

· 中青年学者论坛 ·



黄海东 博士, 副教授、副主任医师, 现任第二军医大学呼吸病介入诊疗中心副主任, 是首位完成美国体制内介入肺脏病专科医师培训的中国医师 (Fellowship of Interventional Pulmonology, Henry Ford Hospital, Detroit, USA, Jul. 2012—Aug. 2013)。擅长复杂大气道狭窄的内镜下介入治疗及肺周围结节腔内微创诊断技术。在国际上首先成功完成并报道了用蒙哥马利管 (Montgomery Cannula) 联合气道硅酮支架治疗重度良性气管狭窄和气管切开拔管困难的方法, 在亚洲首先开展了锥形束 (Cone Beam) CT 实时引导下肺周围结节腔内活组织检查的临床和科研工作。担任中国医师协会内镜医师分会副总干事、中国医师协会内镜医师分会呼吸内镜医师专委会青年委员会主任委员等职务。2014、2015 年度连续 2 次入选“中国名医百强榜”全国十佳呼吸介入医师。获中国高等学校科技进步奖一等奖、军队科技进步奖一等奖各 1 项。主持省部级课题 5 项。主译专著 1 部, 发表 SCI 收录论文 40 余篇。已培训从事呼吸内镜临床工作的国内外进修医师共 500 余名。

DOI:10.16781/j.0258-879x.2018.02.0117

硬质支气管镜技术在“真实世界”的争议与思考

任杰¹, 黄海东^{1*}, 王琴¹, 杨宇光², 黄怡¹, 李强³, 白冲¹

1. 第二军医大学长海医院呼吸与危重症医学科, 上海 200433
2. 第二军医大学长海医院麻醉科, 上海 200433
3. 上海交通大学附属第一人民医院呼吸科, 上海 200080

[摘要] 硬质支气管镜技术 (RB) 是一项“古老”的支气管镜技术。自 20 世纪 70 年代可弯曲支气管镜技术 (FB) 兴起后, RB 的使用频率迅速下降, 许多临床医师质疑 RB 是否还有临床应用价值。但近年来, 国内介入肺脏病领域出现迅速升温的“硬质热”局面使临床医师又心存困惑: 为什么 RB 重新成为国内介入肺脏病领域的热点? RB 在肺脏病内镜操作中有什么实际应用价值? RB 的发展趋势和应用前景如何? 本文针对 RB 在“真实世界”中的这些争论展开综述和讨论, 并结合本领域最新进展提出我们的思考和观点。

[关键词] 介入肺病学; 硬质支气管镜检查; 可弯曲支气管镜检查; 硅酮支架; 激光消融; 冷冻消融

[中图分类号] R 563 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2018)02-0117-07

Rigid bronchoscopy in the real world: controversies and thinking

REN Jie¹, HUANG Hai-dong^{1*}, WANG Qin¹, YANG Yu-guang², HUANG Yi¹, LI Qiang³, BAI Chong¹

1. Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Changhai Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China
2. Department of Anesthesiology, Changhai Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China
3. Department of Respiratory Medicine, Shanghai General Hospital, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200080, China

[Abstract] Rigid bronchoscopy (RB) is one of the oldest bronchoscopic techniques. Since the advent of flexible bronchoscopy (FB) in 1970s, usage frequency of RB procedures has rapidly decreased, which made many clinicians question its clinical value. However, the fact of prosperous “rigid hot” in China has appeared in the field of interventional pulmonology in recent years, which confused some pulmonologists—why does RB become hot in the field of interventional pulmonology domestically? what is the practical value of RB in the endoscopic procedures of modern respiratory diseases?

[收稿日期] 2017-10-26 **[接受日期]** 2017-12-30

[基金项目] 国家公益性行业科研专项(201402024), 长海医院首批医疗新技术培育项目(NT201506). Supported by Public Science and Technology Research Project of China (201402024) and First Batch of New Medical Technology Incubation Project of Changhai Hospital (NT201506).

[作者简介] 任杰, 硕士生, 主治医师. E-mail: rjcaesar@163.com

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-31161322, E-mail: hhdongbs@126.com

how about the developing trend and application prospects of RB in future? This review summarized and discussed the existing debates as well as the latest progress on RB in clinical application, and put forward our views and opinions.

