

· 综述 ·

气管导管套囊高压的影响因素及并发症的预防

赵莹 范刘美子 谢亚宁 葛鑫 雷霆 胡胜

【摘要】 气管插管是通过建立人工气道抢救和治疗危重患者的重要措施。气管导管套囊压力的监测是人工气道管理的重要组成部分。多种因素均可导致套囊压力增高,引起咽痛、咳嗽、气道炎症和气道狭窄等多种并发症,对患者术后恢复产生较多不良影响。为减少套囊高压相关并发症的发生,增强麻醉科医师套囊压监控管理意识,本文将从影响套囊压力变化的因素和套囊高压所致并发症的预防进行综述,以期管理气管插管提供参考。

【关键词】 气管导管;套囊高压;影响因素;并发症;预防

Influencing factors and prevention of complications resulting from increased endotracheal tube cuff pressures during endotracheal intubation ZHAO Ying, FAN Liumeizi, XIE Yaning, GE Xin, LEI Ting, HU Sheng. Department of Anesthesiology & Perioperative Medicine, Xi'an People's Hospital (Xi'an Fourth Hospital), Xi'an 710100, China

Corresponding author: HU Sheng, Email: 13720776109@qq.com

【Abstract】 The establishment of an artificial airway by tracheal intubation is an important method to rescue and treat critically ill patients. Monitoring tracheal cuff pressure is a crucial part of airway management. A variety of factors can lead to increased tracheal cuff pressure, which can cause numerous kinds of complications such as sore throat, cough, airway inflammation, airway stenosis, etc., thus exerting adverse effects on patients' postoperative recovery. In order to reduce the complications related to high tracheal cuff pressure, it is extremely critical to enhance the anesthesiologists' awareness of tracheal cuff monitoring and management. In this paper, it will review the factors that influence the tracheal cuff pressure and discuss the prevention and treatment of complications caused by the increased endotracheal tube cuff pressures, thus providing a reference for the management of endotracheal intubation.

【Key words】 Endotracheal tube; Endotracheal tube cuff hypertension; Influencing factor; Complication; Prevention

在麻醉过程中,通过气管插管建立人工气道是保证机械通气、救治呼吸衰竭等危重患者的重要措施。气管插管后气管导管套囊压力的管理是人工气道管理的重要组成部分^[1]。目前,多个国家麻醉指南推荐的套囊压力范围为 20~30 cmH₂O^[2-3]。而气管插管后,当套囊内的空气量远高于套囊和气管壁之间形成封闭所需的空气量,导致套囊压高于推荐范围,即形成套囊高压。套囊高压会传导至气管黏膜及周围组织,从而造成组织损伤。迄今为止,各国麻醉协会还未强制要求监测气管导管的套囊压力。在临床实践中,常会出现因套囊压力超出安

全阈值范围而引起并发症,如咽痛、声音嘶哑、咳嗽、咯血及气道狭窄等。本文通过对气管导管套囊高压的发生原因、相关并发症以及并发症的预防等方面进行综述,以期管理气管插管提供参考。

气管导管套囊高压的影响因素

气管插管后气管导管套囊压力会受到气管导管套囊形状、手术体位、手术方式、患者自身因素以及其他多种因素的影响。

气管导管套囊的形状 目前,常见的气管导管套囊形状有球形、圆柱形和锥形。球型套囊与气管壁的接触面积较小,气管黏膜单位面积中承受的压力较大;而圆柱形套囊与气管壁接触面积较大,气管黏膜单位面积承受的压力较小,气管损伤发生率较低,且密闭性良好,临床较为常用;锥形气管导管套囊的空气密封性较好,但在使用过程中,其套囊压力容易出现过高的情况,并且压力的变化系数

DOI:10.12089/jca.2022.12.018

基金项目:西安市卫生健康委员会科研项目(2022qn04, 2021yb19);西安市人民医院自主创新和研发项目(CX-29)

作者单位:710100 西安市人民医院(西安市第四医院)麻醉与围术期医学中心(赵莹、范刘美子、谢亚宁、雷霆、胡胜),口腔科(葛鑫)

