

- 海, 2017:170.
- [3] FRANCO-PAREDES C, MARCOS L A, HEN AO-MART NEZ A F, et al. Cutaneous mycobacterial infections[J]. Clin Microbiol Rev, 2018, 32(1):E00069-18.
- [4] 满春花, 卢宪梅, 周桂芝, 等. 20 例皮肤结核临床病理分析[J]. 中国麻风皮肤病杂志, 2019, 35(3):140-143.
- [5] 周琳, 沈兴华. 皮肤结核一例[J]. 结核与肺部疾病杂志, 2022, 3(1):85-86.
- [6] 朱莉贞. 加强对肺外结核病的协作研究[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2008, 56(2):81-82.
- [7] MAHMUD T A K, PAUL H K, ZAKARIA A S M, et al. Study on association of cutaneous tuberculosis with pulmonary tuberculosis[J]. Bangladesh Med Res Counc Bull, 2010, 36(2):57-60.
- [8] 孙雯雯, 肖和平, 吴福蓉, 等. 结核感染 T 细胞斑点试验在临床诊断为肺外结核患者中的价值评价[J]. 中国防痨杂志, 2015, 37(7):784-789.
- [9] 杨松, 王乐乐, 李同心, 严晓峰, 唐神结. 肺外结核流行病学研究进展[J]. 中华流行病学杂志, 2021, 42(1):171-176.
- [10] 于永敏. 结核分枝杆菌培养阳性患者 T-SPOT.TB 检测结果分析[J]. 国际检验医学杂志, 2013, 34(1):106-107.
- [11] 《中国防痨杂志》编辑委员会, 中国医疗保健国际交流促进会结核病防治分会基础学组和临床学组. 现阶段结核抗体检测在我国临床应用的专家共识[J]. 中国防痨杂志, 2018, 40(1):9-13.
- [12] 张正冬, 张海燕, 林存智. WHO 第四版结核病治疗指南解读[J/CD]. 中华临床医师杂志(电子版), 2014, 8(23):4251-4253.
- [13] 林志青, 黄延玲, 黄萍, 等. 利奈唑胺和万古霉素对皮肤及软组织感染治疗效果的 META 分析[J]. 中国抗生素杂志, 2010, 35(11):858-866.
- [14] 常苗苗, 西娜, 赵乙丞, 等. 221 例结核科住院患者利奈唑胺的应用分析[J]. 中国药物应用与监测, 2020, 17(6):403-407.
- [15] World Health Organization. Global Tuberculosis Report 2020[R]. Geneva: WHO, 2020.
- (收稿日期:2022-04-30 修回日期:2023-01-05)

## • 案例分析 •

# 机器人辅助下胸腔镜术中突发气管破裂 1 例

王 祥<sup>1</sup>, 王金梅<sup>1</sup>, 钟 良<sup>1△</sup>, 杜艺敏<sup>2</sup>

(1. 华中科技大学同济医学院附属武汉儿童医院麻醉科, 湖北 武汉 430016;

2. 华中科技大学同济医学院附属同济医院护理部, 湖北 武汉 430000)

**[摘要]** 医源性气管破裂是临床上少见的但危及生命的气道并发症, 通常需要手术修补。在单肺通气下行胸腔镜检查或开胸手术是胸段气管、气管分叉处及主支气管病变的首选方法, 而单肺通气术中往往会出现低氧血症和急性肺损伤。气管破裂患者的气道管理与破裂口的位置、大小、术中通气方式等密切相关, 临床上可能表现出气胸、纵隔气肿、呼吸功能不全等, 出现低氧血症时往往比较棘手, 严重时可出现呼吸心跳骤停, 因此, 对于气管破裂患者的气道管理有其特殊性。该文报道 1 例患儿在胸腔镜术中突发气管破裂, 经紧急抢救后转危为安。

**[关键词]** 气管破裂; 低氧血症; 单肺通气; 麻醉; 复苏; 围手术期; 病例报告

DOI: 10.3969/j.issn.1009-5519.2023.03.037

中图法分类号: R614.2

文章编号: 1009-5519(2023)03-0537-04

文献标识码: B

气管破裂在平时并不多见, 医源性气管破裂在临床上更加少见。气管破裂患者往往因为通气不足而出现低氧血症、高碳酸血症或其他致命性并发症, 处理这种致命性损伤的方法是通过外科手术修补破裂气管或行气管重建术, 术中如何维持患者的氧合对外科医生和麻醉医师提出了较高的要求。根据破裂口的形态、大小、所在的位置(气管上段、气管中段、气管