[Key words] interventional pulmonology; rigid bronchoscopy; flexible bronchoscopy; silicone stent; laser ablation; cryoablation

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2018, 39(2): 117-123]

硬质支气管镜技术 (rigid bronchoscopy, RB) 起源于欧洲, 其诞生至今已有 120 余年的历史。20 世纪 70 年代可弯曲支气管镜在日本研发成功, 相比 RB, 可弯曲支气管镜技术 (flexible bronchoscopy, FB) 具有气道插入更便捷、操作更高效和探查支气管分支更广泛等优势, 在全球迅速推广, 而 RB 使用频率则逐渐下降, 甚至一度陷入无人问津的境遇。但目前仍有众多介入呼吸病专家坚持以 RB 为主导结合 FB 的治疗性介入呼吸病操作^[1]。我国介入呼吸病学技术起步晚, 受 FB 发展地缘优势的影响, 95% 以上的呼吸内镜专家习惯 FB 操作。因而, 近年来国内呼吸介入领域面临迅速升温的“硬质热”局面, 这使很多临床医师产生困惑: 为什么 RB 重新成为国内介入呼吸病领域的热点? RB 在呼吸病内镜操作中有什么实际应用价值? RB 的发展趋势和应用前景如何? 黄海东副教授曾获得美国医师执照和 H1b 特殊人才工作签证, 赴美完成介入肺脏病专科医师培训并工作 1 年, 重点研习了复杂及危重症气道狭窄的硬质支气管镜下治疗, 回国后致力于 RB 的临床使用、推广和技能培训, 对现代 RB 和 FB 均有深度认识和理解。针对 RB 在“真实世界”中的这些争论, 本文结合 RB 的发展史、临床应用及最新进展展开综述和讨论, 并提出我们的思考和观点, 以供商榷。

1 RB 的发展史——古老呼吸内镜技术的“中国热”?

研读 RB 发展史可以领悟现代介入呼吸病技术的“前世今生”, 介入呼吸病学从诞生开始就是世界性的, 德国、美国、英国、法国、日本、阿根廷等国家的先驱者都为其诞生做出了卓越的贡献。1896 年德国耳鼻喉科医师 Killian 首次用由“食管镜”改造的“气管镜”对 1 名志愿者成功完成经喉插入气管内镜检查, 宣告了 RB 的问世, 1 年后 1 例患者的气道异物经硬质支气管镜被成功取出, 标志着 RB 临床应用的开端, Killian 也被称为“硬质支气

管镜之父”; 此后, 师从 Killian 的美国耳鼻喉科医师 Jackson 进一步改良了硬质支气管镜, 研发了许多适用于硬质支气管镜下操作的器械, 他著书立传并在美国本土广泛开展 RB 理论培训班和手把手实践培训班; 1949 年, 阿根廷的 Schieppatti 医师成功开展了硬质支气管镜隆突下淋巴结穿刺术 (transbronchial needle aspiration, TBNA); 1963 年, Storz 将伦敦 Hopkins 开发的由柱状透镜和光纤照明设备组成的“冷光源”用于 RB, 这种可以伸入硬质支气管镜管腔内的“霍普金斯”光源透视镜提高了硬质支气管镜下视野的清晰度, 被沿用至今; 1972 年, 美国的 Howard 医师在硬质支气管镜及 X 线透视下开展了肺周围病变经支气管活组织检查术 (transbronchial biopsy, TBB); 1976 年, 日本胸外科医师 Ikeda 发明了可弯曲支气管镜, 此后的 30 年内 RB 发展不断受到 FB 的冲击, 硬质支气管镜使用频率逐年下降, 但仍然有很多医师坚持使用和改良 RB^[1-2]。20 世纪 80 年代末, 法国呼吸内科医师 Dumon 首先将掺钕钇铝石榴石 (neodymium-doped yttrium aluminium garnet, Nd: YAG) 激光技术引入 RB 操作中 (图 1), 制定了气道腔内良、恶性狭窄经支气管镜介入治疗规范, 他研发的 Dumon 气道硅酮支架成为第 1 个真正意义上的气道支架^[3]。至今, Dumon 气道硅酮支架仍然是治疗良性气道狭窄的首选支架, 并且其仅能在 RB 的辅助下完成气道内置放。这些历史悠久、行之有效的基于 RB 的内镜操作技术不仅奠定了 RB 在治疗性支气管镜操作中的重要地位, 也成为 FB 诊治技术改良和衍生的参考模板。

