

[文章编号] 1674-8115(2011)09-1277-06

· 论著 ·

## 气管支气管软化对儿童充血型先天性心脏病纠治术后早期恢复的影响

朱丽敏，徐卓明，柳立平，孔英，徐志伟

(上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心心胸外科，上海 200127)

**[摘要]** 目的 探讨气管支气管软化(TBM)对不同类型充血型先天性心脏病(CHD)患儿术后早期恢复的影响。方法 回顾性分析2007年1月—2010年12月上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心心胸外科监护室收治的所有充血型CHD术后患儿，查阅所有病例的手术资料和监护记录；按照纤维支气管镜检查结果，即是否存在中度以上气管软化或TBM，将每类疾病患儿分成TBM组和无TBM组，进行临床资料和预后的比较。**结果** 回顾总结充血型CHD患儿共5 061例，经纤维支气管镜诊断为TBM 237例，发生率为4.7%。主动脉缩窄合并室间隔缺损、永存动脉干和主动脉弓中断合并室间隔缺损患儿的TBM发生率位列前三位，分别为34.68%、29.17%和28.00%。房间隔缺损(包括完全性和部分性)、室间隔缺损和房间隔缺损病例中，TBM组患儿月龄和体质量明显低于无TBM组( $P < 0.05$ )；完全性大血管错位病例中，TBM组患儿的月龄和体质量大于无TBM组( $P < 0.05$ )；在其他类型CHD患儿中，TBM组与无TBM组年龄和体质量比较，差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。除主动脉弓中断/室间隔缺损外，对于其余类型CHD，TBM组的患儿需要较长的机械通气时间和(或)重症监护病房(ICU)滞留时间( $P < 0.05$ )。结论 TBM对充血型CHD早期恢复的影响主要表现在机械通气时间和ICU停留时间延长，尤其是低年龄、低体质量患儿；手术前应对大气道状况进行准确评估，并制定手术后机械通气策略。

**[关键词]** 充血型先天性心脏病；气管支气管软化；机械通气；儿童

[DOI] 10.3969/j.issn.1674-8115.2011.09.015

[中图分类号] R654.2；R726.2

[文献标志码] A

## Effect of tracheobronchomalacia on early recovery after surgical repair for congestive congenital heart disease

ZHU Li-min, XU Zhuo-ming, LIU Li-ping, KONG Ying, XU Zhi-wei

(Department of Cardiovascular and Thoracic Surgery, Shanghai Children's Medical Center, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 200127, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the effect of tracheobronchomalacia (TBM) on early recovery after surgical repair for different types of congestive congenital heart disease (CHD). **Methods** The clinical data of all the patients with congestive CHD hospitalized in intensive care unit of Department of Cardiovascular and Thoracic Surgery, Shanghai Children's Medical Center affiliated to Shanghai Jiaotong University School of Medicine between January 2007 and December 2010 were retrospectively analysed. Patients of each type of congestive CHD were divided into TBM group and non-TBM group according to the findings of bronchoscopy, and the clinical data and outcomes were compared. **Results** There were 237 cases of TBM diagnosed by bronchoscopy in 5 061 cases of congestive CHD, with the incidence of 4.7%. Coarctation of the aorta with ventricular septal defect, persistent truncus arteriosus and interruption of aortic arch with ventricular septal defect had the higher incidences of TBM, which were 34.68%, 29.17% and 28.00%, respectively. In patients with atrioventricular septal defect, ventricular septal defect and atrial septal defect, the age and body weight in TBM group were significantly lower than those in non-TBM group ( $P < 0.05$ ). In patients with transposition of the great arteries, the age and body weight in TBM group were significantly higher than those in non-TBM group ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference in age and body weight between TBM group and non-TBM group in patients with the other types of CHD ( $P > 0.05$ ). Except for the patients with interruption of aortic arch with ventricular septal defect, those in TBM group of children with the other types of CHD had prolonged time of mechanical ventilation and/or duration of intensive care unit stay ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** TBM may lead to prolonged time of mechanical ventilation and duration of ICU stay in patients

[作者简介] 朱丽敏(1976—)，女，主治医师，硕士；电子信箱：zhulimin121@hotmail.com。

[通信作者] 徐卓明，电子信箱：xmxxyfb@yahoo.com.cn。

with congestive CHD, especially in young infants with low body weight. Evaluation of the airway conditions before surgery and design of the postoperative mechanical ventilation management are important.

