

预充气测压法在人工气道气囊安全管理中的应用

吴彦烁, 高鹏, 申康康, 孟李雪, 刘丽霞, 尹彦玲

河北医科大学第四医院重症医学科, 河北 石家庄 050000

摘要: **目的** 探讨预充气测压法对气管导管气囊压力的影响,为临床规范测压流程提供依据。**方法** 研究分为体外研究和临床研究两部分。体外研究:分为常规测压组和预充气测压组,分别对初始值 25 cm H₂O 和 30 cm H₂O 的气囊压力进行常规测压方法和预充气测压方法的测量,两种初始值、两种测压方法分别重复测量 50 次,共测量 200 次,观察气囊压力损失值的变化。临床研究:选取 2020 年 6 月至 8 月重症医学科建立人工气道进行机械通气的 50 例患者做为研究对象,将预充气目标值分为高压组(30 cm H₂O)和低压组(25 cm H₂O),分别对初始值 25 cm H₂O 和 30 cm H₂O 的气囊压力进行两种预充气目标值方法的测量,每例患者两种初始值、两种测压方法分别测量 1 次,共 4 次,50 例总计 200 次,观察气囊压力的变化。**结果** 体外研究:25 cm H₂O 组常规测压法和预充气测压法导致的气囊压力损失值分别为(8.54±0.89) cm H₂O 和(0.11±0.28) cm H₂O,差异有统计学意义($P<0.01$);30 cm H₂O 组常规测压法和预充气测压法导致的气囊压力损失值分别为(10.18±0.56) cm H₂O 和(0.06±0.24) cm H₂O,差异有统计学意义($P<0.01$)。临床研究:同一气囊压力初始值,采用不同的预充气目标值,测得的气囊压力不同,差异有统计学意义($P<0.01$)。预充气目标值为 30 cm H₂O,所测得的气囊压力值在初始值 25 cm H₂O 和 30 cm H₂O 时分别为(27.52±0.76) cm H₂O 和(29.32±0.62) cm H₂O,均在安全压力值(25 cm H₂O)以上。**结论** 常规测压法会导致气囊压力明显下降,预充气测压法可以减少测压过程中气囊压力的下降,临床测压时将预充气目标值设为 30 cm H₂O 更安全。

关键词: 测压法; 人工气道; 气囊压力; 安全管理

中图分类号: R459.6 文献标识码: B 文章编号: 1674-8182(2021)10-1362-04

Pre-inflation manometry in safety management of artificial airway cuff

WU Yan-shuo, GAO Peng, SHEN Kang-kang, MENG Li-xue, LIU Li-xia, YIN Yan-ling

Department of Intensive Care Unit, The Fourth Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang, Hebei 050000, China

Corresponding author: YIN Yan-ling, E-mail: 1124180254@qq.com

Abstract: Objective To discuss the influences of pre-inflation manometry on endotracheal tube cuff so as to provide reference for the standardization of manometry technique. **Methods** A clinical and in vitro study was performed. In-vitro study, there were routine manometry group and pre-inflation manometry group, respectively tested for the initial value of pressure cuff at 25 cm H₂O and 30 cm H₂O, which were repeated for 50 times with a total of 200 times to observe the changes of cuff pressure loss value. In clinical study, 50 patients with artificial airway for mechanical ventilation in the Department of Critical Medicine from June to August 2020 were selected, and target values of pressure cuff of 25 cm H₂O (low pressure) and 30 cm H₂O (high pressure) were set and measured respectively by routine manometry and pre-inflation manometry in each patient (total 200 times in 50 cases) to observe the influence of different pre-inflation values on cuff pressure. **Results** In-vitro study, the cuff pressure loss values were (8.54 ± 0.89) cm H₂O by routine manometry and (0.11 ± 0.28) cm H₂O by pre-inflation manometry at 25 cm H₂O and were (10.18±0.56) cm H₂O by routine manometry and (0.06±0.24) cm H₂O by pre-inflation manometry at 30 cm H₂O, and there were statistical differences in them ($P<0.01$). In clinical study, there were significant differences in cuff pressure at the same target values by different manometry ($P<0.01$). When the target value of pre-inflation was 30 cm H₂O, the measured cuff pressure values were (27.52±0.76) cm H₂O and (29.32±0.62) cm H₂O at the initial value of 25 cm H₂O and 30 cm H₂O respectively, both of which were above the safety pressure value of 25 cm H₂O. **Conclusions** The routine manometry can lead to the significant decrease of cuff pressure. The pre-inflation manometry can reduce the cuff pressure

drop. It is safer to set the pre-inflation target value to 30 cm H₂O in clinical pressure measurement.