目前硬质支气管镜在全世界范围内的整体使用率仍然不高, 北美的硬质支气管镜使用频率为 7%~8%^[4], 但美国支气管病和介入肺脏病学 (American Association of Bronchology and Interventional Pulmonology, AABIP) 已建议美国大型介入呼吸病中心应至少有 1 名精通 RB 的介入呼吸病专家^[5]。2015 年至 2016 年一项涉及欧洲 26

个国家的调查分析显示, 实施硬质支气管镜下支架置入等治疗性操作数量最多的前3个国家依次是法国、德国和英国^[6]。德国2016年一项为期12个月包括2158名医师和301965例气管镜检查病例的调查报告显示, 硬质支气管镜的使用频率为7.3%^[7]。日本2010年一项对538家医疗机构为期1年的问卷调查结果显示, 硬质支气管镜的使用频率为18.5%, 且多由胸外科医师实施^[8]。现代RB操作联合硬质支气管镜和可弯曲支气管镜显著提高了治疗性支气管镜操作的安全性和有效性, 也使精通RB的诊疗中心几乎所有治疗性支气管镜操作都选择在硬质支气管镜支持平台下完成^[9]。

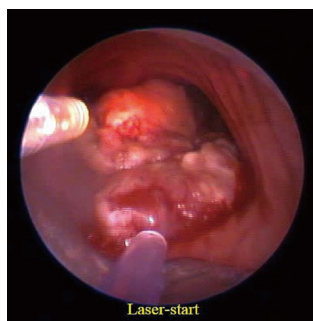


图1 硬质支气管镜下气管腔内肿瘤激光热消融治疗

Fig 1 Endobronchial tumor laser thermal ablation by the rigid bronchoscope

The figure was provided by Dr. Simoff Michael, Director of Division of Interventional Pulmonology, Pulmonary and Critical Care Medicine, Henry Ford Hospital, USA. Demonstration of endobronchial tumor laser thermal ablation by the rigid bronchoscope under general anesthesia, the probe of Nd: YAG laser was on the left upper side of the figure. The suction tube was at the bottom of figure, and it effectively reduced the local oxygen concentration avoiding airway burning; meanwhile, it effectively suctioned vaporized tissues by laser ablation, avoiding environmental pollution caused by the fumes

我国呼吸内镜临床应用起步较晚, RB在中国经历了3个有代表性的历史阶段。第一阶段是从20世纪80年代中期至2004年, 为FB大发展时期, RB在成人支气管镜操作中几乎无人问津, 只用于儿科取气道异物^[10]。第二阶段是2005年到2012年, 随着国际交流合作的逐步深入, RB在治疗性支气管镜操作中的作用逐渐被认识^[11-12]。在此时期, 鉴于气道金属支架长期置入可能发生的严重并发症, 美国食品药品监督管理局(Food and Drug

Administration, FDA)在2005年和2009年2次对金属气道支架置入治疗良性气道狭窄发出警示^[13], 这使气道硅酮支架成为良性气道狭窄支架置入治疗的首选, 硬质支气管镜重新回归国内介入呼吸病医师的视野, 一些从事呼吸内镜临床工作的专家通过各种渠道赴欧洲(主要是德国)观摩和学习RB的临床应用^[14], 但因国内尚无临床可用的气道硅酮支架, 也缺乏系统的RB培训机制, 硬质支气管镜的使用频率仍偏低。一项包含国内54家医院呼吸内镜室设备及开展技术的调查报告显示, 虽然硬质支气管镜拥有率为40.7%, 但使用频率极低, 平均每家医院每年操作不足15例^[15]。第三阶段是2013年至今, RB在治疗性支气管镜操作中的作用被重新评估, 我国也进一步深入与国际介入呼吸病专科的培训交流, 许多中青年医师有更多机会在欧美先进的介入呼吸病中心接受RB培训, 使硬质支气管镜及相关技术在国内顺利“移植”。相比欧美国家, 我国人口基数大, 结核病致气道狭窄等良性气道狭窄患者数量多、病情复杂^[16], 有大量适合硬质支气管镜下治疗及气道硅酮支架置入的潜在病例。自2014年3月Dumon气道硅酮支架首次获准进入中国, 国内大型呼吸内镜中心逐步涌现硬质支气管镜及相关操作, 导致近期国内出现呼吸内镜介入治疗的“硬质支气管镜热(硬质热)”局面。