下端)不同, 麻醉诱导的方法和术中的通气方式也不相同。麻醉医师需要根据患者的病情特点, 通过术前评估制定个体化的麻醉诱导方案和术中通气策略, 确保患者围手术期的生命安全。

## 1 临床资料

患儿, 女, 2 岁 3 个月, 身高 93 cm, 体重 14 kg。患儿家属主诉为“发现纵隔囊肿 2 年余”。现病史: 患

△ 通信作者, E-mail: 1016958560@qq.com。

儿在母亲孕期 8 个月时产检发现喉部阴影,考虑羊水影响,不排除食管囊肿可能,后未经处理继续观察。患儿于 1 个月前出现无明显诱因下咳嗽、流涕,家属自行雾化治疗,效果不明显,1 周前患儿咳嗽症状加重伴喘息,先后在外院就诊行抗炎、平喘、雾化等治疗,无明显好转。患儿在外院行 CT 检查提示:支气管炎、后纵隔囊性病变,气管远端及双主支气管明显受压。现患儿在安静时有阵发性刺激性咳嗽,未闻及明显痰音,无气促、喘息等不适,为求进一步诊治,患儿以“支气管炎”于 2022 年 3 月 29 日收入华中科技大学同济医学院附属武汉儿童医院心胸外科。患儿起病以来,精神食欲欠佳,二便正常,体重无明显变化。

**1.1 患儿入院后查体** 体温 36.5℃,呼吸 26 次/分,脉搏 124 次/分,发育良好,神志清楚。专科查体:心前区无隆起,心尖冲动正常,心音正常,心脏杂音未闻及。正常呼吸,双侧呼吸运动对称,腹平软,无压痛及反跳痛。入院后完善相关检查,血常规:红细胞计数  $4.0 \times 10^{12} \text{ L}^{-1}$ ,白细胞计数  $8.74 \times 10^9 \text{ L}^{-1}$ ,血小板计数  $323 \times 10^9 \text{ L}^{-1}$ ,中性粒细胞百分数 27%。肝功能、肾功能、电解质检查正常,凝血功能:凝血酶原时间 10.1 s,活化部分凝血酶时间 25.4 s,纤维蛋白原 2.45 g/L。术前心电图提示窦性心律,胸部 X 线片及碘水造影(图 1A、2)可见:后纵隔囊性包块,两肺纹理增强,右肺门影大,心影大小正常;在胸椎  $T_{3-5}$  水平,食管受压向后推移、压迫改变,对比剂通过尚顺利。胸部 X 线片检查结果:右上纵隔占位,前肠源性肿瘤可能性大,两肺纹理增强。胸部 CT 检查可见:后纵隔气管与食管之间有一类圆形低密度影,边界欠清晰,局部气管受压向前推移变窄,局部食管向后受压推移,前上纵隔见软组织密度胸腺影。增强扫描后可见后纵隔病灶未强化,边界较平时清晰,病灶大小约  $34.9 \text{ mm} \times 20.7 \text{ mm} \times 40.9 \text{ mm}$ ,可见主动脉弓、奇静脉、降主动脉及左右肺动脉干环绕病灶。左主支气管明显受压,最窄处内径约 1.9 mm。胸部 CT 检查诊断为:后纵隔囊性包块,前肠囊肿可能,双肺通气不均。术前检查完善后,拟择期行机器人辅助下后纵隔病损切除术。

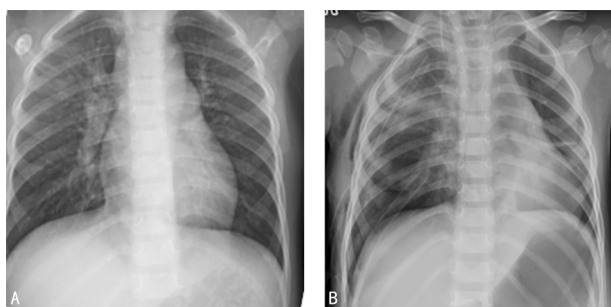
**1.2 麻醉及抢救过程** 患儿入手术室后开放静脉通道,常规吸氧,行心电监护。采用快诱导麻醉,依次静脉推注异丙酚 50 mg、芬太尼 0.03 mg、罗库溴铵 15 mg,待肌肉松弛药物起效后行气管插管,考虑患儿在左侧卧位下手术,麻醉医师试图将气管导管插入左侧主支气管进行单肺通气(OLV),用纤维支气管镜通过气管导管观察,可见左主支气管开口狭窄,纤维支气管镜无法通过,故放弃左侧 OLV,遂将气管导管放

