

支气管镜在儿童 Slide 气管成形术中的应用

周淼 钟礼立 黄寒 林琳 陈敏 丁小芳

(湖南省人民医院儿童医学中心, 湖南长沙 410000)

[摘要] **目的** 总结支气管镜在儿童 Slide 气管成形术中的作用。**方法** 回顾性分析 2017—2020 年湖南省人民医院收治的 4 例气管狭窄患儿的诊疗经过, 总结支气管镜在 Slide 气管成形术术前评估、术中定位与测量及术后创面评估和治疗中的作用。**结果** Slide 气管成形术术前支气管镜评估显示, 4 例患儿中 3 例存在完全气管环, 2 例合并肺动脉吊带, 2 例存在多处狭窄。3 例在该院完成 Slide 气管成形术, 术中支气管镜下判断狭窄段中点及测量狭窄段长度, 协助离断气管狭窄段, 术后灌洗明确病原; 1 例外院 Slide 气管成形术后 9 个月出现瘢痕牵拉, 经支气管镜下介入治疗好转。2 例术后第 4 天支气管镜下发现气管黏膜改变, 调整治疗方案; 2 例术后 1 个月出现肉芽增生, 经支气管镜下冷冻治疗好转。1 例因吻合口坏死放弃治疗死亡, 存活的 3 例随访 6 个月以上, 预后可, 但均存在气管支气管软化。**结论** 支气管镜可用于气管狭窄患儿 Slide 气管成形术的管理, 有助于术后康复及随访。

[中国当代儿科杂志, 2023, 25 (5): 527-533]

[关键词] 支气管镜; 气管狭窄; Slide 气管成形术; 儿童

The role of bronchoscopy in slide tracheoplasty in children

ZHOU Miao, ZHONG Li-Li, HUANG Han, LIN Lin, CHEN Min, DING Xiao-Fang. Children's Medical Center, Hunan Provincial People's Hospital, Changsha 410000, China (Email: 1206840442@qq.com)

Abstract: Objective To study the role of bronchoscopy in slide tracheoplasty. **Methods** A retrospective analysis was conducted on the diagnosis and treatment of four children with tracheal stenosis admitted to Hunan Provincial People's Hospital from 2017 to 2020. The role of bronchoscopy was summarized in the preoperative evaluation, intraoperative positioning and measurement, and postoperative wound evaluation and treatment during slide tracheoplasty. **Results** Bronchoscopy evaluation before slide tracheoplasty showed that 3 of the 4 children had complete trachea rings, 2 had pulmonary artery sling, and 2 had multiple stenosis. Slide tracheoplasty was performed in the hospital on 3 children, and the midpoint of the stenosis segment was judged under bronchoscopy, and the length of the stenosis segment was measured, which assisted in the resection of the stenosis segment of the trachea. The pathogens were identified by lavage after the surgery. One child who developed scar traction 9 months after slide tracheoplasty in another hospital was improved by interventional treatment under bronchoscopy. Mucosal changes were found under bronchoscopy in 2 children 4 days after surgery, and the treatment plan was adjusted. One month after surgery, 2 children had granulation hyperplasia, which was improved by cryotherapy under bronchoscopy. One child abandoned treatment due to anastomotic necrosis and died. Three survivors were followed up for over 6 months with good prognosis, but all had tracheobronchial malacia. **Conclusions** Bronchoscopy can be used for the management of slide tracheoplasty in children with tracheal stenosis, which is helpful to postoperative rehabilitation and follow-up.

