não ocasionou aumento significativo do tecido de granulação existente.

Apesar de aumentar a reação inflamatória local, a órtese inserida após laringoplastia e/ou traqueoplastia pode ser útil para impedir o colapso do tecido enxertado, logo após a sua colocação, ou para evitar a estenose tardia que comumente ocorre no local da enxertia (44). Neste experimento, a função de molde proporcionada pela órtese de Palmaz não pode ser avaliada pois, apesar do pericárdio do felino ser muito flexível, ele foi usado para cobrir um defeito traqueal muito pequeno, sem riscos de colapso intraluminal e conseqüente obstrução da via aérea. Por outro lado, a órtese evitou o surgimento de estreitamento traqueal após a traqueoplastia, observado naqueles animais operados e nos quais a órtese não foi inserida. Apesar deste estreitamento não ter provocado nenhuma manifestação clínica, a comparação das áreas traqueais na zona de traqueoplastia dos animais com e sem órtese mostrou que aqueles sem a órtese apresentavam diminuição significativa do calibre traqueal. A órtese, portanto, mostrou-se extremamente útil nestes animais pois impediu o colapso do enxerto e o aparecimento de estenose traqueal após traqueoplastia.

A realização de radiografia de tórax é importante para avaliar a expansão da órtese e, principalmente, para detectar deslocamentos da mesma. A endoscopia não detecta as mudanças de posição da órtese, especialmente em caso de deslocamentos pequenos. Este estudo mostrou que a mudança de posição ocorreu em apenas um animal do grupo em que a órtese foi demasiadamente distendida (grupo I), enquanto que mínimos deslocamentos foram observados nos outros animais em que a distensão da órtese foi adequada. Estes deslocamentos foram na maioria de pequena extensão (menos de 1 cm), não acarretando nenhum problema clínico para os animais. Embora se saiba que a única maneira de evitar o deslocamento da órtese de Palmaz é expandi-la o máximo possível para mantê-la presa junto à parede da via aérea, esta expansão deve ser cuidadosa, especialmente naquelas regiões em que a via aérea é amolecida e sem um arcabouço cartilaginoso rígido, pois a dilatação demasiada da órtese pode provocar perfurações ou lesões graves da parede da via aérea, como aquelas observadas no grupo I. A escolha do cateter para expandir a órtese de Palmaz é crucial, e, de preferência, o balonete deve ter diâmetro semelhante ao diâmetro normal da via aérea em que a órtese será inserida.

Várias modificações histológicas ocasionadas pela presença intratraqueal da órtese de Palmaz foram avaliadas neste estudo. Como as dimensões traqueais, as alterações histológicas observadas nos animais não foram significativamente diferentes entre aqueles sacrificados em 5 ou 10 semanas.

À microscopia, todos os animais apresentaram alguma reação inflamatória da parede traqueal em contato com a órtese. Entretanto, a presença destas células

inflamatórias foi mais intensa nos animais em que a órtese foi demasiadamente distendida (grupo I).

Também foram observadas modificações do epitélio respiratório normal da via aérea. Embora a maioria dos animais tenha apresentado metaplasia epitelial na região traqueal em contato com a órtese, ulcerações extensas de epitélio normal foram observadas nos animais em que a órtese foi demasiadamente distendida (grupo I).

Tecido de granulação foi observado na traquéia da maioria dos animais com a órtese de Palmaz. Entretanto, alguns gatos do grupo I apresentaram verdadeiros pólipos de mucosa na zona traqueal em contato com a órtese.

Reação da cartilagem traqueal, definida como o espessamento da mesma, esteve presente na maioria dos animais dos grupos I, III e IV, e em metade dos animais do grupo II. Embora seja uma modificação tecidual reversível, já que não foram observadas inflamação ou destruição da cartilagem traqueal, ela comprova que as modificações provocadas pela órtese podem ocorrer não apenas na mucosa, mas em toda a extensão da parede traqueal.

A fibrose, diferente da reação cartilaginosa, trata-se de uma alteração patológica irreversível. Ela foi observada em grande intensidade nos animais do grupo I (órtese demasiadamente distendida), e em intensidade leve em alguns dos grupos III e IV e em um do grupo II. Como observado nos animais usados como controle nos grupos III e IV, a fibrose observada naqueles animais submetidos previamente à cirurgia traqueal pode ter ocorrido devido à cicatrização cirúrgica e não necessariamente foi secundária à presença da órtese na via aérea.

Comparação entre os achados histológicos observados nos animais com e sem órtese dos grupos III e IV mostrou diferenças apenas entre os animais do grupo III. Os animais do grupo III com órtese apresentaram significativamente mais reação inflamatória, formação de tecido de granulação e modificações epiteliais do que aqueles sem órtese. Estes achados, associados àqueles observados na avaliação endoscópica, sugerem que a órtese de Palmaz não deve, de preferência, ser usada após sutura da parede traqueal.

Embora a traquéia normal e previamente operada do gato tenha suportado bem a presença da órtese de Palmaz, trabalhos futuros serão necessários para avaliar a utilização desta órtese em modelos experimentais de estenose e traqueobroncomalacia.