[Key words] congestive congenital heart disease; tracheobronchomalacia; mechanical ventilation; children

先天性心脏病 (congenital heart disease, CHD) 是一种常见的儿科先天性出生缺陷, 有调查显示其发生率为 6.8 例/1 000 例活产婴儿。随着诊治技术的不断提高, CHD 的救治率已明显提高。然而, 同时合并气管或者肺部疾病对 CHD 患儿而言可能是致命的问题, 气管的外来压迫或者气管支气管软化 (tracheobronchomalacia, TBM) 等大气道病变, 可能导致如喘息、喉鸣、呼吸困难等呼吸道症状, 使患者因为肺功能异常, 造成手术后机械通气管理困难, 机械通气时间延长, 影响恢复。本研究通过对术后患儿资料的回顾性分析, 旨在探讨 TBM 对不同类型充血型 CHD 术后早期恢复的影响。

## 1 资料与方法

### 1.1 病例资料

回顾性分析 2007 年 1 月—2010 年 12 月上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心心胸外科监护室收治的所有充血型 CHD 术后患儿的手术资料和监护记录; 记录患儿一般情况, 包括年龄、体质量、诊断和手术方式。

### 1.2 纤维支气管镜检查的指征和分组标准

监护治疗期间, 如果出现以下情况之一则认为是纤维支气管镜检查的指征: 机械通气过程中存在气道阻力明显增加的现象; 经过体位引流的物理治疗方法, 仍持续存在大片肺不张; 机械通气时间超过 1 周且表现呼吸机依赖; 手术前影像学检查 (包括胸部 CT 气道重建) 诊断为大气道异常。按照纤维支气管镜检查结果, 即是否存在中度以上气管软化 (tracheomalacia, TM) 或 TBM, 将各类疾病患儿分成 TBM 组和无 TBM 组。独立存在的先天性气管狭窄未被统计在内。

### 1.3 统计学方法

采用 SPSS 14.0 软件包进行统计学分析, 计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示, 同种类型 CHD 组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验, 率的比较采用确切概率法  $\chi^2$  检验。 $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结 果

### 2.1 充血型 CHD 患儿 TBM 的发生率

收集左向右分流 CHD 纠治术后病例 5 282 例,

89 例于术后早期死亡, 132 例资料不全, 最终共 5 061 例进入统计。经纤维支气管镜检查诊断为 TBM 237 例, 发生率为 4.7%。不同类型充血型 CHD 患儿 TBM 发生情况见表 1。主动脉缩窄 (coarctation of the aorta, CoA) 合并室间隔缺损 (ventricular septal defect, VSD)、永存动脉干 (persistent truncus arteriosus, PTA)、主动脉弓中断 (interrupted aortic arch, IAA) 合并 VSD 患儿的 TBM 发生率位列前三位, 分别为 34.68%、29.17% 和 28.00%。

表 1 不同类型 CHD 患儿的 TBM 发生率

Tab 1 Prevalences of TBM in children with different types of CHD

疾病类型	总例数	TBM 例数	TBM 发生率
CoA/VSD/PH	124	43	34.68%
PTA/PH	24	7	29.17%
IAA/VSD/PH	50	14	28.00%
DORV/VSD/PH	129	21	16.28%
VSD/MR/PH	62	8	12.90%
TAPVD	144	15	10.42%
AVSD/PH	247	18	7.29%
d-TGA/VSD/PH	132	9	6.82%
VSD	3 558	90	2.53%
ASD	591	7	1.18%

注: DORV 为右室双出口 (double outlet right ventricle); MR 为二尖瓣反流 (mitral regurgitation); TAPVD 为完全性肺静脉异位引流 (total anomalous pulmonary venous drainage); AVSD 为房室间隔缺损 (atrioventricular septal defect); d-TGA 为右型完全性大血管错位 (dextro-transposition of the great arteries); ASD 为房间隔缺损 (atrial septal defect); PH 为肺高压 (pulmonary hypertension)。

### 2.2 TBM 组与无 TBM 组基本资料比较

按 CHD 类型分类, TBM 组与无 TBM 组基本资料比较见表 2。对于 TBM 发生率小于 10% 的 CHD 类型, AVSD (包括完全性和部分性)、VSD 和 ASD 病例中, TBM 组患儿年龄和体质量明显低于无 TBM 组 ( $P < 0.05$ ); d-TGA 病例中, TBM 组患儿的年龄和体质量大于无 TBM 组 ( $P < 0.05$ )。对于 TBM 发生率 > 10% 的 CHD 类型, PTA 和 DORV 病例中, TBM 组与无 TBM 组比较, 年龄和体质量的差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); VSD/MR、TAPVD 病例中, TBM 组与无 TBM 组比较, 年龄和体质量的差异均无统计学

