

# 小儿复发性食管气管瘘胸腔镜修补术的气道管理



全文二维码

宋兰城 朱晓红

国家儿童医学中心 首都医科大学附属北京儿童医院麻醉科, 北京 100045

通信作者: 朱晓红, Email: zhx\_1006@126.com

**【摘要】 目的** 探讨小儿食管闭锁手术后复发性食管气管瘘胸腔镜修补术的气道管理策略。

**方法** 回顾性分析首都医科大学附属北京儿童医院 29 例复发性食管气管瘘胸腔镜修补术患儿临床资料, 收集术前情况、单肺通气方法、术中所见瘘口位置与瘘管外径等数据, 观察单肺通气前 (T1)、单肺通气后 10 min (T2)、单肺通气后 30 min (T3)、单肺通气后 60 min (T4)、单肺通气结束 (T5)、手术结束 (T6) 6 个时点 PETCO<sub>2</sub> 和 SpO<sub>2</sub> 的变化。 **结果** 患儿术前均存在不同程度肺炎。6 个时点 PETCO<sub>2</sub> 随单肺通气时间的延长而逐渐升高, 单肺通气结束后回落 ( $P=0.001$ )。术中出现低氧血症 3 例, 最低 SpO<sub>2</sub> 分别为 85%、86% 和 87%。6 个时点 SpO<sub>2</sub> 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。 **结论** 对于复发性食管气管瘘的胸腔镜修补术, 避免瘘口通气和加强气道管理是麻醉管理的重点, 但尽快手术结扎瘘管仍是关键。对于位置较高的瘘口, CO<sub>2</sub> 人工气胸、支气管阻塞器和支气管插管 3 种单肺通气方法均可行。对于隆突附近的瘘口, 若瘘口较小, 3 种方法均可行; 若瘘口较大, 最好选择左主支气管插管法。

**【关键词】** 食管闭锁/并发症; 复发性食管气管瘘; 胸腔镜检查; 单肺通气

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202011036-013

## Airway management of thoracoscopic surgery for recurrent tracheoesophageal fistula in children

Song Lan'e, Zhu Xiaohong

Department of Anesthesiology, Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, National Center for Children's Health, Beijing 100045, China

Corresponding author: Zhu Xiaohong, Email: zhx\_1006@126.com

**【Abstract】 Objective** To explore the anesthetic airway management for thoracoscopic surgery (TS) of recurrent tracheoesophageal fistula (rTEF). **Methods** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 29 patients of rTEF undergoing thoracoscopic repair. Information on preoperative conditions, one-lung ventilation methods, and location and size of the fistula were collected. Changes of PETCO<sub>2</sub> and SpO<sub>2</sub> at 6 time points (before one-lung ventilation, one-lung ventilation for 10 minutes, 30 minutes, 60 minutes, the end of one-lung ventilation, and the end of operation) were observed. **Results** Varying degrees of pneumonia were found in all children before the operation. PETCO<sub>2</sub> gradually increased with the prolonged one-lung ventilation, and then dropped after the end of one-lung ventilation ( $P=0.001$ ). SpO<sub>2</sub> dropped to below 90% in 3 children, with the lowest reaching 85%, 86%, and 87% respectively. There was no statistically significant difference in SpO<sub>2</sub> at 6 time points ( $P>0.05$ ). **Conclusion** For TS of rTEF the focus of anesthesia management is to avoid fistula ventilation and strengthen airway management. However, to ligate the fistula as soon as possible remains the top priority. For high fistulas and small fistula near the carina, it is feasible to adopt one-lung ventilation methods of CO<sub>2</sub> artificial pneumothorax, bronchial obstructor and bronchial intubation. Yet for big fistula near the carina, it is best to choose the left main bronchus intubation method.

**【Key words】** Esophageal Atresia/CO; Recurrent Esophagotracheal Fistula; Thoracoscopy; One-lung Ventilation

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202011036-013

复发性食管气管瘘是先天性食管闭锁手术后严重并发症,发生率为5%~10%,通常难以自行愈合,需要介入或手术治疗,手术疗效确切,常作为首选治疗方式<sup>[1-2]</sup>。食管气管瘘复发往往与初次根治术中瘘管处理不当、食管吻合口周围炎症反应等因素有关<sup>[3]</sup>。由于胸腔粘连及小儿胸腔容积小,传统开胸手术难以获得满意的术野,且术后发生发胸廓畸形的概率较大,与传统开胸手术相比,胸腔镜手术能获得更清晰的术野,深部组织亦可获得放大效果,可更精细地分离瘘管<sup>[4-5]</sup>。复发性食管气管瘘胸腔镜修补术难度大,对麻醉要求高,目前国内尚未见此类手术麻醉气道管理的相关报道。本文回顾性分析复发性食管气管瘘胸腔镜修补术的麻醉气道管理经验,供临床参考。