**8. CONCLUSÕES**

---

De acordo com este estudo experimental realizado em gatos, podemos concluir que:

a) a órtese de Palmaz, caso não seja demasiadamente distendida, provoca apenas episódios eventuais de tosse, sem hemoptise ou infecção, bem como a formação de tecido de granulação não-obstrutivo caracteristicamente localizado nas extremidades da órtese;

b) a órtese de Palmaz provoca a formação de tecido de granulação na região traqueal submetida previamente a sutura ou traqueoplastia, sem evidência de infecção local.

c) a órtese de Palmaz demasiadamente distendida não muda de posição; a órtese com expansão adequada pode deslocar-se por pequenas extensões, sem, entretanto, provocar qualquer obstrução traqueal.

d) a órtese de Palmaz demasiadamente distendida ocasiona perfuração traqueal.

e) a órtese de Palmaz adequadamente expandida ocasiona uma reação inflamatória local, com formação de tecido de granulação não obstrutivo e modificações leves do epitélio respiratório.

f) a órtese de Palmaz demasiadamente distendida ocasiona alterações histológicas graves, com intensa reação inflamatória, formação de tecido de granulação não obstrutivo, ulceração do epitélio respiratório e fibrose.

g) não foi observada diferença entre animais com órtese do mesmo grupo sacrificados em 5 ou 10 semanas, quanto às manifestações clínicas, áreas traqueais e alterações histológicas.

h) naqueles animais submetidos previamente a sutura traqueal, a órtese de Palmaz provocou formação de tecido de granulação na área cirúrgica, e, à microscopia, ocasionou aumento significativo da reação inflamatória, da formação de tecido de granulação e da modificação do epitélio respiratório.

i) naqueles animais previamente submetidos à traqueoplastia com pericárdio, a órtese de Palmaz evitou a formação de estenose na área cirúrgica.

## **9. APLICABILIDADE E PERSPECTIVAS FUTURAS**



O uso experimental da órtese de Palmaz em traquéias normais e previamente operadas do gato mostrou que ela é bem tolerada, e provoca mínimas alterações macro e microscópicas. Um dado novo e extremamente importante observado neste estudo é o cuidado que se deve ter na colocação da órtese de Palmaz: quando sua expansão for maior do que o calibre normal da via aérea, a órtese pode provocar perfuração traqueal e maiores danos histológicos. Isto deve ser lembrado, especialmente quando esta órtese for utilizada em lactentes e crianças pequenas.

Este estudo experimental foi importante devido ao ineditismo do tipo de animal e órtese utilizados neste experimento. O gato mostrou-se um animal extremamente resistente, com a anatomia da via aérea muito semelhante aquela de lactentes. O uso clínico e experimental da órtese de Palmaz demonstram que ela é uma boa opção terapêutica em pacientes com estenoses graves, nos quais a cirurgia não pode ser realizada.

A órtese de Palmaz continua sendo estudada em laboratório. Novos experimentos estão sendo realizados com o objetivo de avaliar seu uso após estenoses induzidas experimentalmente, e também para observar alterações residuais após sua utilização e remoção da via aérea. Estudos também estão sendo realizados para avaliar a possibilidade de tornar a parede da órtese mais rígida, diminuindo os riscos de colapso da órtese dentro da via aérea. Alguns destes estudos já estão sendo realizados no Instituto de Pesquisa do "The Hospital for Sick Children" de Toronto.

**10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

- (1) Alfaro J, Varela G, De-Miguel E, et al. Successful management of a tracheo-innominate artery fistula following placement of a wire self-expandable tracheal Gianturco stent. *Eur J Cardio-thorac Surg* 7: 615-6, 1993.
- (2) Amadee RG, Mann WJ, Lyons GD. Tracheomalacia repair using ceramic rings. *Otolaryngol Head Neck Surg* 106: 270-4, 1992.
- (3) Anton H. *Calculus with Analytic Geometry - Late Trigonometry Version*. Third edition. New York, John Wiley & Sons Ed., 315 pg, 1989.
- (4) Armstrong WB, Netterville JL. Anatomy of the larynx, trachea and bronchi. In: Coleman JA, Duncavage JA. Management of lower airway obstruction. *Otolaryngol Clin North Am* 28: 685-99, 1995.
- (5) Baxter JD, Dunbar J. Tracheomalacia. *Ann Otol Laryngol* 72: 1013-23, 1963.
- (6) Becker GJ, Palmaz JC, Rees CR, et al. Angioplasty-induced dissections in human iliac arteries: management with Palmaz balloon-expandable intraluminal stents. *Radiology* 176: 31-8, 1990.
- (7) Benjamin, B. Tracheomalacia in infants and children. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 93: 438-42, 1984.
- (8) Benjamin B, Cohen D, Glasson M. Tracheomalacia in association with congenital tracheoesophageal fistula. *Surgery* 79: 504-8, 1976.
- (9) Bjarnason H, Hunter DW, Crain MR, et al. Collapse of a Palmaz stent in the subcalvian vein. *AJR* 160: 1123-4, 1993.
- (10) Bolliger CT, Probst R, Tschopp K, et al. Silicone stents in the management of inoperable tracheobronchial stenoses. *Chest* 104: 1653-9, 1993.
- (11) Bond CJ. Note on the treatment of tracheal stenosis by a new T-shaped tracheotomy tube. *Lancet* 1: 539, 1891.
- (12) Boothroyd AE, Edwards R, Petros AJ, et al. The expandable metal stent for tracheal obstruction. *Arch Dis Child* 72: 435-6, 1995.
- (13) Bugmann P, Rouge J-C, Berner M, et al. Use of Gianturco Z stents in the treatment of vascular compression of the tracheobronchial tree in childhood. *Chest* 106: 1580-2, 1994.
- (14) Calhoun KH, Deskin RW, Bailey BJ. Near-fatal complication of tracheal T-tube use. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 97: 542-4, 1988.