意义( $P > 0.05$ )。

### 2.3 TBM 组与无 TBM 组在重症监护病房(intensive care unit, ICU)的治疗结局比较

TBM 组与无 TBM 组在 ICU 期间,撤离呼吸机后无创通气或者再次插管的发生率比较见表 3。对于 TBM 发生率  $> 10\%$  的 CHD 类型,CoA/VSD、IAA/VSD 患儿中,TBM 组无创通气的发生率高于无 TBM 组( $P < 0.05$ );DORV 患儿中,TBM 组无创通气和再

次插管的发生率均大于无 TBM 组( $P < 0.05$ )。对于 TBM 发生率  $< 10\%$  的 CHD 类型,AVSD、d-TGA、VSD 和 ASD 患儿中,TBM 组无创通气和再次插管的发生率均大于无 TBM 组( $P < 0.05$ )。

表 4 显示,除了 IAA/VSD 以外,对于其余类型 CHD,TBM 组的患儿需要较长的机械通气时间和(或)ICU 滞留时间,与无 TBM 组相比,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

Tab 2 不同类型 CHD 患儿 TBM 组与无 TBM 组基本资料比较

Tab 2 Demographic profiles of children with different types of CHD in TBM group and non-TBM group

疾病类型	TBM 组		无 TBM 组		Wilcoxon	
	$\bar{x} \pm s$	中位数	$\bar{x} \pm s$	中位数	Z	P
<b>CoA/VSD/PH</b>						
体质量/kg	5.3 ± 2.5	4.7	8.3 ± 10.1	5	-1.857	0.063
年龄/月	5.6 ± 7.9	3.2	13.8 ± 26.1	4.6	-1.667	0.096
<b>PTA/PH</b>						
体质量/kg	8.6 ± 3.7	7.5	6.0 ± 2.6	5.3	-2.014	0.044
年龄/月	17.9 ± 1.2	12.2	8.6 ± 10.9	5.2	-2.133	0.033
<b>IAA/VSD/PH</b>						
体质量/kg	5.8 ± 2.1	5	5.9 ± 5.0	4	-1.561	0.118
年龄/月	7.7 ± 11.4	4.0	12.2 ± 30.6	2.4	-1.02	0.308
<b>DORV/VSD/PH</b>						
体质量/kg	7.1 ± 5.9	5.3	10.0 ± 7.8	7.9	-3.237	0.001
年龄/月	16.3 ± 32.7	5.2	25.4 ± 32.8	10.6	-2.449	0.014
<b>VSD/MR/PH</b>						
体质量/kg	8.5 ± 3.8	6.8	17.0 ± 15.1	10	-1.653	0.098
年龄/月	23.2 ± 22.9	12.7	52.4 ± 53.0	24.3	-1.264	0.206
<b>TAPVD</b>						
体质量/kg	10.2 ± 13.2	5.5	5.3 ± 2.6	4.8	-0.686	0.493
年龄/月	3.5 ± 2.5	3.2	6.5 ± 13.3	2.9	-0.065	0.948
<b>AVSD</b>						
体质量/kg	6.4 ± 2.4	5	10.4 ± 10.2	7.5	-2.61	0.009
年龄/月	8.5 ± 11.7	3.9	21.7 ± 29.2	9.4	-3.018	0.003
<b>d-TGA</b>						
体质量/kg	8.0 ± 5.7	5.5	6.6 ± 6.7	4	-2.226	0.026
年龄/月	11.8 ± 17.2	2.8	9.6 ± 25.7	1.6	-1.971	0.049
<b>VSD</b>						
体质量/kg	7.3 ± 7.3	5.8	11.6 ± 16.5	9	-7.494	<0.001
年龄/月	10.0 ± 15.6	5.9	25.3 ± 31.2	11.9	-6.108	<0.001
<b>ASD</b>						
体质量/kg	7.9 ± 3.3	8	14.7 ± 12.5	12	-2.55	0.011
年龄/月	12.6 ± 10.2	12.5	39.3 ± 39.1	27.8	-2.48	0.013