Keywords: Manometry; Artificial airway; Cuff pressure; Safety management

建立人工气道进行机械通气是救治危重患者生命的重要措施。呼吸机相关性肺炎(VAP)是机械通气患者最常见的感染性疾病之一^[1],在一项通过医疗保险患者的安全监测系统(The Medicare Patient Safety Monitoring, MPSMS)的数据统计显示,2005—2013年VAP的发生率波动在7.5%~10.8%^[2]。一旦感染VAP,不仅延长患者的机械通气时间和ICU住院时间,而且增加住院费用^[3-4],因此,做好VAP的预防至关重要。人工气道气囊压维持在合理的安全范围内既可有效封闭气道,保证潮气量供给;又可预防口咽分泌物及胃内容下移,减少VAP的发生。有研究指出气囊压维持在20 cm H₂O以上,可以降低VAP的发病率^[5]。目前,关于气囊压力的安全范围并未形成统一论,多项VAP预防指南推荐气囊压力应维持在20 cm H₂O以上,一般维持在25~30 cm H₂O^[6-8]。气囊压力监测方法从凭经验判断的手捏感法逐渐发展到专用测压表法以及各种可以持续监测的测压装置^[9]。虽然研究结果显示持续测压可以降低VAP的发生率^[10],但持续装置目前并未在临床广泛应用。专用测压表具有操作简单、数据直观的优点,有研究指出,在应用测压表进行测量过程中会造成原有气囊压力下降,增加囊上分泌物下移的风险^[11-12]。目前临床上对如何正确使用气囊测压表并没有形成统一的规范。本研究对传统的气囊测压法进行改良,并通过体外研究与临床研究两部分探究该方法的准确性和临床应用的安全性,现汇报如下。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选择2020年6月至8月入住河北医科大学第四医院重症医学科建立人工气道的患者为研究对象。纳入标准:(1)年龄≥18岁;(2)带经口气管插管进行机械通气的患者。排除标准:(1)气管切开的患者;(2)俯卧位通气的患者;(3)高频振荡通气患者。本研究共入选50例患者,男性34例,女性16例;年龄40~86(65.8±10.17)岁;气管导管内径均为7.5 mm;气管导管置入深度为22~24 cm;气管导管使用时间为1~6 d。

1.2 研究材料 专用气囊测压表及连接管(德国COVIDIEN),医用三通1个,柱形气囊气管导管(内径7.5 mm)。气囊测压表的密闭性检测:将连接管连接至测压表的鲁尔接口喷嘴,堵住连接管的另一端,

挤压充气球囊使测压表压力升至40 cm H₂O,稳定2~3 s,压力不变,说明测压表及连接管密闭性良好。气管导管气囊性能检测:将气管导管气囊充气至饱满,气囊及指示气囊均置入水中,无气泡溢出证明气囊性能良好。

1.3 研究方法 本研究分为体外研究和临床研究两部分。先通过体外研究对比常规测压法与预充气测压法,验证预充气测压法的安全性,然后再进行临床研究。临床研究部分不再采用常规测压法,只采用预充气测压法,探讨不同预充气目标值的安全性。

1.3.1 体外研究 常规测压法操作步骤:第一步,将气囊内的压力调节至25 cm H₂O,设定为初始值;第二步,将测压表连接管与指示气囊连接,测压表上的读数为测量值。以上操作重复测量50次。同样将初始值设为30 cm H₂O,按照操作标准再重复测量50次。

预充气测压法操作步骤:第一步,将气囊内的压力调节为25 cm H₂O,设定为初始值;第二步,在测压表连接管前端安装一个三通,旋转关闭三通,调节测压表内的压力至初始值;第三步,将三通与指示气囊相连,打开三通开关,测压表上的读数为测量值。重复以上操作50次。同样将初始值设定为30 cm H₂O,按照操作标准再重复测量50次。

1.3.2 临床研究 由两名经过统一培训的临床护士完成。选取50例患者进行测量,测压前患者取30°~45°半卧位,处于安静状态,气囊处于充气状态,听诊无漏气。将预充气目标值分为高压组(30 cm H₂O)和低压组(25 cm H₂O),分别对初始值25 cm H₂O和30 cm H₂O的气囊压力进行两种预充气目标值方法的测量,测量方法按照预充气测压法的操作步骤进行,每例患者两种初始值、两种测压方法分别测量1次,共4次,50例总计200次。

1.4 统计学方法 对采集的数据核对、整理后,录入Excel表格中,然后用SPSS 21.0软件进行数据分析。计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 来表示,采用配对样本 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两种测压法对气囊压力损失值的影响 体外研究显示,初始值与测量值的差值为压力损失值。

