

石勤业,周有发,陈 钢

(浙江大学医学院附属邵逸夫医院麻醉科,浙江 杭州 310000)

摘要:困难气道是麻醉医生在围术期常常需要解决的难题。纤支镜是处理困难气道的重要方法之一,纤支镜清醒气管插管是为可预料的困难气道患者建立通畅气道的金标准,但纤支镜气管插管技术难以掌握,需要反复练习。本文综述了纤支镜气管插管的适应症及禁忌证、影响纤支镜插管的因素、提升纤支镜气管插管的安全性和效率的方法。

关键词:纤支镜;气管插管;困难气道;安全;氧气

中图分类号:R614

文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.1006-1959.2025.08.039

文章编号:1006-1959(2025)08-0183-05

Application of Fiberoptic Bronchoscope for Tracheal Intubation in Difficult Airway

SHI Qinye,ZHOU Youfa,CHEN Gang

(Department of Anesthesiology, Sir Run Run Shaw Hospital, Zhejiang University School
of Medicine, Hangzhou 310000, Zhejiang,China)

Abstract:Difficult airway is a difficult problem that anesthesiologists often need to solve during perioperative period. Fiberoptic bronchoscopy is one of the important methods to deal with difficult airway. For patients with predictable difficult airway, fiberoptic bronchoscopy for awake tracheal intubation is the gold standard for establishing unobstructed airway. However, it is difficult to master the technique of bronchoscopy tracheal intubation and needs to be practiced repeatedly. This article reviews the indications and contraindications of fiberoptic bronchoscopy for tracheal intubation, the factors affecting fiberoptic bronchoscopy for tracheal intubation, and the methods to improve the safety and efficiency of fiberoptic bronchoscopy for tracheal intubation.

Key words: Fiberoptic bronchoscopy; Tracheal intubation; Difficult airway; Safety; Oxygen

困难气道是围术期麻醉相关死亡的重要因素,其发生率为 0.006%~0.04%^[1-2]。纤支镜 1967 年首次运用于气管插管,目前其插管成功率为 70%~100%^[2]。但纤支镜操作灵活,操作难度高,需要反复练习才能有效的掌握纤支镜气管插管^[3],限制了纤支镜的临床应用。随着近年来可视喉镜广泛应用于临床,降低了麻醉医生使用纤支镜的频次^[4],同时对纤支镜的培训重视程度也不足,但部分困难气道患者使用可视喉镜仍有一定的限制^[5],需要纤支镜完成气管插管。因此麻醉医生应熟练掌握纤支镜气管插管技术,有助于应对困难气道插管^[6]。本文现对相关文纤支镜气管插管的适应症及禁忌证、影响纤支镜插管的因素、提升纤支镜气管插管的安全性和效率的方法进行综述,旨在为该技术在困难气道插管中的应用提供参考。

1 纤支镜插管在困难气道插管中的适应症及禁忌证

纤支镜清醒气管插管是处理可预计困难气道的

金标准^[7],但对于预测需要纤支镜气管的困难气道评估方法仍证据不足。清醒纤支镜气管插管可应用但不限于以下的困难气道:可视喉镜插管困难病史、头颈部病变(包括恶性肿瘤、既往接受过手术或放疗)、张口受限、颈部伸展受限、阻塞性睡眠呼吸暂停、病态肥胖,以及进行性的气道损害等。对于颈椎骨折或活动受限的患者,气管插管过程中应最大程度的保护颈椎,避免插管造成的医源性神经损伤。纤支镜气管插管在颈椎骨折或者颈椎不稳的困难气道患者中有其独特的优势,可以最大限度的避免颈椎活动^[8]。Dutta K 等^[9]学者通过随机对照研究发现,纤支镜气管插管导致颈 1/颈 2 活动角度比可视喉镜气管插管更小。在可视喉镜下插管的临床应用,有在强直性脊柱炎患者中引起颈椎椎体骨折的病例报道,而纤支镜气管插管可以避免此类严重并发症的发生。虽然有研究报道^[10],将 Shikani 喉镜清醒气管插管作为纤支镜清醒气管插管替代方案在颈椎骨折中应用,但 Shikani 喉镜活动性差,颈托固定颈椎,张口受限的条件下,经鼻气管插管的作用无法替代纤支镜。因此,大多数麻醉医生对于颈椎骨折或颈椎不稳的困难气道患者,更倾向于选择纤支镜气管插管^[11],在处理困难气道过程中应选择自己最擅长的