## 材料与方法

### 一、临床资料

本研究为回顾性研究,获本院医学伦理委员会批准(2022-E-001-R)。经查阅电子麻醉和病案记录系统,获得2017年10月至2019年7月期间首都医科大学附属北京儿童医院29例Ⅲ型食管闭锁手术后复发性食管气管瘘胸腔镜修补术患儿临床资料,男13例,女16例,纠正月龄( $8.55 \pm 5.75$ )个月,体重( $6.33 \pm 1.91$ )kg。早产儿8例(27.6%)。合并先天性心脏病4例(13.8%),其中法洛四联症1例,房间隔缺损3例。4例心脏畸形均于本次手术前矫正。10例(34.5%)术前予鼻导管吸氧。29例均存在轻度营养不良,血红蛋白( $109.55 \pm 12.25$ )g/L、白蛋白( $36.15 \pm 4.24$ )g/L。术前均经纤维支气管镜检查确诊食管气管瘘,纤支镜外径为2.8mm,均无法通过瘘口,后经注射美蓝确诊。胸部X线检查均提示不同程度肺炎。

### 二、研究方法

①麻醉诱导方法:静脉注射阿托品0.01 mg/kg、丙泊酚2~3 mg/kg、芬太尼1~2  $\mu$ g/kg、顺阿曲库铵0.1~0.2 mg/kg。②麻醉维持方法:静脉泵注丙泊酚100~160  $\mu$ g/(kg·min)+瑞芬太尼0.2~0.4  $\mu$ g/(kg·min)或吸入七氟烷复合。③单肺通气方法:CO<sub>2</sub>人工气胸法21例(72.4%)、支气管阻塞器法5例(17.2%)、支气管插管法3例(10.3%)。支气管内阻塞器均为5F Arndt阻塞器,均采取管外放置技术阻塞右主支气管支气管插管法均为左主支气管插管<sup>[6]</sup>。

麻醉诱导后行外周动脉穿刺置管,持续监测动脉血压,并进行体温和尿量监测。行机械通气,氧流量2~3 L/min,根据SpO<sub>2</sub>、PETCO<sub>2</sub>、潮气量和气道压等选择定容或定压模式,并及时调整吸入氧浓度和呼吸参数。胸腔镜手术均经右胸进行,术后均带气管导管入重症监护病房。

### 三、评价方法

因部分病例术中未行动脉血气分析监测,故通过SpO<sub>2</sub>和PETCO<sub>2</sub>了解缺氧和高碳酸血症的发生情况。分析患儿术前情况、术中单肺通气方法、术中不同时点的SpO<sub>2</sub>和PETCO<sub>2</sub>、术中所见瘘口位置与瘘管外径、术后带气管插管时长以及短期预后等临床数据。主要观察单肺通气前(T1)、单肺通气后10 min(T2)、单肺通气后30 min(T3)、单肺通气后60 min(T4)、单肺通气结束(T5)及手术结束(T6)6个时点的SpO<sub>2</sub>和PETCO<sub>2</sub>的变化趋势。

### 四、统计学处理

应用SPSS 21.0进行统计分析,分类变量以频数和率(%)表示,正态分布的连续变量以 $\bar{x} \pm s$ 表示,非正态分布的连续变量以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示。本研究中6个时点PETCO<sub>2</sub>均服从正态分布,但方差不齐;6个时点SpO<sub>2</sub>均不服从正态分布,因此各时点PETCO<sub>2</sub>和SpO<sub>2</sub>的比较应用Kruskal-Wallis H检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、整体治疗结果

29例均顺利完成手术,手术时间( $198.21 \pm 84.13$ )min,术中心率和血压基本平稳,无一例出现明显低体温,出血量2~10 mL,尿量5~10 mL。术后住ICU时间( $11.82 \pm 8.14$ )d,带气管导管时间( $6.21 \pm 3.93$ )d。28例痊愈出院,1例因吻合口瘘合并重症感染于术后第11天死亡。

### 二、术中所见瘘口位置

瘘口位于气管隆突附近(距离隆突<1 cm)19例(65.5%)、气管中上段(距离隆突>2 cm)7例(24.1%)、气管隆突与气管中上段之间(距离隆突1~2 cm)者3例(10.3%)。瘘管外径3~10 mm。

