

# 小儿单肺通气技术新进展



肖 婷 综述 屈双权 审校

单肺通气是防止术侧肺分泌物或血液进入健侧肺,术中支气管导管只利用一侧肺(非手术侧)进行通气的方法,可确保气道通畅及防止双肺交叉感染,同时为手术创造良好的视野条件。目前随着胸外科手术的发展,单肺通气技术的提高和纤维支气管镜的普及,单肺通气这项技术在小儿中的应用越来越广泛,甚至应用在婴幼儿和新生儿胸科手术中<sup>[1]</sup>。目前小儿单肺通气的技术主要有 4 种:单腔支气管导管通气、双腔支气管导管通气、Univent 管通气和支气管内阻塞管通气等<sup>[2-5]</sup>。现综述如下。

## 一、单腔支气管导管通气

单腔支气管导管通气是小儿隔离肺最早的通气方法<sup>[6]</sup>,使用比传统小一号的单腔气管导管插入健侧主支气管,使得患侧肺萎缩。优点:操作技术简单,导管型号齐全,管腔较大,通气阻力低,不需要其他设备,只需要支纤镜定位或者听诊定位。但应用带套囊的单腔管插管时,导管前端到套囊尾端的距离要比主支气管长度小,以便套囊在支气管内。由于套囊会增加导管的外径,支气管内经比气管要小, Golianu 等<sup>[7]</sup>认为 >2 岁的儿童建议使用带套囊的单腔管,选择比常规号码小 1 号到半号的导管。带套囊的导管可以防止术侧肺通气,预防污染健侧肺。Ho 等<sup>[8]</sup>在小儿胸腔镜术中,应用单腔导管实施单肺通气,术者需要膨胀患侧肺时,插入 80 cm 长的导管内交换器(Sheridan 4.0 至 6.0 号)进入健侧肺并固定,引导单腔导管退入主气管内实施双肺通气,此方法存在损伤气管的风险

单腔支气管导管的缺点:①左侧插管不易成功;②导管插入右主支气管时,套囊充气后易阻塞右肺上叶开口;③非通气侧无法吸引和通气,当导管退入气管时,患儿分泌物和血液可涌入健侧支气管;④易导致低氧血症。

目前单腔支气管导管通气方法在小儿急救,如单侧肺出血急救、张力性气胸和新生儿单肺通气中

仍然采用<sup>[9]</sup>。Paquet<sup>[10]</sup>对 1 例罕见的肺泡蛋白沉着症患儿分别使用 ID3.5 和 3.0 导管进行通气和肺灌洗,一个气管导管用来通气,一个导管用来灌洗。

## 二、双腔支气管导管通气

双腔支气管导管(简称双腔管)是实施单肺通气的经典方法。双腔管的优点是易于安插,容易快速隔离肺。方便吸引术侧肺的分泌物和实施术侧肺持续正压,依据患者情况提供快速双肺通气。其使用低压、高容量套囊不易损伤气道,但是由于解剖原因,右侧双腔管难于定位,增加了右上肺叶阻塞的风险。在成人导管插入的深度与身高存在相关性。但是在儿童方面还没有相关研究。如果不能使用纤支镜定位,只能靠听诊定位,则可靠性大为降低,因此插入的深度主要取决于临床经验。这也是临床较少应用的原因之一。

同时由于双腔管外径较大,管型型号有限,也限制了它在小儿中的应用。其最小型号的 Rusch 双腔管为 26 号,只能应用于 8 岁以上儿童<sup>[11]</sup>。28 号和 32 号 Mallinckrodt 双腔管适合于 10 岁以上儿童,我国多适合于 12 岁以上儿童。Tobias<sup>[12]</sup>认为 26 号双腔管对于体重小于 30~35 kg 或年龄小于 8~10 岁儿童不大适用。

新型的 Marraro 儿童双腔管使得双腔管在小儿中的应用成为可能。此导管设计独特,由两个独立的、无套囊的、不同长度的气管导管构成,支气管导管长度长于气管导管长度。Pawar<sup>[13]</sup>等报道成功应用 Marraro 双腔管于 17 例胸外科手术患儿,年龄 1 天至 3 岁,体重 2.7~12 kg,导管型号 2.5/3.0~3.0/3.5,这种导管提供了最佳的单肺通气,术中能够维持氧气供应,阻止了健侧肺污染,两侧肺独立通气。但这种导管外径有较大可能损伤喉部和气管。