在主气道,固定导管可见呼气末二氧化碳( $\text{PaCO}_2$ )波形良好。术中使用持续泵注异丙酚  $10 \text{ mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})$  复合瑞芬太尼  $0.1 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$  维持麻醉,间断追加罗库溴铵维持肌肉松弛状态。后行右侧颈内静脉穿刺,右足背动脉穿刺并测压。麻醉生效后,患儿取左侧卧位,常规消毒铺巾,术中做切口建立人工气胸,术中气道压力较高,最高为  $40 \text{ cm H}_2\text{O}$  ( $1 \text{ cm H}_2\text{O} = 0.098 \text{ kPa}$ )。在胸腔内置入达芬奇机器人相关器械,术中可见囊性包块位于奇静脉与上腔静脉之间,大小约为  $5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ ,位于食管前方,用电凝钩切开表面囊肿胸膜并逐步剥离囊肿,术中可见气管壁受压明显伴部分软化,左主支气管近隆突处尤甚。手术进行约半小时后,忽见麻醉机报警提示通气不足,不见  $\text{PaCO}_2$  波形。遂继出现血氧饱和度( $\text{SpO}_2$ )下降、血压(BP)下降、心率(HR)下降。立刻呼叫上级医生及麻醉科主任,考虑术中在剥离囊肿时出现了气管破裂。外科医生紧急开胸行气管修补术,由于破裂口在隆突附近,术前未能进行 OLV,即麻醉机通过气管导管的气体可通过破裂口漏出而无法进行有效通气。BP 最低下降至  $40/20 \text{ mm Hg}$  ( $1 \text{ mm Hg} = 0.133 \text{ kPa}$ ),静脉推注肾上腺素 0.3 mg,持续泵注多巴胺  $5 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$  维持 BP。 $\text{SpO}_2$  缓慢持续下降,最低为 0 至测不出。改为手动通气加快呼吸频率,调大麻醉机氧流量,头部放置冰袋,推注激素氢化可的松 100 mg、呋塞米 5 mg,用以减轻脑水肿,抽动脉血测血气(血气分析结果见表 1),可见动脉血暗红。在 5~10 min 内,外科医生完成开胸下气管修补,后可见  $\text{PaCO}_2$  波形逐渐正常, $\text{SpO}_2$  也逐渐恢复正常。泵注去甲肾上腺素  $0.1 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$  复合多巴胺  $5 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$  维持 BP,根据动脉血压调节血管活性药物用量。再次静脉推注地塞米松 5 mg,缓慢静脉滴注碳酸氢钠纠正内环境平衡。外科医生在切除大部分囊壁后送检,手术时间约 120 min,术中共输注液体 300 mL,出血 10 mL,尿量 700 mL。气管破裂前后患儿生命体征变化见表 2。术毕麻醉医师吸痰、膨肺,带气管导管送入重症监护室(ICU)。入 ICU 后,继续予患儿镇静,于术后当天行床旁胸部 X 线片(图 1B)提示:纵隔囊肿术后改变,两侧肺纹理增强,右上肺及左下肺可见斑片状模糊影,右侧胸腔及右侧胸壁可见气体影。术毕复查血常规提示红细胞计数  $3.80 \times 10^{12} \text{ L}^{-1}$ ,白细胞计数  $32.73 \times 10^{12} \text{ L}^{-1}$ ,血小板计数  $375 \times 10^9 \text{ L}^{-1}$ ,中性粒细胞百分比 84.7%。肝功能、肾功能、电解质、凝血功能结果大致正常。患儿于第 2 天拔除气管导管,生命体征平稳,术后无不良并发症发生。

表 1 术中不同时间点患儿血气分析

项目	pH	PaO <sub>2</sub> (mm Hg)	PaCO <sub>2</sub> (mm Hg)	Hb (g/L)	BE	K <sup>+</sup> (mmol/L)	Ca <sup>2+</sup> (mmol/L)	Lac (mmol/L)
正常值	7.35~7.45	80.0~100.0	35~40	11~16	-3.0~+3.0	3.5~5.5	1.15~1.35	0.5~1.7
时间								
15:20	6.95	55.2	测不出	12.3	测不出	3.1	1.38	0.5
15:40	7.15	162.0	63.0	11.6	-7.6	3.6	1.22	0.4
16:30	7.32	173.0	48.1	11.3	-1.8	3.3	1.12	0.6