通信作者:胡胜,Email: 13720776109@163.com

明显高于圆柱形套囊^[4]。因此,在使用锥形套囊时,需要实时监测压力变化,及时进行调整。

手术体位 患者手术体位的变化可直接影响气管导管套囊压力。机械通气时,患者头部在前屈、过伸、左侧屈、右侧屈、左旋或右旋位置时,其套囊压力较起始位置明显增高。此外,患者体位对套囊压力同样会产生影响。患者半卧位 30° 时,其套囊压力最低;当患者体位由半卧位 30° 依次改变为半卧位 45°、左侧卧位 30°、左侧卧位 45°、右侧卧位 30°、右侧卧位 45° 或平卧位时,气管导管套囊压力均会发生明显变化,超出 20~30 cmH₂O 的推荐范围^[5]。

手术方式 手术方式的不同也会影响套囊压力。Wu 等^[6]研究表明,在腹腔镜手术中,气腹和手术部位会导致气道压力增加。注气后,腹腔镜胆囊切除术和腹腔镜结直肠癌切除术患者的气管导管套囊压力分别从 (26±3) cmH₂O 和 (27±3) cmH₂O 增加到 (32±6) cmH₂O 和 (33±5) cmH₂O。Rosero 等^[7]通过对 28 例腹腔镜妇科手术的全麻患者套囊压力监测发现,在手术过程中,89% 的患者套囊压力过度增高。在进行腹腔镜手术时,需实时关注气管导管套囊压力变化,实时调整。

患者因素 套囊压力与患者性别、年龄或身高之间不存在相关性,患者 BMI 与套囊高压相关^[8]。患者 BMI 增加,肺顺应性降低,肺活量、功能残气量或呼吸末肺容积下降,气管导管套囊压力随气道峰压升高而升高,发生套囊高压的风险也可能相应增加。此外,患者有吸烟史或术前合并哮喘、气管炎等疾病均可影响气管导管套囊压水平^[9]。吸烟可导致肺阻力增加,而哮喘、气管炎等呼吸系统常见病则可能导致气道炎症、高反应性,甚至是气道重塑等组织病理学改变,从而增加气管导管套囊压力异常升高的风险^[10]。

其他因素 除以上因素之外,患者转运过程中的海拔高度改变亦可影响套囊压力。使用直升机转运的需气管插管的急救患者,海拔升高可导致套囊在高空过度膨胀,引起囊内压升高。Britton 等^[11]研究表明,在飞行到 8 000 英尺高度时,客舱内套囊压力可超过 90 cmH₂O。飞行高度在 8 000 英尺到 16 000 英尺时,套囊压力甚至可以达到 (141±64) cmH₂O^[12]。

气管导管套囊高压并发症的预防

Esteller-Moré 等^[13]研究表明,气管插管相关的

气道损伤大多由套囊高压所引发。气管导管套囊高压除可引起咽喉痛、声音嘶哑和咳血等并发症之外,在合并某些咽喉部位疾病的情况下,甚至可能引起气管破裂等极端损害出现^[14],如气管溃疡^[15]、喉软骨坏死^[16]、气管瘢痕及狭窄^[17]等。为提高患者术后的康复质量,应注意预防套囊高压并发症的发生。

实时监测套囊压力 目前,各国麻醉指南中尚未强制要求麻醉科医师使用压力计对套囊压力进行监测。Laksono^[18]比较了手触法、被动松解法和最小闭塞体积法这三种方法在气管导管套囊压力监测中的准确性,发现手触法监测的套囊压力达到了 (60.2±28.8) cmH₂O,被动松解法为 (30.4±5.5) cmH₂O,最小闭塞体积法为 (25.8±9.6) cmH₂O,其中被动松解法对套囊压力控制的准确度最高。施洁等^[19]研究表明,超声法对监测套囊压优于手触法。还有研究^[8]表明,使用套囊压力计监测套囊压,可降低患者因套囊压过高导致的咽痛、声音嘶哑以及咳血的发生率。在常规套囊压力计基础上,Wang 等^[20]开发了一套可监测并实时调整气管导管套囊压力的移动终端应用程序,可使套囊压力维持在合理的范围内,明显降低了术后不良反应发生率。