### 三、术中监测结果

29例出现高碳酸血症,其中1例在单肺通气结束时PETCO<sub>2</sub>达92 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),手术结束时降至42 mmHg,为支气管阻塞器法;其余28例PETCO<sub>2</sub>均在75 mmHg以下。术中6个时

点的  $\text{PETCO}_2$  随单肺通气时间延长而升高,至单肺通气结束(T5)时最高,之后回落( $\chi^2 = 21.700, P = 0.001$ ),见图 1。6 个时点  $\text{PETCO}_2$  值分别为:T1 ( $42.94 \pm 8.31$ ) mmHg、T2 ( $45.23 \pm 9.21$ ) mmHg、T3 ( $50.56 \pm 16.79$ ) mmHg、T4 ( $52.48 \pm 17.65$ ) mmHg、T5 ( $54.89 \pm 15.31$ ) mmHg、T6 ( $41.44 \pm 8.33$ ) mmHg。经两两比较,T5 和 T1、T5 和 T2、T5 和 T6 间  $\text{PETCO}_2$  差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

术中出现低氧血症 3 例,最低  $\text{SpO}_2$  分别为 85%、86% 和 87%,其中 2 例为支气管阻塞器法,1 例为  $\text{CO}_2$  人工气胸法。6 个时点  $\text{SpO}_2$  差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。

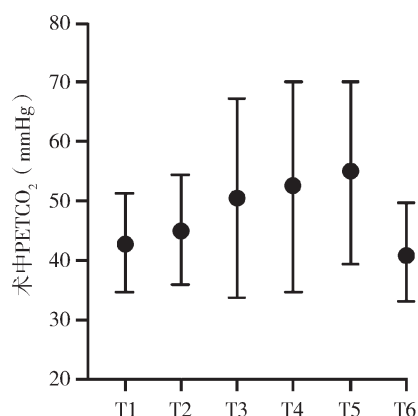


图1 患儿术中 6 个时点  $\text{PETCO}_2$  变化图  
注 T5 和 T1、T5 和 T2、T5 和 T6 之间比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )  
Fig.1 Differences of  $\text{PETCO}_2$  at 6 time points

## 讨论

先天性食管闭锁伴食管气管瘘是新生儿严重的消化道畸形,根据有无食管气管瘘及瘘管与食管的位置关系分为五型,以Ⅲ型最常见,Ⅲ型中食管两盲端距离  $> 2$  cm 者为Ⅲa型,  $< 2$  cm 者为Ⅲb型。本研究选择病例均为Ⅲ型,未区分Ⅲa型和Ⅲb型。因初次食管吻合术后胸腔粘连严重,食管与气管间界限不清,导致复发性食管气管瘘胸腔镜修补术中瘘管游离困难,费时较长,故麻醉管理较为困难,体现在以下方面:①食管气管瘘结扎前,正压通气时气体可能通过瘘口进入低阻力的胃肠道,导致通气不满意,且胃扩张可增加反流误吸风险;②患儿术前一般均患有吸入性肺炎,肺通气和换气功能较差;③手术医生希望麻醉医生尽可能实施单肺通气技术以获得更好的术野,但术中单肺通气进一步降低了通气效果,且单肺通气及手术操作均可能导致

血流动力学的波动。

手术前详细了解瘘口的位置和大小,有利于术中气道管理。Holzki<sup>[7]</sup>总结了 113 例新生儿原发性食管气管瘘的纤支镜检查结果,发现 67% 的瘘口距离隆突  $> 1$  cm,22% 距离隆突  $< 1$  cm,11% 在隆突或隆突以下。根据本组患儿术中所见,复发性食管气管瘘的瘘口位置有 65.5% 位于隆突附近(距离隆突  $< 1$  cm),24.1% 位于气管中上段(距离隆突  $> 2$  cm),10.3% 位于隆突与气管中上段之间(距离隆突  $1 \sim 2$  cm)。大多数复发性食管气管瘘的瘘口位于隆突附近,这与原发性食管气管瘘位置不同。本组患儿术前检查所用纤维支气管镜外径为 2.8 mm,纤支镜均未通过瘘口,说明瘘口较小。