作者简介:石勤业(1989.8-),男,江西九江人,本科,主治医师,主要从事临床麻醉工作及麻醉中的困难气道的处理研究

通讯作者:陈钢(1975.11-),男,浙江杭州人,博士,主任医师,主要从事临床麻醉工作及基础研究

插管工具。麻醉医生没有经过长期的纤支镜培训或对纤支镜气管插管不熟练,是纤支镜气管插管作为处理困难气道的相对禁忌证。因此,纤支镜气管插管应用于困难气道,应由熟练掌握纤支镜气管插管的麻醉医生实施完成^[12,13]。

2 影响纤支镜气管插管的因素

快速建立人工气道,提供通气支持,是处理困难气道的关键。纤支镜气管插管是处理困难气道的重要方法。纤支镜结构特点,麻醉医生的纤支镜培训不足及长时间缺乏训练,患者口咽腔分泌物、出血以及全身麻醉后舌后坠等因素均可导致麻醉医生应用纤支镜无法快速完成气管插管,不能为困难气道患者提供有效通气。

2.1 纤支镜结构特点 从结构上来说,纤支镜镜体长,柔软,只能观察纤支镜物镜一定范围内的视野解剖结构,需要调整纤支镜角度才能了解咽喉腔的周围解剖,明确纤支镜所在具体位置,导致其操作难度大,难以掌握^[9]。无法类似于喉镜类的插管工具,直接增加口腔容积,为插管提供开阔的视野环境,能充分地评估口咽腔的解剖结构,快速暴露声门,完成气管插管。

2.2 纤支镜气管插管的培训不足及缺乏训练 有学者研究发现^[14],住院医师在处理模拟困难气道过程中,可视喉镜比纤支镜的插管时间更短,成功率更高。同时有分析表明^[15],可视喉镜在困难气道中的应用其插管时间比纤支镜短,其成功率与安全性与纤支镜没有明显差异,因此很多麻醉医生没有重视纤支镜在困难气道中应用的培训。在一项针对加拿大麻醉医生的调查中,只有 26% 的受访者(47% 的回复率)针对困难插管患者首选纤支镜插管^[16]。最近在 61 个国家进行的气道管理教育的调查显示^[17],学员对完成清醒气管插管的信心最低。一项对困难气道协会成员的调查显示,>50% 的受访者在 2 年内进行了 5 次清醒纤支镜插管。因此纤支镜处理部分困难气道在临床工作中由于培训不足,导致麻醉医生对纤支镜插管的信心不足。纤支镜是处理困难气道的重要工具,仍有部分困难气道患者需要使用纤支镜来完成气管插管,故而麻醉医生仍需要熟练掌握纤支镜气管插管技术。同时纤支镜气管插管操作技术难度大,而且需要反复练习^[9]。随着医疗技术发展,处理困难气道的工具越来越多,而且相对其他处理困难气道工具(如直接喉镜、可视喉镜、可视硬镜

等),纤支镜在处理困难气道所需要的时间最长^[4],在处理困难气道中无明显优势,因此纤支镜的临床训练也容易被忽视。

2.3 口咽腔分泌物及出血 咽腔内分泌物阻碍麻醉医生纤支镜视野,使得麻醉医生不能有效地识别口咽腔内解剖结构,是影响纤支镜气管插管的因素之一^[18]。有学者发现使用抗胆碱能药物可以减少分泌物对纤支镜插管的影响^[19],但胆碱能药物也有一定的副作用,如口干、心率增快、心悸、瞳孔扩大甚至视物模糊、小便困难、肠蠕动减慢等。纤支镜插管过程中出血同样是影响纤支镜插管的因素,插管过程中口咽腔内粘膜组织损伤,导致纤支镜视野被污染,影响麻醉医生插管过程中解剖结构的识别,但其研究相对较少^[20]。同时全身麻醉诱导后,上呼吸道肌松弛和重力导致舌根部和软腭坍塌,减少口腔容积^[21],增加纤支镜物镜接触口咽腔粘膜分泌物的机率,影响纤支镜视野;同时口腔容积减小,难以直视咽喉腔的解剖结构,造成声门暴露困难,进一步影响纤支镜气管插管。