应用新型气管导管 除监测设备外,为防止气管导管套囊高压对气道造成损伤,科研人员还开发了一些使用新型材料制成的套囊,如聚氨酯套囊和硅胶套囊等。在相同的充气量和充气方式下,聚氨酯微套囊产生的压力远低于聚氯乙烯 (polyvinyl chloride, PVC) 管。采用硅胶材料制作的气管导管,发现其质地柔软,对气道黏膜损伤小,可明显降低气管壁黏膜摩擦出血及黏膜损伤出血等并发症的发生率^[21]。综上所述可以发现,新材料的研发可能有助于降低套囊高压所致的并发症发生率。除应用新型材料之外,Navarro 等^[22]研发了压力限制型套囊,可始终维持套囊压力 <27 cmH₂O 之下,防止套囊高压的发生。

药物预防 目前临床上用于预防套囊高压引发的咽痛和炎症等症状的主要有以下几类药物,即麻醉类药物、抗炎类药物、其他如 N-甲基-D-天冬氨酸受体 (N-methyl-D-aspartic acid receptor, NMDAR) 拮抗药以及预防气道狭窄的药物。

(1) 麻醉药物。利多卡因为临床常用局麻药物,将其用于预防咽痛的临床研究较多。Yang 等^[23] Meta 分析表明,静脉注射利多卡因 1 mg/kg 可明显降低拔管后咳嗽以及术后 1 h 咽痛发生率。但

Liao 等^[24]通过对局部使用利多卡因润滑剂预防术后咽痛的 Meta 分析表明,利多卡因对术后 1、24 h 咽痛、咳嗽和声音嘶哑的发生无明显改善作用。陈广柱等^[25]将利多卡因液体注入气管导管套囊内,发现其可更好地减轻术后咽喉部不适。但由于以上研究纳入的研究对象不同,分析方法也存在一定差异,且利多卡因存在诱发癫痫或心律失常等风险,因此,是否能够将其用于预防术后咽痛的发生及作用还有待进一步研究。除局麻药物外,目前也有关于右美托咪定^[26]、瑞芬太尼^[27]、七氟醚和地氟醚^[28]等全麻药物应用于预防术后咽痛的研究,但其安全性和效果仍需进一步评估。

(2)糖皮质激素类药物。糖皮质激素类药物通过抑制炎症因子合成和释放来达到抗炎、镇痛及抗过敏等作用。Zhao 等^[29]通过 Meta 分析表明,术前静脉注射不同剂量的地塞米松(0.2 mg/kg、4 mg 和 8 mg)可以有效降低拔管后 1、24 h 咽痛发生率。通过吸入法给予倍氯米松^[30]、布地奈德^[31]也可以预防性地降低咽痛的发生率和严重程度。

(3)非甾体类抗炎药物。Kuriyama 等^[32]对外用盐酸苄达胺预防择期手术气管插管后成年患者术后咽痛进行了系统评价和 Meta 分析,发现接受盐酸苄达胺治疗后,术后咽痛发生率明显降低,但严重程度未见明显改善。Muderris 等^[33]对接受择期耳部手术的患者给予氟比洛芬口服喷雾剂或盐酸苄达明口服喷雾剂,发现口服氟比洛芬或盐酸苄达明喷雾剂在降低咽痛和声音嘶哑的发生率和严重程度等方面均有效,且无不良反应的发生。

(4)其他药物。甘草因其含有甘草酸和光甘草定等抗炎成分,具有消炎和抗过敏特性。Kuriyama 等^[34]Meta 分析表明,术前局部应用甘草可有效减少术后咽痛发生。NMDAR 为兴奋性氨基酸受体,NMDAR 通道可被细胞外的镁阻断。Kuriyama 等^[35]对术前局部应用 MgSO₄ 预防成人手术患者插管后咽痛进行了 Meta 分析,发现术后咽痛的发生率及严重程度明显降低。除预防咽痛的药物外,目前还有预防严重并发症的研究,如预防气道狭窄的药物丝裂霉素 C(mitomycin C, MMC),既往常被用作抗肿瘤药物,近期发现 MMC 可通过抑制成纤维细胞的蛋白合成,促进成纤维细胞凋亡^[36],其中也包括来源于声带的成纤维细胞^[37],但其安全性目前还有待验证。