[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2023, 25(5): 527-533]

Key words: Bronchoscopy; Tracheal stenosis; Slide tracheoplasty; Child

[收稿日期] 2022-11-02; [接受日期] 2023-04-10

[基金项目] 儿童呼吸病学湖南省重点实验室课题资助 (2019TP1043)。

[作者简介] 周淼, 女, 硕士, 主治医师。Email: 1206840442@qq.com。

气管狭窄如狭窄段超过气管总长 1/2, 则可定义为长段气管狭窄。长段气管狭窄常见于婴儿, 多数伴有完全气管环。早期对于长段气管狭窄多采取补片法进行修补, 以期扩充气管直径, 其中包括心包补片、肋软骨补片、气管补片等。但常因术后吻合口瘘, 补片坏死、软化, 后期肉芽组织形成和复发狭窄等导致预后不良^[1-5]。文献^[6]报道补片修补术患者病死率可高达 32%。1989 年 Tsang 等^[1]报道了 Slide 气管成形术。研究^[7-9]显示 Slide 气管成形术无需补片等移植物, 以及血供好、愈合快、肉芽组织形成少等优点, 被认为是气管狭窄首选的治疗方法。

随着 Slide 气管成形术的开展, 不断有学者对手术技巧进行改良, 大样本调查研究^[8, 10]认为, Slide 气管成形术最佳手术年龄为 10 个月至 2 岁。对机械通气呼吸状态不稳定气管狭窄患儿的调查^[7]显示, 低龄儿童手术年龄要求更早。随着手术方案的不断优化, Slide 气管成形术患者的病死率由

24%^[11]降低至 8%~11.8%^[10-12]。相较于其他气管成形术, Slide 气管成形术更为安全可靠。由于其主要并发症为术后吻合口裂开及肉芽组织增生致气管再狭窄, 因此部分患儿术后需进行多次支气管镜探查^[12-13]、球囊扩张^[14]、支架置入, 甚至再次手术^[8]。为了减少 Slide 气管成形术并发症, 降低病死率, 围手术期管理越来越重要。本文总结 4 例 Slide 气管成形术术前、术中及术后支气管镜协助管理的诊疗经过, 希望为 Slide 气管成形术病程中的管理提供帮助。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2017—2020 年湖南省人民医院儿童医学中心收治的 4 例行 Slide 气管成形术患儿的相关资料, 所有患儿均经影像学检查提示气管狭窄并行支气管镜检查。患儿一般资料见表 1。

表 1 4 例患儿一般临床资料

病例	性别	年龄(月)	体重(kg)	临床表现	既往史	术前影像	术前诊断	治疗	术后病原学
1	男	5	7	喉鸣 4 个月, 咳嗽 3 d, 呼吸困难 2 d	新生儿肺炎	气管下段、右主支气管变窄	长段气管狭窄(完全气管环)、肺动脉吊带、呼吸衰竭、重症肺炎、腺病毒感染	Slide 气管成形术、肺动脉吊带矫治术	鲍曼不动杆菌、铜绿假单胞菌
2	女	7	7.7	反复呛咳、喉鸣 6 个月, 咳嗽, 呼吸困难 5 d	新生儿肺炎	左肺动脉吊带、气管下段及左主支气管狭窄	长段气管狭窄(完全气管环)、肺动脉吊带、呼吸衰竭、重症肺炎、草绿色链球菌感染	Slide 气管成形术、肺动脉吊带矫治术	鲍曼不动杆菌、(1,3)- β -D 葡聚糖试验阳性
3	女	11	7.5	反复喉鸣、气促 10 个月, 咳嗽、发热 2 d	重症肺炎、舌根部囊肿术、气管内支架置入术	气管下段及左主支气管起始部稍狭窄	长段气管狭窄、支气管肺炎	Slide 气管成形术	念珠菌
4	男	23	9.7	反复咳嗽、喘息 17 个月, 加重 3 d	肺炎、长段气管狭窄 Slide 气管成形术及右中下支气管狭窄矫治术	气管狭窄术后, 主支气管管腔较前明显增宽, 左右支气管起始部管腔稍狭窄, 较前增宽	气管狭窄 Slide 气管成形术后、右中下支气管狭窄矫治术后、支气管肺炎	灌洗、激光消融、冷冻、球囊扩张	-