3 提高纤支镜插管成功率和效率的措施

快速完成气管插管可以缩短患者缺氧时间,对于困难气道患者非常重要。而快速完成纤支镜气管插管,麻醉医生必须经过规范系统的培训,掌握纤支镜气管插管技术。另外通过调整合适体位,在麻醉助手或者其他辅助工具协助下完成纤支镜插管,也可提高纤支镜插管成功率和效率。吸氧同样是在纤支镜处理困难气道中不可或缺的重要流程,增加患者氧储备,可为麻醉医生争取更多插管时间。

3.1 规范化的培训 Heidegger T 等^[22]学者回顾性分析了 1612 例纤支镜插管病历资料发现,一位麻醉医生需经过 15 次的经鼻纤支镜气管插管和 10 次的经口纤支镜气管插管的培训,其第 1 次插管成功率才能达到 85.2%,3 min 内完成插管为 93.9%。Ruemmler R 等^[23]发现通过动物模型培训可以提高纤支镜插管成功率、缩短插管时间及插管次数。同样有学者使用尸体模型为麻醉医生培训纤支镜插管,纤支镜插管时间从 74 s 降低至 35 s,缩短了纤支镜插管时间^[24]。随着科技进步,逐步发展为数字模拟培训,使麻醉医生得以自学,从而提升麻醉医生纤支镜插管水平^[25]。现代化的数字模拟培训对麻醉医生在纤支镜气管插管有一定的帮助,但纤支镜插管需要反复练习。麻醉医生的纤支镜插管能力在培训后 2 个月开始下降,需

要再次培训加强,但所需要的培训时间缩短^[26]。

3.2 增加纤支镜插管空间,改善纤支镜插管条件 有学者研究发现^[27],相对平卧位和嗅物位,头部后仰更利麻醉医生在纤支镜清醒气管插管过程中显露声门,提高纤支镜插管效率。全身麻醉诱导后,舌根部及软腭在重力作用下向下塌陷,增加麻醉医生插管难度,但可通过麻醉助手向上向前提下颌,减轻舌后坠,可以增加咽腔容积,为进行纤支镜插管的麻醉医生提供更好的操作视野。声门上通气工具在辅助完成纤支镜气管插管有着重要作用^[28]。国内外学者均有通过改进后的口咽通气道来提提高纤支镜气管插管研究报道^[29,30]。同时有研究发现^[31],应用喉罩可帮助麻醉医生在应用纤支镜时更好暴露声门,并可以为纤支镜气管插管提供通道,快速完成气管插管,并且对比了两种不同型号的二代插管型喉罩在暴露声门、插管时间及插管方便性上无显著性差异。对此口咽通气及插管型喉罩更利改善纤支镜插管条件,帮助麻醉医生更快速的完成纤支镜插管。

3.3 纤支镜插管过程中的氧疗 美国 2022 年困难气道处理专家共识及英国清醒气管插管专家共识中均提出,吸氧是困难气道处理流程的重要步骤。通过吸氧可以降低无痛纤支镜检查过程中的低氧发生率和低氧严重程度,因此多地的镇静专家共识均提及吸氧的重要性^[12]。加温加湿的高流量吸氧(THRIVE)是通过调控并维持相对恒定的吸氧浓度、温度和湿度的高流量氧气为患者供氧。在行全身麻醉的患者围插管期使用 THRIVE 可延长无呼吸窗口期至 65 min^[32]。在已预料困难气道患者全身麻醉诱导后,应用 THRIVE 进行供氧,患者在无呼吸的状态下保持 $SpO_2 > 90\%$ 的平均时间可长达 17 min^[33]。有研究发现^[34],通过高流量湿化给氧方式可以改善纤支镜插管条件。此外,有国内学者研究发现高流量吸氧可以改善住院医师规范化培训行纤支镜气管插管的学习曲线,缩短住院医师学习纤支镜插管的时间,同时降低围插管期患者低氧血症的发生率,提高住院医师临床实践培训的安全性,而且许多学者推荐 THRIVE 应用于困难气道的处理^[35]。对于不同的氧流量,其低氧发生率存在差异。在清醒气管插管过程中,使用低流量(< 30 L/min)的氧流量发生氧饱和度低于 90% 的概率为 12%~16%^[36],改用加温加湿的高流量(> 70 L/min)后,氧饱和度低于 90% 的发生率降低至 0~1.5%^[34,37]。因此对于困难气道患者更多的