小 结

套囊压增高可导致气管发生不同程度损伤,从

而引起相关并发症的发生。预防套囊高压并发症成为气道管理的重要环节。首先,应加强术中套囊压的监测。在气管插管过程中,尤其是患者头位或体位发生变化时,或采用特殊手术方式时,应使用专用压力计进行监测,并实时调整。同时,加强医工结合,研发可实时监测和调节套囊压的设备,在提高套囊压监测效率的同时减轻医护人员工作负担,降低套囊高压给患者造成的不利影响。其次,开发顺应性更好的导管和套囊制备材料,降低材料本身对气道组织细胞的影响。最后,不断开发新型药物,除常用的预防套囊高压咽痛的抗炎、麻醉和受体拮抗剂类药物外,还应关注可预防严重并发症的药物,如拮抗组织纤维化类的药物,不断提高患者术后康复质量和满意度。

参 考 文 献

- [1] Kornas RL, Owyang CG, Sakles JC, et al. Evaluation and management of the physiologically difficult airway: consensus recommendations from society for airway management. *Anesth Analg*, 2021, 132(2): 395-405.
- [2] 吐尔逊阿依·买买提, 郑宏. 气管导管套囊压力研究进展. *临床麻醉学杂志*, 2015, 31(5): 513-515.
- [3] Karbing DS, Perchiazzi G, Rees SE, et al. Journal of Clinical Monitoring and Computing 2018-2019 end of year summary: respiration. *J Clin Monit Comput*, 2020, 34(2): 197-205.
- [4] Xiang L, Cao M, Song X, et al. The effect of different inflating volume on the measurement accuracy of the modified cuff pressure measurement method. *J Clin Monit Comput*, 2022, 36(2): 521-528.
- [5] Athiraman U, Gupta R, Singh G. Endotracheal cuff pressure changes with change in position in neurosurgical patients. *Int J Crit Illn Inj Sci*, 2015, 5(4): 237-241.
- [6] Wu CY, Yeh YC, Wang MC, et al. Changes in endotracheal tube cuff pressure during laparoscopic surgery in head-up or head-down position. *BMC Anesthesiol*, 2014, 14: 75.
- [7] Rosero EB, Ozayar E, Eslava-Schmalbach J, et al. Effects of increasing airway pressures on the pressure of the endotracheal tube cuff during pelvic laparoscopic surgery. *Anesth Analg*, 2018, 127(1): 120-125.
- [8] Liu J, Zhang X, Gong W, et al. Correlations between controlled endotracheal tube cuff pressure and postprocedural complications: a multicenter study. *Anesth Analg*, 2010, 111(5): 1133-1137.
- [9] Liu J, Hai Y, Kang N, et al. Risk factors and preventative measures of early and persistent dysphagia after anterior cervical spine surgery: a systematic review. *Eur Spine J*, 2018, 27(6): 1209-1218.
- [10] Sukhpanyarak S. Risk factors evaluation and the cuff leak test as predictors for postextubation stridor. *J Med Assoc Thai*, 2008, 91(5): 648-653.