- (15) Campbell DN, Lilly JR. Surgery for total congenital tracheostenosis. *J Pediatr Surg* 21: 934-5, 1986.
- (16) Carlin BW, Harrel JH, Moser KM. The treatment of endobronchial stenosis using balloon catheter dilatation. *Chest* 93: 1148-51, 1988.
- (17) Carré P, Rousseau H, Lombart L, et al. Balloon dilatation and self-expanding metal Wallstent insertion. *Chest* 105: 343-8, 1994.
- (18) Charnsangavej C, Carrasco CH, Wright KC, et al. A new expandable metallic stent for dilatation of stenotic tubular structures: experimental and clinical evaluation. *Houston Med J* 3:41-50, 1987.
- (19) Cohen MD, Weber TR, Rao CC. Balloon dilatation of tracheal and bronchial stenosis. *AJR* 142: 477-8, 1984.
- (20) Colice GI. Long-term respiratory complications of inhalation injury. In: Haponik EF, Munster AM. *Respiratory injury: smoke inhalation and burns*. New York, McGraw-Hill, p. 336-7, 1990.
- (21) Coolen D, Slabbynck H, Galdermans D, et al. Insertion of a self-expandable endotracheal metal stent using topical anaesthesia and a fiberoptic bronchoscope: a comfortable way to offer palliation. *Thorax* 49: 87-8, 1994.
- (22) Cooper JD. Complications of tracheostomy: pathogenesis, treatment and prevention. In: Grillo HC, Eschapaspe H. *Inter Trends Gener Thorac Surg*. Vol 2. Philadelphia, W B Saunders Co, p. 21-35, 1987.
- (23) Cooper JD, Patterson GA, Trulock EP. Results of single and bilateral lung transplantation in 131 consecutive recipients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 107: 460-70, 1994.
- (24) Cooper JD, Pearson FG, Patterson GA, et al. Use of silicone stents in the management of airway problems. *Ann Thorac Surg* 47: 371-8, 1989.
- (25) Cooper JD, Todd TRJ, Ilves R, et al. Use of the silicone tracheal T-tube for the management of complex tracheal injuries. *J Thorac Cardiovasc Surg* 82: 559-68, 1981.
- (26) Corbally MT, Spitz L, Kyele E, et al: Aortopexy for tracheomalacia in oesophageal anomalies. *Eur J Pediatr Surg* 3: 264-6, 1993.
- (27) Cosentino CM, Backer CL, Idriss FS, et al. Pericardial patch tracheoplasty for severe tracheal stenosis in children: intermediate results. *J Pediatr Surg* 26: 879-85, 1991.

- (28) Cotton, RT. Pediatric laryngotracheal stenosis. *J Pediatric Surg* 19: 699-704, 1984.
- (29) Cotton RT, Seid Ab. Management of the extubation tube problem in the premature child. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 89: 508-11, 1980.
- (30) Courey MS. Airway obstruction - the problem and its causes. In: Coleman JA, Duncavage JA. Management of lower airway obstruction. *Otolaryngol Clin North Am* 28: 673-84, 1995.
- (31) Cox WL Jr, Shaw RR. Congenital chondromalacia of the trachea. *J Thorac Cardiovasc Surg* 49: 1033-9, 1965.
- (32) Cragg A, Lund G, Rysavy J, et al. Nonsurgical placement of arterial endoprosthesis: a new technique using nitinol wire. *Radiology* 147: 261-3, 1983.
- (33) Crouch JE, Lackey MB. The respiratory system. In: Crouch JE, Lackey MB. *Text-Atlas of cat anatomy*. Philadelphia. Lea & Febiger Company, p.153-9, 1969.
- (34) Denny JC. Bronchomalacia in the neonate. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 94: 466-9, 1985.
- (35) Dotter CT. Transluminally placed coilspring endarterial tube grafts: Long-term patency in canine popliteal artery. *Invest Radiol* 4: 327-32, 1969.
- (36) Dumon JF. A dedicated tracheobronchial stent. *Chest* 97: 328-32, 1990.
- (37) Duncavage JA, Ossoff RH. Laser application in the tracheobronchial tree. *Otolaryngol Clin North Am* 23: 67-75, 1990.
- (38) Dunne JA, Sabanathan S. Use of metallic stents in relapsing polycondritis. *Chest* 105: 864-7, 1994.
- (39) Duvall AJ, Bauer W. An endoscopically-introducible T-tube for tracheal stenosis. *Laryngoscope* 87: 2031-7, 1977.
- (40) Egan AM, Dennis C, Flower DR. Expandable metal stents for tracheobronchial obstruction. *Clinical Radiology* 49: 162-5, 1994.
- (41) Eliachar I, Papay FA: Laryngotracheal devices. In: Krespi YP, Ossoff RH: *Complication in Head and Neck Surgery*. Philadelphia, WB Saunders Co, p. 63-75, 1993.
- (42) Eliachar I, Tucker HM, Papay FA: Current concepts in laryngotracheal reconstruction. In: Johnson J. *Instructional Courses*. St Louis, Mosby Year Book, p. 253-67, 1991.

