

Progress in pressure management of perioperative endotracheal intubation

Ying Zhang Yan Lu Ruhong Li*

Affiliated Hospital of Chengde Medical College, Chengde, Hebei, 067000, China

Abstract

In the process of anesthesia, the establishment of an artificial airway through tracheal intubation is an important measure to ensure mechanical ventilation, treatment of respiratory failure and other critical patients. The management of endotracheal tube cuff pressure after tracheal intubation is an important part. The role of endotracheal tube cuff is to prevent air leakage and aspiration during ventilation. If the cuff pressure is too high or too low, there will be related complications, and there are many factors affecting the cuff pressure. Therefore, the cuff pressure is monitored during the perioperative period to prevent related complications caused by too high or too low pressure. This article reviews the types of endotracheal tube cuffs, the monitoring of cuff pressure, the influencing factors of cuff pressure, and the complications caused by inappropriate cuff pressure and their prevention.

Keywords

tracheal intubation, cuff pressure monitoring, cuff hypertension, general anesthesia, review

围术期气管插管套囊压力管理的研究进展

张颖 路艳 李汝泓*

承德医学院附属医院, 中国·河北承德 067000

摘要

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。导管的套囊的作用在于通气过程中防止漏气和误吸。气管插管后对套囊的管理是关键部分。套囊压力过高或过低都会有相关并发症, 而影响套囊压力的因素有很多, 因此在围术期对套囊压力进行监测, 以此来预防因压力过高或过低而造成的相关并发症。本文就气管导管套囊的种类、套囊压力的监测、套囊压力的影响因素以及不合适的套囊压力引起的并发症及其预防进行综述。

关键词

气管插管; 套囊压力监测; 套囊高压; 全身麻醉; 综述

1 引言

气管插管是全身麻醉中一项重要的操作, 气管导管的套囊在机械通气起到防止反流误吸、封闭气管黏膜与导管间空隙的作用。但套囊内压力不当通常会引起套囊对气管黏膜的机械性压迫, 从而引起气管黏膜的病理性改变, 导致全麻插管术后咽喉痛、声嘶、气管狭窄等并发症。目前并未将监测套囊压力作为围术期的一项常规监测指标, 然而研究显示, 大多数医院常用的指感法存在很多的缺陷, 并不能准确判断套囊压力。因此, 围术期维持套囊压力在适宜水平至关重要。

【作者简介】张颖(1998-), 女, 中国河北保定人, 在读硕士, 从事麻醉学研究。

【通讯作者】李汝泓(1962-), 男, 中国河北承德人, 副主任医师, 从事临床麻醉研究。

2 气管导管套囊种类

临床上将气管导管分为高压低容量套囊、低压高容量套囊和等压套囊^[1]。低压高容量套囊充气后套囊呈圆柱状, 与气管黏膜的接触面积变大, 对黏膜的压力减小, 使气管壁缺血和坏死的发生率降低。但是此类套囊的囊壁上容易形成许多皱褶, 这导致套囊上的分泌物通过间隙进入肺内引起感染。低容高压型套囊呈球形, 与气管壁的接触面积小, 因此对气管黏膜单位面积的压力较大, 更容易引起气管病变, 目前已经很少在临床应用。等压套囊的囊内压力与大气压相等, 套囊的充盈程度会根据导管与气管壁之间的空隙而自动调整, 因此对气管壁的损伤较小。

3 围术期影响套囊压力的因素

套囊是气管导管的重要组成部分。套囊保持一定的压力, 可以防止气管与导管间的渗漏, 避免胃内容物的反流、误吸, 预防术后呼吸机相关性肺炎的发生。理想的套囊压力既可以减少漏气, 又不影响气管黏膜的血液灌注。围术期插