选择应用高流量吸氧。但持续高流量吸氧需要特定的耗材,会增加患者和医疗负担,在临床应用中存在一定的现实局限性。有学者发现^[20],在纤支镜气管插管过程中,在声门上进行喷射通气同样减少低氧血症的发生,有利于纤支镜气管插管,为患者提供安全保障,但使用喷射呼吸机可能造成患者气胸等相关并发症。Roh GU 等^[38]发现通过负压吸氧通路给氧,有利于提高纤支镜气管插管成功率。纤支镜在设计过程中设有 2 mm 左右的内径用于负压吸引去除分泌物,改善视野,提高纤支镜气管插管成功率。还可通过此通路为困难气道患者提供氧气支持,提高氧气储备。另外此通路的气流在口咽腔内所产生的冲击力,也能进一步减少分泌物对纤支镜插管的影响^[39]。但此方法不适合应用于主气道狭窄的患者,可能导致肺内压力过高、气胸等并发症。

3.4 减少纤支镜插管次数 多次反复的插管是麻醉医生处理困难气道的常见并发症,但反复插管可以导致严重的并发症,如出血、气管痉挛、气管破裂等,因此多个专家共识均提出在困难气道处理过程中,其纤支镜气管插管次数不应超过 3 次,第 4 次应由更有经验的医生操作^[2,12]。在每次尝试插管未成功时,需要充分的分析失败原因,对于难度的困难气道患者,不能盲目自信多次尝试插管。首次尝试插管失败,分析失败原因发现不能完成纤支镜插管,需要尽早寻求帮助。通过 3 次纤支镜插管均失败,则必须寻求帮助,由更有经验的医生进行第 4 次尝试插管,同时准备其他建立气道的方法^[12]。

4 总结

纤支镜是处理困难气道的重要方法,可应用于不同类型的困难气道,尤其是颈椎骨折或者颈椎不稳定患者,但对纤支镜使用不熟练的医生禁用纤支镜处理困难气道。纤支镜操作难度高、难以掌握,同时使用不熟练及临床培训不足限制了其在临床工作中的应用。口咽腔分泌物及出血是影响纤支镜插管的重要因素。加强临床技能培训,提高纤支镜插管效率,同时可以使用口咽、喉罩等声门上通气工具协助完成纤支镜插管。不同形式的吸氧可以避免纤支镜插管过程中的缺氧,尤其推荐使用高流量加温加湿给氧,提高纤支镜插管安全性。对于纤支镜插管处理困难气道,需限制插管次数,避免多次反复插管。

参考文献:

[1] El-Boghdady K, Onwochei DN, Cuddihy J, et al. A prospective cohort study of awake fiberoptic intubation practice at a