表 3 TBM 组与无 TBM 组撤离呼吸机后无创通气或再次插管的发生率

Tab 3 Prevalences of no-invasive ventilation and reintubation after withdrawal of mechanical ventilation in TBM group and non-TBM group

疾病类型	TBM 组	无 TBM 组
CoA/VSD/PH		
无创通气	15/43(34.9%) <sup>①</sup>	12/81(14.8%)
再次插管	8/43(18.6%)	7/81(8.6%)
PTA/PH		
无创通气	4/7(57.1%)	5/17(29.4%)
再次插管	3/7(42.9%)	2/17(11.8%)
IAA/VSD/PH		
无创通气	8/14(57.1%) <sup>①</sup>	9/36(25.0%)
再次插管	5/14(35.7%)	7/36(19.4%)
DORV/VSD/PH		
无创通气	9/21(42.9%) <sup>①</sup>	15/108(13.9%)
再次插管	5/21(23.8%) <sup>①</sup>	8/108(7.4%)
VSD/MR/PH		
无创通气	2/8(25.0%)	8/54(14.8%)
再次插管	2/8(25.0%)	3/54(5.6%)
TAPVD		
无创通气	8/15(53.3%)	38/129(29.5%)
再次插管	5/15(33.3%)	29/129(22.5%)
AVSD		
无创通气	6/18(33.3%) <sup>①</sup>	22/229(9.6%)
再次插管	5/18(27.8%) <sup>①</sup>	18/229(7.9%)
d-TGA/VSD/PH		
无创通气	4/9(44.4%) <sup>①</sup>	15/123(12.2%)
再次插管	3/9(33.3%) <sup>①</sup>	10/123(8.1%)
VSD		
无创通气	18/90(20.0%) <sup>①</sup>	123/3 468(3.5%)
再次插管	11/90(12.2%) <sup>①</sup>	56/3 468(1.6%)
ASD		
无创通气	2/7(28.6%) <sup>①</sup>	9/584(1.5%)
再次插管	1/7(14.3%) <sup>①</sup>	2/584(0.3%)

<sup>①</sup>P < 0.05 与无 TBM 组比较。

表 4 TBM 组与无 TBM 组机械通气时间和 ICU 停留时间比较

Tab 4 Time of mechanical ventilation and duration of ICU stay in TBM group and non-TBM group

疾病类型	TBM 组		无 TBM 组		Wilcoxon	
	$\bar{x} \pm s$	中位数	$\bar{x} \pm s$	中位数	Z	P
CoA/VSD/PH						
机械通气时间/h	75.3 ± 54.1	70	48.1 ± 38.4	44	-2.51	0.012
ICU 停留时间/d	7.8 ± 3.7	7.5	5.9 ± 2.9	5	-2.50	0.012
PTA/PH						
机械通气时间/h	132.2 ± 12.3	132	90.9 ± 82.1	80	-2.27	0.023
ICU 停留时间/d	12.0 ± 2.7	13	9.9 ± 9.7	7	-1.72	0.086
IAA/VSD/PH						
机械通气时间/h	120.8 ± 105.4	72	116.7 ± 75.3	96	-1.26	0.208
ICU 停留时间/d	11.2 ± 4.5	12	9.4 ± 4.4	7.5	-0.29	0.771

续表 4

疾病类型	TBM 组		无 TBM 组		Wilcoxon	
	$\bar{x} \pm s$	中位数	$\bar{x} \pm s$	中位数	Z	P
<b>DORV/VSD/PH</b>						
机械通气时间/h	137.0 ± 142.6	96	37.4 ± 41.4	23.5	-5.21	<0.001
ICU 停留时间/d	12.6 ± 11.2	9	4.9 ± 3.3	4	-4.60	<0.001
<b>VSD/MR/PH</b>						
机械通气时间/h	101.3 ± 114.1	61	25.2 ± 26.0	21	-1.99	0.046
ICU 停留时间/d	15.3 ± 8.1	15	3.9 ± 1.8	3.5	-3.26	0.001
<b>TAPVD</b>						
机械通气时间/h	85.4 ± 21.3	72	67.8 ± 64.1	48	-2.65	0.008
ICU 停留时间/d	14.0 ± 7.0	14	6.8 ± 5.7	6	-1.96	0.05
<b>AVSD</b>						
机械通气时间/h	110.6 ± 83.4	84.5	43.2 ± 66.0	24	-4.16	<0.001
ICU 停留时间/d	12.0 ± 6.8	10	4.7 ± 3.8	4	-4.52	<0.001
<b>d-TGA/VSD/PH</b>						
机械通气时间/h	84.4 ± 46.2	69.5	66.6 ± 55.3	50	-1.37	0.169
ICU 停留时间/d	12.5 ± 7.7	8	7.2 ± 5.3	6	-2.93	0.003
<b>VSD</b>						
机械通气时间/h	50.1 ± 41.2	45.5	14.6 ± 21.6	5.5	-11.25	<0.001
ICU 停留时间/d	7.9 ± 5.0	7	2.7 ± 2.2	2	-9.51	<0.001
<b>ASD</b>						
机械通气时间/h	27.3 ± 32.2	18	7.6 ± 14.3	4	-2.81	0.005
ICU 停留时间/d	6.4 ± 6.6	4	2.1 ± 2.0	2	-1.89	<0.001