2 RB的价值——介入呼吸病内镜操作的鸡肋还是不可替代的终极利器?

虽然经过40年的发展, 目前90%以上的支气管镜操作都可以通过可弯曲支气管镜完成^[17], 但硬质支气管镜具有活动的气管插管、有效的治疗工具和良好的通气支持, 这使其仍然在一些治疗性支气管镜操作领域中占据不可替代的地位。首先, 硬质支气管镜镜管笔直, 长度一般为33~43 cm, 内径为7~14 mm, 插入气道后就像一个可以任意活动的气管插管, 不仅可提供有效通气, 还可以提供远大于普通气管插管的内镜操作空间(图2)。

此外, 设计成锐利斜面的金属硬质支气管镜镜管插入端可以作为镜下直接“铲除”肿瘤的工具, 在保证通气的同时可从狭窄段气道“挤”过以达到扩张气道的目的。在以下4种情况下, RB仍然是内镜操作的首选技术。

(1) 复杂、危重症中央性大气道重度狭窄是

在高频通气支持下开展硬质支气管镜下介入治疗的首选适应证。对气管及主支气管腔内体积较大、突入管腔的恶性病灶,可通过硬质支气管镜下铲切技术切除病灶,同步创面压迫止血(图3)。此外,

在硬质支气管镜下开展可弯曲支气管镜下激光治疗可以迅速打开狭窄的气道,更高效、持续的硬质支气管镜内负压吸引有助于减少气道燃烧的风险和气化组织对环境的污染^[18]。

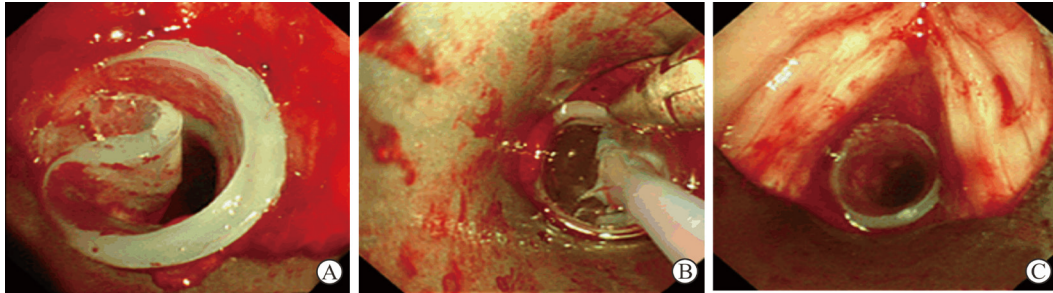


图2 硬质支气管镜下复张声门下气管硅酮支架

Fig 2 Subglottic tracheal silicone stent adjustment by rigid bronchoscope

The figure was provided by Department of Respiratory and Critical Care Medicine of Changhai Hospital of Second Military Medical University, China. A: After the placement of a tracheal silicone stent for the patient with severe subglottic tracheal stenosis post of intubation by rigid bronchoscope under general anesthesia, the stent was incompletely compressed; B: Therapeutic flexible bronchoscope with 6 mm external diameter was intubated into the 14 mm internal diameter lumen of rigid bronchoscope, and the rigid foreign body forcep was used to fix the proximal end of the stent; synchronously balloon dilation with 16 mm diameter was performed to expand stent under the visual of flexible bronchoscope; C: The silicone stent was in a good condition

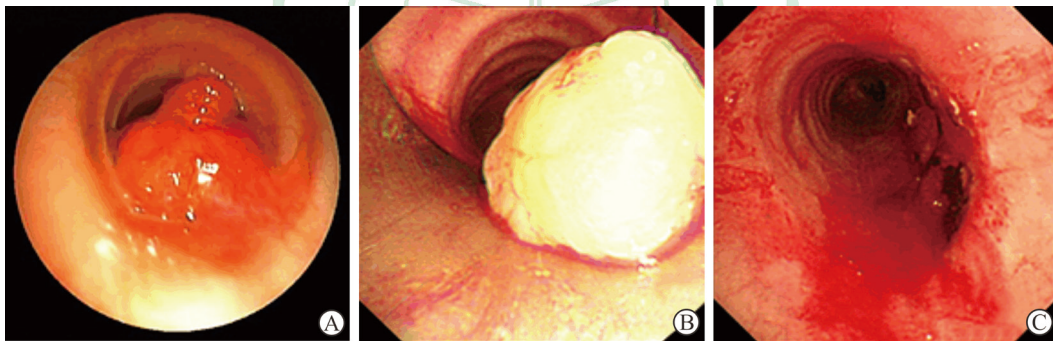


图3 硬质支气管镜下铲切技术

Fig 3 Apple-coring technique by rigid bronchoscope

The figure was provided by Department of Respiratory and Critical Care Medicine of Changhai Hospital of Second Military Medical University, China. A: Malignant tracheal stenosis with 80% obstructed by tracheal adenoid cystic carcinoma; B: Apple-coring technique by rigid bronchoscope with 14 mm external diameter was performed to remove the endotracheal tumor and compression hemostasis; C: After the treatment, the tracheal lumen was completely patent

