

Estenosis traqueal: análisis de los resultados obtenidos en los últimos 14 años

A. Laín, M.A. García-Casillas, J.A. Matute, A. Cañizo, A. Parente, M. Fanjul, N. Carrera, J. Vázquez

Unidad de Cirugía Torácica y Vía Aérea. Servicio de Cirugía Pediátrica. Hospital Gregorio Marañón. Madrid.

RESUMEN

La estenosis traqueal (ET) es una malformación poco frecuente y grave. Su tratamiento es fundamentalmente quirúrgico y múltiples técnicas han sido propuestas hasta ahora.

Objetivo. Analizar los resultados obtenidos en los casos ET diagnosticados y tratados en nuestro centro en relación a las técnicas quirúrgicas utilizadas a lo largo del período de estudio.

Material y métodos. Se estudiaron de forma retrospectiva las historias clínicas (período 1991-2006) analizando las siguientes variables: edad, sexo, enfermedades asociadas, técnicas quirúrgicas, tiempo de intubación, estancia media, evolución y tiempo de seguimiento. Se dividió a los pacientes en 4 grupos en función del tratamiento realizado: tratamiento conservador (2 tratamientos conservadores, 1 dilatación neumática y 1 láser), resecciones traqueales con anastomosis término-terminal (RTA) (9 casos), traqueoplastias (tipo *slide* (TS) y mixtas (TM)) (20 casos) y traqueoplastias anteriores con injerto costal (TAIC) (6 casos). Los resultados se expresaron en forma de media \pm el error estándar, y el análisis comparativo se realizó a través de la Chi cuadrado con corrección de continuidad. Consideramos las diferencias estadísticamente significativas para una $p < 0,05$.

Resultados. Se revisaron 39 pacientes (23 niños y 16 niñas) de edad media 2,23 años. Las anomalías asociadas eran: 12 anillos vasculares, 7 cardiopatías, 4 síndromes de Down, 1 agenesia pulmonar, 2 hemivértebras, 1 agenesia renal y 1 angiomas. Diecinueve pacientes presentaban estenosis de segmento corto, 15 de segmento largo (más de 1/3 de la longitud traqueal) y 5 asociaban estenosis bronquiales (fundamentalmente BPD). Todas las TAIC fracasaron: hubo 4 exitus, 1 reestenosis y 1 persistencia de la estenosis. En el grupo de las traqueoplastias hubo 2 exitus (1 debido a lesión neurológica tras parada cardiorrespiratoria prolongada, 1 debido a retraso del tratamiento quirúrgico y manejo previo inadecuado), evolucionando los pacientes tratados con RTA y traqueoplastias favorablemente y encontrándose asintomáticos en más del 80% de los casos tras una media de $59,9 \pm 7,4$ meses de seguimiento. En el grupo del tratamiento conservador 2 fallecieron y los otros 2 casos evolucionaron sin incidencias. La mortalidad global fue 20,5% (8 exitus). Las diferencias observadas en el porcentaje de mortalidad entre los diferentes grupos fueron estadísticamente significativas ($p = 0,0034$) (50% tratamiento conservador, 0% RTA, 10% TS y 66,67% TAIC). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas

en el tiempo de intubación medio, la estancia media y el tiempo medio de seguimiento entre los diferentes grupos.

Conclusiones. El tratamiento fundamental de la ET es la cirugía. El paciente debe ser estudiado en profundidad teniendo en cuenta las anomalías asociadas (sobre todo cardíacas y de grandes vasos) y ser tratado por un equipo multidisciplinario. Las formas cortas de ET deben tratarse mediante RTA, las formas más extensas mediante TS, habiendo quedado obsoleta la TAIC.

PALABRAS CLAVE: Estenosis traqueal; Traqueoplastia.

TRACHEAL STENOSIS: OUTCOME ANALYSIS OF THE LAST 14 YEARS

ABSTRACT

Tracheal stenosis (TS) is an unusual and sometimes lethal condition. Its treatment is basically surgical and different techniques have been proposed.

Aim. Analyze the outcome of patients with TS diagnosed and treated in our institution related to the applied surgical technique during the study period.

