

## · 临床经验 ·

## 空气或生理盐水对气管导管套囊压力的影响

吉晓丽 孙灿林 姜琳 赵钰龙 钱涛 李小静

二氧化碳激光在耳鼻喉手术中的应用有其独特优势,但在富氧地带使用激光有燃烧爆炸风险,国内仍有许多医院没有条件使用抗激光导管,且即便是抗激光导管也不能完全避免激光损伤套囊的可能<sup>[1]</sup>。目前,除了降低吸入氧浓度,还建议注入生理盐水以提高套囊对激光的耐受性,从而提高气道安全性。空气与生理盐水的物理特性不同,对套囊的压力可能存在差异。本研究观察气管导管套囊先后注入空气和生理盐水,对比各自的套囊压力,为临床工作提供参考。

## 资料与方法

**一般资料** 本研究经医院伦理委员会批准(KY202006501),患者签署知情同意书。选择2020年8—11月气管插管全麻下择期手术女性患者,年龄18~64岁,BMI 18.5~30.0 kg/m<sup>2</sup>,ASA I—III级,改良Mallampati I—III级,气管直径10~15 mm(测量患者胸部CT锁骨间水平气管横径及纵径,以两者的平均值作为其气管直径),患者无咽喉病变、声音嘶哑、气道畸形、气管食管瘘、呼吸道感染等,既往无消化系统疾病史、麻醉药物过敏史等。剔除标准:插管次数超过2次,插管失败,套囊破裂,测量过程中导管明显移位,测量过程中套囊压力过大、注射时空气明显压缩而不能确定注入体积,发生SpO<sub>2</sub><90%而不能继续进行测量。

**麻醉方法** 患者术前禁食8 h,禁饮2 h。入室后使用BeneVision N15监护仪监测生命体征。采用静脉麻醉诱导,注射咪达唑仑0.05 mg/kg,舒芬太尼0.4~0.6 μg/kg、罗库溴铵0.6 mg/kg,靶控输注丙泊酚2~4 μg/ml。待患者意识消失、肌松完全后,使用可视喉镜行气管插管,选用6.0#气管导管(批号:16EG05)。插管成功并固定气管导管后接麻醉机正压通气,吸入纯氧,设定V<sub>T</sub> 6~8 ml/kg,RR 12~15次/分。静脉靶控输注丙泊酚2~4 μg/ml、瑞芬太尼1~4 ng/ml维持全麻。

**操作方法** 参考Rosero等<sup>[2]</sup>的方法使用一次性压力换能器(批号:6699553)连接于迈瑞监护仪上,设置为CVP模式并于气管水平调零。抽出套囊内气体,使用内含空气的三通(批号:409512)将外套囊与换能器、注射器连接,外套囊、换能器放置与气管同一水平位置。将三通调整为换能器不通状态,采用最小闭合容量(minimal occlusive volume, MOV)技术注射空气,方法如下:听诊器放置于甲状软骨下,

使用10 ml注射器向套囊内缓慢注入空气至漏气声刚好消失。接着使用1 ml注射器从套囊内抽出空气0.5 ml,然后再缓慢注入,每次0.1 ml,直至吸气时漏气声消失,此时的套囊内容积记录为MOV,将三通调整为套囊、换能器相通状态,测得的压力记录为最小闭合压力(minimal occlusive pressure, MOP),继续向套囊内注入空气每次增加0.5 ml,共1.5 ml,并测量相应的套囊压力。测量完空气套囊压力后断开三通与外套囊的连接,抽出套囊内空气,重新连接三通,此时三通内充满生理盐水,以同样的方式向套囊内注入生理盐水,进行相关数据测量。

待测量完毕后通过压力监测将套囊内压调整在25~30 cmH<sub>2</sub>O<sup>[3]</sup>,开始手术。患者为去枕平卧位,且测量过程中保持头颈部位置无变动。所有患者使用同一套三通及换能器测量上述压力值,且需待压力稳定后方才记录数据;抽出套囊内气体前进行口腔吸引,预防反流误吸。