(2) 气道硅酮支架相关操作,包括一些特殊类型的硅酮支架,如 Dynamic (Freitag) 支架、Montgomery T 形管等,几乎所有气道硅酮支架的置入和取出都是借助 RB 完成的。相比传统外科 T 形管置入术,在硬质支气管镜下实施 Montgomery T 形管置入术治疗声门下狭窄具有手术耗时少、术中通气好、手术创伤小和术后并发症少的优势,已在国内逐步推广^[19]。对于一些特殊形状或气管 Y

型金属支架,借助 RB 置入和取出大幅度提高了操作的安全性^[20]。

(3) 易导致气道内大出血等严重并发症的高危支气管镜下诊疗操作。RB 作为内镜手术支持平台,配合 FB 可以及时有效地处理气道内大出血等严重并发症,从而降低操作风险。近年来,冷冻活组织检查术因取材比传统活组织检查术样本组织量大、效率高,已逐步被用于在诊断性支气管

镜操作领域, 但冷冻探头冻切组织后需和可弯曲支气管镜一起取出, 此时失去支气管镜对气道的控制, 一旦发生严重出血并发症, 医师往往非常被动, 故在硬质支气管镜下行冷冻活组织检查术更安全^[21-22]。国外近期开展的喷射冷冻治疗气道腔内恶性疾病因液氮在气道内瞬间释放产生的体积增大效应易导致术中低氧, 也推荐在硬质支气管镜下实施(图4)^[23]。一些新型硬质支气管镜如插入端可视的硬质支气管镜和3D成像硬质支气管镜的出现, 为更高效、安全地开展硬质支气管镜下各种诊疗操作提供了硬件支持。

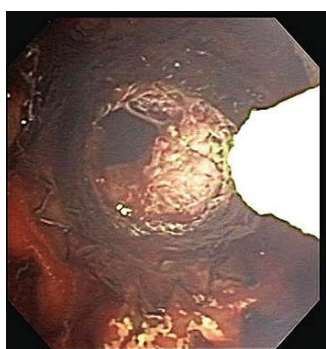


图4 硬质支气管镜下喷射冷冻治疗气道肿瘤

Fig 4 Spray cryotherapy to the airway tumor by rigid bronchoscope

The figure was provided by Dr. Turner J F Jr, Director of Interventional Pulmonology and Critical Care Medicine, Nevada Cancer Institute and University of Nevada School of Medicine, USA. The gas produced by liquid nitrogen gasification from the spray cryotherapy probe (right) touched the surface of the tumor at the distal end of stent and froze the tumor quickly. Compared with the traditional contact endobronchial cryotherapy, the sprayed cryotherapy froze endobronchial lesion widely and efficiently. The advantages of spray cryotherapy by rigid bronchoscope include the fact that the nitrogen in the airway is easier to be excreted, which is helpful to maintain the oxygen partial pressure during the procedure

(4) 困难气道异物的移除。虽然约96.5%的气道异物可以通过FB取出^[24], 但对长期滞留体内的大型骨性和(或)透壁性异物, 包括气道内较大的支气管结石和长期置入的金属支架等, 首选实施全麻硬质支气管镜下异物取出术。以上异物的取出容易导致大出血等严重并发症, 尤其是长期置入的金属支架, 有文献报道, 因肉芽及瘢痕组织包绕, 取出长期置入的金属支架非常困难, 取支架所致的