Material and methods. The clinical records of patients with TS (period 1991 to 2006) were reviewed analyzing the following variables: age, gender, associated malformations, intubation time, medium hospital stay and outcome. Patients were divided in 4 groups: conservative and endoscopic management (2 conservative, 1 dilatation, 1 laser), tracheal resection with termino-terminal anastomosis (RTA) (9 patients), tracheoplasties (slide or modified plasties) (20 patients) and anterior tracheoplasty with costal cartilage graft (TAIC) (6 patients). Results are expressed as media \pm standard error, comparative analysis was done using Chi square with continuity correction. Differences were considered statistically significant with a $p < 0,05$.

Results. 39 patients were reviewed (23 male, 16 female), medium age was 2.23 years. Associated malformations were: 12 vascular rings, 7 cardiac malformations, 4 Down syndromes, 1 pulmonary agenesis, 2 hemivertebrae, 1 renal agenesis and 1 cervicothoracic angiomas. Nineteen patients had short segment stenosis, 15 long segment stenosis (more than 1/3 of tracheal length) and 5 patients presented associated bronchial stenosis (most frequently right main bronchus). All TAIC failed: 4 deaths, 1 reestenosis and 1 persistent stenosis. In the tracheoplasty-group there were 2 exitus (1 due to a neurological lesion after a prolonged preoperative cardiorrespiratory arrest, one due to a surgical treatment delay with previous inadequate management). Patients treated with tracheoplasties and RTA had a favourable evolution and are asymptomatic in more than 80% of the cases after a mean follow-up of 59.9 ± 7.4 months. In the conservative management

Correspondencia: Ana Laín Fernández. C/ Alcalde Sainz de Baranda 78, 5ºD. 28007 Madrid.

e-mail: alfhiler@yahoo.es

Recibido: Mayo 2007

Aceptado: Diciembre 2007

group 2 patients died and 2 had a uneventful outcome. Global mortality was 20.5% (8 deaths). Differences observed in the mortality percentage between the study groups were statistically significant. ($p=0.0034$) (50% in conservative management, 0% in RTA, 10% in tracheoplasties, 66.67% in TAIC). No statistically significant differences were found in the medium intubation time, medium hospital stay and medium follow-up time.

Conclusions. The fundamental treatment of the tracheal stenosis is the surgical approach. Patients should be studied with great detail taking into account associated malformations (mostly heart defects and vascular rings) and should be treated by a multidisciplinary group. Short segmental TS should be corrected with RTA, long TS with tracheoplasties (slide), remaining the TAIC technique obsolete.

KEY WORDS: Tracheal stenosis; Tracheoplasty.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La estenosis traqueal congénita (ETC) es una malformación poco frecuente pero grave. En los casos sintomáticos presenta una mortalidad muy elevada si no se realiza un tratamiento adecuado a tiempo. Se caracteriza por la presencia de anillos traqueales completos y ausencia de *pars membranosa*, que producen un estrechamiento de la luz traqueal. La longitud del segmento estenótico es variable pudiendo dividir las ET en 3 grupos⁽¹⁻⁵⁾: estenosis segmentaria (afecta a una porción traqueal corta), estenosis infundibular (presenta una pequeña porción traqueal normal) y estenosis generalizada (estenosis desde el cricoides hasta la carina pudiendo continuarse con estenosis bronquiales). Frecuentemente se asocia a malformaciones del sistema broncopulmonar (como estenosis bronquiales, ectopia bronquial y agenesia pulmonar) y del sistema cardiovascular (malformaciones cardíacas y anillos vasculares), siendo el *sling* de la arteria pulmonar el más prevalente (cerca del 50%)⁽²⁻¹²⁾.

La forma de presentación es variable (estridor, insuficiencia respiratoria, polipnea...) pudiendo ser asintomática al nacimiento. Las infecciones intercurrentes del sistema respiratorio producen una exacerbación de los síntomas respiratorios produciendo a una situación grave de distrés respiratorio agudo con necesidad de intubación y ventilación mecánica. A veces los niños presentan una sintomatología insidiosa con episodios de dificultad respiratoria que son diagnosticados de bronquiolititis de repetición.