- (43) Eng J, Sabanathan S. Airway complications in relapsing polycondritis. *Ann Thorac Surg* 51: 686-92, 1991.
- (44) Filler RM. Congenital Anomalies. In: Pearson FG, Deslauriers J, Ginsberg RJ, et al. *Thoracic Surgery*. New York, Churchill Livingstone, p: 235-50, 1995.
- (45) Filler RM, Buck JR, Bahoric A, et al. Treatment of segmental tracheomalacia and bronchomalacia by implantation of an airway splint. *J Pediatr Surg* 17: 597-603, 1982.
- (46) Filler RM, Forte V, Fraga JC, et al. The use of expandable metallic airway stents for tracheobronchial obstruction in children. *J Pediatr Surg* 30: 1050-6, 1995.
- (47) Filler RM, Fraga JC. Tracheomalacia. *Sem Thorac Cardiovasc Surg* 6: 211-5, 1994.
- (48) Filler RM, Messineo A, Vinograd I. Severe tracheomalacia associated with esophageal atresia: results of surgical treatment. *J Pediatr Surg* 27: 1136-41, 1992.
- (49) Fraga JCS, Nogueira A, Palombini BC. Estenose subglótica em crianças. *Rev Bras Otorrinolaringologia* 60: 35-8, 1994.
- (50) Froehlich P, Truy E, Stamm D, et al. Role of long-term stenting in treatment of pediatric subglottic stenosis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 27: 273-80, 1993.
- (51) Gaissert HA, Grillo HC, Mathisen DG, et al. Temporary and permanent restoration of airway continuity with the tracheal T-tube. *J Thorac Cardiovasc Surg* 107: 600-6, 1994.
- (52) Gaissert HA, Lofgren RH, Grillo HC. Upper airway compromise after inhalation injury. *Ann Surg* 218: 672-8, 1993.
- (53) Gaissert HA, Patterson GA: Tracheobronchial stents. In: Pearson FG, Deslauriers J, Ginsberg RJ, et al. *Thoracic Surgery*. New York, Churchill Livingstone Inc., p. 223-33, 1995.
- (54) Gaynor EB, Danoff SJ. The role of gentle ventilation in prevention of subglottic stenosis in the newborn. *Otolaryngol Head Neck Surg* 109: 701-6, 1993.
- (55) Geelhoed GW. Tracheomalacia from compressing goiter: management after thyroidectomy. *Surgery* 104: 1100-8, 1988.
- (56) Gelb AF, Zamel N, Colchen A, et al. Physiologic studies of tracheobronchial stents in airway obstruction. *Am Rev Respir Dis* 146: 1088-90, 1992.
- (57) George PJM, Irving D, Khaghani A, et al. Role of the Gianturco expandable metal stent in the management of tracheobronchial obstruction. *Cardiovasc Intervent Radiol* 15: 375-81, 1992.

- (58) George PJM, Irving JD, Mantell BS, et al. Covered expandable metal stent for recurrent tracheal obstruction. *Lancet* 335: 582-4, 1990.
- (59) Gillams A, Dick R, Dooley JS, et al. Self expandable atainless steel braided endoprothesis for biliary strictures. *Radiology* 174: 137- 40, 1990.
- (60) Grifka RG, Vick W, O'Laughlin MO, et al. Balloon expandable intravascular stents: aortic implantation and late further dialation in growing minipigs. *Am Heart J* 126: 979-84, 1993.
- (61) Grillo HC. Tracheal tumors: surgical mangement. *Ann Thorac Surg* 26: 112-5, 1978.
- (62) Grillo HC. Surgical treatment of post-intubation tracheal injuries. *J Thorac Cardiovasc Surg* 78:860-75, 1979.
- (63) Gupta TGCM, Goldberg SJ, Lewis E, et al. Congenital bronchomalacia. *Am J Dis Child* 115: 88-90, 1968.
- (64) Han JK, Im J, Park JK, et al. Bronchial stenosis due to endobronchial tuberculosis: succesful treatment with self-expanding metallic stent . *AJR* 159: 971-2, 1992.
- (65) Har-El D, Shaha A, Chaudry R, et al. Resection of tracheal stenosis with end-to-end anastomosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 102: 670-4, 1993.
- (66) Harris B. Corrosion of stainless steel surgical implants. *J Med Engin Technol* 3: 117-22, 1979.
- (67) Heimansohn DA, Kesler KA, Turrentine MW, et al. Anterior pericardial tracheoplasty for congenital tracheal stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 102: 710-6, 1991.
- (68) Herzog H, Keller R, Maurer W, et al. Distribution of bronchial resistence in obstructive pulmonary diseases and in dogs with artificially induced tracheal collapse. *Respiration* 25: 381-94, 1968.
- (69) Hind CRK, Donnelly RJ. Expandable metal stents for tracheal obstruction: permanent or temporary? A cautionary tale. *Thorax* 47: 757-8, 1992.
- (70) Idriss FS, Leon SY, Ilbawi MN, et al. Tracheoplasty with pericardial patch for extensive tracheal stenosis in infants and children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 88: 527-36, 1984.
- (71) Itabashi M, Hamano K, Kameoka S, et al. Self-expandable stainless steel stent application in rectosigmoid stricture. *Dis Colon Rectum* 36: 508-11, 1993.