传统观点认为,复发性食管气管瘘手术在瘘口结扎前应尽量保持自主呼吸,以避免机械正压通气时瘘口通气。但近期研究表明,对于  $< 3$  mm 的瘘口行正压通气是安全的<sup>[8-10]</sup>;出现通气困难常与隆突附近较大瘘口及患儿肺部情况较差有关<sup>[10]</sup>。本组患儿从麻醉诱导后到麻醉结束一直是机械正压通气,未出现明显的瘘口通气,可能与本组患儿瘘口较小有关。

目前应用于婴儿单肺通气的方法主要有  $\text{CO}_2$  人工气胸、非术侧主支气管插管和术侧主支气管阻塞器 3 种<sup>[11-12]</sup>。本组大多数患儿术中维持  $\text{SpO}_2$  在 91% 以上。术中 6 个时点  $\text{SpO}_2$  水平差异无统计学意义,但从样本数据可看出单肺通气开始后  $\text{SpO}_2$  有所下降,单肺通气结束后又有所回升。麻醉记录中没有通气模式和呼吸参数等数据,但可以推测,术中经麻醉医生对吸入氧浓度、通气模式及呼吸参数的调节,能维持  $\text{SpO}_2$  在可接受水平。本组病例术中均出现高碳酸血症, $\text{PETCO}_2$  随单肺通气时间的延长而升高,单肺通气结束时达到最高值,单肺通气结束后可回落至正常水平。术中  $\text{SpO}_2$  下降和  $\text{PETCO}_2$  升高的情况除与单肺通气有关外,还与患儿肺部情况、麻醉气道管理以及手术操作等因素有关。因此,3 种单肺通气方法用于复发性食管气管瘘胸腔镜修补术都是可行的,无标准技术可参照,主要取决于麻醉医生的经验和术前对瘘口位置和大小判断。理论上讲,对于位置较高的瘘口,三种方法都可行;对于隆突附近的瘘口,则要考虑瘘口的大小。对于隆突附近的较小瘘口,三种方法都可行,对于隆突附近的较大瘘口,有报道可于插管前通过硬质支气管镜引导 Fogarty 导管封堵瘘管,以解决瘘口通气问题,但此技术操作复杂,封堵过程容

易造成患儿缺氧,且不一定能封堵成功,即使成功也有发生导管移位而堵塞气道的风险,我们尚未开展此技术,认为选择左主支气管插管法较好<sup>[13-14]</sup>。对于复发性食管气管瘘胸腔镜修补术,无论采用何种单肺通气方法,尽快结扎瘘管是关键。

3种单肺通气方法各有利弊:①CO<sub>2</sub>人工气胸法的主要问题在于手术医生为了获得满意的术野,会将CO<sub>2</sub>压力调至较高水平,通常高于5 mmHg,而这会对循环功能造成较大影响;②使用支气管阻塞器的弊端在于此类手术一般经右侧进胸,需堵塞右主支气管,由于右上肺叶开口较高且存在较多变异,常导致右上肺阻塞不全,且由于右主支气管较短,支气管阻塞器容易发生移位,影响单肺通气效果,甚至可能堵塞主气管<sup>[14]</sup>;③非术侧主支气管插管操作简单,但如果选择的气管导管较粗,长时间压迫主支气管可导致术后气管壁水肿,可能发生术后通气侧肺不张<sup>[11]</sup>。此外,若单肺通气开始后发现氧合不满意,需改为双肺通气,此时需将气管导管退回主气管,不但操作不方便,而且气管导管的移动也会对气管壁造成一定的机械损伤。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