- [11] Britton T, Blakeman TC, Eggert J, et al. Managing endotracheal tube cuff pressure at altitude: a comparison of four methods. *J Trauma Acute Care Surg*, 2014, 77(3 Suppl 2): S240-S244.
- [12] Blakeman T, Rodriguez D, Woods J, et al. Automated control of endotracheal tube cuff pressure during simulated flight. *J Trauma Acute Care Surg*, 2016, 81(5): S116-S120.
- [13] Esteller-Moré E, Ibañez J, Matión E, et al. Prognostic factors in laryngotracheal injury following intubation and/or tracheotomy in ICU patients. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2005, 262(11): 880-883.
- [14] Xu X, Xing N, Chang Y, et al. Tracheal rupture related to endotracheal intubation after thyroid surgery: a case report and systematic review. *Int Wound J*, 2016, 13(2): 268-271.
- [15] Alvarez-Maldonado P, Vidal E, Cerón-Díaz U. Tracheal ulcers due to endotracheal tube cuff pressure. *J Bronchology Interv Pulmonol*, 2011, 18(3): 288-289.
- [16] Farneti D, Fabbri C, Prencipe SR. Chondroradionecrosis of the larynx. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*, 2019, 27(6): 463-466.
- [17] Shah A, Carlisle JB. Cuffed tracheal tubes: guilty now proven innocent. *Anaesthesia*, 2019, 74(9): 1186-1190.
- [18] Laksono BH, Isngadi I, Wicaksono SJ. Passive release technique produces the most accurate endotracheal tube cuff pressure than manual palpation and minimum occlusive volume technique in the absence of manometer. *Turk J Anaesthesiol Reanim*, 2021, 49(2): 114-117.
- [19] 施洁, 杨歆璐, 杨成伟, 等. 气管导管套囊充气前后气管横径变化值与套囊压的相关性. *临床麻醉学杂志*, 2021, 37(11): 1177-1181.
- [20] Wang WZ, Zhou YY, Wang ZJ, et al. A mobile terminal application program was used for endotracheal tube cuff pressure measurement. *J Clin Monit Comput*, 2021, 35(3): 463-468.
- [21] Kumar R, Gupta E, Kumar S, et al. Cuff inflation-supplemented laryngoscope-guided nasal intubation: a comparison of three endotracheal tubes. *Anesth Analg*, 2013, 116(3): 619-624.
- [22] Navarro LH, Braz JR, Pletsch AK, et al. Comparative study of tracheal tube pressures with or without Lanz pressure regulation system. *Revista Brasileira Anestesiologia*, 2001, 51(1): 17-27.
- [23] Yang SS, Wang NN, Postonogova T, et al. Intravenous lidocaine to prevent postoperative airway complications in adults: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth*, 2020, 124(3): 314-323.
- [24] Liao AH, Yeoh SR, Lin YC, et al. Lidocaine lubricants for intubation-related complications: a systematic review and meta-analysis. *Can J Anaesth*, 2019, 66(10): 1221-1239.
- [25] 陈广柱, 李文志. 气管导管套囊内注入利多卡因对气道的保护作用. *临床麻醉学杂志*, 2017, 33(2): 181-182.
- [26] Kim H, Kwon H, Jeon S, et al. The effect of dexmedetomidine and remifentanyl on the postoperative sore throat after thyroidectomy. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(29): e21060.
- [27] Park JH, Lee YC, Lee J, et al. The influence of high-dose intraoperative remifentanyl on postoperative sore throat: a prospective randomized study: a CONSORT compliant article. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(50): e13510.
- [28] Park JH, Lee YC, Lee J, et al. Influence of intraoperative sevoflurane or desflurane on postoperative sore throat: a prospective randomized study. *J Anesth*, 2019, 33(2): 209-215.
- [29] Zhao X, Cao X, Li Q. Dexamethasone for the prevention of postoperative sore throat: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Anesth*, 2015, 27(1): 45-50.
- [30] el Hakim M. Beclomethasone prevents postoperative sore throat. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1993, 37(3): 250-252.
- [31] Chen YQ, Li JP, Xiao J. Prophylactic effectiveness of budesonide inhalation in reducing postoperative throat complaints. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2014, 271(6): 1667-1672.
- [32] Kuriyama A, Aga M, Maeda H. Topical benzydamine hydrochloride for prevention of postoperative sore throat in adults undergoing tracheal intubation for elective surgery: a systematic review and meta-analysis. *Anaesthesia*, 2018, 73(7): 889-900.
- [33] Muderris T, Tezcan G, Sancak M, et al. Oral flurbiprofen spray for postoperative sore throat and hoarseness: a prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Minerva Anesthesiol*, 2019, 85(1): 21-27.
- [34] Kuriyama A, Maeda H. Topical application of licorice for prevention of postoperative sore throat in adults: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Anesth*, 2019, 54: 25-32.
- [35] Kuriyama A, Maeda H, Sun R. Topical application of magnesium to prevent intubation-related sore throat in adult surgical patients: a systematic review and meta-analysis. *Can J Anaesth*, 2019, 66(9): 1082-1094.
- [36] Sun Y, Ge Y, Fu Y, et al. Mitomycin C induces fibroblasts apoptosis and reduces epidural fibrosis by regulating miR-200b and its targeting of RhoE. *Eur J Pharmacol*, 2015, 765: 198-208.
- [37] Szabó D, Kovács D, Endrész V, et al. Antifibrotic effect of mitomycin-C on human vocal cord fibroblasts. *Laryngoscope*, 2019, 129(7): E255-E262.

(收稿日期: 2022-01-22)