**观察指标** 分别记录注入空气及生理盐水所需的MOV、MOP。继续向空气套囊内注入空气,每次增加0.5 ml,共3次,记录其容积为V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>、V<sub>3</sub>,并分别测量空气及生理盐水容积达到V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>、V<sub>3</sub>时对应的套囊压力值P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>。记录拔管后24 h内咽喉疼痛、异物感、血痰、声音嘶哑、喉水肿等的发生情况。

**统计分析** 根据配对资料的样本量计算公式及预试验测得的预计注入生理盐水后套囊压力可上升4 cmH<sub>2</sub>O,标准差为7 cmH<sub>2</sub>O,设双侧α=0.05,1-β=0.9,计算得到需要样本量32例,考虑插管及测量过程中剔除的情况,最终选择需要的研究对象为40例。

采用SPSS 13.0统计学软件进行分析。正态分布计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,比较采用配对t检验;非正态分布计量资料以中位数(M)和四分位数间距(IQR)表示,采用Wilcoxon符号秩检验。计数资料以例(%)表示。P<0.05为差异有统计学意义。

## 结 果

本研究初始纳入患者41例,所有患者一次插管成功,且能保证正常通气,操作过程中未发生反流误吸或SpO<sub>2</sub><90%的情况。1例患者导管发生明显移位被剔除。最终纳入女性患者40例,年龄(49.4±8.8)岁,身高(160.4±5.1)cm,体重(61.3±8.2)kg,ASA I级5例(13%)、II级27例(68%)、III级8例(20%),Mallampati I级10例(25%)、II级18例(45%)、III级12例(30%),气道直径(12.8±1.3)mm,体温(36.4±0.2)℃。

DOI: 10.12089/jca.2021.10.017

作者单位:225300 江苏省泰州市人民医院麻醉科

通信作者:李小静,Email: tzlixiaojing@163.com

同一患者使用同一导管且套囊在气管内位置不变时,注入空气与生理盐水所需的 MOV 差异无统计意义。与注入空气比较,注入生理盐水所测得的 MOP、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$  明显升高 ( $P < 0.05$ ) (表 1)。

表 1 注入空气及生理盐水时套囊最小封闭容积、套囊压力的比较 ( $\bar{x} \pm s, n = 40$ )

介质	MOV (ml)	MOP (cmH <sub>2</sub> O)	$P_1$ (cmH <sub>2</sub> O)	$P_2$ (cmH <sub>2</sub> O)	$P_3$ (cmH <sub>2</sub> O)
空气	4.0±0.6	8.0±3.3	12.1±3.9	19.1±5.2	24.9±7.0
生理盐水	4.1±0.7	9.4±3.9 <sup>a</sup>	16.3±4.6 <sup>a</sup>	25.2±6.0 <sup>a</sup>	32.7±6.4 <sup>a</sup>

注:与注入空气比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$

术后 24 h 内无一例发生声音嘶哑、喉水肿,有 8 例发生咽喉疼痛,5 例有咽部异物感,6 例咳出少量血丝痰。

## 讨 论

气管导管套囊内注入介质常用的方法包括指触法、MOV 技术、最小漏气技术 (minimum leak technique, MLT) 等。指触法操作简单,但往往压力偏高;MLT 不能保证术中氧气泄露及反流误吸。MOV 技术可使套囊在最小容量下达到封闭气道的作用,其对应的套囊压力为 MOP。本研究选择气管直径较小的女性患者,避免在额外追加套囊内容量后超过套囊自身最大容积。本研究结果显示,在相同外界条件下,患者使用同一导管且套囊位置不变时,生理盐水套囊所需的 MOP 大于空气套囊。