**作者贡献声明** 文献检索、数据收集与分析、论文结果撰写为宋兰娥,论文调查设计、论文讨论分析为朱晓红

## 参 考 文 献

- [1] Lal DR, Oldham KT. Recurrent tracheoesophageal fistula [J]. Eur J Pediatr Surg, 2013, 23 (3): 214-218. DOI: 10. 1055/s-0033-1347913.
- [2] 张旻中,王俊,蔡威.食管闭锁术后食管气管瘘复发的治疗进展[J].中华小儿外科杂志,2016,37(2):147-150. DOI:10. 3760/cma. j. issn. 0253-3006. 2016. 02. 015.  
Zhang MZ, Wang J, Cai W. Treatment advances for recurrent tracheoesophageal fistula after esophageal atresia operations [J]. Chin J Pediatr Surg, 2016, 37 (2): 147-150. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0253-3006. 2016. 02. 015.
- [3] 朱海涛,沈淳,肖现民,等.食管闭锁术后食管气管瘘复发再手术的临床分析[J].临床小儿外科杂志,2014,13(5):373-376. DOI:10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2014. 05. 002.  
Zhu HT, Shen C, Xiao XM, et al. Clinical analysis of reoperation for esophageal atresia with recurrent tracheoesophageal fistulas [J]. J Clin Ped Sur, 2014, 13 (5): 373-376. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2014. 05. 002.
- [4] 杨振,戴康临,刘雪来,等.胸腔镜治疗先天性食管气管瘘1例[J].临床小儿外科杂志,2015,14(3):249-250. DOI:10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2015. 03. 025.  
Yang Z, Dai KL, Liu XL, et al. An analysis of risk factors in anastomotic stricture after thoracoscopic repair of congenital esophageal atresia [J]. J Clin Ped Sur, 2015, 14 (3): 249-250. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2015. 03. 025.
- [5] 华凯云,赵勇,谷一超,等.胸腔镜下食管闭锁修补术后食管气管瘘复发18例[J].中华小儿外科杂志,2019,40(6):499-502. DOI:10. 3760/cma. j. issn. 0253-3006. 2019. 06. 004.  
Hua KY, Zhao Y, Gu YC, et al. Thoracoscopic repair of recurrent tracheoesophageal fistula after operation for esophageal atresia; a report of 18 cases [J]. Chin J Pediatr Surg, 2019, 40 (6): 499-502. DOI:10. 3760/cma. j. issn. 0253-3006. 2019. 06. 004.
- [6] 刘国亮,张建敏,高佳,等.气管导管外放置Arndt支气管内阻断器与二氧化碳人工气胸用于婴幼儿单肺通气的比较[J].国际麻醉学与复苏杂志,2020,41(3):244-248. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1673-4378. 2020. 03. 004.  
Liu GL, Zhang JM, Gao J, et al. Comparison of extraluminal use of the Arndt endobronchial blocker and CO<sub>2</sub> artificial pneumothorax for one lung ventilation in infants and children [J]. Internat J Anesth and Resus, 2020, 41 (3): 244-248. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1673-4378. 2020. 03. 004.
- [7] Holzk J. Bronchoscopic findings and treatment in congenital tracheoesophageal fistula [J]. Paediatr Anaesth, 1992, (2): 297-303.
- [8] Andropoulos DB, Rowe RW, Betts JM. Anaesthetic and surgical airway management during tracheo-esophageal fistula repair [J]. Paediatr Anaesth, 1998, 8 (4): 313-319. DOI:10. 1046/j. 1460-9592. 1998. 00734. x.
- [9] Semmelmann A, Kaltofen H, Loop T. Anesthesia of thoracic surgery in children [J]. Paediatr Anaesth, 2018, 28 (4): 326-331. DOI:10. 1111/pan. 13350.
- [10] Knottenbelt G, Costi D, Stephens P, et al. An audit of anesthetic management and complications of trachea-esophageal fistula and esophageal atresia repair [J]. Paediatr Anaesth, 2012, 22 (3): 268-274. DOI:10. 1111/j. 1460-9592. 2011. 03738. x.
- [11] Cerchia E, Ferrero L, Molinaro F, et al. Pediatric thoracoscopy and bronchial blockers; the continued search for the ideal one-lung ventilation [J]. J Laparoendosc Adv S, 2016, 26 (2): 153-156. DOI:10. 1089/lap. 2015. 0235.
- [12] Yamashita A, Okamoto H. Anesthesia for thoracoscopic surgery in children [J]. The Japanese journal of anesthesiology, 2016, 65 (9): 930-936.
- [13] Taneja B, Saxena KN. Endotracheal intubation in a neonate with esophageal atresia and trachea-esophageal fistula: pitfalls and techniques [J]. J Neon Surg, 2014, 3 (2): 18-22.
- [14] Edelman B, Selvaraj BJ, Joshi M, et al. Anesthesia practice: Review of perioperative management of H-type tracheoesophageal fistula [J]. Anesthesiol Res Prac, 2019, 2019: 8621801. DOI: 10. 1155/2019/8621801.

(收稿日期:2021-09-14)

**本文引用格式:** 宋兰娥,朱晓红. 小儿复发性食管气管瘘胸腔镜修补术的气道管理[J]. 临床小儿外科杂志,2022,21(2):170-173. DOI:10. 3760/cma. j. cn101785-202011036-013.

**Citing this article as:** Song LE, Zhu XH. Airway management of thoracoscopic surgery for recurrent tracheoesophageal fistula in children [J]. J Clin Ped Sur, 2022, 21 (2): 170-173. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202011036-013.