- (72) Insall RL, Morrit GN. Palliation of malignant tracheal strictures using silicone T tubes. *Thorax* 46: 168-71, 1991.
- (73) Johnson DG. Tracheal stenosis. In: Fallis JC, Filler RM, Lemoine G. *Pediatric Thoracic Surgery*. New York, Elsevier Science Publishing Co, p.151-62, 1991.
- (74) Johnson MR, Loeber N, Hillyer P, et al. External stent for repair of secondary tracheomalacia. *Ann Thorac Surg* 30: 291-8, 1980.
- (75) Kiely EM, Spitz L, Brereton R. Management of tracheomalacia by aortopexy. *Pediatr Surg Int* 2: 13-5, 1987.
- (76) Kosloske AM. Left mainstem bronchopexy for severe bronchomalacia. *J Pediatr Surg* 26: 260-2, 1991.
- (77) Kvale PA, Eichenhorn MS, Radke JR, et al. YAG laser photoresection of lesions obstructing the central airways. *Chest* 87:283-8, 1985.
- (78) Landa L. The tracheal T-tube in tracheal surgery. In: Grillo HC, Eschapaspe H. *International Trends in General Thoracic Surgery*. Philadelphia. WB Saunders Co., Vol 2, p. 124-32, 1987.
- (79) Lembo NJ, Roubin GS. Intravascular stents. *Cardiol Clin* 7: 877-94, 1989.
- (80) Loef DS, Filler RM, Vinograd I, et al. Congenital tracheal stenosis: a review of 22 patients from 1965 to 1987. *J Pediatr Surg* 23: 744-8, 1988.
- (81) Maass D, Kropf L, Egloff L, et al. Transluminal Implantation of intravascular "double helix" spiral prostheses: technical and biological considerations. *ESAO Proc* 9: 252-6, 1982.
- (82) MacMahon HE, Ruggieri J. Congenital segmental bronchomalacia. *Am J Dis Child* 118: 923-6, 1969.
- (83) Maddaus M, Pearson FG. Posintubation injury. In: Pearson FG, Deslauriers J, Ginsberg RJ, et al. *Thoracic Surgery*. New York, Churchill Livingstone, p. 251-65, 1995.
- (84) Maddaus M, Pearson FG. Tracheomalacia. In: Pearson FG, Deslauriers J; Ginsberg RJ, et al. *Thoracic Surgery*. New York, Churchill Livingstone, p: 272-6, 1995.
- (85) Mair EA, Parsons DS. Pediatric tracheobronchomalacia and major collapse. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 101: 300-9, 1992.



- (86) Mair EA, Parsons DS, Lally KP. Treatment of severe bronchomalacia with expanding endobronchial stents. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 116: 1087-90, 1990.
- (87) Mair EA, Parsons DS, Lally KP, et al. Comparison of expandable endotracheal stents in the treatment of surgically induced piglet tracheomalacia. *Laryngoscope* 101: 1002-8, 1991.
- (88) Marquette CH, Mensier E, Copin M-C, et al. Experimental models of tracheobronchial stenoses: a useful tool for evaluating airway stents. *Ann Thorac Surg* 60: 651-6, 1995.
- (89) Mendelson DS, Som PM, Crane R, et al. Relapsing polycondritis studied by computed tomography. *Radiology* 157: 489-90, 1985.
- (90) Miller RP, Gray SD, Cotton RT, et al. Airway reconstruction following laryngotracheal thermal trauma. *Laryngoscope* 98:826-29, 1988.
- (91) Milroy EJJ, Chapple CR, Eldin A, et al. A new stent for the treatment of urethral strictures - preliminary reports. *Br J Urol* 63: 392-6, 1989.
- (92) Montgomery WW. T-tube tracheal stent. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 82: 320-1, 1965.
- (93) Montgomery WW. The surgical management of supraglottic and subglottic stenosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 77: 434-46, 1968.
- (94) Morrow WR, Palmaz JC, Tio FO, et al. Re-expansion of balloon-expandable stents after growth. *J Am Coll Cardiol* 22: 2007-13, 1993.
- (95) Murphy P, Filler RM, Muraji T, et al. Effect of prosthetic airway splint on the growing trachea. *J Pediatr Surg* 18: 370-2, 1983.
- (96) Nakamura K, Terada N, Ohi M; et al. Tuberculous bronchial stenosis: treatment with balloon bronchoplasty. *AJR* 157:1187-8, 1991.
- (97) Nakratzas G, Wagenaar JPN, Reintjes M, et al. Repeated partial endoscopic resections as treatment for two patients with inoperable tracheal tumors. *Thorax* 29: 125-131, 1974.
- (98) Nashef SAM, Dromer C, Velly JF, et al. Expanding wire stents in benign tracheobronchial obstruction disease: indications and complications. *Ann Thorac Surg* 54: 937-40, 1992.
- (99) Nomori H, Kobayashi R, Kodera K, et al. Indications for an expandable metallic stent for tracheobronchial stenosis. *Ann Thorac Surg* 56: 1324-8, 1993.

- (100) Olfert ED, Cross BM, McWilliam AA. *Guide to the Care and Use of Experimental Animal - Canadian Council on Animal Care*. Ottawa (Canada), Bradda Printing Services Inc., 2nd edition, vol. 1, 212 pg, 1993.
- (101) Orłowski T. Palliative intubation of the tracheobronchial tree. *J Thorac Cardiovasc Surg* 94:343-8, 1987.
- (102) Palmaz JC, Richter GM, Noeldge G, et al. Intraluminal stents in atherosclerotic iliac artery stenosis: preliminary report of a multicenter study. *Radiology* 168: 727-31, 1988.
- (103) Palmaz JC, Windeler SA, Garcia F, et al. Atherosclerotic rabbit aortas: expandable intraluminal grafting. *Radiology* 160: 723-6, 1986.
- (104) Patterson GA, Todd TR, Cooper JD, et al. Airway complications after double lung transplantation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 99: 14-20, 1990.
- (105) Pearson FG, Todd TRJ, Cooper JD. Experience with primary neoplasms of the trachea and carina. *J Thorac Cardiovasc Surg* 88: 511-8, 1984.
- (106) Rabkin IKH, Zaimovsky VA, Khmelevskaya IY, et al. Experimental investigation and first clinical experience pertaining to roentgeno-endovascular prostheses in blood vessels. *Vesta Roentgenol Radiol* 4: 59-64, 1984.
- (107) Rainer WG, Feilder EM, Kelble L. Surgical technique of major airway support for pulmonary emphysema. *Am J Surg* 110: 786-9, 1965.
- (108) Rainer WG, Newby JP, Kelble DL. Long-term results of tracheal support surgery for emphysema. *Dis Chest* 53: 765-72, 1968.
- (109) Rauber K, Franke C, Rau W. Self-expanding stainless steel endotracheal stents: an animal study. *Cardiovasc Intervent Radiol* 12: 274-6, 1989.
- (110) Rode H, Millar AJW, Vega M, et al. Oesophageal atresia-severe tracheomalacia and its correction by aortopexy. *Z Kinderchir* 40: 282-6, 1985.
- (111) Rodgers BM, Rooks JJ, Talbert JL. Pediatric tracheostomy: long-term evaluation. *J Pediatr Surg* 19: 258-63, 1979.
- (112) Rousseau H, Dahan M, Lauque D, et al. Self-expandable prostheses in the tracheobronchial tree. *Radiology* 188: 199-203, 1993.
- (113) Satoh S, Mori M, Inoue Y. Expandable metallic stents applied to benign bronchostenosis. *Chest* 103: 1302-3, 1993.