MOV 技术虽然能防止套囊压力过大,但 MOP 多低于 20 cmH<sub>2</sub>O,低于气囊压力推荐值。因此,本研究设计在达到 MOV 后继续注入 0.5 ml 空气 3 次,以提高气道密封性,结果显示套囊压力随着空气容积增加而上升,有 5 例患者  $P_3$  高于 30 cmH<sub>2</sub>O。薄新华等<sup>[4]</sup>研究表明,体外研究时同样体积的生理盐水套囊压力较空气增高不明显,并建议先确定合适的空气容积,再以此为参考注入生理盐水。但本研究通过在体研究发现,套囊容积达到 MOV 后,相同体积生理盐水套囊压力明显大于空气套囊,这种差异可能与体外研究时缺少气管壁限制有关。生理盐水套囊有 26 例患者的  $P_3$  超过推荐值,其中有 1 例达 43 cmH<sub>2</sub>O,提示即使是高容低压套囊,随着容积的增加亦不能保证套囊压力低于 30 cmH<sub>2</sub>O,且生理盐水增加该风险。目前已知影响套囊压力的因素包括气腹、气道压<sup>[2]</sup>、体位<sup>[5]</sup>、大气压<sup>[6]</sup>、温度<sup>[7]</sup>、吸入一氧化二氮<sup>[8]</sup>等,本研究显示套囊内介质自身对其压力亦存在影响。

即使是同一患者,气管的不同位置管径大小形态亦有差异。本研究设计气管导管套囊内先后注入空气和生理盐水,测量过程中避免头颈部活动使套囊处于气管的位置不变,从而保证除了介质外其他条件的一致性。使用三通连接换能器和外套囊,可以持续监测套囊内压,且能避免反复向外套

囊插入测压仪导致的介质泄露,更准确地反映介质容积与压力的关系。本研究使用 6.0#气管导管利于咽喉部手术的视野暴露,其套囊起充直径 25 mm,形状为圆柱形,属于高容低压套囊;选择气管直径 10~15 mm 的患者,所有患者注入介质容积均未超过套囊起充量,套囊内压力可视为其对气管壁的压力。因此,在相同条件下,生理盐水相较空气增加了套囊对气管壁的压力,尤其是不合理地增加容量时,长时间的高压可能引起相关并发症。

本研究样本量较小,未对其他型号导管及不同形状套囊的导管进行观察。尽管测量后将套囊压力控制在 25~30 cmH<sub>2</sub>O,仍有较多患者发生相关并发症,考虑咽喉部手术创伤对其有一定的影响,且所有患者先后接受两种介质进行套囊内注射,因此,无法比较相同体积的空气和生理盐水对咽喉部并发症的影响,生理盐水对气管导管套囊压力及气管黏膜的作用有待进一步研究。

综上所述,使用高容低压套囊时,在相同环境下,注入生理盐水时所需 MOP 高于空气,且相同体积时,生理盐水套囊压力亦明显高于空气套囊。因此,不能简单地以空气容量作为参考,建议耳鼻喉激光手术在考虑泄露风险的前提下关注生理盐水套囊对气管壁的压力,避免长时间压力过高。

## 参 考 文 献

- [1] Roy S, Smith LP. Surgical fires in laser laryngeal surgery: are we safe enough? *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2015, 152(1): 67-72.
- [2] 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.
- [3] 中华医学会呼吸病学分会感染学组. 中国成人医院获得性肺炎与呼吸机相关性肺炎诊断和治疗指南(2018年版). *中华结核和呼吸杂志*, 2018, 41(4): 255-280.
- [4] 薄新华, 郑旭, 刘晓杰, 等. 生理盐水和空气注入气管导管套囊后囊内压的变化. *中国现代医学杂志*, 2016, 26(21): 55-58.
- [5] 曾宪明, 李王明, 张海龙, 等. 患儿扁桃体切除术中体位和气管导管位置对套囊压力的影响. *中华麻醉学杂志*, 2017, 37(7): 792-795.
- [6] Long MT, Cvijanovich NZ, McCalla GP, et al. Changes in pediatric-sized endotracheal tube cuff pressure with elevation gain: observations in ex vivo simulations and in vivo air medical transport. *Pediatr Emerg Care*, 2018, 34(8): 570-573.
- [7] 董俊莉, 金泉英, 朱昌娥, 等. 低温对先天性心脏病患儿体外循环期间气管导管套囊压力的影响. *中华麻醉学杂志*, 2019, 39(3): 347-349.
- [8] Oji M, Koyama Y, Oshika H, et al. Effect of endotracheal tube lubrication on cuff pressure increase during nitrous oxide exposure: a laboratory and prospective randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol*, 2019, 19(1): 169.

(收稿日期:2021-01-06)