管后套囊内的压力会受患者的自身因素、手术体位、手术方式以及一些其他因素的影响。

3.1 患者的自身因素

术前患者肥胖、有吸烟病史、术前有特殊气道情况等均是影响导管套囊压力的危险因素。

3.1.1 肥胖

套囊压力与患者性别、年龄、及身高之间不存在相关性，但体重指数（BMI）与套囊压力变化高度相关。BMI 增加会使肺的顺应性下降，Wilhite 等^[2]的研究表明肥胖会增加儿童的呼吸系统阻力，降低功能残气量，从而增加气道阻力；Efrati 等研究表明套囊内压与气道峰压呈正相关。当气管插管后进行机械通气时，给同一型号的导管套囊内充入等容量的气体，套囊高压的发生风险更大^[3]。

3.1.2 吸烟史、术前有特殊气道情况

随着患者吸烟时间以及吸烟量的增长，气道损伤加重，从而导致气流受限，气管黏膜的厚度增加使管腔变窄，进而导致小气道受损最终累及大气道^[4]。而哮喘、支气管炎等呼吸系统疾病通常引起小气道病变，甚至是气道重塑等一系列改变，从而增加套囊高压的风险^[5]。由此可见，吸烟史及术前有特殊气道情况，均可能会改变气道的结构和功能，引起小气道的狭窄和气道反应性的增加，从而增加气管导管套囊压力增高的风险。

3.2 手术体位

Kim^[6]的研究发现气管导管固定后头部旋转的位置与气管导管套囊压力的变化有一定的关系。曲启才等^[7]人的研究发现，支撑喉镜手术的体位可引起气管导管套囊压力升高或降低，因此在此类手术中应持续监测套囊压力的变化。

3.3 手术方式

腹腔镜手术需要建立一定压力的二氧化碳气腹，使腹腔内压力升高从而引起膈肌上抬，肺的顺应性下降，气道压升高，导致套囊内压力增加^[8]。有研究^[9]发现术中的一些其他相关操作：食道超声心动图的探头和胃管的置入，均会造成导管套囊压力的明显增加。

3.4 其他

有研究表明^[10]，使用 N2O 麻醉时，会导致腹腔镜手术期间的气管插管套囊压力增加和术后喉咙痛的严重程度增加。

患者在空中转运过程中，随着海拔高度的增加套囊压力也会增高。Delorenzo 等^[11]人的研究表明在直升机运输过程中，套囊内压力经常超过气管黏膜的临界灌注压。

气管导管套囊本身的形状也会对囊内压力产生一定的影响。张金秋等^[12]的研究表明，由于锥形套囊的设计呈梨形，气囊体积较大，与柱形套囊相比，更容易产生较大的套囊压力。

4 套囊压力监测方法

目前临床上常用的套囊压力管理方法有四种：即指感

法、最小漏气技术（MLT）、最小闭合容量法（MOV）、套囊测压表法。目前已经有套囊压力专用测压表来测量套囊压力。张粒子等^[13]的研究表明电子测压表及压力换能器用于套囊压力的持续监测具有较好的一致性。

指感法是指用手捏感受套囊充盈程度给套囊充气，赵丹宁等^[14]认为这种方法具有一定的主观性，无法准确地判断套囊压力。Michlig^[15]的一项研究表明，只有 9% 的受访者通过指感法正确地检测到在推荐范围内（25-30cmH₂O）的套囊压力。最小漏气技术即抽去套囊内的少量空气，允许吸气时漏气，此法可以减少气道损伤，但易发生误吸。最小闭合容量法是给套囊充气直到吸气时漏气声消失^[16]。

王晨^[17]的研究表明术中连续监测套囊压力，并维持在 18-22mmHg 范围内，与不连续测量相较，可有效降低术后患者咽喉痛的发生率。使用压力换能器对套囊压力进行连续性监测可以持续反应术中气囊压力的变化，便于及时调整囊内压至适宜范围，以减少对气管黏膜的压迫性损伤。