### 3 讨 论

TBM 是一种少见的气道畸形, 存在气管支气管树塌陷, 通常在呼气相时更加明显, 当 ICU 患者存在比较严重的 TBM 时, 可能会导致 ICU 治疗时间延长<sup>[1]</sup>。TBM 最常见的原因是气管支气管发育不良, 这可能是独立存在的, 也可能合并于 CHD、食道闭锁或气管食管瘘。TBM 也可能继发于外源性血管的压迫、反复发作的支气管炎、支气管赘生物、胃食管反流、长期气管插管和气管切开。Boogaard 等<sup>[2]</sup>报道: 儿童中 TBM 的发生率至少为 1/2 100; 有气道症状的病史或肺功能异常的人群中, 通过纤维支气管镜检查, TBM 发生率达 74%。在 CHD 儿童中, 气道异常的发生率高于正常人群。Burden 等<sup>[3]</sup>报道的 62 例 TBM 患儿中, 74% 是 CHD 患儿。本研究显示: 不同病种的发生率不同, VSD/CoA、PTA、IAA/VSD 为充血型 CHD 患儿中 TBM 发生率最高的三种类型, 原因可能与这部分患儿手术前 PH 程度较重、肺动脉增粗明显以及手术纠治时可能将改变大血管空间位置有关, 尤其是升主动脉与降主动脉之间的距离。Jhang 等<sup>[4]</sup>报道, IAA 或 CoA 患者术前和术后 TBM 发生率

较高, 降主动脉与主动脉弓下缘行吻合的患儿与端端吻合的患儿比较, 该手术可能造成较严重的左主支气管受压, 而导致严重的支气管软化, 需要行右肺动脉向前移位术者明显偏多; 手术可以减轻支气管受压的情况。本研究中的病例存在的 TBM 是否由于手术原因导致, 尚缺乏术前、术后的对照研究。

CHD 患者如合并 TBM, 将导致机械通气时间、ICU 停留时间和住院时间延长, 将对患者的预后产生影响<sup>[5]</sup>。Chen 等<sup>[6]</sup>报道, 在 22 例存在 TBM 的 CHD 术后患儿中, 50% 的患儿机械通气时间延长并行气管切开, 平均术后机械通气时间、ICU 停留时间和住院天数分别为 6.5、11.5 和 20 d, 大于正常对照组的 1.2 和 6.5 d。本研究结果显示, 充血型 CHD 多个病种中, TBM 患儿表现为撤离呼吸机后需要无创通气的比例高, 再次插管率高, 机械通气时间延长, ICU 停留时间延长。结果显示, TBM 与早期恢复相关性不大的疾病有 PTA、IAA/VSD 以及 TAPVD 等, 可能是因为这些疾病心脏畸形复杂, 解剖纠正困难, 手术后心功能恢复时间较长, 单纯由于 TBM 造成的机械通气时间延长被心脏疾病本身的原因掩盖。相反, 对于术后心功能恢复迅速的疾病, 如果存在 TBM 将造

成患儿机械通气时间延长,撤机失败率较高,使机械通气困难成为监护治疗的主要问题,ICU 停留时间延长。据报道<sup>[1,2]</sup>:TBM 患儿存在肺功能下降,主要表现为呼气受限,所以,在复杂充血型 CHD 术后治疗过程中,如果 TBM 造成呼吸功能下降,机械通气管理困难,可能出现低氧血症或高碳酸血症,加重对心功能的不利影响。