## 三、Univent 导管通气

1982 年,Inoue<sup>[14]</sup>等介绍了一种用于单肺通气的新型导管——带有阻塞套囊的单腔气管导管。2001 年开始介绍应用它最新的改进型为 Torque Control Blocker Univent (TCBU)。它有两个管腔,粗的管腔用于麻醉呼吸环路中空气/氧气经过,中间小的管腔用于容纳可移动的阻塞套囊。套囊是高压,

低容量的,用于选择性阻塞某一部位的肺叶,根据阻塞的部位注入不同的气体量。

Univent 导管的优点是易于安放,在纤支镜引导下安放成功率高,方便从单肺通气转换为双肺通气,由于阻塞导管附加在单腔管上,套囊脱出的发生率降低,阻塞导管有内腔可以使术侧肺内气体排出,以及向术侧肺吹送氧气,可以吸引术侧肺分泌物。术后需要机械通气患儿不需更换导管,可用于困难气道和咳血或有出血倾向的病人。临床操作时使用纤支镜,则 Univent 导管的成功率很高,并发症的发生几率小。

由于阻塞器和导管于一体,因此导管的外径显著大于同型号的单腔管。最小 Univent 导管内径是 3.5 mm,相当于 ID5.5 ~ 6.0 mm 单腔管外径,适用于 6 岁以上儿童<sup>[15]</sup>。ID4.0 mm Univent 导管相当于 ID6.5 mm 单腔管外径。ID6.0 mm Univent 导管相当于 ID7.5 ~ 8.0 mm 单腔管外径。所以在选择 Univent 导管时,应该注意导管的型号。

Univent 阻塞导管和管体于一体,其导管横断面积较大、管腔小,导管质地较硬,特别是小号导管,其有不相匹配的高气道阻力。而导管套囊采用高压、低容量设计,导管正常充气也有可能损伤黏膜<sup>[16]</sup>。曾有文献报道,外科医师刺破套囊、阻塞器远端被钉舱夹住切除、导致张力性气胸和肺不张的发生<sup>[17]</sup>。

#### 四、支气管阻塞器通气

Archibald<sup>[18]</sup>在 1935 年最早描述了支气管阻塞管的应用,为了避免分泌物阻塞健侧支气管和肺,他们将一根远端带套囊的导管盲插入患侧肺,并用 X 线透视判断导管的位置。在之后使用的 Fogarty 取栓导管<sup>[19]</sup>,Fogarty 导管没有内腔,术侧肺不能吸引分泌物,患侧肺不能实施持续气道正压。由于此导管较软,不宜固定,易产生移位,且不容易复位,因此限制了其使用。

近年来随着科技的发展,又开发了 Coopdech 支气管阻塞管、Arndt 支气管阻塞管。临床操作时可以边机械通气边实施支气管阻塞,从而减少了安放阻塞器时低氧血症的发生,并且手术期间也可以通过纤支镜的安放,提高了安放的灵活性。

#### (一) Coopdech 支气管阻塞管

Coopdech 支气管封堵导管是一种由日本研制的新型简易支气管堵塞器<sup>[20]</sup>。导管长 65 cm,外直径 3 mm,其前端 3 cm 呈 135°弯曲,导引方向使支气管阻塞管容易进入目标支气管。导管远端有开口,以便肺内气体排出及分泌物的吸引,其套囊为低压

高容,近端有一多功能接头,分别可接通密闭环路,纤支镜检查通路、气管导管连接口。它利用气囊阻塞手术侧支气管的方法来实施单肺通气,其插管的难易程度等同于一般单腔插管,这就使得在导管口径的选择上有较大的余地,因此对患者正常生理功能的影响较小,对上呼吸道有变异或双腔管插管困难者也特别适用<sup>[21]</sup>。