死亡率高达4%^[25], 因此必需术前周密计划、分次操作并采用RB结合FB的方法安全取出。

RB操作不是“一个人的战斗”, 一支训练有素的硬质支气管镜操作团队必不可少。一台硬质支气管镜操作至少需要6~8人的团队, 包括操作硬质支气管镜医师1名、助手1名、麻醉医师1~2名、台上护士2名和巡回护士1~2名。相比普通全麻插管下可弯曲支气管镜, 硬质支气管镜操作时的通气是开放的, 麻醉医师在维持体内氧分压时需监测体内二氧化碳分压。根据治疗需要调整吸入氧浓度, 硬质支气管镜相关气道麻醉过程也相对复杂, 必需足够的肌松, 不同于普通全身麻醉, 硬质支气管镜麻醉的最终效果不仅取决于麻醉医师和硬质支气管镜操作医师是“抢”气道还是“共享”气道, 还取决于麻醉医师是否接受过严格的RB麻醉训练和临床实践。硬质支气管镜操作的护理配合、操作流程以及硬件配备也与外科手术基本一致, 故很多大型呼吸内镜中心都将硬质支气管镜操作置于医院手术室内完成。硬质支气管镜操作成功与否与团队配合密不可分, 故RB的人力、物力、成本消耗和操作耗时等比FB更大, 导致RB更适合在国内大型的以诊治支气管镜下复杂、危重大气道疾病为主的医疗中心开展。对于这些中心而言, RB是解决学科发展瓶颈不可或缺的重要技术; 而对于自身规模不大、尚处于起步阶段的和(或)以诊断性支气管镜操作为主的医疗中心, 在有限资源情况下发展RB将耗费大量的人力和物力, 增加操作风险, 反而得不偿失。

3 RB的未来——介入呼吸病技术发展新的曙光还是夕阳西下的一瞬辉煌?

随着科技的进步和微创诊疗理念的深入, RB将会在以下3个方面继续深入发展, 成为推动介入呼吸病诊疗技术发展新的曙光。首先, RB在传统的难治性气道狭窄和气道痿腔内治疗方面将有更大的临床应用空间。国内一些大型呼吸内镜介入中心利用RB平台下的FB操作, 并借助现代影像学和气道重建技术开展术前气道病变位置的精准评估, 个体化定制的气道金属植入物或修剪后的气道硅酮材质类植入物(包括支架和封堵阀)已在逐步推广中^[26]。相信随着气道植入物3D打印技术的成熟, 个体化的气道植入物将越来越普遍, 而RB平台具

有的术中通气保障、麻醉支持和内镜操作空间大的优势,将有助于不规则个体化气道植入物的放置及取出^[27],从而提高各种中心性难治性良恶性气道狭窄和气道瘘(图5)的疗效,降低并发症。



图5 锥形束CT引导下经硬质支气管镜
支气管残段瘘封堵术

Fig 5 Cone Beam CT assisted therapeutic
endobronchial surgical residual fistula closure
by rigid bronchoscope

The figure was provided by Dr. Wolfgang Hohenforst-Schmidt, Director of Department of Cardiology and Pulmonology, Hof Clinics, University of Erlangen, Germany. Dr. Wolfgang Hohenforst-Schmidt was performing Cone Beam CT assisted therapeutic endobronchial surgical residual fistula closure by rigid bronchoscope under general anesthesia in a hybrid operating room

其次,呼吸支持技术的快速发展使RB的禁忌证减少、适应证增加。目前RB的禁忌证包括循环系统不稳定或非气道阻塞所致的低氧血症、张口和(或)颈椎活动受限,以及未经培训的人员^[28]。目前低氧血症已经可以通过体外膜式氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)技术解决,ECMO提高了患者对硬质支气管镜操作中缺氧的耐受,操作者可以充分利用RB的大空间操作平台更安全、高效地完成操作。随着呼吸和循环支持技术的进一步发展,RB在循环不稳定方面的禁忌证也将进一步减少^[29-30]。患者张口和(或)颈椎活动受限是导致硬质支气管镜插入困难的主要原因,随着硬质支气管镜插入设计的改进、插入技术的改良,以及3D成像硬质支气管镜的出现,未来硬质支气管镜在插入困难方面的禁忌证也将进一步减少^[5]。目前,国家级的呼吸内镜医师规范化培训已经启动,如中华医学会呼吸病学分会介

入呼吸病学学组定期举办的手把手RB专项技能培训,以及中国医师协会内镜医师分会设立呼吸内镜医师培训学院、基地和中心等对从事RB介入诊疗操作的医师开展专科化、规范化培训,其考核标准正在逐步细化,随着RB培训方案及考核标准的制定和推进,将会有更多具备RB技能的医师。