1.2 气管测量方法

狭窄长度测量: 采用常规支气管镜检查测量。镜下至狭窄段远端时, 于鼻翼处标示支气管镜镜

身, 然后退镜至狭窄段近端时再次标示鼻翼处支气管镜身, 两处标示之间的长度即为狭窄部长度, 见图 1。

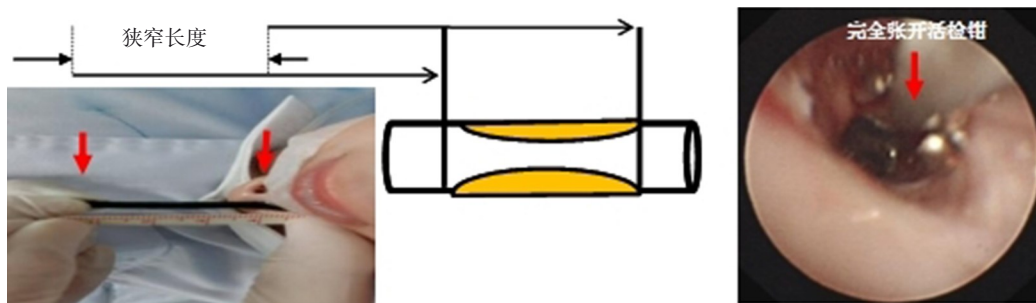


图1 气管狭窄的长度及直径测量

狭窄直径测量：(1) 根据不同直径支气管镜镜身通过狭窄嵌顿情况进行初步测量；(2) 选择不同尺寸的活检钳测量，完全张开不能移动即为狭窄部的直径，见图1；(3) 球囊测量，选择不同尺寸的球囊打足水囊后，不能自由拉动的球囊的最小尺寸即为狭窄部的直径。

确定狭窄与周边重要位置的距离：如狭窄段近端、远端与隆突、声门等重要解剖部位的间距。

2 结果

术前3例支气管镜下见气管膜部消失，气管软骨呈“O”型，计数“O”型气管环数量，提示完全气管环（病例1、2、4）。2例支气管镜下见气管外压（病例1、2），CT血管造影提示肺动脉吊带。

2例气管镜下见气管多处狭窄（病例3、4）。4例患儿均属于长段气管狭窄，拟行Slide气管成形术，其中病例1、2、3系本院完成，病例4外院完成手术。

病例1术后第4天出现分泌物增多，第6天出现吻合口黏膜糜烂，缝线显露，大量坏死物，提示局部坏死、血运欠佳，预后极差，术后2周未能拔管，家属放弃治疗后死亡。病例2、3术后第4天出现吻合口黏膜糜烂，苍灰发黑，黄白色坏死物，结合实验室检查结果考虑真菌感染，及时调整治疗方案病情好转顺利拔管。术后1个月，3例患儿均存在肉芽增生，予冷冻治疗后好转。随访6个月以上，存活的3例患儿均有气管、支气管软化，可耐受。4例患儿支气管镜下所见及处理见表2。

表2 支气管镜下所见及处理

病例	术前所见及狭窄测量	术中所见及处理	术后随访及处理	预后
1	气管下段狭窄（2.8 mm支气管镜勉强可入）；完全气管环；气管外压	狭窄段远端距隆突2 cm，长约1.5 cm；Slide气管成形术吻合后气管狭窄好转（4.0 mm支气管镜可顺利进入）；吻合口黏膜连续；隆突形态正常。 处理：引导气管插管、测量	气道大量分泌物；术后第6天创面黏膜糜烂，缝线显露，坏死物附着。 处理：灌洗、钳夹	术后2周死亡
2	气管狭窄（2.8 mm支气管镜不能进入）；完全气管环；气管外压	狭窄段近端距声门3.5 cm；Slide气管成形术吻合后气管狭窄好转（4.0 mm支气管镜可顺利进入）；吻合口黏膜连续；隆突形态正常。 处理：引导气管插管、测量	术后第4天创面黏膜糜烂、苍灰发黑，坏死物增多。3周后肉芽增生；2个月后气管支气管软化。 处理：灌洗、钳夹、冷冻	随访7个月好转
3	气管多处狭窄（2.8 mm支气管镜勉强可入）；气管管腔瘢痕增生	狭窄段上口距声门18 mm，下口距隆突1 cm；Slide气管成形术吻合后气管狭窄好转（4.0 mm支气管镜可顺利进入）；吻合口黏膜连续；隆突形态正常。 处理：引导气管插管、测量	术后第4天创面黏膜糜烂、苍灰发黑，坏死物增多；1个月后肉芽增生；4个月后气管支气管软化，瘢痕牵拉变形。 处理：灌洗、钳夹、冷冻	随访1年好转
4 [#]	气管狭窄（4.0 mm支气管镜顺利可入）；气管缩短；隆突结构异常；右上叶开口扁平；右中间支气管开口瘢痕牵拉狭窄（1.2 mm活检钳刚能通过）	治疗后右中间支气管狭窄好转（3.1 mm支气管镜可入）。 处理：灌洗、激光消融、冷冻、球囊扩张	术后10个月气管、支气管软化；右上叶同前；右中间支气管狭窄好转（4.0 mm支气管镜可入）。 处理：灌洗、冷冻、球囊扩张	随访2年好转

