

支气管桥的研究进展

夏莹, 罗健*

重庆医科大学附属儿童医院呼吸科, 重庆

收稿日期: 2022年4月23日; 录用日期: 2022年5月18日; 发布日期: 2022年5月25日

摘要

支气管桥是一种罕见的先天性气道发育异常, 往往伴随心血管系统或其他器官系统畸形, 病情危重, 病死率较高。目前经典分型为Wells分型, 共分两型, 后随着对疾病认知的增加, 目前考虑将支气管桥分为六型。诊断支气管桥可选择的检查有多种, MSCT目前为首选检查。支气管桥的手术指征需根据患儿病情评估。

关键词

支气管桥, 分型, 诊断, 治疗

Research Progress of Bronchial Bridge

Ying Xia, Jian Luo*

Department of Respiration, Children's Hospital Affiliated to Chongqing Medical University, Chongqing

Received: Apr. 23rd, 2022; accepted: May 18th, 2022; published: May 25th, 2022

Abstract

Bronchial bridge is a rare congenital dysplasia of airway, which is often accompanied by malformations of cardiovascular system or other organ systems. The condition is critical and the mortality is high. At present, the classical classification is wells classification, which is divided into two types. Later, with the increase of disease cognition, it is considered to divide the bronchial bridge into six types. There are many examinations for the diagnosis of bronchial bridge, and MSCT is the first choice at present. The surgical indications of bronchial bridge should be evaluated according to the condition of the child.

Keywords

Bridging Bronchus, Classification, Diagnosis, Treatment

*通讯作者。



1. 引言

支气管桥(bridging bronchus, BB), 是一种罕见的先天性气道发育畸形疾病, 其具体表现为有一异常支气管分支从左主气管发出供应右肺组织氧供, 同时伴或不伴有右主支气管缺失[1] [2]。通常右中叶及右下叶由左主支气管异常分支供应, 右肺上叶由右主支气管供应。BB 最早于 1950 年由 Holinger [3]提出, 并于 1976 年由 Gonzalez-Crussi [4]等定义为“支气管桥”。BB 常合并支气管狭窄或软化等其余支气管畸形, 也易合并其余器官系统的先天性畸形, 其中以心血管畸形及食管畸形较为常见。

2. 支气管桥的发生机制

BB 的病因和发病机制尚不明确, 气管支气管发育开始于胎儿早期, 孕第 30~34 天, 确定了与叶芽相应的五个生长点: 三个在右侧, 两个在左侧; 到第 36~38 天, 所有节段性支气管都出现, 故 BB 畸形应发生于此期[5]。Gonzales-Crussi 等人提出, 存在一些“特殊情况”, 可能导致左右肺原基之间的解剖连续性异常延长[4]。另一方面, Reid 等人提出, 如果异位间充质与气管之间存在关联的机会, 则会形成多余的支气管[6]。同样, Bremer 等人发现大约 5%的人类胚胎发生气管出芽。然而, 是什么导致了这种现象的持续存在, 以及芽是否最终产生 BB, 目前还不得而知[7]。