掌握 TBM 诊断的时机,有利于为患儿及时制定合理的治疗策略。Wynne 等<sup>[7]</sup>分析心脏手术后非计划性气管切开的病例发现,存在 TBM 是撤离呼吸机失败的危险因素。Lambert 等<sup>[8]</sup>报道,三维多层螺旋计算机断层摄影术(3D-CT)是一项安全快速并且无创的方法,可以准确评估气管和血管的情况。Chen 等<sup>[9]</sup>报道,CHD 儿童气管狭窄的情况可以通过 3D-CT 技术进行评估。但对于在 ICU 接受机械通气治疗的重症患儿来说,可能因为转运而发生血流动力学的波动,CT 检查缺乏可操作性。另外,关于射线暴露剂量与远期肿瘤发生率之间的相关性,近年来也越来越多地被关注,而纤维支气管镜检查可以避免过多的射线暴露损伤。Burden 等<sup>[3]</sup>报道,纤维支气管镜在 TBM 患儿的 ICU 治疗中,可以提供有价值的信息。Efrati 等<sup>[10]</sup>报道了在 39 例 CHD 患儿中应用纤维支气管镜对气道进行评估的情况,认为纤维支气管镜对于 CHD 儿童气道异常的评估具有十分重要的作用,可以指导临床医师为患儿选择合适的治疗措施。明确存在 TBM 的患儿,尽早了解 TBM 程度,合理评估气道情况,对于掌握治疗的主动性、及时制定合理的机械通气策略十分重要。

本研究的局限性在于资料为回顾性研究结果,由于 TBM 的临床症状有时并不典型,根据纤维支气管镜的指征不能确保所有的 TBM 被诊断,尤其是症状较轻时。另外,分析死亡病例的死因,并没有直接的信息显示与 TBM 有关,但可能有些病例同时存在 TBM。

TBM 对充血型 CHD 患儿早期恢复的影响主要表现在机械通气时间和 ICU 停留时间延长,尤其是

低年龄、低体质量的患儿;在手术前应该尽可能地对大气道状况作出明确的评估,并制定手术后机械通气的针对性策略。

### [参考文献]

- [1] Carden KA, Boiselle PM, Waltz DA, et al. Tracheomalacia and tracheobronchomalacia in children and adults: an in-depth review [J]. Chest, 2005, 127(3): 984–1005.
- [2] Boogaard R, Huijsmans SH, Pijnenburg MWH, et al. Tracheomalacia and bronchomalacia in children: incidence and patient characteristics[J]. Chest, 2005, 128(5): 3391–3397.
- [3] Burden RJ, Shann F, Butt W, et al. Tracheobronchial malacia and stenosis in children in intensive care: bronchograms help to predict outcome[J]. Thorax, 1999, 54(6): 511–517.
- [4] Jhang WK, Park JJ, Seo DM, et al. Perioperative evaluation of airways in patients with arch obstruction and intracardiac defects [J]. Ann Thorac Surg, 2008, 85(5): 1753–1758.
- [5] Bandla HP, Hopkins RL, Beckerman RC, et al. Pulmonary risk factors compromising postoperative recovery after surgical repair for congenital heart disease[J]. Chest, 1999, 116(3): 740–747.
- [6] Chen Q, Langton-Hewer S, Marriage S, et al. Influence of tracheobronchomalacia on outcome of surgery in children with congenital heart disease and its management[J]. Ann Thorac Surg, 2009, 88(6): 1970–1974.
- [7] Wynne DM, Kong K, Berkowitz RG. Unplanned tracheostomy following pediatric cardiac surgery [J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 2009, 140(6): 933–935.
- [8] Lambert V, Sigal-Cinqualbre A, Belli E, et al. Preoperative and postoperative evaluation of airways compression in pediatric patients with 3-dimensional multislice computed tomographic scanning: Effect on surgical management [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2005, 129(5): 1111–1118.
- [9] Chen SJ, Shih TT, Liu KL, et al. Measurement of tracheal size in children with congenital heart disease by computed tomography[J]. Ann Thorac Surg, 2004, 77(4): 1216–1221.
- [10] Efrati O, Gonik U, Modan-Moses D, et al. The role of flexible fiberoptic bronchoscopy in evaluation of pulmonary diseases in children with congenital cardiac disease[J]. Cardiol Young, 2007, 17(2): 140–144.

[收稿日期] 2011-04-28

[本文编辑] 吴洋