注：[#]病例4在本院首诊清楚后于外院行Slide气管成形术，术后9个月出现气管狭窄再就诊本院，其术前镜下所见是再次就诊时情况。

3 典型病例

病例2: 女, 7月龄, 体重7.7 kg, 因反复呛咳、喉鸣6个月, 咳嗽、呼吸困难5 d入院。CT扫描提示气管下段及左主支气管狭窄, CT血管造影提示肺动脉吊带。术前支气管镜探查发现气管狭窄, 2.8 mm支气管镜不能进入(图2A~C)。诊断考虑: 呼吸衰竭、重症肺炎、气管狭窄(完全气管环)、肺动脉吊带、草绿色链球菌感染。遂行Slide气管成形术及肺动脉吊带矫治术。术中支气管镜协助行气管插管, 气管内测量狭窄段近端距声门3.5 cm。Slide气管成形术吻合后气管狭窄好

转, 4.0 mm气管镜可顺利进入, 吻合口黏膜连续, 隆突形态正常。气管断端吻合后支气管镜下见气管狭窄好转, 吻合口创面可。术后第4天支气管镜下发现创面气管黏膜糜烂、苍灰发黑, 坏死物增多(图2D)。血清(1,3)- β -D葡聚糖试验阳性, 提示真菌感染, 应用抗真菌药物及1周2次支气管镜灌洗治疗, 气管黏膜好转后灌洗治疗延长至1周1次。术后3周创面出现肉芽增生, 支气管镜下1周1次行冷冻治疗, 1个月后逐渐延长冷冻治疗间隔时间, 随访7个月, 支气管镜下可见创面肉芽增生好转, 管腔软化。患儿生长发育尚可, 受凉后有少许喘鸣音。

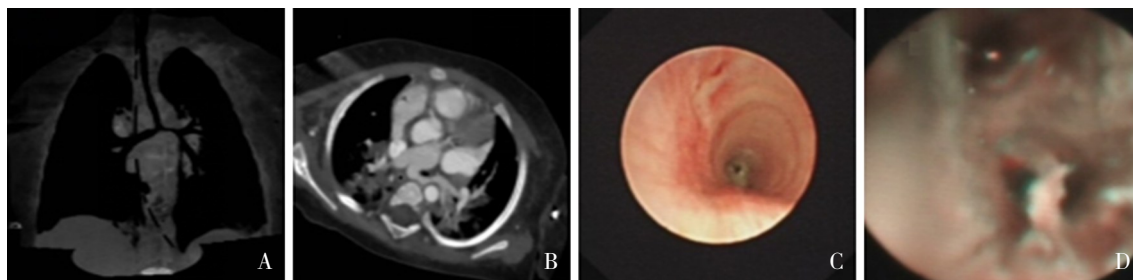


图2 病例2 A: 术前CT示气管下段及左主支气管狭窄; B: CT血管造影示肺动脉吊带; C: 支气管测量狭窄段近端距声门3.5 cm; D: 术后支气管镜下显示气管狭窄较前好转, 第4天隆突及双侧主支气管开口吻合口附近黏膜糜烂、苍灰发黑, 坏死物增多。