El tratamiento de las formas sintomáticas (fundamentalmente) es quirúrgico. Han sido propuestas múltiples técnicas. En estenosis de segmento corto la técnica de elección es la resección del segmento estenótico con anastomosis termino-terminal traqueal. Para las estenosis de segmento largo el tratamiento es más complejo e históricamente se han descrito técnicas que utilizan injertos pericárdicos y costales. Estas técnicas presentan numerosas complicaciones en su postoperatorio con necesidad de múltiples reintervenciones y tiempos de intubaciones prolongados. En 1989 se describe la traqueoplastia tipo *slide* (de deslizamiento) por Tsang¹ y Golds-

traw que no utiliza tejidos ajenos para la corrección de la estenosis traqueal y que obtiene mejores resultados con tiempos de intubación cortos y menos complicaciones.

En casos seleccionados puede optarse por un tratamiento conservador (con control ambulatorio estrecho en pacientes asintomáticos con un diámetro traqueal suficiente aunque tengan la forma característica sin *pars membranosa*) o por técnicas endoscópicas (dilataciones neumáticas, láser).

No todas las ET pediátricas son congénitas y se deben a la presencia de anillos traqueales completos. Existen ET adquiridas debidas a múltiples causas (trauma, cicatriciales, neoformaciones) cuyo tratamiento es similar al de las estenosis congénitas, teniendo siempre en cuenta la causa de la estenosis y tratamientos asociados. Asimismo, existen formas de estenosis traqueal asociada a anillo vascular que presentan una anatomía normal (es decir, con *pars membranosa* y cartílagos en forma de U) pero cuyo calibre está muy disminuido incluso tras la corrección del anillo.

El objetivo de nuestro estudio es analizar los resultados obtenidos en el manejo de las ET congénitas y adquiridas diagnosticadas y tratadas en nuestro centro en relación al tratamiento empleado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se revisaron retrospectivamente las historias clínicas de los pacientes diagnosticados y tratados de ET en el período comprendido entre 1991 y 2006.

Se analizaron las siguientes variables: edad, sexo, patologías asociadas, tipo de tratamiento y técnicas quirúrgicas empleadas, tiempo de intubación, estancia media, evolución y tiempo de seguimiento.

Los pacientes se repartieron en 4 grupos: grupo I tratamiento conservador y endoscópico; grupo II resecciones traqueales con anastomosis termino-terminal (RTA); grupo III traqueoplastias –tipo slide (TS) o tipo mixta (TM)-; y grupo IV traqueoplastias anteriores con injerto costal (TAIC).

El diagnóstico se realizó en a través del broncoscopio flexible. En todos se completó el diagnóstico con un ecocardiograma, una TAC o resonancia magnética y en parte de los pacientes también se realizó un cateterismo cardíaco y una broncografía endoscópica con contraste hidrosoluble (los tratados al principio de la serie). Las ET segmentarias cortas (hasta el 40% de longitud traqueal) se corrigieron con RTA. Las formas largas se corrigieron de 2 formas: los primeros pacientes de la serie por medio de una traqueoplastia anterior con interposición de tejido costal para ampliar la luz traqueal, y en el resto de los pacientes se realizó una traqueoplastia de deslizamiento tipo *slide* o mixta. La traqueoplastia tipo *slide* es una técnica descrita por Tsang⁽¹⁾ et al, en 1989, y que fue modificada por Grillo⁽³⁾ en 1994. Consiste en la sección traqueal transversa a nivel del punto medio de las estenosis, 2 incisiones longitudinales (1 anterior en el fragmento distal y 1 posterior en el fragmento proximal) y deslizamiento del

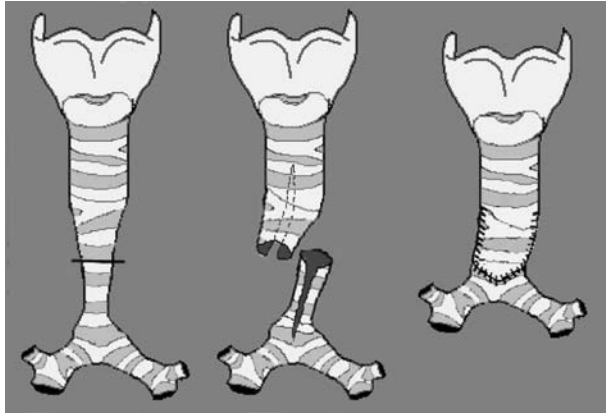


Figura 1. Traqueoplastia tipo *slide*.