- (114) Sawada S, Tanabe Y, Fujiwara Y, et al. Endotracheal expandable metallic stent placement in dogs. *Acta Radiol* 32: 79-80, 1991.
- (115) Sawada S, Tanigawa N, Kobayashi M, et al. Malignant tracheobronchial obstructive lesions: treatment with Gianturco expandable metallic stents. *Radiology* 188: 205-8, 1993.
- (116) Schuller DE. Long-term stenting for laryngotracheal stenosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 89: 515-20, 1980.
- (117) Schuller DE, Parrish RT: Reconstruction of the larynx and trachea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 114: 278-86, 1988.
- (118) Shapshay SM, Beamis JF, Dumon JF. Total cervical tracheal stenosis: treatment by laser, dilation and stenting. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 98: 890-5, 1989.
- (119) Shapshay SM, Hybels RL, Beamis JF, et al. Endoscopic treatment of subglottic and tracheal stenosis by radial laser incision and dilation. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 96: 661-4, 1987.
- (120) Sigwart U, Puel J, Mirkovitch V, et al. Intravascular stents to prevent occlusion and restenosis after transluminal angioplasty. *New Engl J Med* 316: 701-6, 1987.
- (121) Simonds AK, Irving JD, Clarke SW, et al. Use of expandable metal stents in the treatment of bronchial obstruction. *Thorax* 44: 680-1, 1989.
- (122) Simpson KJ, Chalmers N, Redhead DN, et al. Transjugular intrahepatic porta systemic stent shunting for control of acute and recurrent upper gastrointestinal haemorrhage related to portal hypertension. *Gut* 34: 968-73, 1993.
- (123) Smith KP, Cavett CM. Segmental bronchomalacia: successful surgical correction in an infant. *J Pediatr Surg* 20: 240-1, 1985.
- (124) Song HY, Ahn HS, Park CK, et al. Complete obstruction of the nasolacrimal system - treatment with expandable metallic stents. *Radiology* 186: 372-6, 1993.
- (125) Song HY, Choi KC, Kwon HC, et al. Esophageal strictures: treatment with a new design of modified Gianturco stent. *Radiology* 184: 729-34, 1992.
- (126) Souza AC, Keal R, Hudson NM, et al. Use of expandable wire stents for malignant airway obstruction. *Ann Thorac Surg* 57: 1573-8, 1994.
- (127) Spatenka J, Khagani A, Irving JD, et al. Gianturco self-expanding metallic stents in treatment of tracheobronchial stenosis after single lung and heart and lung transplantation. *Eur J Cardio-thorac Surg* 5: 648-52, 1991.

- (128) Stell PM, Maran AGD, Stanley RE, et al. Chronic laryngeal stenosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 94: 108-13, 1985.
- (129) Trendelenburg F. Beitrage zu denoperationen an den Luftwegen. Langenbecks. *Arch Chir* 13: 335-9, 1872.
- (130) Tsang V, Goldstraw P. Endobronchial stenting for anastomotic stenosis after sleeve resection. *Ann Thorac Surg* 48: 568-71, 1989.
- (131) Tsang V, Goldstraw P. Self-expanding metal stent for tracheobronchial strictures. *Eur J Cardio-thorac Surg* 6: 555-60, 1992.
- (132) Tsang V, Williams AM, Goldstraw P. Sequential silastic and expandable metal stenting for tracheobronchial strictures. *Ann Thorac Surg* 53: 856-60, 1992.
- (133) Tsugawa C, Kimura k, Muraji T, et al. Congenital stenosis involving a long segment of the trachea: further experience in reconstructive surgery. *J Pediatr Surg* 23: 471-5, 1988.
- (134) Varela A, Maynar M, Irving D, et al. Use of Gianturco self-expandable in the tracheobronchial tree. *Ann Thorac Surg* 49: 806-9, 1990.
- (135) Vinograd I, Filler RM, Bahoric A. Long-term functional results of prosthetic airway splinting in tracheomalacia and bronchomalacia. *J Pediatr Surg* 22: 38-41, 1987.
- (136) Vinograd I, Klin B, Brosh T, et al. A new intratracheal stent made from nitinol, an alloy with "shape memory effect". *J Thorac Cardiovasc Surg* 107: 1255-61, 1994.
- (137) Zannini P, Melloni G, Chiesa G, et al. Self-expanding stents in the treatment of tracheobronchial obstruction. *Chest* 106: 86-90, 1994.
- (138) Zalzal GH. Use of stents in laryngotracheal reconstruction in children: indications, technical considerations and complications. *Laryngoscope* 98: 849-54, 1988.
- (139) Zollikofer CL, Antonucci F, Stuckmann G, et al. Historical overview on the development and characteristics of stents and future outlooks. *Cardiovasc Intervent Radiol* 15: 272-8, 1992.
- (140) Wailoo MP, Emery JL. The trachea in children with tracheoesophageal fistula. *Hystopathology* 3: 329-38, 1979.
- (141) Wallace MJ, Charnsangavej C, Ogawa K, et al. Tracheobronchial tree: Expandable metallic stents used in experimental and clinical applications. *Radiology* 158: 309-12, 1986.