病例4: 男, 23月龄, 体重9.7 kg, 因反复咳嗽、喘息17个月, 加重3 d入院。9个月前外院行Slide气管成形术前本院支气管镜探查存在长段气管多处狭窄(距声门约1 cm、3~3.5 cm及4.5 cm; 最狭窄处2.8 mm支气管镜不能进入; 长度>3.5 cm)、完全气管环(图3), 建议手术治疗。9个月前患儿外院行Slide气管成形术及右中下支气管狭窄矫治术, 术后随访支气管镜检查发现气管狭窄较前好转(4.0 mm支气管镜顺利可入), 气管缩短, 隆突结构异常, 右肺上叶开口扁平, 右中

间支气管开口瘢痕牵拉、狭窄(1.2 mm活检钳刚能通过), 见图3。予以灌洗、激光消融、球囊扩张介入治疗后, 右中间支气管管腔狭窄好转(3.1 mm支气管镜可入), 见图4B。继续予球囊扩张、冷冻介入治疗后, 右中间支气管管腔狭窄进一步好转(4.0 mm支气管镜可入), 见图4C。初始1周1次球囊扩张及冷冻治疗, 1个月后逐渐延长治疗时间。随访2年, 右中间支气管狭窄好转, 但仍存在气管支气管软化。患儿体重增长欠佳, 活动耐受尚可。

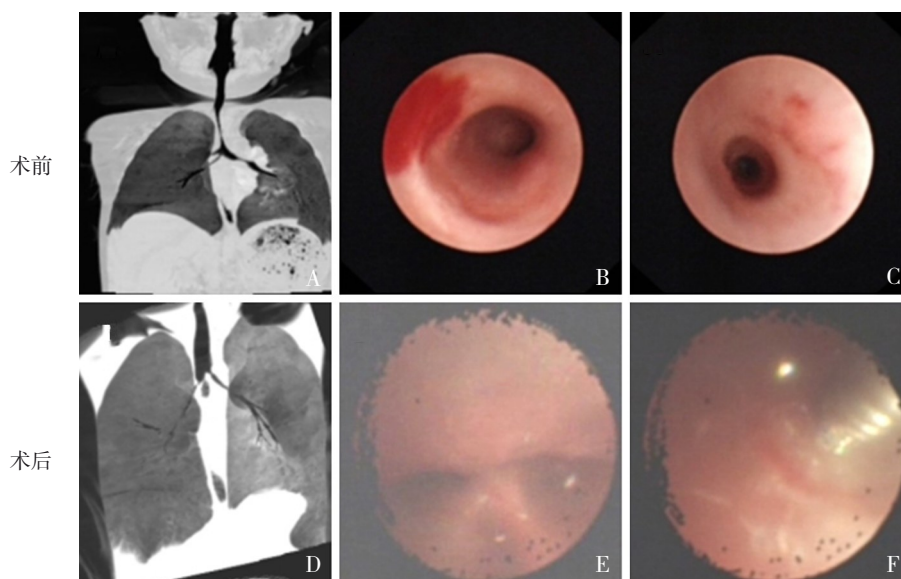


图3 病例4 Slide气管成形术前：气管、主支气管、右上肺及中间支气管、左叶支气管开口明显狭窄（图A）；支气管镜下见气管下段狭窄（图B）；支气管镜下见气管距声门约1 cm处环形狭窄（图C）。Slide气管成形术后9个月：气管管腔较前增宽（图D）；支气管镜下见隆突水平近品字形三开口，右上叶开口扁平，右中间支气管开口狭窄瘢痕牵拉（图E）；1.2 mm活检钳刚过右中间支气管开口（图F）。