fragmento proximal sobre el distal (Fig. 1). Esta técnica duplica la circunferencia traqueal del segmento estenótico, cuadruplicando el área de su luz y acortando su longitud en la mitad. La traqueoplastia mixta es una pequeña modificación de esta técnica para ET con anillos traqueales incompletos descrita por nuestro grupo. El abordaje quirúrgico fue la estereotomía media. La sutura traqueal se realizó con PDS 5/0 con posterior aplicación de tissucol. En el mismo acto quirúrgico se corrigieron las malformaciones cardíacas o los anillos vasculares. Las correcciones traqueales se realizaron bajo circulación extracorpórea.

El tratamiento conservador o endoscópico se reservó para casos seleccionados.

Los resultados se expresaron en forma de media \pm el error estándar, y el análisis comparativo se realizó a través de la Chi cuadrado con corrección de continuidad. Consideramos las diferencias estadísticamente significativas para una *p* menor de 0,05.

RESULTADOS

Se revisaron 39 pacientes de los cuales 23 eran niños y 16 niñas. La edad media fue 2,23 años (0,17-14 años).

La clínica más prevalente fueron los síntomas de insuficiencia respiratoria, el estridor y la imposibilidad de extubación.

En relación a las malformaciones asociadas cabe desta-

Tabla I

Malformaciones asociadas	Nº casos
Anillos vasculares:	15
- <i>Sling</i> pulmonar	9
- Doble arco aórtico	4
Malformaciones cardíacas	6
Síndrome de Down	4
Agnesia broncopulmonar derecha	1
Agnesia pulmonar derecha	1
Síndrome polimalformativo tipo CHARGE	1
Atresia de esófago	2
Angiomatosis cervicotorácica	1
Malformación anorrectal	1
Estenosis subglótica	2

car ante todo las malformaciones cardiovasculares; 15 pacientes presentaban alteraciones de grandes vasos (más del 50% eran *sling* de la arteria pulmonar) y 6 malformaciones cardíacas (1 dextrocardia, 2 CIA, 1 canal AV, 1 cardiopatía compleja). Excepto en 2 casos, la corrección traqueal y cardiovascular se realizó en el mismo acto quirúrgico (19 casos). Otras malformaciones asociadas fueron: el síndrome de Down, la agnesia pulmonar, la agnesia renal, la angiomatosis cervicotorácica y la atresia de esófago (Tabla I).

En 5 pacientes la ET se prolongaba al árbol bronquial, afectando en 2 a ambos bronquios principales y en los restantes al bronquio principal derecho. Diecinueve pacientes fueron diagnosticados de ET de segmento corto (afectación de alrededor de 1/3 de la longitud traqueal), 15 de ET fundibular y 5 de ET generalizada.

Los resultados obtenidos en los diferentes grupos fueron (Tabla II):

- Grupo I (tratamiento conservador y endoscópico), 4 pacientes: dos pacientes fallecieron (50% mortalidad), uno debido a un síndrome polimalformativo asociado a traqueopatía osteoplástica y el 2º debido a la corrección aislada del *sling* pulmonar. 1 paciente presentaba una estenosis segmentárea adquirida en el traqueostoma previo que se pudo tratar con láser sin incidencias. En el 4º pacien-

Tabla II

Grupo	% Complicaciones	Tiempo medio intubación (días)	Estancia media (días)	% Mortalidad
I (consv/ends) (n=4)	50%	-	-	50%
II (RTA) (n=9)	22%	7,5 \pm 2,14 días	22,55 \pm 6,22	0%
III (TS/TM) (n=20)	20%	4,65 \pm 2,75 días	15,55 \pm 2,96	10%
IV (TAIC) (n=6)	100%	24 \pm 12,26 días	108,33 \pm 91,11	66,67%

te se observó una ET segmentaria que obstruía un 30% de la luz traqueal y que se pudo manejar de forma conservadora favorablemente.