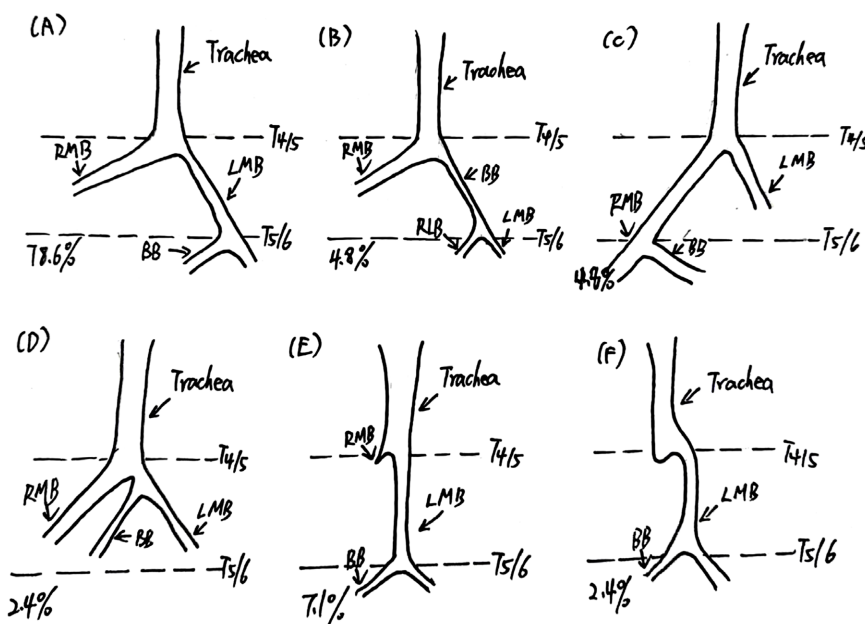
3. 支气管桥分型

BB 往往合并气道狭窄, 且狭窄段很长, 可能与其伴随的血管畸形相关。目前最常用的分型为 Wells 分型: 即将支气管桥根据解剖结构分为两型: I 型指存在右主支气管分支供应右肺; II 型指右主支气管缺失, 该型往往伴有右肺发育不良[8]。2012 年, Schnabel A 等人考虑将支气管桥分为五类[9]: A 型: 最常见的类型, 即经典分型中的 I 型, 右肺上叶由右主支气管供应, 右肺中下叶则由来源于左主支气管的异常分支供应, 该异常分支称为 BB, 如图 A。B 型: 即 A 型伴有左主支气管狭窄时, 将真性隆突与假性隆突之间的左主支气管狭窄称为 BB, 如图 B。C 型: 与 A 型互为镜像关系, BB 起源于右主支气管, 供应左肺下叶, 如图 C。D 型: BB 起源于左主支气管隆突水平(约 T5 水平), 供应右肺组织, 如图 D。E 型: 该型右主支气管完全缺失或仅存小憩室, 伴右肺先天性发育不全, 气管狭长, 远端为左主支气管, 假隆突处于较低水平, 来自左主支气管的异常分支供应发育不全的右肺组织, 如图 E。2016 年, El-Molla A [10]等人发现了第六型 BB, F 型: 右主支气管发育不全, 远端为盲端, 左主支气管起源于狭窄的盲端上方, 供应左肺组织, 异常分支由左主支气管发出供应右肺, 如图 F。后 Henry BM [2]等人纳入 42 例病例将上述几种类型总结并完善示意图 1, 其中各型占比如图 1 所示。

4. 支气管桥的发病率及流行病学

国内外对于 BB 的研究多为个案报导, 目前尚无文献报道其发病率。Henry BM [2]等人 42 例病例分析中 36 例(85.7%)患者存在气道狭窄, 气道狭窄中最常见的为左主支气管狭窄(50.0%), 其他部位包括气管狭窄(25.0%)等。42 病例中 39 例(92.9%) BB 伴有其他先天性异常, 其中心血管先天性异常 38 例(97.4%)。左肺动脉吊带(left pulmonary artery sling, LPAS)是最常见的心血管先天性畸形, 发生率为 61.5%。另有研究发现大多数的 BB 病例被报道与 LPAS 相关, 其中 52%~78%的 LPAS 患者存在 BB, 在 LPAS 患者中, Wells I 型 BB 占 22%~27%, 而 II 型 BB 占 30%~57%, 已经报道的不伴有 LPAS 的支气管桥病例, 几乎