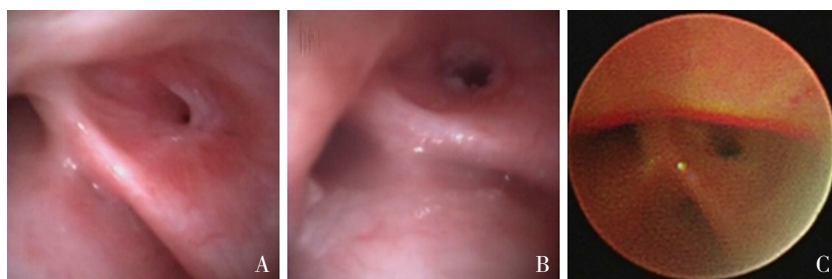


图4 病例4 A：激光消融术中见前隆突结构同前，右肺上叶开口扁平，右中间支气管开口狭窄，瘢痕牵拉；B：激光消融治疗后见右中间支气管狭窄好转；C：激光消融术后2年支气管镜见隆突结构同前，右肺上叶开口扁平，右中间支气管狭窄好转，无肉芽。

3 讨论

Slide 气管成形术是治疗长段气管狭窄的首选术式。随着诊疗技术的提高，越来越多的气管狭窄病例能被及时发现并接受手术治疗，作为儿科医生如何更好地协助外科医生对气管狭窄患儿气管进行管理，为Slide 气管成形术创造更好手术条件，并解决后续一系列可能发生的并发症，有待临床经验的进一步积累。一项173例气管狭窄围手术期管理的调查发现，在行气管狭窄手术术前、术中及术后采用支气管镜进行干预，有利于气管狭窄患儿的康复，但未对具体干预措施进行描述^[9]。本文总结4例行Slide 气管成形术患儿应用支气管镜的诊疗经过，以总结支气管镜在气管狭窄患儿Slide 气管成形术中的作用。

术前，支气管镜可协助手术指征的判定，确定气管狭窄原因，区分完全气管环等先天性因素和肿瘤、瘢痕形成等后天性因素，判断气管狭窄严重程度，指导治疗方案。Gallagher等^[15]报道Slide 气管成形术术前需通过支气管镜对气管狭窄的长度和直径，以及最狭窄区域的位置和是否合并其他气管异常进行评估。徐志伟等^[16]报道，对先天性心脏病伴气管狭窄患儿术前支气管镜下观察到完全气管环可提示存在肺动脉走向异常可能。本组病例1、2均因支气管镜检查发现完全气管环、气管外压，进一步完善CT血管造影术，明确了气管狭窄合并肺动脉吊带的诊断，并确定了手术方案。病例4经支气管镜检查发现存在完全气管环及长段气管狭窄，后因患儿反复肺炎行支气管镜灌洗治疗，行择期手术。病例3因长段气管狭窄处瘢

痕增生首选了激光消融及支架置入治疗,支气管镜下监测介入治疗失败后改行Slide气管成形术。故术前支气管镜的评估对于完善气管手术十分重要。术前支气管镜可用来协助判断气管狭窄的部位、狭窄的性质、测量狭窄的长度、狭窄处直径,以及与声门、隆突及周围血管等重要标志的关系,从而协助判断手术指征,拟定手术方案。当支气管镜直视下见狭窄段位于气管中下段,狭窄处呈外压、有搏动,需怀疑血管病变压迫气管,应行胸部CT血管造影以明确诊断。管腔内瘢痕形成可以选择支气管镜消融手术,但如果管壁破坏严重或介入治疗失败则需手术治疗。

气管狭窄合并感染时气道黏膜水肿,分泌物增加,呼吸困难症状更明显,有时需要机械通气治疗。不稳定的呼吸状态导致手术麻醉风险增加,从而影响Slide气管成形术的成功率,故术前需控制感染后择期手术治疗。病例1、2、3术前通过支气管镜灌洗明确了病原,并给予治疗。病例4术前存在反复支气管肺炎,通过灌洗治疗好转,争取了择期手术机会。支气管镜可以进行肺部灌洗缓解气道梗阻症状,创造更好的手术条件,同时灌洗液检查也可以协助术前感染的治疗。