- Grupo II (RTA), 9 pacientes: todos los pacientes salvo 2 evolucionaron a la curación sin complicaciones ni reintervenciones. En estos 2 pacientes persistió la ET. Una de las persistencias fue tratada por medio de múltiples dilataciones neumáticas, requiriendo finalmente una plastia por deslizamiento que evolucionó favorablemente a la curación. El 2º paciente se dilató endoscópicamente 1 vez sin requerir más intervenciones posteriores. (22% complicaciones, 0% mortalidad). El tiempo medio de intubación fue $7,5 \pm 2,14$ días, y la estancia media $22,55 \pm 6,22$ días.
- Grupo III (traqueoplastias), 20 pacientes: en el grupo de las traqueoplastias hubo 2 éxitos, uno debido a lesión neurológica tras parada cardiorrespiratoria prolongada y el otro debido a un retraso del tratamiento quirúrgico y un manejo previo inadecuado (10% mortalidad). Tres pacientes requirieron reintervenciones: 1 reanastomosis debido a la dehiscencia de sutura de la cara traqueal anterior por infección local, 2 dilataciones neumáticas en 1 mismo paciente por estenosis residual y 1 resección de un granuloma endotraqueal. La evolución posterior de estos pacientes fue favorable (en total 20% de complicaciones). El tiempo medio de intubación en este grupo fue $4,65 \pm 2,75$ días, y la estancia media $15,55 \pm 2,96$ días.
- Grupo IV (TAIC), 6 pacientes: todas las TAIC fracasaron. Cuatro pacientes fallecieron (66,67% de mortalidad): en 2 casos la muerte fue intraoperatoria y en los otros 2 casos se produjo durante el postoperatorio por dehiscencia de suturas y obstrucción respiratoria. El resto de los casos evolucionaron de forma tórpida requiriendo reintervenciones múltiples por reestenosis (realizando dilataciones neumáticas) y granulomas endotraqueales (resecciones endoscópicas). El tiempo medio de intubación fue mayor que en los otros grupos ($24 \pm 12,26$ días) al igual que la estancia media ($108,33 \pm 91,11$ días).

La mortalidad global fue 20,5% (8 éxitos). Las diferencias observadas en el% de mortalidad entre los diferentes grupos fueron estadísticamente significativas con una $p=0,0034$.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de intubación medio, la estancia media y el tiempo medio de seguimiento entre los diferentes grupos.

DISCUSIÓN

La ETC es una malformación poco frecuente pero potencialmente grave y mortal. Puede ser sintomática, manifestándose en la edad del lactante (estridor, dificultad respiratoria, imposibilidad de extubación, síntomas de obstrucción respiratoria, etc.) o asintomática. En los casos asintomáticos su presentación clínica suele ser debida a la precipitación de una infección respiratoria que lleva al distrés respiratorio agudo con necesidad de intubación y ventilación.

Dada la dificultad de la intubación se realizan en ocasiones traqueotomías de urgencia. Es importante hacer un diagnóstico y corrección quirúrgica precoces para evitar mayores complicaciones. En la mayoría de los casos esta malformación no aparece de forma aislada. Las malformaciones cardíacas y vasculares, en especial los anillos vasculares como el *sling* de la arteria pulmonar⁽¹²⁾, están presentes en un gran número de pacientes (anillos traqueales completos en el 50% al 65% de los pacientes diagnosticados de *sling* de la arteria pulmonar). Debido a esto en todos los pacientes con sospecha o diagnóstico de ETC debe realizarse un estudio cardíaco y de grandes vasos, de la misma forma que debe estudiarse la posible presencia de alteraciones traqueales en pacientes diagnosticados de anillos vasculares por medio de la broncoscopia. El tratamiento óptimo es la realización de la corrección quirúrgica cardiovascular y traqueal en la misma intervención, ya que supone un mejor pronóstico⁷, motivo por el cual es fundamental la coordinación de los diferentes equipos quirúrgicos y la existencia de un equipo multidisciplinario que se dedique al estudio y tratamiento de estos pacientes. Otras malformaciones asociadas frecuentemente son las alteraciones del árbol broncopulmonar.