所有的都是 I 型 BB [6] [11]。BB 可能被漏诊或误诊为气管支气管。国内目前较大样本的研究为 2003~2019 年浙江大学医学院 87 例 BB 患者的临床分析[12], 合并气道狭窄患者例数 55 例(63.2%), 55 例患者中合并支气管狭窄 24 例(43.6%), 其中左主支气管狭窄 11 例(45.8%)、右主支气管狭窄 5 例(20.8%)、桥支气管狭窄 3 例(12.5%)。87 例患者中合并先天性心脏病的共 69 例(79.3%), 其中房间隔缺损(ASD) 45 例(65.2%), 合并心血管畸形的患者 39 例, 其中 LPAS 27 例(39.1%), 左上腔静脉残存 10 例(14.5%)。另外合并呼吸和循环系统外畸形的患者共 10 例(11.5%), 如食道闭锁、肛门闭锁等。



注: Trachea: 气管, LMB: 左主支气管, RMB: 右主支气管, RLB: 穿过纵隔的异常支气管

Figure 1. Diagram of various types of BB [2]

图 1. 各型 BB 示意图[2]

5. 支气管桥的临床表现

BB 临床表现无特异性, 轻者可无明显症状, 或表现为反复喘息、咳嗽, 存在气道狭窄者, 临床上可表现为反复肺部感染, 严重时表现为呼吸困难、呼吸暂停, 甚至呼吸衰竭[13]。此外合并先天性心脏病的 BB 患者, 可表现气促、发绀以及血氧饱和度下降等。其余则可能因为合并的其余系统畸形有其特异性表现。

6. BB 的诊断及鉴别诊断

BB 初期多因其症状考虑为先天性喉喘鸣、气道异物、哮喘等, 易漏诊或误诊, 后期多于完善支气管镜检查或气道重建等影像学检查时发现异常, 部分 ICU 住院患者因使用呼吸机后一侧肺不张、肺过度充气或撤机困难, 后完善支气管镜检查时发现支气管结构异常[14]。

BB 诊断往往需要高度的临床怀疑及影像学结果。从胸部 X 线检查、支气管造影、多层螺旋 CT (Multislice Computed Tomography, MSCT), 支气管镜检查乃至磁共振成像技术(Magnetic Resonance Imaging, MRI)均对诊断有一定帮助。

胸部 X 线检查简单便捷, 但大部分时候不能发现明显异常, 往往只能显示纵隔移位、肺过度充气等间接征象, 此外, 若伴随心血管畸形或心脏增大等情况时, 胸片可发现心影异常, 故胸部 X 线对于 BB

诊断帮助意义不大。

早期对 BB 的诊断多依赖于支气管造影, 该检查能可以描述气管及支气管解剖结构, 评估是否有气道狭窄, 识别假性隆突的异常水平, 对 BB 诊断很有价值, 辐射剂量也较 MSCT 更小。但该检查往往需要麻醉, 且向支气管内注射造影剂有造影剂过敏、气道阻塞等风险, 若患者已出现明显的气道窘迫现象, 造影剂注入可能会加重病情[15]。因目前 CT 的气道重建处理功能可提供虚拟的支气管解剖图, 故支气管造影正在逐渐退出历史舞台。

支气管镜也是一种侵入性操作, 目前支气管镜技术日趋普及和成熟, 但单靠支气管镜检查很难诊断 BB, 它不能区分真假隆突, 如果 BB 和左主支气管的连接被认为是气管分叉, 此时右主支气管将被错认为气管支气管。但支气管镜检查可以明确支气管狭窄病变的部位及长度, 也能直观了解软骨环发育情况及狭窄程度[16] [17]。若狭窄严重, 则支气管镜有可能不能通过狭窄部位。

MSCT 是近年来诊断 BB 的首选检查, 其通过多层螺旋扫描及三维重建, 可从多层次多角度成像, 扫描速度快、薄层扫描并拥有强大的后处理功能, 非侵入性操作, 创伤小, 患者也易于接受[18]。MSCT 及气道重建可识别气道分叉及假隆突, 并能评估 BB 与胸内其他解剖结构(如胸椎)的空间关系, 还可以识别 BB 或气管分叉角度。此外, 胸部血管增强 CT 可识别血管异常走行, 肺动脉与支气管关系, 乃至心血管畸形等, 对伴发先天性心脏病的 BB 病情评估很有帮助。