Slide气管成形术需尽量保留气管两侧的组织用以保证血供^[8]。本研究中3例(病例1、2、3)术中通过支气管镜确定气管狭窄段的长度和中点位置,协助术者确定狭窄段离断位置,确保Slide气管成形术中上、下端支气管吻合顺利,与郁迪等^[11]报道的术中吻合口观察方法一致。术后通过支气管镜即刻评估吻合口黏膜是否连续、有无对齐内翻及评估隆突形态。此外,由于先天性气管狭窄往往局部血运情况不如非狭窄段,因而在保证足够长度吻合气管的情况下,游离端应尽可能在狭窄上下方的非狭窄区,这样能保证更好的血供,促进术后恢复。术中通过支气管镜进行测评,可协助外科医师选择更佳的手术位置。

同时支气管镜还可以协助气管狭窄及气管插管困难的患儿进行气管插管,为麻醉顺利开展提供指导。

术后,支气管镜重点协助观察吻合口黏膜情况及颜色,如有局部黏膜发黑或黄白色时,应注意有无吻合口缺血坏死,评估预后并及时干预。支气管镜不仅可处理创面恢复过程中伴随的肉芽生长及瘢痕牵拉狭窄,而且可清除分泌物、血痂,保证有效通气。同时确定吻合口瘘及有无感染等。

Gallagher等^[15]报道术后1周进行支气管镜检查。本研究中病例2、3均在术后第4天出现气管黏膜糜烂、苍灰发黑,加用抗真菌药物后好转。病例1在术后第6天出现吻合口局部黏膜黄白色及缝线显露,局部坏死,提示预后差。3例患儿均在术后1周内出现创面黏膜改变,考虑与术前合并感染相关,故术后应根据患者呼吸状态决定支气管镜检查时间与频率。

Slide气管成形术术后可出现肉芽、软化、瘢痕牵拉再狭窄、感染等并发症^[17-18],均可导致患儿呼吸状态不稳定。病例2、3术后1个月左右支气管镜下发现肉芽增生,予以冷冻治疗后好转;病例4在外院手术治疗后9个月出现瘢痕牵拉气管狭窄,支气管镜下行激光消融、球囊扩张及冷冻治疗后好转。病例1、2、3术后进行支气管镜下灌洗及评估,通过病原学结果调整治疗方案。对于合并感染的患者,支气管镜检查可帮助早期完善病原学检查,尽早调整治疗方案。

Slide气管成形术后随访时间目前没有统一标准。有报道随访5个月至5年半,平均2年8个月^[12]。国内报道^[14]的47例Slide气管成形术后随访时间为1个月至7年。病例4在外院行Slide气管成形术后9个月再次出现瘢痕狭窄。术后可根据支气管镜对患儿气管内径、肉芽生长情况调整随访时间。根据我们的经验,第1个月内每1~2周评估1次,此时重点观察气管内肉芽生长及瘢痕情况,一般给予冷冻治疗防止肉芽生长,如患儿情况尚可,可逐渐延长至每2~3个月评估1次,直至气管管腔大小稳定。另外对于再次出现的狭窄,要分析原因,同时注意与周边血管等组织的关系,权衡利弊,采取最佳处理方案。

Slide气管成形术是治疗长段气管狭窄的首选治疗,多学科合作可减少术后并发症的发生。由于本研究观察病例数有限,随着病例增多及多学科的合作总结,支气管镜在Slide气管成形术全程管理中的作用会越来越明显。

[参 考 文 献]

- [1] Tsang V, Murday A, Gillbe C, et al. Slide tracheoplasty for congenital funnel-shaped tracheal stenosis[J]. Ann Thorac Surg, 1989, 48(5): 632-635. PMID: 2818051. DOI: 10.1016/0003-4975(89)90777-7.
- [2] Grillo HC. Slide tracheoplasty for long-segment congenital tracheal stenosis[J]. Ann Thorac Surg, 1994, 58(3): 613-619 discussion 619-612. PMID: 7944680.