El diagnóstico principal de las ET se realiza por broncoscopia, pero en todos los casos es obligatorio realizar un ecocardiograma y una TAC cervicotorácica (que nos dará idea de la longitud del segmento estenótico y la calidad de la vía aérea más allá de la estenosis).

El tratamiento fundamentalmente es quirúrgico. Las técnicas endoscópicas como las dilataciones, el láser y las resecciones endotraqueales son útiles en un segundo término para solventar las complicaciones de las técnicas quirúrgicas como las estenosis residuales y los granulomas endotraqueales. El tratamiento conservador sólo puede aplicarse en casos muy seleccionados con estenosis cortas de bajo grado. En el 2006 se publicó un estudio⁽⁶⁾ sobre el papel que juega el manejo conservador de la ET congénita comparando 2 grupos de pacientes (uno tratado quirúrgicamente y otro conservadoramente). Observa que la historia natural de las ET congénitas es el crecimiento de las tráqueas estenóticas, y concluye que los pacientes con estenosis traqueales segmentarias en las cuales el diámetro traqueal no sea menor del 60% en ningún punto de la misma, pueden manejarse de forma conservadora.

En las ET de segmento corto (máximo entre el 40-50% de la longitud traqueal) la técnica con la que se han obtenido los mejores resultados es la resección traqueal con anastomosis termino-terminal. La RTA no requiere largos tiempos de intubación, tiene baja tasa de complicaciones y las mortalidad es mínima o casi nula. Actualmente se considera técnica de elección para este tipo de ET.

En las ET de segmento largo los resultados dependen de las técnicas empleadas. La técnica más antigua descrita en los años 80 es la traqueoplastia anterior con injerto pericárdico o costal⁽⁴⁾. Implica 2 problemas importantes: primero,

el uso de un tejido ajeno a la tráquea que estimula la formación de gran cantidad de tejido de granulación; y segundo, la tendencia del injerto a la dehiscencia y a su caída hacia la luz traqueal con su consecuente obstrucción. Requiere largos períodos de intubación, y elevado número de reintervenciones (endoscópicas o abiertas), lo cual añade aún más morbilidad. En ocasiones es necesario realizar traqueostomías debido a la importante formación de secreciones y la imposibilidad de extubación. Los resultados obtenidos son variables en los múltiples estudios realizados y publicados^(8,9,11-19), pero todos concluyen que la tasa de complicaciones es muy elevada y que el% de mortalidad es muy considerable. En nuestro estudio la alta mortalidad obtenida en los pacientes intervenidos por TAIC también puede estar influenciado por la curva de aprendizaje (dado que son los primeros casos de la serie), y por el hecho de que algunas intervenciones no se realizaron con circulación extracorpórea (exitus intraoperatorio por barotrauma).

La traqueoplastia de deslizamiento es una técnica desarrollada posteriormente⁽¹⁻³⁾. Las ventajas que ofrece frente a las plastias con injertos son: no precisa tutorización traqueal, permitiendo la extubación precoz de los pacientes, uso de tejido nativo y menor formación de tejido de granulación y posibilidad de poder realizarse por un abordaje cervical (aunque en nuestra serie se realizaron todas por estereotomía media). Todo esto disminuye considerablemente la tasa de complicaciones, el número de reintervenciones y la mortalidad de forma significativa. No se han observado complicaciones por la desvascularización traqueal, y se ha observado que la tráquea crece con normalidad tras su corrección⁽¹⁵⁻¹⁷⁾. Existen modificaciones y variantes de la traqueoplastia de deslizamiento (*slide*) para ET con y sin anillos completos, y para ET asociada a estenosis del árbol bronquial (con modificación de la orientación y lugar de las incisiones longitudinales traqueo-bronquiales)⁽¹³⁾.

El *bypass* cardiopulmonar o el ECMO⁽¹⁰⁾ no es totalmente imprescindible en la corrección quirúrgica de la ET, pero permite un control total de la oxigenación y del gasto cardíaco del paciente al mismo tiempo que ofrece un campo quirúrgico óptimo con mejor exposición traqueal haciendo de las mismas hoy en día herramientas imprescindibles para el adecuado manejo quirúrgico de estos pacientes.