MRI 检查无辐射, 但往往需要较长时间的中深度镇静, 不便于在肺部病变较重, 呼吸困难明显的患者中开展, 有可能会加重其临床症状[19], 目前应用较少。

此外, 超声心动图可了解心脏解剖结构、室壁运动协调情况、心脏各瓣膜情况, 评估有无肺动脉高压、是否合并心血管及内心畸形等, 对伴发先天性心脏病的 BB 有一定评估作用。

Wells I 型支气管桥容易被误诊为气管性支气管, 可根据以下两点鉴别: 1) 气管性支气管起源于气管而不是隆突, BB 发出时形成分叉的位置较正常隆突位置低, 分叉的夹角比较大(正常夹角为 60° ~ 100°); 2) 左主支气管至 BB 分出前距离较长(一般 >2 cm), 且这段支气管一般向左倾斜且管径变细[20]。

7. 支气管桥的治疗

BB 的手术指征需综合评估各方面因素, 临床症状是最重要的指征, 比如存在呼吸困难、气促等明显的呼吸系统症状。手术目的主要是缓解严重的临床症状, 处理并发症, 同时解决合并的心血管或其余气管系统畸形, 气道狭窄的程度及长度是决定是否需要手术治疗的关键。有研究表示轻度气道狭窄(气道直径 \geq 正常气道直径的 60%)时无需手术干预, 但同时存在的心血管系统异常需要治疗, 若患者气道直径为正常的 40%~50%, 此时需根据临床症状决定是否手术治疗。若患者存在完全性气管环, 无论气道狭窄程度如何, 也需进行手术干预[21] [22] [23]。

目前各项手术方式包括单纯端端切除吻合术、补片扩张气管成型术、滑动气管成型术和侧对侧气管支气管成型术等[24] [25]。单纯端端切除吻合术即手术切除异常的气道狭窄段, 将正常的两端进行端端吻合, 手术方式相对简单, 但仅适用于狭窄段较短的患者, 否则吻合口张力过高可能出现吻合口破裂、支气管瘘等术后并发症[26]。Stock [27]等人认为, 婴幼儿可切除的气管长度上限为总体长度的 25%~30% (5 个气管环长度以内)。后出现改良端端切除吻合术[27], 具体方法为切除狭窄节段的大部分, 将远端气管段和近端气管段切成斜面并行端端吻合, 一定程度上能减轻吻合口的张力。补片扩张气管成型术指将异常的狭窄气管节段切开, 运用补片物理扩张支气管, 补片通常取自自体肋软骨, 心包, 或耳软骨, 其常见并发症为切口处肉芽增生, 可能需支气管镜下介入治疗或二次手术治疗[28]。滑动气管成型术是长节段气管狭窄的首选术式之一, 具体方法是在异常的气管狭窄中点处切断气管, 上段气管在后方沿纵轴切开, 下段气管在前方沿纵轴切开, 后将切开的气管交错吻合[29]。然而, 这种技术不能纠正隆突或近端支气管

狭窄。后有改良术式, 对于隆突狭窄, 在气管下段前壁的纵向切口以倒“Y”形终止于隆突, 然后进行滑动吻合[30]。但所有形式的滑动气管成型术都不可避免地会缩短气道, 增加引起吻合口张力的风险, 导致再狭窄和裂开[31]。侧对侧气管支气管成型术可以避免吻合口张力, 而不会缩短或显著扭曲原支气管支气管解剖结构。具体方法为切口从异常的支气管桥右侧壁开始, 经左主支气管近端向上, 后将切口吻合, 注意右上叶支气管与左主支气管之间的多余组织应被切除, 这能避免局部“8”字形畸形的发生[32]。对于每 1 例支气管桥的患儿, 我们都需根据其情况合理选择最合适的手术方案。对于术后并发症, 气管、支气管支架置入术成为术后并发气管软化、气管再狭窄患者可供选择的另一种治疗手段[33]。