最后,RB作为一体化呼吸内镜操作支持平台,其在肺周围病变甚至慢性气道疾病的诊治领域也将有所作为。随着电磁导航等引导技术的快速发展和激光共聚焦等现代内镜光学技术的日趋成熟,肺周围病变的诊断率将进一步提升^[31]。可以预见,未来将步入经人体自然气道、腔微创消融治疗早期周围性肺癌的时代,而RB所建立的大空间操作通道将为各种治疗早期周围性肺癌经支气管消融探头(射频、微波或冷冻治疗等)的置入提供便利。此外,随着人工智能时代的到来,RB也将是最理想的人工智能支气管镜机器人导入的通道和支持平台,有助于完成更安全、高效的内镜诊疗操作。

4 总结

虽然硬质支气管镜应用最为辉煌的时代已经过去,但目前RB在复杂、危重中央性大气道狭窄救治、气道硅酮支架置入和困难气道异物取出等治疗性支气管操作中的地位仍不可替代,但相比FB,RB操作相对复杂、团队要求高、缺乏规范化培训和团队支持,导致开展RB操作风险大、并发症多,开展规范化培训及考核制度势在必行^[32]。随着医学影像学、光学、导航技术和医学人工智能的发展,在多学科前沿技术整合的背景下,期待不断改良的RB结合现代FB在早期肺癌根治性治疗和慢性气道疾病的内镜治疗等领域更大的应用前景。

[参考文献]

- [1] CHAN-YEUNG M. The rigid bronchoscope: an obsolete instrument?[J]. Hong Kong Med J, 2015, 21: 194-195.
- [2] 阿曼·恩斯特,菲力克斯·J.F.赫斯. 介入呼吸病学理论与实践[M]. 李强,武宁,黄海东,陈思,董宇超,张伟,等译. 天津:天津科技翻译出版有限公司,2017:3-13.
- [3] SEIJO L M, STERMAN D H. Interventional pulmonology[J]. N Engl J Med, 2001, 344: 740-749.
- [4] PRAKASH U B, OFFORD K P, STUBBS S E. Bronchoscopy in North America: the ACCP survey[J]. Chest, 1991, 100: 1668-1675.
- [5] 王国本,阿图尔·C.梅塔,J.弗兰克斯·特纳·Jr. 可弯曲支