(142) Wanamaker JR, Eliachar I. An overview of treatment options for lower airway obstruction. In: Coleman JA, Duncavage JA. Management of lower airway obstruction. *Otolaryngol Clin North Am* 28: 751-70, 1995.

(143) Weber TR, Connors RH, Tracy TF. Acquired tracheal stenosis in infants and children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 102: 29-35, 1991.

(144) Werkhaven JA, Beste D. Diagnosis and Management of pediatric laryngeal stenosis. In: Coleman JA, Duncavage JA. Management of lower airway obstruction. *Otolaryngol Clin North Am* 28: 797-808, 1995.

(145) Westaby S. A Silastic stent for palliation of extrinsic tracheal compression or unresectable tracheobronchial obstruction. *Br J Surg* 70: 259-60, 1983.

(146) Westaby S, Jackson JW, Pearson FG: A bifurcated silicone rubber stent for relief of tracheobronchial obstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg* 83: 414-17, 1982.

(147) Westaby S, Shepherd MP. Palliation of intrathoracic tracheal compression with a silastic tracheobronchial stent. *Thorax* 38: 314-5, 1983.

(148) Wood DE, Mathisen DJ. Late complications of tracheotomy. *Clin Chest Med* 12: 597-609, 1991.

(149) Wood RE, Pick JR. Models systems for learning pediatric flexible bronchoscopy. *Pediatr Pulmonol* 8: 168-71, 1990.

**11. APÊNDICE**

---

APÊNDICE

Grupos	Idade	Diâmetro cateter	Sacrifício	Peso-Inicial	Peso-sacrifício	Órtese-sagital
I - 1	Adulto	15 mm	5 sem	2,4	2,5	9,13
I - 2	Adulto	15 mm	5 sem	2,7	2,84	8,99
I - 3	Adulto	15 mm	5 sem	2,2	2,38	11,57
I - 4	Adulto	15 mm	5 sem	2,6	3,1	11,13
I - 5	Adulto	15 mm	10 sem	3,3	3,5	17
I - 6	Adulto	15 mm	10 sem	5,4	6,1	7,85
I - 7	Adulto	15 mm	10 sem	3	2,7	9,75
I - 8	Adulto	15 mm	10 sem	2,4	2,3	10,14
I - 9	Adulto	15 mm	10 sem	2,3	2,25	10,51
II - 1	Filhote	8 mm	5 sem	2,2	3	5,95
II - 2	Filhote	8 mm	5 sem	1,6	2,3	7,1
II - 3	Filhote	8 mm	5 sem	1,5	2	7,38
II - 4	Filhote	8 mm	5 sem	1,6	2,3	7,54
II - 5	Filhote	8 mm	5 sem	1,4	2,4	6,61
II - 6	Filhote	8 mm	10 sem	1,9	3,1	5,95
II - 7	Filhote	8 mm	10 sem	2,2	3,6	6,39
II - 8	Filhote	8 mm	10 sem	1,9	2,6	8,03
II - 9	Filhote	8 mm	10 sem	1,6	3,3	6,26
II - 10	Filhote	8 mm	10 sem	1,4	2,7	6,98
III - 1	Adulto	8 mm	5 sem	3,7	4,2	6,75
III - 2	Adulto	8 mm	5 sem	3,8	4,8	7,22
III - 3	Adulto	8 mm	5 sem	4,1	4,5	6,88
III - 4	Adulto	8 mm	5 sem	4,3	5,5	7,19
III - 5	Adulto	8 mm	5 sem	3,9	4,4	7,4
III - 6	Adulto	8 mm	10 sem	2,6	3	7,18
III - 7	Adulto	8 mm	10 sem	2,8	3,6	7,37
III - 8	Adulto	8 mm	10 sem	3,24	3,1	7,48
III - 9	Adulto	8 mm	10 sem	3,1	3,2	7,44
III - 10	Adulto	8 mm	10 sem	2,4	2,6	7,27
III C	Adulto	-	10 sem	3,9	5,2	-
III C	Adulto	-	10 sem	3,5	4,8	-
III C	Adulto	-	10 sem	4,6	5,2	-
III C	Adulto	-	10 sem	4,9	6	-
III C	Adulto	-	10 sem	3,9	5	-
IV - 1	Adulto	8 mm	5 sem	4,6	5,2	7,19
IV - 2	Adulto	8 mm	5 sem	4	4,2	7,22
IV - 3	Adulto	8 mm	5 sem	5,35	3,7	7,29
IV - 4	Adulto	8 mm	5 sem	5,2	3,9	7,05
IV - 5	Adulto	8 mm	5 sem	5,4	4,6	7,15
IV - 6	Adulto	8 mm	10 sem	4,2	5,8	7,18
IV - 7	Adulto	8 mm	10 sem	5,3	7	6,98
IV - 8	Adulto	8 mm	10 sem	4,9	5,4	7,13
IV - 9	Adulto	8 mm	10 sem	3,8	5,1	6,8
IV - 10	Adulto	8 mm	10 sem	3,4	4,15	7,02
IV C	Adulto	-	10 sem	3,9	4,7	-
IV C	Adulto	-	10 sem	4,3	5,5	-
IV C	Adulto	-	10 sem	4,25	5,1	-
IV C	Adulto	-	10 sem	4	5,3	-
IV C	Adulto	-	10 sem	3,8	4,7	-