8. 支气管桥的预后

目前对 BB 预后的研究较少, 且 BB 预后与气道狭窄程度及伴随的先天性心血管疾病有明确的相关性。轻症患者中, BB 可长期存在, 偶然被发现, 而伴随气道狭窄或其余问题的患儿可能出现反复下呼吸道感染、喘息, 甚至需要机械通气维持患儿氧供, 有些患儿还可能出现气管塌陷, 而伴随先天性心血管疾病的患儿病情往往更重[2]。

国内一项 21 例 BB 患者的临床研究提示合并 LPAS 的患儿病情较重, 其中 5 例行 LPAS 矫治术的患儿中死亡 3 例, 其中 2 例因术后气道狭窄, 顽固性通气障碍, 呼吸衰竭死亡, 1 例术前麻醉时因气道狭窄, 气管插管时气道堵塞窒息死亡。研究表明术后气道狭窄及并发症如肉芽组织增生、吻合口狭窄等易导致术后病死率升高[34]。

另 1 项 87 例患儿的临床研究提示 42 例患儿接受外科手术治疗, 其中 1 例合并室间隔缺损、房间隔缺损、一侧肺动脉缺如、Wells II 型 LPAS 型复杂型先天性心脏病及右肺上叶发育不全患儿在术中死亡, 死亡原因为术中出现低心排综合征, 难以脱离体外循环。另外术后死亡 4 例, 死亡患儿均合并复杂型先天性心脏病, 死亡原因分别由于术后撤机失败选择放弃、继发感染以及心律失常。45 例非手术治疗患儿病情好转出院 43 例, 死亡 2 例。死亡的 2 例患儿均合并多发畸形, 1 例伴发气管下段狭窄、室间隔缺损、动脉导管未闭、房间隔缺损、LPAS 及多指畸形; 另外 1 例伴发房间隔缺损、室间隔缺损、动脉导管未闭和尿道下裂, 死亡原因均为呼吸衰竭[12]。

综上所述, BB 是一种罕见的、可危及生命的先天性气道发育异常, 临床表现缺乏特异性, 且通常伴发心血管系统或其余器官系统发育畸形。不同的 BB 分型预后与其气道狭窄的节段、程度以及合并心血管系统畸形的情况相关。合理选择手术方式是患儿治疗方案中非常重要的一环。对于 BB, 及时的诊断、治疗、对并发症的处理能够减少误诊、漏诊率, 可能改善患儿预后, 降低疾病所带来的负担。

参考文献

- [1] Gainor, D., Kinzinger, M., Carl, J. and Anne, S. (2015) Bridging Bronchus: Importance of Recognition on Airway Endoscopy. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, **79**, 1145-1147. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2015.04.014>
- [2] Henry, B.M., Cheruiyot, I., Wong, L.M., et al. (2019) The Bridging Bronchus: A Comprehensive Review of a Rare, Potentially Life-Threatening Congenital Airway Anomaly Associated with Cardiovascular Defects. *Pediatric Pulmonology*, **54**, 1895-1904. <https://doi.org/10.1002/ppul.24488>
- [3] Holinger, P.H., Johnston, K.C. and Basinger, C.E. (1950) Benign Stenosis of the Trachea. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, **59**, 837-859. <https://doi.org/10.1177/000348945005900325>
- [4] Gonzalez-Crussi, F., Padilla, L.M., Miller, J.K., et al. (1976) Bridging Bronchus. A Previously Undescribed Airway Anomaly. *The American Journal of Diseases of Children*, **130**, 1015-1018. <https://doi.org/10.1001/archpedi.1976.02120100105019>
- [5] Chassagnon, G., Morel, B., Carpentier, E., Ducou Le Pointe, H. and Sirinelli, D. (2016) Tracheobronchial Branching Abnormalities: Lobe-Based Classification Scheme. *Radiographics*, **36**, 358-373. <https://doi.org/10.1148/rg.2016150115>