Coopdech 支气管封堵导管更有利于小儿微创心脏手术<sup>[22]</sup>。但是 Coopdech 支气管封堵器在选择性肺叶通气时由于病人体位变动,手术操作等容易移位,不易固定<sup>[23]</sup>。虽然 Coopdech 管有诸多优点,但其不能进行双肺独立通气,对于湿肺患者应用支气管封堵器可能因封堵器管腔太细而影响吸引分泌物,有液体由患侧流向健侧的可能。郭春明<sup>[24]</sup>对 9 ~ 14 岁患儿行单肺通气发现,支气管封堵器与双腔支气管导管均可用于大龄儿童单肺通气,单支气管封堵器具有咽喉损伤较小,插管成功率较高,术野暴露较满意,气道压力较低,氧合较充分的优势,对有适应证的患儿应优先选择。马开喜<sup>[25]</sup>发现 Coopdech 支气管阻塞管在单腔气管导管外可安全有效地实施肺隔离,选择单腔气管导管的型号多,可适用于低龄患儿,为小儿单肺通气提供了另一种方法。

#### (二) Arndt 支气管阻塞管(Cook 导管)

Arndt<sup>[26]</sup>研发的一种独立的支气管阻塞导管,于 1999 年开始在临床使用,是一种带引导丝的支气管阻塞导管。

Arndt 导管的主要优点:已插管的患儿可直接通过留置导管达到理想位置完成单肺通气;插管困难的病人可先用普通单腔管再用支气管阻塞导管,增加成功率;需鼻插管的患儿,可通过鼻插管联合阻塞导管完成单肺通气;气道解剖异常和已有气管切开的患儿,通过气管切开导管插入阻塞导管完成单肺通气;阻塞导管可实现选择性肺叶通气或单肺叶的隔离;术后需机械通气治疗的患儿不需要更换导管;可通过内腔进行 CPAP 通气治疗;导管套囊是低压高容量减小黏膜的损伤。

Arndt 导管缺点:导管球囊易脱出进入气管影响双肺通气,影响肺萎陷,污染健侧肺;导管球囊低压高容,如过度膨胀可能造成气道损伤,甚至气道破裂。环型导丝若拔除则不能重新插入,定位困难;导管管腔细,肺萎陷时间长;套囊破损;最严重的是 Warren<sup>[27]</sup>等报道,导管移位入主气管,导致患者呼吸暂停,进而引起心跳骤停。

Arndt 导管最小型号是 5F。由于小儿安放阻塞

器受到气管导管内径的限制,3.0 mm 纤支镜刚好通过 ID 4.5 mm 单腔管(管腔内无阻塞器空间)。2.2 mm 纤支镜可以使用最小的 5 号阻塞器同时通过 ID4.5 mm 单腔管。当阻塞器和纤支镜同时放入单腔气管导管时,其最小使用的年龄范围是 2 岁。

Wald 等<sup>[28]</sup>应用 Arndt 儿童阻塞器于 2~16 岁的患者,取得满意的效果。在安放阻塞器时大多选择单腔管,也有选择喉罩安放。Li 等<sup>[29]</sup>应用 3 号 Proseal LMA 复合 7F Arndt 阻塞器,用于 11 岁 32 kg 儿童,行特发性脊柱侧弯胸椎松解术,应用 3.4 mm 纤支镜引导 Arndt 阻塞器导丝环进入右主支气管,成功实施封堵。

当阻塞器和纤支镜不能同时放入单腔管内时,阻塞器可以行经导管外安放<sup>[8]</sup>。Bastien<sup>[30-31]</sup>等使用最小型号的 5F Arndt 阻塞器与 ID3.0 mm 单腔管应用于 9 个月 7.8 kg 女童,行左下肺叶切除术。阻塞器导丝环于气管导管外连接直径 2.2 mm 儿童纤支镜远端,通过纤支镜引导送入左总支气管,多位学者应用同样的方法于儿童。

Seok 等<sup>[32]</sup>成功应用 5F Arndt 支气管阻塞器给 1 例先天性肺囊性腺瘤畸形新生儿实施单肺通气,患儿出生 4 d,体重 7.8 kg,通过单腔管插入患侧引导管进入患侧支气管进行封堵。Stephenson<sup>[33]</sup>等应用 5F Arndt 阻塞器于 26 例患儿,年龄为 11 周至 24 个月,体重为 5.8~13 kg,通过支气管外置入达到了很好的效果。Templeton<sup>[34]</sup>等研究发现,在纤支镜辅助下,应用 5F Arndt 阻塞弯曲 35℃~45℃,在气管外置入对 2 岁以下患儿实施单肺通气,可以取得非常满意的效果,术中视野清晰,位置不易改变。