APÊNDICE

Grupos	Órtese-coronal	Área órtese	Cirurgia-sagital	Cirurgia-coronal	Área cirurgia
I-1	10,35	74,2165922	-	-	-
I-2	10,79	76,1852712	-	-	-
I-3	11,73	106,591176	-	-	-
I-4	11,2	97,9045935	-	-	-
I-5	9	120,165919	-	-	-
I-6	8,08	49,8162347	-	-	-
I-7	11,68	89,4411429	-	-	-
I-8	10,26	81,7099975	-	-	-
I-9	11,87	97,9813269	-	-	-
II-1	7,22	33,7399197	-	-	-
II-2	7,55	42,1012686	-	-	-
II-3	8,66	50,1954249	-	-	-
II-4	7,44	44,058952	-	-	-
II-5	6,72	34,8867581	-	-	-
II-6	7,49	35,0016619	-	-	-
II-7	6,35	31,8687086	-	-	-
II-8	11,06	69,7526246	-	-	-
II-9	6,17	30,3353757	-	-	-
II-10	6,91	37,8811671	-	-	-
III-1	7,65	40,5559977	-	-	-
III-2	7,38	41,8488416	-	-	-
III-3	7,28	39,3377666	-	-	-
III-4	7,21	40,7149623	-	-	-
III-5	7,6	44,1707927	-	-	-
III-6	8,07	45,5080116	-	-	-
III-7	7,28	42,1394389	-	-	-
III-8	7,61	44,7070626	-	-	-
III-9	7,56	44,1758193	-	-	-
III-10	7,6	43,3948193	-	-	-
III C	-	-	6,33	8,38	41,6617597
III C	-	-	6,39	8,65	43,4117054
III C	-	-	6,37	8,43	42,1751745
III C	-	-	6,31	8,72	43,2151202
III C	-	-	6,35	8,69	43,3394488
IV-1	7,3	41,2231934	-	-	-
IV-2	6,78	38,4464967	-	-	-
IV-3	7,14	40,8804456	-	-	-
IV-4	7,79	43,1336744	-	-	-
IV-5	7,45	41,8361967	-	-	-
IV-6	7,51	42,3500827	-	-	-
IV-7	7,7	42,2120097	-	-	-
IV-8	7,5	41,9991668	-	-	-
IV-9	7,13	38,0792446	-	-	-
IV-10	7,59	41,8474279	-	-	-
IV C	-	-	5,36	8,49	35,740643
IV C	-	-	5,4	7,33	31,0876301
IV C	-	-	4,68	6,11	22,4583034
IV C	-	-	6,34	5,29	26,3411548
IV C	-	-	4,7	6,47	23,8831728



APÊNDICE

Grupos	Normal-sagital	Normal-coronal	Área normal
I - 1	5,93	8	37,2592889
I - 2	5,49	8,67	37,3836174
I - 3	6,35	8,4	41,893138
I - 4	5,14	7,48	30,1963603
I - 5	6	6	28,2743339
I - 6	5,1	7	28,0387144
I - 7	6,31	10,05	49,8853498
I - 8	7,34	10,98	63,2977513
I - 9	5,86	7,01	32,263057
II - 1	5,92	7,12	33,1048568
II - 2	6,17	8,37	40,5602388
II - 3	5,47	6,29	27,0226448
II - 4	5,09	8,57	34,2600889
II - 5	5,4	7,76	32,9113246
II - 6	6,02	8,11	38,3448662
II - 7	6,16	8,69	42,0426779
II - 8	6,17	7,34	35,5689549
II - 9	6,23	8,5	41,5907597
II - 10	5,86	7,41	34,1040303
III - 1	6,51	8,45	43,2043603
III - 2	6,67	8,29	43,4280417
III - 3	5,4	7,61	32,2751521
III - 4	5,61	5,97	26,3043197
III - 5	5,51	7,43	32,153651
III - 6	6,2	9,57	46,6008146
III - 7	7,71	9,64	58,3742473
III - 8	6,6	8,23	42,6612574
III - 9	6,72	8,54	45,0730581
III - 10	6,42	8,1	40,8422753
III C	6,27	8,78	43,2366401
III C	5,59	9,1	39,9524192
III C	6,13	8,83	42,5119533
III C	5,3	7,26	30,2205505
III C	6,04	7,37	34,9618422
IV - 1	5,81	9,52	43,4413149
IV - 2	5,45	7,47	31,9747373
IV - 3	5,14	6,35	25,6346107
IV - 4	5,99	8,26	38,8594591
IV - 5	6,42	7,63	38,4724149
IV - 6	5,86	8,85	40,7315342
IV - 7	6,36	9,52	47,5536597
IV - 8	6,21	8,31	40,5305508
IV - 9	5,66	8,06	35,8295501
IV - 10	5,98	8,63	40,5323572
IV C	6,15	10,28	49,6544427
IV C	6	7,99	37,651988
IV C	4,8	6,51	24,5421218
IV C	6,29	7,98	39,4224325
IV C	5,61	6,99	30,798525