CONCLUSIONES

El tratamiento fundamental de la ET sintomática es la cirugía. El paciente debe ser estudiado en profundidad teniendo en cuenta anomalías asociadas (sobre todo cardíacas y de grandes vasos) y ser tratado por un equipo multidisciplinario, realizando la cirugía correctora cardiovascular y traqueal en el mismo acto. Las formas cortas de ET deben tratarse mediante RTA, las formas más extensas mediante TS, habiendo quedado obsoleta la TAIC.

BIBLIOGRAFÍA

1. Tsang V, Murday A, Gilbe C. Tracheoplasty for congenital funnel-shaped stenosis. *Ann Thorac Surg* 1989; 48: 632-635.
2. Tsang V, Goldstraw P. Tracheal approach to pulmonary artery sling associated with funnel-shaped tracheal stenosis. *Cardiovasc Surg* 1993; 1: 300-302.
3. Grillo HC. Slide-tracheoplasty for long-segment congenital tracheal stenosis. *Ann Thorac Surg* 1994; 58: 613-621.
4. Kimura K, Mukohara H, Tsugawa C. Tracheoplasty for congenital tracheal stenosis of the entire trachea. *J Ped Surg* 1982;17: 869-871.
5. Weber JT. The airway reconstruction team. Hospital for sick children, Toronto. Recent challenges in the management of congenital tracheal stenosis: an individualized approach. *J Ped Surg* 2005; 40: 774-780.
6. Cheng W, Manson DE, Forte V, Ein SM, MacLusky I. The role of conservative management in congenital tracheal stenosis: an evidence-based long-term follow-up study. *J Ped Surg* 2006; 41: 1203-1207.
7. Chin PL, Kim CW. Prognostic factors in the surgical treatment of congenital tracheal stenosis: a multicenter analysis of the literature. *J Ped Surg* 2006; 41: 221-225.
8. Lang FJ, Humi M, Monier P. Long-Segment Congenital Tracheal Stenosis: Treatment by Slide-tracheoplasty. *J Ped Surg* 1999; 34:1216-1222.
9. Backer CL, Mavroudis C, Gerber ME, Holinger LD. Tracheal surgery in children: an 18-year review of four techniques. *Eur Journal of Cardio-thoracic Surg* 2001; 19: 777-784.
10. Walker LK, Wetzel RC, Haller JA. Extracorporeal membrane oxygenation for perioperative support during congenital tracheal stenosis repair. *Anesth Analg* 1992; 75:825-829.
11. Fiore AC, Brown JW, Weber JR, Turrentine MW. Surgical treatment of pulmonary artery sling and tracheal stenosis. *Ann Thor Surg* 2005; 79: 38-46
12. Beierlein W, Elliott MJ. Variations in the technique of Slide Tracheoplasty to repair complex forms of long-segment Congenital Tracheal Stenosis. *Ann Thorac Surg* 2006; 82: 1540-2
13. Baley M, Haeve H, Monnier P. Pediatric laryngotracheal stenosis: a consensus paper from three European centres. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2003; 260: 118-123.
14. Macchiarini P, Dulnet EP, Montpreville V. Tracheal growth after slide tracheoplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997; 113: 558-566.
15. Maeda M, Grillo MH. Effect of tension on tracheal growth after resection and anastomosis in puppies. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1973; 65: 658-668.
16. Burrington JD. Tracheal growth and healing. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1978; 4: 453-458.
17. Heimansohn DA, Kesler KA, Turrentine MW. Anterior pericardial tracheoplasty for congenital tracheal stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991; 102: 710-716.
18. Andrews TM, Cotton RW, Bayley WW. Tracheoplasty for congenital tracheal rings. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1994; 120: 1363-1369.
19. Bando K, Turrentine MW, Sun K. Anterior pericardial tracheoplasty for congenital tracheal stenosis: intermediate to long-term outcomes. *Ann Thorac Surg* 1996; 62: 981-989.