总之,单肺通气技术的发展以及管理水平的提高促进了胸科手术的发展。熟练掌握多种单肺通气技术,根据不同的手术特点和病情需要选择最合适和最安全的技术。支气管阻塞管技术在国外应用已很成熟,而国内尚存在不足。比如,如何在新生儿和低龄患儿中开展,如何加速肺的萎陷速度等,这些问题有望在今后解决。

### 参 考 文 献

- 1 Rothenberg SS. Thoracoscopic pulmonary surgery[J]. Semin Pediatr Surg,2007,16: 231-237.
- 2 Kubota H, Kubota Y, Toyoda Y, et al. Selective blind endobronchial intubation in children and adults[J]. Anesthesiology,1987,67:587-589.

- 3 Brodsky JB, Macario A, Mark JBD. Tracheal diameter predicts double-lumen tube size: A method for selecting left double lumen tubes[J]. Anesth Analg,1996,82:861-864.
- 4 Hammer GB, Brodsky JB, Redpath JH, et al. The Univent tube for single lung ventilaton in children[J]. Paediatr Anaesth,1998,8:55-57.
- 5 Turner MWH, Buchanon CCR, Brown SW. Paediatric one lung ventilation in the prone position[J]. Paediatr Anaesth,1997,7:427-429.
- 6 Rowe R, Andropoulos D, Heard M, et al. Anesthetic management of pediatric patients undergoing thoracoscopy [J]. J Cardiothorac Vasc Anesth,1994,8:563-566.
- 7 Golianu B, Hammer GB. Pediatric thoracic anesthesia[J]. Curr Opin Anaesthesiol,2005,18:5-11.
- 8 Ho AC, Chung HS, Lu PP, et al. Facilitation of alternative one-lung and two-lung ventilation by use of an endotracheal tube exchanger for pediatric empyema during video-assisted thoracoscopy[J]. Surg Endosc,2004,18:1752-1756.
- 9 Dimitriou G, Greenough A, Pink L, et al. Effect of posture on oxygen and respiratory muscle strain in coalescent infants [J]. Arch Dischild Fetal Neonatal,2002,86:147-150.
- 10 Paquet C, Karsli C. Technique of lung isolation for whole lung lavage in a child with pulmonary alveolar proteinosis [J]. Anesthesiology,2009,110:190-192.
- 11 Hammer GB, Fitzmaurice BG, Brodsky JB. Methods for single-lung ventilation in pediatric patients[J]. Anesth Analg,1999,89:1426-429.
- 12 Tobias JD. Variations on one-lung ventilation[J]. J Clin Anesth,2001,13:35-39.
- 13 Pawar DK, Marraro GA. One lung ventilation in infants and children: experience with Marraro double lumen tube[J]. Paediatr Anaesth,2005,15:204-208.
- 14 Inoue H, Shohtsu A, Ogawa J, et al. Endotracheal tube with movable blocker to prevent aspiration of intratracheal bleeding[J]. Ann Thorac Surg,1984,37:497-499.
- 15 Hammer GB, Brodsky JB, Redpath JH, et al. The Univent tube for single-lung ventilation in paediatric patients[J]. Paediatr Anaesth,1998;8:55-57.
- 16 Choudhry DK. Single-lung ventilation in pediatric anesthesia[J]. Anesthesiol Clin North America,2005,23:693-708.
- 17 Frolich MA, Janelle GM. Postoperative atelectasis after one-lung ventilation with the Univent tube in a child[J]. J Clin Anesth,2003,15:159-163.
- 18 Archibald E. A consideration of the dangers of lobectomy [J]. J TheracSuTg,1935,4:335-351.
- 19 Ginsberg RJ. New technique for one-lung anesthesia using an endobronchial blocker[J]. J Thorac Cardiovasc Surg,