注:出现通气不足时的时间为 15:00;pH 为酸碱值;PaO<sub>2</sub> 为动脉血氧分压;Hb 为血红蛋白;BE 为碱剩余;K<sup>+</sup> 为钾离子;Ca<sup>2+</sup> 为钙离子;Lac 为乳酸。



注:A. 术前,患儿两侧肺纹理增强,右肺门影大,后纵隔囊性包块;  
B. 术毕当天,患儿气管插管状态,可见右上肺及左下肺大片状阴影。

图 1 胸部 X 线片



注:后纵隔囊性包块,在 T<sub>3~5</sub>,食管受压移位。

图 2 术前碘水造影

表 2 气管破裂前后患儿生命体征变化

项目	HR(次/分)	BP(mm Hg)	SpO <sub>2</sub> (%)
正常值(2 岁时)	80~150	70~120/40~55	90~100
时间			
14:55	120	60/40	95
15:00	80	40/20	80
15:05	140	100/45	27(曾下降至 0)
15:10	130	100/50	60
15:15	120	65/40	88
15:20	125	70/40	92

注:在 15:00 PaCO<sub>2</sub> 消失。

## 2 讨论

气管破裂通常由创伤性、医源性和自发性破裂引

起,术中气管破裂是一种罕见但严重的并发症,可由胸部手术、气管插管或气管切开等造成,临床上可表现为氧合不足、痰中带血、皮下气肿等<sup>[1]</sup>,严重时危及生命。在术中出现气管支气管破裂时的征象为麻醉机提示通气不足、PaCO<sub>2</sub> 消失、SpO<sub>2</sub> 下降等。需要注意术中 PaCO<sub>2</sub> 监测是瞬时监测,对于病情变化快的小儿手术尤为重要<sup>[2]</sup>。在术中 PaCO<sub>2</sub> 消失时,要考虑“DOPE 四要素”即管道异位-Displacement、管腔堵塞-Obstruction、气胸-Pneumothorax、机器故障-Equipment failure。术中听诊两肺呼吸音或者术中行肺超声有助于鉴别诊断 PaCO<sub>2</sub> 消失的原因。通过围手术期肺超声检查,可以观测到肺滑移征、A 线、B 线、肺点等,能鉴别出肺不张、气胸、胸腔积液等<sup>[3]</sup>。

在气管支气管破裂的情况下,麻醉管理的要点是确保足够的通气和维持氧供需平衡。在这种情况下,可能遇到的气体交换明显不足、血流动力学不稳定、修复病变部位操作困难等。传统的气管插管通气和间歇正压通气会导致漏气,以致通气不足或潮气量减少。因此,术中需要用双腔管或支气管封堵器控制呼吸<sup>[4]</sup>。目前,在 OLV 术中实行肺隔离技术的方法有支气管插管、支气管封堵器、双腔管插管、Univent 管等,对于小儿则更多选择支气管封堵器实行肺隔离<sup>[5]</sup>。剖胸和侧卧位对患者的呼吸和循环产生剧烈影响,尤其在小儿 OLV 中,更容易出现低氧血症和高碳酸血症<sup>[6]</sup>。通过纤维支气管镜引导进行健侧支气管维持通气,术中行保护性肺通气策略,在确保通气情况下为外科医生提供手术条件。对于操作难度大的气管修补术,可以参照气管肿瘤切除术的气道管理,即在手术台上由术者插入单腔气管导管至手术对侧主支气管内行 OLV,在完成气管修补术后拔除在术野插入的气管导管,同时将经口插入的气管导管插入至吻合口下方进行通气<sup>[7]</sup>,还可在手术台上用 2 台麻醉机行双肺分开通气进而维持氧合。对于术中难以维持氧合或手术操作极其困难的患者,可以选择在体外循环或借助体外膜氧合(ECMO)技术进行气管

修补术<sup>[8]</sup>。术前可以在局部麻醉下选择股-股动静脉转流或 ECMO,使术中难以维持氧合的患者平稳度过麻醉诱导期和手术环节<sup>[9]</sup>。对于难以维持氧合的患者,缺氧时间延长会导致多器官缺血、缺氧,严重时可出现心搏骤停,需要立即进行心肺复苏。在胸腔镜术中可以紧急开胸后进行心脏按压,同时使用心血管药物或者电除颤来维持循环稳定,同时注意重要脏器包括对心、肺、脑的保护<sup>[10]</sup>。