5 套囊压力异常的并发症

套囊压力过低会导致气道与套囊之间封闭不严密，发生漏气，长时间手术，体位变动，会增加反流误吸的风险^[18]，并增加呼吸机相关性肺炎的发生率^[19]。

套囊压力一旦超过气管黏膜灌注压则会出现气道损伤，是造成气管黏膜压迫性损伤的主要原因，受压持续时间与黏膜的损伤程度有关。Somri 等^[20]的研究表明，插管患者气管黏膜缺血性损伤与套囊压力成正比。多项研究表明^[21-23]气管导管套囊压力过高会导致咽喉部并发症，除此之外，在合并咽喉疾病的前提下，甚至可能出现气管破裂等严重并发症^[24]。

6 套囊高压预防

为了减少因为套囊高压而引起的相关并发症的发生，降低术后不良反应的发生率，应尽可能采取措施对套囊压力过高进行预防。

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局麻药、糖皮质激素类药物、非甾体抗炎类药物、镁剂、氯胺酮等这几类药物。

已有研究^[24]表明利多卡因可以降低术后咽喉痛（POST）的发生率。杨小花^[25]的研究发现，使用糖皮质激素可降低插管后咽喉部并发症的发生，局部用药效果优于全身用药。有研究证实非甾体抗炎药用于预防或治疗术后咽喉痛疗效确切^[26]。在全麻诱导前预防性使用镁剂、氯胺酮雾化是降低术后咽喉痛发生的有效措施^[27]。

7 结语

总之，理想的套囊压力在通气时不发生气道漏气，不影响气管黏膜的血流灌注，对黏膜损伤最小。因此，在临床工作中应该选择合适的导管型号，围术期严密监测套囊压力，充气后将套囊压力维持在 25-30cmH₂O（18-22mmHg）