- tertiary centre[J]. *Anaesthesia*, 2017, 72(6): 694–703.
- [2] Apfelbaum JL, Hagberg CA, Connis RT, et al. 2022 American Society of Anesthesiologists Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway[J]. *Anesthesiology*, 2022, 136(1): 31–81.
- [3] Fitzgerald E, Hodzovic I, Smith AF. 'From darkness into light': time to make awake intubation with videolaryngoscopy the primary technique for an anticipated difficult airway[J]. *Anaesthesia*, 2015, 70(4): 387–392.
- [4] Desai N, Ratnayake G, Onwochei DN, et al. Airway devices for awake tracheal intubation in adults: a systematic review and network meta-analysis[J]. *Br J Anaesth*, 2021, 127(4): 636–647.
- [5] Norris A, Heidegger T. Limitations of videolaryngoscopy[J]. *Br J Anaesth*, 2016, 117(2): 148–150.
- [6] Heidegger T, Asai T. Fiberoptic intubation: a commitment to an indispensable technique[J]. *Br J Anaesth*, 2023, 131(5): 793–796.
- [7] Cabrini L, Baiardo Redaelli M, Ball L, et al. Awake Fiberoptic Intubation Protocols in the Operating Room for Anticipated Difficult Airway: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials [J]. *Anesth Analg*, 2019, 128 (5): 971–980.
- [8] Wong DM, Prabhu A, Chakraborty S, et al. Cervical spine motion during flexible bronchoscopy compared with the Lo-Pro GlideScope[J]. *Br J Anaesth*, 2009, 102(3): 424–430.
- [9] Dutta K, Sriganesh K, Chakrabarti D, et al. Cervical Spine Movement During Awake Orotracheal Intubation With Fiberoptic Scope and McGrath Videolaryngoscope in Patients Undergoing Surgery for Cervical Spine Instability: A Randomized Control Trial [J]. *J Neurosurg Anesthesiol*, 2020, 32 (3): 249–255.
- [10] Mahrous R, Ahmed A. The Shikani Optical Stylet as an Alternative to Awake Fiberoptic Intubation in Patients at Risk of Secondary Cervical Spine Injury: A Randomized Controlled Trial[J]. *J Neurosurg Anesthesiol*, 2018, 30(4): 354–358.
- [11] Rosenblatt WH, Wagner PJ, Ovassapian A, et al. Practice patterns in managing the difficult airway by anesthesiologists in the United States[J]. *Anesth Analg*, 1998, 87(1): 153–157.
- [12] Ahmad I, El-Boghdady K, Bhagrath R, et al. Difficult Airway Society guidelines for awake tracheal intubation (ATI) in adults [J]. *Anaesthesia*, 2020, 75(4): 509–528.
- [13] Arai T, Asai T, Okuda Y. Standard of anesthesia care: possible dissociation from recommendations made by clinical practice guidelines[J]. *J Anesth*, 2022, 36(5): 642–647.
- [14] Jepsen CH, Gätke MR, Thøgersen B, et al. Tracheal intubation with a flexible fiberoptic scope or the McGrath videolaryngoscope in simulated difficult airway scenarios: a randomised controlled manikin study[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2014, 31(3): 131–136.
- [15] Alhomary M, Ramadan E, Curran E, et al. Videolaryngoscopy vs. fiberoptic bronchoscopy for awake tracheal intubation: a systematic review and meta-analysis [J]. *Anaesthesia*, 2018, 73 (9): 1151–1161.
- [16] Wong DT, Lai K, Chung FF, et al. Cannot intubate – cannot ventilate and difficult intubation strategies: results of a Canadian national survey[J]. *Anesth Analg*, 2005, 100(5): 1439–1446.
- [17] Armstrong L, Harding F, Critchley J, et al. An international survey of airway management education in 61 countries [J]. *Br J Anaesth*, 2020, 125(1): e54–e60.
- [18] Rhee SH, Yun HJ, Kim J, et al. Risk factors affecting the difficulty of fiberoptic nasotracheal intubation [J]. *J Dent Anesth Pain Med*, 2020, 20(5): 293–301.
- [19] Brookman CA, Teh HP, Morrison LM. Anticholinergics improve fiberoptic intubating conditions during general anaesthesia [J]. *Can J Anaesth*, 1997, 44(2): 165–167.
- [20] Bouroche G, Motamed C, de Guibert JM, et al. Rescue transtracheal jet ventilation during difficult intubation in patients with upper airway cancer [J]. *Anaesth Crit Care Pain Med*, 2018, 37(6): 539–544.
- [21] Sutthiprapaporn P, Tanimoto K, Ohtsuka M, et al. Positional changes of oropharyngeal structures due to gravity in the upright and supine positions[J]. *Dentomaxillofac Radiol*, 2008, 37(3): 130–135.
- [22] Heidegger T, Gerig HJ, Ulrich B, et al. Structure and process quality illustrated by fiberoptic intubation: analysis of 1612 cases [J]. *Anaesthesia*, 2003, 58(8): 734–739.
- [23] Ruemmler R, Ziebart A, Ott T, et al. Flexible fiberoptic intubation in swine – improvement for resident training and animal safety alike[J]. *BMC Anesthesiol*, 2020, 20(1): 206.
- [24] László CJ, Szücs Z, Nemeskéri Á, et al. Human cadavers preserved using Thiel's method for the teaching of fiberoptically-guided intubation of the trachea: a laboratory investigation [J]. *Anaesthesia*, 2018, 73(1): 65–70.
- [25] De Oliveira GS Jr, Glassenberg R, Chang R, et al. Virtual airway simulation to improve dexterity among novices performing fiberoptic intubation[J]. *Anaesthesia*, 2013, 68(10): 1053–1058.
- [26] K Latif R, Bautista A, Duan X, et al. Teaching basic fiberoptic intubation skills in a simulator: initial learning and skills decay[J]. *J Anesth*, 2016, 30(1): 12–19.
- [27] Liu Z, Zhao L, Ma Z, et al. Effects of head positions on awake fiberoptic bronchoscope oral intubation: a randomized controlled trial[J]. *BMC Anesthesiol*, 2021, 21(1): 176.
- [28] Higgs A, McGrath BA, Goddard C, et al. Guidelines for the management of tracheal intubation in critically ill adults [J]. *Br J Anaesth*, 2018, 120(2): 323–352.