结合该病例,胸腔镜术中突发气管破裂在临床上比较罕见,主要是病变部位包绕隆凸,且合并气管软化情况,在分离囊肿过程中出现气管破裂这种急危重症。在胸腔镜术中且在机械通气状态下,出现气管破裂的征象是 PaCO<sub>2</sub> 消失,麻醉机提示通气不足,后续便出现 SpO<sub>2</sub> 下降。缺氧会引起重要脏器功能的失调,如出现心肌缺血、心律失常、脑卒中等,严重时可出现心搏骤停。幸运的是,该患儿出现气管破裂时正好处于胸腔镜术中,外科医生能快速进胸行气管修补术,且患儿一直处于气管插管状态,通过气管导管持续高流量给氧,为抢救患儿脱离持续低氧血症争取时间。该病例中,患儿取右侧卧位进胸,在隆凸处出现气管破裂,麻醉医师试图通过纤维支气管镜将气管导管插深至右肺进行右侧 OLV,但右侧主支气管恰好被病变囊肿压迫致使气管导管通过受阻,所以在出现气管破裂时只能任通过气管导管的气流从破裂口漏出。通过手动控制呼吸,加大氧流量,敦促外科医生快速修补气管破裂口,同时泵注心血管活性药物维持循环稳定,放置冰帽、给予激素及利尿剂进行脑保护,保证重要脏器尤其是心、肺、脑的血液灌注,延长重要脏器缺氧的时间。若由于缺氧出现心搏骤停,则可以直接在开胸状态下进行心脏按压,或直接在手术台上进行支气管插管,通过破裂口实施单肺通气后继续给氧。若气管破裂口较大或难以维持氧合状态,在有条件状态下可以采用 ECMO 技术,或者在体外循环下进行气管修补,或者行气管重建术。术毕患儿带气管导管入 ICU,待患儿生命体征平稳及各项生理反射恢复后拔除气管导管,进行后续治疗。

综上所述,对于气管破裂的患者,麻醉医师对于气道的管理取决于气管破裂所在的位置。如果诊断为气管破裂,最好使气管导管前端超过破裂口;如果是隆凸附近或支气管破裂,则可以将单腔管插入未受累的支气管,也可以插入支气管封堵器或双腔管进行控制呼吸。纤维支气管镜检查在确定破裂口或者引导支气管插管时非常有临床价值,在复苏过程中要时刻关注患者的生命体征,缩短低氧血症发生的时间,以及重要脏器尤其是心肺脑缺氧缺血的时间,通过多

学科合作挽救患者的生命。

## 参考文献

- [1] SINGH S, GARG A, LAMBA N, et al. Anaesthetic management of intraoperative tracheobronchial injury [J]. *Respir Med Case Rep*, 2019, 29:100970.
- [2] 李永乐,冯嘉宝,邓恋,等. 婴儿胸腔镜手术单肺通气过程中发生低脑氧合的危险因素[J]. *山东医药*, 2021, 61(36):11-13.
- [3] KUMAR B, GANDHI K, MISHRA A K, et al. Role of lung ultrasound in the detection of postoperative pulmonary complications in pediatric patients: A prospective observational study[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2020, 35(5):1360-1368.
- [4] KWANG L S, HYUNG K D, KWON L S, et al. Does surgical repair still have a role for iatrogenic tracheobronchial rupture? Clinical analysis of a thoracic surgeon's opinion[J]. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*, 2016, 22(6):348.
- [5] STEPHENSON L L, SEEFELDER C. Routine extraluminal use of the 5F Arndt Endobronchial Blocker for one-lung ventilation in children up to 24 months of age[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2011, 25(4):683-686.
- [6] WESLEY T T, MILLER S A, LEE L K, et al. Hypoxemia in young children undergoing one-lung ventilation: A retrospective cohort study [J]. *Anesthesiology*, 2021, 135(5):842-853.
- [7] SMELTZ A M, BHATIA M, ARORA H, et al. Anesthesia for resection and reconstruction of the trachea and carina[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2019, 34(7):1902-1913.
- [8] 武鹏,曹莉莉. 一例体外循环辅助下双侧主支气管断裂的手术配合[J/CD]. *实用临床护理学电子杂志*, 2018, 3(18):134.
- [9] 伍谷,涂生芬. 气管肿瘤切除并气管重建术的麻醉处理现状及进展[J]. *重庆医学*, 2018, 47(27):3571-3573.
- [10] 胡馨,卢仲毅. 影响儿童院内心肺复苏预后的因素分析[J]. *中国小儿急救医学*, 2016, 23(2):100-102.

(收稿日期:2022-05-12 修回日期:2023-01-05)