- 1981;82:542-546.
- 20 Cohen E. The Cohen flexitip endobronchial blocker: An alternative to a double lumen tube [J]. *Anesth Analg*, 2005, 101:1877-1879.
- 21 Uzuki M, Kanaya N, Mizuguchi A, et al. One-lung ventilation using a new bronchial blocker in a patient with tracheostomy stoma [J]. *Anesth Analg*, 2003, 96(5):1538-1539.
- 22 陈勇, 吴周全. Coopdech 支气管封堵导管在小儿微创心脏手术中的应用 [J]. *江苏大学学报*, 2010, (7):357-358.
- 23 Wygrecka M, Morty RE, Markart P, et al. Plasminogen activator inhibitor-1 is an inhibitor of factor VII-activating protease in patients with acute respiratory distress syndrome [J]. *Biol Chem*, 2007, 282(30):21671-21682.
- 24 郭春明, 马楚洲, 余良鑫. Coopdech 支气管封堵器与双腔支气管导管在儿童单肺通气中的应用比较 [J]. *中华医学杂志*, 2014, 94(21):1651-1653.
- 25 马开喜, 万凤鸣, 杜筱玲, 等. Coopdech 支气管阻塞管在单腔气管导管外单肺通气的临床观察 [J]. *临床麻醉学杂志*, 2013, 29(9):918-919.
- 26 Arndt GA, Buchika S, Kranner PW, et al. Wire-guided endobronchial blockade in a patient with a limited mouth opening [J]. *Can J Anaesth*, 1999, 46:87-89.
- 27 Warren S. Sandberg. Endobronchial Blocker Dislodgement Leading to Pluseless Electrical Activity [J]. *Anesth Analg*, 2005, 100(6):1728-1730.
- 28 Wald SH, Mahajan A, Kaplan MB, et al. Experience with the Arndt paediatric bronchial blocker [J]. *Br J Anaesth*, 2005, 94:92-94.
- 29 Li P, Liang W, Gu H. One-lung ventilation using Proseal laryngeal mask airway and Arndt endobronchial blocker in paediatric scoliosis surgery [J]. *Br J Anaesth*, 2009, 103:902-903.
- 30 Bastien JL, O'Brien JG, Frantz FW. Extraluminal use of the Arndt pediatric endobronchial blocker in an infant: a case report [J]. *Can J Anaesth*, 2006, 53:159-161.
- 31 Hammer GB. single-lung ventilation in infants and children [J]. *Paediatr Anaesth*, 2004, 14:98-102.
- 32 Seok JH, Kim EJ, Ban JS, et al. Severe desaturation while attempting one-lung ventilation for congenital cystic adenomatoid malformation with respiratory distress syndrome in neonate [J]. *Korean J Anesthesiol*, 2013, 65:80-84.
- 33 Stephenson LL, 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, 25:683-686.
- 34 Templeton TW, Downard MG, Simpson CR, et al. Bending the rules: a novel approach to placement and retrospective experience with the 5 French Arndt endobronchial blocker in children < 2 years [J]. *J Paediatr Anaesth*, 2016(5):512-20.
- (收稿日期: 2016-01-12)  
(本文编辑: 张溪英)
- 
- (上接第 620 页)
- reduces postoperative pain after craniotomy [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2015, 157(6):993-998.
- 10 Suresh S, Voronov P. Head and neck blocks in infants, children, and adolescents [J]. *Paediatr Anaesth*, 2012, 22(1):81-87.
- 11 Oderda G. Challenges in the management of acute postsurgical pain [J]. *Pharmacotherapy*, 2012, 32(9 Suppl):6S-11S.
- 12 张建敏, 王芳, 吕红. 丙泊酚复合瑞芬太尼静脉麻醉在儿童纤维结肠镜检查中的应用 [J]. *临床小儿外科杂志*, 2011, 10(1):48-49, 51.
- 13 Joly V, Richebe P, Guignard B, et al. Remifentanyl-induced postoperative hyperalgesia and its prevention with small-dose ketamine [J]. *Anesthesiology*, 2005, 103(1):147-155.
- 14 滑蕾, 张建敏, 李立晶. 不同剂量瑞芬太尼用于婴幼儿麻醉的效果比较 [J]. *临床小儿外科杂志*, 2013, 12(6):503-505.
- 15 孔富姣, 谢咏秋, 唐晓婷, 等. 神经阻滞联合靶控输注技术在开颅手术麻醉中的应用 [J]. *中国医师杂志*, 2014, 16(12):1617-1620.
- 16 Gottschalk A, Berkow L C, Stevens R D, et al. Prospective evaluation of pain and analgesic use following major elective intracranial surgery [J]. *J Neurosurg*, 2007, 106(2):210-216.
- (收稿日期: 2016-11-08)  
(本文编辑: 张溪英)