- DOI: 10.1016/0003-4975(94)90714-5.
- [3] Rutter MJ, Cotton RT, Azizkhan RG, et al. Slide tracheoplasty for the management of complete tracheal rings[J]. *J Pediatr Surg*, 2003, 38(6): 928-934. PMID: 12778396. DOI: 10.1016/s0022-3468(03)00126-x.
- [4] Antón-Pacheco JL, Comas JV, Luna C, et al. Treatment strategies in the management of severe complications following slide tracheoplasty in children[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2014, 46(2): 280-285. PMID: 24446477. DOI: 10.1093/ejcts/ezt617.
- [5] 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. PMID: 10335005. PMCID: PMC1745507. DOI: 10.1136/thx.54.6.511.
- [6] Chiu PP, Kim PC. Prognostic factors in the surgical treatment of congenital tracheal stenosis: a multicenter analysis of the literature[J]. *J Pediatr Surg*, 2006, 41(1): 221-225; discussion 221-225. PMID: 16410137. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2005.10.043.
- [7] 冯致余, 马静, 杨彦亮, 等. 急诊手术治疗机械通气后呼吸状态不稳定的先天性气管狭窄[J]. *中华小儿外科杂志*, 2022, 43(9): 796-800. DOI: 10.3760/cma.j.cn421158-20210706-00337.
- [8] 徐志伟, 王顺民, 陆兆辉, 等. Slide方法在小儿先天性气管狭窄的应用[J]. *中华小儿外科杂志*, 2011, 32(3): 165-168. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2011.03.002.
- [9] 顾晓蓉, 倪平, 徐杰琼, 等. 先天性长段气管狭窄围手术期标准化管理评价[J]. *临床儿科杂志*, 2022, 40(8): 597-601. DOI: 10.12372/jcp.2022.21e1611.
- [10] Zhang H, Wang S, Lu Z, et al. Slide tracheoplasty in 81 children: improved outcomes with modified surgical technique and optimal surgical age[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(38): e8013. PMID: 28930836. PMCID: PMC5617703.
- DOI: 10.1097/MD.00000000000008013.
- [11] 郁迪, 莫绪明, 彭卫, 等. 儿童气管狭窄的外科治疗[J]. *中华胸心血管外科杂志*, 2021, 37(11): 649-653. DOI: 10.3760/cma.j.cn112434-20200914-00419.
- [12] Porcedda G, Brambilla A, Favilli S, et al. Combined surgical and endoscopic approach for ring-sling complex[J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2020, 68(1): 51-58. PMID: 30743276. DOI: 10.1055/s-0039-1678670.
- [13] Wilcox LJ, Schweiger C, Hart CK, et al. Growth and management of repaired complete tracheal rings after slide tracheoplasty[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2019, 161(1): 164-170. PMID: 30961421. DOI: 10.1177/0194599819841893.
- [14] Tsugawa C, Nishijima E, Muraji T, et al. Tracheoplasty for long segment congenital tracheal stenosis: analysis of 29 patients over two decades[J]. *J Pediatr Surg*, 2003, 38(12): 1703-1706. PMID: 14666447. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2003.08.037.
- [15] Gallagher TQ, Hartnick CJ. Slide tracheoplasty[J]. *Adv Otorhinolaryngol*, 2012, 73: 58-62. PMID: 22472229. DOI: 10.1159/000334301.
- [16] 徐志伟, 王顺民, 杜欣为, 等. 小儿先天性心脏病伴气管狭窄的外科处理[J]. *中华外科杂志*, 2014, 52(2): 127-130. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2014.02.011.
- [17] Torre M, Varela P, Romero D, et al. Complex tracheal resection in children: myths, reality and lessons learned[J]. *Semin Pediatr Surg*, 2021, 30(3): 151059. PMID: 34172205. DOI: 10.1016/j.sempedsurg.2021.151059.
- [18] Stephens EH, Eltayeb O, Mongé MC, et al. Pediatric tracheal surgery: a 25-year review of slide tracheoplasty and tracheal resection[J]. *Ann Thorac Surg*, 2020, 109(1): 148-153. PMID: 31400322. DOI: 10.1016/j.athoracsurg.2019.06.042.

(本文编辑: 李惠清)