范围内,同时采取一定的预防措施,以此来减少因气管黏膜损伤而出现的相关并发症。

参考文献

- [1] 李响,岳子勇.气管导管套囊压力术中管理的研究进展[J].临床与病理杂志,2021,41(04):955-959.
- [2] Wilhite DP, Bhammar DM, Martinez-Fernandez T, et al. Mechanical effects of obesity on central and peripheral airway resistance in nonasthmatic early pubescent children[J]. *Pediatric Pulmonology*, 2022,57(12):2937-2945.
- [3] Efrati S, Deutsch I, Gurman GM, et al. Tracheal pressure and endotracheal tube obstruction can be detected by continuous cuff pressure monitoring: in vitro pilot study[J]. *Intensive Care Medicine*, 2010,36(6):984-90.
- [4] 陈伟伟,张红静.吸烟对中老年人肺功能的影响[J].临床医药文献电子杂志,2019,6(94):40.
- [5] Sukhpanyarak S. Risk factors evaluation and the cuff leak test as predictors for postextubation stridor[J]. *Journal of The Medical Association of Thailand Chotmaihet Thangphaet*, 2008,91(5):648-53.
- [6] Kim S. Comparison of the cuff pressures of a TaperGuard endotracheal tube during ipsilateral and contralateral rotation of the head: A randomized prospective study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018,97(42):e12702.
- [7] 屈启才,胡平,白忠,等.支撑喉镜手术的体位对气管导管套囊压力的影响研究[J].重庆医学,2018,47(25):3311-3312+3318.
- [8] Wu CY, Yeh YC, Wang MC, et al. Changes in endotracheal tube cuff pressure during laparoscopic surgery in head-up or head-down position[J]. *BioMed Central Anesthesiology*, 2014, 14:75
- [9] Kamata M, Hakim M, Tumin D, et al. The Effect of Transesophageal Echocardiography Probe Placement on Intracuff Pressure of an Endotracheal Tube in Infants and Children[J]. *Journal of Cardiothoracic And Vascular Anesthesia*, 2017,31(2):543-548.
- [10] Johny P, Segaran S, Vidya MV, et al. A Comparative Study of Cuff Pressure Changes of Endotracheal Tube with the Use of Air Versus Nitrous Oxide in the Anaesthetic Gas Mixture During Laparoscopic Surgery[J]. *Turk J Anaesthesiol Reanim*. 2022,50(4):261-266.
- [11] Delorenzo AJ, Shepherd M, Jennings PA. Endotracheal Cuff Pressure Changes During Helicopter Transport: A Systematic Review[J]. *Air Medical Journal*, 2017,36(2):81-84.
- [12] 张金秋,侯惠如,来纯云,等.气管插管患者使用锥形和柱形套囊导管的气囊压力变化比较分析[J].现代临床护理,2019,18(01):38-41.
- [13] 张粒子,薛庆生,刘志恒.电子测压表及压力换能器连续监测气管导管套囊压力的一致性分析[J].中国实用医药,2020,15(30):52-54.[16]赵丹宁,张红伟,李晓芳,等.人工气道气囊管理的护理进展[J].护理学杂志,2004,(23):70-71.
- [14] Michlig SA. Anaesthetic staff cannot identify extremely high tracheal tube cuff pressures by palpation of the pilot balloon[J]. *British Journal of Anaesthesia*, 2013,111(2):300-1.
- [15] Wang C, Yan X, Gao C, et al. Effect of continuous measurement and adjustment of endotracheal tube cuff pressure on postoperative sore throat in patients undergoing gynecological laparoscopic surgery: study protocol for a randomized controlled trial[J]. *Trials*, 2023,24(1):358.
- [16] 李群,陈治军.气管导管套囊的应用及存在的问题[J].华夏医学,2022,35(03):140-144.
- [17] 尤荣开,邵朝朝,薛丽珠,等.声门下分泌物引流对呼吸机相关性肺炎发病的影响[J].中国呼吸与危重监护杂志,2010,9(03):318-319.
- [18] Somri M, Fradis M, Malatskey S, et al. Simple on-line endotracheal cuff pressure relief valve[J]. *Annals of Otolaryngology And Laryngology*, 2002,111(2):190-2.
- [19] 赵莹,范刘美子,谢亚宁,等.气管导管套囊高压的影响因素及并发症的预防[J].临床麻醉学杂志,2022,38(12):1322-1325.
- [20] 刘超,陈昌,吉林,等.气管导管套囊压力控制对老年食管癌患者围手术期咽喉痛及肺部并发症的影响[J].中国现代医学杂志,2024,34(12):6-11.
- [21] Xu X, Xing N, Chang Y, et al. Tracheal rupture related to endotracheal intubation after thyroid surgery: a case report and systematic review[J]. *International Wound Journal*, 2016,13(2):268-71.
- [22] Young PJ, Basson C, Hamilton D, et al. Prevention of tracheal aspiration using the pressure-limited tracheal tube cuff[J]. *Anaesthesia*, 1999,54(6):559-63.
- [23] 周丽丽,李雪萍,陈剑,等.静脉输注利多卡因对腔镜甲状腺手术患者术后气道并发症的影响[J].中国医药,2022,17(06):863-866.
- [24] 杨小花.糖皮质激素预防麻醉后咽喉部并发症的系统评价[D].福建医科大学,2014.
- [25] Passali D, Barat V, Cadevall O. International Delphi-based consensus on the appropriate use and effect of Benzylamine hydrochloride in the treatment of sore throat[J]. *BMC Primary Care*, 2022,23(1):296.
- [26] Wang G, Qi Y, Wu L, Jiang G. Comparative Efficacy of 6 Topical Pharmacological Agents for Preventive Interventions of Postoperative Sore Throat After Tracheal Intubation: A Systematic Review and Network Meta-analysis[J]. *Anesthesia And Analgesia*. 2021 Jul 1;133(1):58-67.
- [27] Thomas D, Bejoy R, Zabrin N, et al. Preoperative ketamine nebulization attenuates the incidence and severity of postoperative sore throat: A randomized controlled clinical trial[J]. *Saudi Journal of Anaesthesia*, 2018 Jul-Sep;12(3):440-445.