- [6] Reid, L. and Edward, B.D. (1977) Neuhauser Lecture: The Lung: Growth and Remodeling in Health and Disease. *The American Journal of Roentgenology*, **129**, 777-788. <https://doi.org/10.2214/ajr.129.5.777>
- [7] Bremer, J.L. (1932) Accessory Bronchi in Embryos; Their Occurrence and Probable Fate. *The Anatomical Record*, **54**, 361-374. <https://doi.org/10.1002/ar.1090540307>
- [8] Wells, T.R., Gwinn, J.L., Landing, B.H., *et al.* (1988) Reconsideration of the Anatomy of Sling Left Pulmonary Artery: the Association of One Form with Bridging Bronchus and Imperforate Anus. Anatomic and Diagnostic Aspects. *Journal of Pediatric Surgery*, **23**, 892-898. [https://doi.org/10.1016/S0022-3468\(88\)80379-8](https://doi.org/10.1016/S0022-3468(88)80379-8)
- [9] Schnabel, A., Glutig, K. and Vogelberg, C. (2012) Bridging Bronchus—A Rare Cause of Recurrent Wheezy Bronchitis. *BMC Pediatrics*, **12**, Article No. 110. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-12-110>
- [10] El-Molla, A., Daabiss, M., Al-Otaibi, R., Al-Qudaihy, H. and Bawazir, S. (2016) Bridging Bronchus, Type Six, as a New Rare Case of a Bronchial Anomaly. *JA Clinical Reports*, **2**, 44. <https://doi.org/10.1186/s40981-016-0070-5>
- [11] Zhong, Y.M., Jaffe, R.B., Zhu, M., Gao, W., Sun, A.M. and Wang, Q. (2010) CT Assessment of Tracheobronchial Anomaly in Left Pulmonary Artery Sling. *Pediatric Radiology*, **40**, 1755-1762. <https://doi.org/10.1007/s00247-010-1682-y>
- [12] 袁杰鑫. 87 例儿童支气管桥临床特征分析[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2020.
- [13] Lim, K.E., Wong, K.S., Wang, C.R., *et al.* (2001) Bridging Bronchus in an Infant Demonstrated by Direct Coronal Computed Tomography and Three-Dimensional Rendering Display. *Chang Gung Medical Journal*, **24**, 663-666.
- [14] 王玉, 杨泽玉, 张琪. 以反复喘息为表现的支气管桥畸形 3 例报告并文献复习[J]. 安徽医学, 2013, 34(4): 451-453.
- [15] Baden, W., Schaefer, J., Kumpf, M., Tzaribachev, N., Pantalitschka, T., Koitschev, A., Ziemer, G., Fuchs, J. and Hofbeck, M. (2008) Comparison of Imaging Techniques in the Diagnosis of Bridging Bronchus. *European Respiratory Journal*, **31**, 1125-1131. <https://doi.org/10.1183/09031936.00045907>
- [16] 中华医学会呼吸病学分会支气管镜学组. 纤维支气管镜(可弯曲支气管镜)临床应用指南(草案) [J]. 中华结核呼吸杂志, 2000, 23(3): 134.
- [17] 曾森强, 樊慧峰, 卢根, 等. 儿童先天性支气管桥畸形临床与解剖形态分析[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2017, 32(16): 1262-1266.
- [18] 郑玉丽, 杨馨艳, 杜昕, 等. 多层螺旋 CT 在儿童支气管桥中的诊断价值[J]. 潍坊医学院学报, 2020(6): 432-434.
- [19] 薛淑滢, 朱铭, 钟玉敏. 小儿支气管桥的多层螺旋 CT 诊断[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2010, 16(4): 290-294.
- [20] Berrocal, T., Madrid, C., Novo, S., Gutierrez, J., Arjonilla, A. and Gomez-Leon, N. (2004) Congenital Anomalies of the Tracheobronchial Tree, Lung, and Mediastinum: Embryology, Radiology, and Pathology. *Radiographics*, **24**, e17. <https://doi.org/10.1148/rg.e17>
- [21] Wang, S., Zhang, H., Zhu, L., *et al.* (2016) Surgical Management of Congenital Tracheal Stenosis Associated with Tracheal Bronchus and Congenital Heart Disease. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, **49**, 1201-1206. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezv317>
- [22] Inoue, N., Oka, N. and Miyaji, K. (2013) Univentricular Heart with Bridging Bronchus and Sling Left Pulmonary Artery. *Pediatric Cardiology*, **34**, 1280-1282. <https://doi.org/10.1007/s00246-012-0387-4>
- [23] Hagl, S., Sebening, C., Springer, W., *et al.* (2008) Modified Sliding Tracheal Plasty Using the Bridging Bronchus for Repair of Long-Segment Tracheal Stenosis. *The Annals of Thoracic Surgery*, **85**, 1118-1120. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2007.08.003>
- [24] Yang, C.J., Yang, C., Farhat, L., Gray, R.T., Guerrero, G.Y., Peek, G.J. and Shifteh, K. (2020) Bridging Bronchus (Pseudocarina) and Left Pulmonary Artery Sling: A Case Report and Literature Review. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, **136**, Article ID: 110158. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.110158>
- [25] Yazdanbakhsh, A.P., van Rijssen, L.B., Koolbergen, D.R., *et al.* (2015) Long-Term Follow-Up of Tracheoplasty Using Autologous Pericardial Patch and Strips of Costal Cartilage. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, **47**, 146-152. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezu101>
- [26] Stock, C., Nathan, M., Murray, R., *et al.* (2015) Modified End-to-End Anastomosis for the Treatment of Congenital Tracheal Stenosis with a Bridging Bronchus. *The Annals of Thoracic Surgery*, **99**, 346-348. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.06.084>
- [27] Al-Arnawoot, A., Kavanagh, J. and Nguyen, E.T. (2021) Type 2 Bridging Bronchus with Left Pulmonary Artery Sling. *Cardiology in the Young*, **31**, 1701-1703. <https://doi.org/10.1017/S1047951121001372>
- [28] Backer, C.L., Mavroudis, C., Dunham, M.E., *et al.* (2000) Intermediate-Term Results of the Free Tracheal Autograft for Long Segment Congenital Tracheal Stenosis. *Journal of Pediatric Surgery*, **35**, 813-818. <https://doi.org/10.1053/jpsu.2000.6847>