- 气管镜技术[M]. 白冲, 黄海东译. 3版. 天津: 天津科技翻译出版有限公司, 2016: 272-273, 669-674.
- [6] DUTAU H, BREEN D, BUGALHO A, DALAR L, DANIELS J, DOOMS C, et al. Current practice of airway stenting in the adult population in Europe: a survey of the European Association of Bronchology and Interventional Pulmonology (EABIP)[J/OL]. *Respiration*, 2017. doi: 10.1159/000480152. [Epub ahead of print].
- [7] HAUTMANN H, HETZEL J, EBERHARDT R, STANZEL F, WAGNER M, SCHNEIDER A, et al. Cross-sectional survey on bronchoscopy in Germany—the current status of clinical practice[J]. *Pneumologie*, 2016, 70: 110-116.
- [8] ASANO F, AOE M, OHSAKI Y, OKADA Y, SASADA S, SATO S, et al. Bronchoscopic practice in Japan: a survey by the Japan Society for Respiratory Endoscopy in 2010[J]. *Respirology*, 2013, 18: 284-290.
- [9] ZIAS N, CHRONEOU A, GONZALEZ A V, GRAY A W, LAMB C R, RIKER D R, et al. Changing patterns in interventional bronchoscopy[J]. *Respirology*, 2009, 14: 595-600.
- [10] 张景熙, 李强, 刘忠令. 硬质支气管镜在呼吸病介入治疗中的应用进展[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2002, 25: 52-53.
- [11] 张杰. 如何在国内现有条件下用好硬质支气管镜[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2010, 33: 7-9.
- [12] 陈正贤. 硬质支气管镜的起源与发展[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2008, 31: 78.
- [13] RANU H, MADDEN B P. Endobronchial stenting in the management of large airway pathology[J]. *Postgrad Med J*, 2009, 85: 682-687.
- [14] 张杰. 现代硬质支气管镜技术的临床应用[J]. *微创医学*, 2008, 3: 299-301.
- [15] 王洪武. 国内 54 家医院呼吸内镜介入治疗设备及开展技术情况调查[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2013, 36: 867.
- [16] 中华医学会呼吸病学分会介入呼吸病学学组. 我国介入呼吸病学的回顾与展望[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2013, 36: 922-923.
- [17] FRANK W, LODDENKEMPER R. [Modern examination methods in pneumology] [J]. *Versicherungsmedizin*, 1995, 47: 191-200.
- [18] ECRI Institute. New clinical guide to surgical fire prevention. Patients can catch fire—here's how to keep them safer[J]. *Health Devices*, 2009, 38: 314-332.
- [19] 黄海东, 郑贵亮, 王琴, 杨宇光, 李强, 白冲, 等. 治疗性介入呼吸病技术的新领域——气管 T 管的临床应用[J]. *山东大学学报(医学版)*, 2017, 55: 23-29.
- [20] 李一诗, 郭述良, GANGANAH O, 贾晋伟, 丁敏, 肖梅玲, 等. 一种简单迅捷的气道 Y 型金属支架置入技术[J]. *国际呼吸杂志*, 2016, 36: 1814-1817.
- [21] GERSHMAN E, FRUCHTER O, BENJAMIN F, NADER A R, ROSENGARTEN D, RUSANOV V, et al. Safety of cryo-transbronchial biopsy in diffuse lung diseases: analysis of three hundred cases[J]. *Respiration*, 2015, 90: 40-46.
- [22] LENTZ R J, ARGENTO A C, COLBY T V, RICKMAN O B, MALDONADO F. Transbronchial cryobiopsy for diffuse parenchymal lung disease: a state-of-the-art review of procedural techniques, current evidence, and future challenges[J]. *J Thorac Dis*, 2017, 9: 2186-2203.
- [23] BROWNING R, TURNER J F Jr, PARRISH S. Spray cryotherapy (SCT): institutional evolution of techniques and clinical practice from early experience in the treatment of malignant airway disease[J]. *J Thorac Dis*, 2015, 7(Suppl 4): S405-S414.
- [24] DONG Y C, ZHOU G W, BAI C, HUANG H D, SUN Q Y, HUANG Y, et al. Removal of tracheobronchial foreign bodies in adults using a flexible bronchoscope: experience with 200 cases in China[J]. *Intern Med*, 2012, 51: 2515-2519.
- [25] COLREAVY M P, WALSH M A. Nitinol tracheobronchial stents: a word of caution[J]. *Laryngoscope*, 2000, 110: 1070.
- [26] FREITAG L, GÖRDES M, ZAROGULIDIS P, DARWICHE K, FRANZEN D, FUNKE F, et al. Towards individualized tracheobronchial stents: technical, practical and legal considerations[J]. *Respiration*, 2017, 94: 442-456.
- [27] MIAYAZAKI T, YAMASAKI N, TSUCHIYA T, MATSUMOTO K, TAKAGI K, NAGAYASU T. Airway stent insertion simulated with a three-dimensional printed airway model[J/OL]. *Ann Thorac Surg*, 2015, 99: e21-e23. doi: 10.1016/j.athoracsur.2014.10.021.
- [28] ALRAIYES A H, MACHUZAK M S. Rigid bronchoscopy[J]. *Semin Respir Crit Care Med*, 2014, 35: 671-680.
- [29] DUNKMAN W J, NICOARA A, SCHRODER J, WAHIDI M M, EL MANAFI A, BONADONNA D, et al. Elective venovenous extracorporeal membrane oxygenation for resection of endotracheal tumor: a case report[J]. *A A Case Rep*, 2017, 9: 97-100.
- [30] HONG Y, JO K W, LYU J, HUH J W, HONG S B, JUNG S H, et al. Use of venovenous extracorporeal membrane oxygenation in central airway obstruction to facilitate interventions leading to definitive airway security[J]. *J Crit Care*, 2013, 28: 669-674.
- [31] MARINO K A, ULLIVAN J L, WEKSLER B. Electromagnetic navigation bronchoscopy for identifying lung nodules for thoracoscopic resection[J]. *Ann Thorac Surg*, 2016, 102: 454-457.
- [32] 钱堃, 黄海东, 王琴, 陈长明, 宁允叶, 白冲, 等. 模型教学法在经支气管镜高频电圈套术培训中的应用[J]. *第二军医大学学报*, 2016, 37: 1528-1532.
- QIAN K, HUANG H D, WANG Q, CHEN C M, NING Y Y, BAI C, et al. Application of a simulator-based teaching method in training of bronchoscopic high-frequency electrocautery snare technique[J]. *Acad J Sec Mil Med Univ*, 2016, 37: 1528-1532.