(上接第186页)

- [29] Truong A, Truong DT. Use of a modified Ovassapian airway to increase mouth opening for fiberoptic orotracheal intubation in a patient with severe trismus [J]. *Anesth Analg*, 2011, 113 (4): 958-959.
- [30] 饶裕泉, 王晓凑, 李兴旺, 等. 改良口咽通气道对麻醉住院医师借助纤支镜气管插管成功率的影响[J]. *浙江医学教育*, 2020, 19 (3): 7-9.
- [31] Mendonca C, Tourville CC, Jefferson H, et al. Fiberoptic-guided tracheal intubation through i-gel[®] and LMA[®] Protector[™] supraglottic airway devices - a randomised comparison[J]. *Anaesthesia*, 2019, 74(2): 203-210.
- [32] Whitney J, Keir I. Clinical review of high-flow nasal oxygen therapy in human and veterinary patients [J]. *Front Vet Sci*, 2023, 74(2): 203-210.
- [33] Patel A, Nouraei SA. Transnasal Humidified Rapid-Insufflation Ventilatory Exchange (THRIVE): a physiological method of increasing apnoea time in patients with difficult airways [J]. *Anaesthesia*, 2015, 70(3): 323-329.
- [34] Badiger S, John M, Fearnley RA, et al. Optimizing oxygenation and intubation conditions during awake fibre-optic intubation using a high-flow nasal oxygen-delivery system [J]. *Br J Anaesth*, 2015, 115(4): 629-632.
- [35] 徐亚杰, 鲍红光, 史宏伟, 等. 经鼻湿化快速充气通气交换技术在住院医师规范化培训纤维支气管镜引导气管插管中的应用[J]. *临床麻醉学杂志*, 2023, 39(7): 741-744.
- [36] Rosenstock CV, Thøgersen B, Afshari A, et al. Awake fiberoptic or awake video laryngoscopic tracheal intubation in patients with anticipated difficult airway management: a randomized clinical trial[J]. *Anesthesiology*, 2012, 116(6): 1210-1216.
- [37] Huitink JM, Lie PP, Heideman I, et al. A prospective, cohort evaluation of major and minor airway management complications during routine anaesthetic care at an academic medical centre[J]. *Anaesthesia*, 2017, 72(1): 42-48.
- [38] Roh GU, Kang JG, Han JY, et al. Utility of oxygen insufflation through working channel during fiberoptic intubation in apneic patients: a prospective randomized controlled study [J]. *BMC Anesthesiol*, 2020, 20(1): 282.
- [39] Rajan S, Tosh P, Babu SC, et al. Safety and ease of awake fiberoptic intubation with use of oxygen insufflation versus suction to clear secretions during procedure [J]. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*, 2022, 38(4): 628-634.

收稿日期: 2024-01-26; 修回日期: 2024-03-22

编辑/肖婷婷