-
- [29] Beierlein, W. and Elliott, M.J. (2006) Variations in the Technique of Slide Tracheoplasty to Repair Complex Forms of Long-Segment Congenital Tracheal Stenoses. *The Annals of Thoracic Surgery*, **82**, 1540-1542. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2005.11.001>
- [30] Toma, M., Kamagata, S., Hirobe, S., Komori, K., Okumura, K., Mutoh, M. and Hayashi, A. (2009) Modified Slide Tracheoplasty for Congenital Tracheal Stenosis. *Journal of Pediatric Surgery*, **44**, 2019-2022. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2009.06.018>
- [31] Chan, J.L., Yap, K.H., Teoh, O.H. and Nakao, M. (2021) Combination of Slide Tracheoplasty and Side-to-Side Bronchoplasty for Complex Congenital Tracheobronchial Stenosis. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*, **33**, 155-157. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivab058>
- [32] Ragalie, W.S., Chun, R.H., Martin, T., Ghanayem, N.S., Berens, R.J., Beste, D.J. and Mitchell, M.E. (2017) Side-to-Side Tracheobronchoplasty to Reconstruct Complex Congenital Tracheobronchial Stenosis. *The Annals of Thoracic Surgery*, **104**, 666-673. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2017.01.011>
- [33] 李艳萍, 肖婷婷. 先天性血管环合并气道狭窄的早期诊断与治疗进展[J]. 国际儿科学杂志, 2017, 44(11): 752-756.
- [34] 赵德育, 张书兰. 支气管桥 21 例临床分析[J]. 临床儿科杂志, 2014, 32(3): 242-245.