25 cm H₂O 组, 常规测压法气囊压力损失值为(8.54±0.89) cm H₂O, 预充气测压法气囊压力损失值为(0.11±0.28) cm H₂O, 预充气测压法造成的压力损失值明显小于常规测压法($P < 0.01$)。30 cm H₂O 组, 常规测压法压力损失值为(10.18±0.56) cm H₂O, 预充气测压法压力损失值为(0.06±0.24) cm H₂O, 预充气测压法造成的压力损失值明显小于常规测压法, 差异有统计学意义($P < 0.01$)。见表1。

2.2 不同预充气目标值对气囊压力的影响 临床研究示, 同一气囊压力初始值, 采用不同的预充气目标值, 测得的气囊压力不同。对初始值 25 cm H₂O 组, 预充气目标值高于初始值(高压组)时测得的气囊压力较预充气目标值等于初始值(低压组)时明显升高[(27.52±0.76) cm H₂O vs (24.64±0.48) cm H₂O, $P < 0.01$]。对初始值 30 cm H₂O 组, 预充气目标值低于初始值(低压组)时测得的气囊压力较预充气目标值等于初始值(高压组)时的气囊压力明显降低[(27.84±0.84) cm H₂O vs (29.32±0.62) cm H₂O, $P < 0.01$]。预充气目标值为 30 cm H₂O 所测得的气囊压力值均在安全压力值(25 cm H₂O)以上。见表2。

表1 体外研究中两种测压法对气囊压力损失值的影响 ($n = 50, \text{cm H}_2\text{O}, \bar{x} \pm s$)

初始值	压力损失值		t 值	P 值
	常规测压法	预充气测压法		
25 cm H ₂ O 组	8.54±0.89	0.11±0.28	65.14	<0.01
30 cm H ₂ O 组	10.18±0.56	0.06±0.24	118.21	<0.01

表2 临床研究中不同预充气目标值对气囊压力的影响 ($n = 50, \text{cm H}_2\text{O}, \bar{x} \pm s$)

初始值	测量值		t 值	P 值
	预充气低压组	预充气高压组		
25 cm H ₂ O 组	24.64±0.48	27.52±0.76	22.54	<0.01
30 cm H ₂ O 组	27.84±0.84	29.32±0.62	10.00	<0.01

3 讨论

3.1 气囊压力相关影响因素 人工气道气囊压力是动态变化的^[13], 导致气囊压力变化的影响因素包括临床因素、时间因素及测量因素。在临床因素中主要包括体位、吸痰、吞咽、正压通气等^[14-18], 测压时尽量选择患者安静状态下进行。同时, 有研究指出气囊压力会随着时间推移逐渐下降^[19], 因此采用气囊测压表进行间断测压者, 应每 6~8 小时测量 1 次^[6]。在国外一项通过对 32 位经验丰富的 ICU 护士应用测压表的测试中发现, 在测压表与指示气囊连接的过程中会导致气囊压力下降^[20]; 国内有研究

指出, 间断测压过程中导致气囊压力下降的原因包括测压表本身造成的压力损失和断开/连接指示气囊造成的压力损失^[12]。本研究主要针对测量因素, 对气囊测压的程序和方法进行改进, 并进行临床验证。

3.2 预充气测压法可减少测压过程中的压力损失 体外研究示, 25 cm H₂O 组和 30 cm H₂O 组用常规测量法导致气囊压力损失值为(8.54±0.89) cm H₂O 和(10.18±0.56) cm H₂O, 使测得的压力值都明显低于气囊压力安全范围。常规测压法测压瞬间造成气囊压力的快速下降, 气囊体积变小, 气囊的密封性变差, 可能会造成囊上分泌物的下移, 增加发生 VAP 的风险。分析原因为在常规测压过程中, 气囊处于充气状态, 气囊内的压力大于大气压, 测压表处于归零状态, 测压表及连接管与大气相通, 压力等于大气压, 在连接管与指示气囊连接瞬间, 根据压力平衡原理, 气囊内的气体迅速转移至测压表内, 测压表显示的压力为两者平衡后的数值。

针对常规测量法造成压力损失的原因, 笔者对测压方法进行改良, 在测压表连接管前端增加了三通, 通过三通开关提前将测压表内的压力调节至一定的压力值, 从而避免了由于压力平衡造成的损失, 因而称为预充气测压法。在体外研究中发现, 当预充气目标值与气囊压力初始值一致时, 气囊压力损失不足 1 cm H₂O, 这部分压力损失主要来源于测压过程中指示气囊单向阀泄漏。本研究与黄玲等^[21]的研究中会造成 1~2 cm H₂O 损失略有差异, 分析原因可能与气管导管厂家不同及测压手法不同有关。

3.3 临床测压时推荐将预充气目标值设为 30 cm H₂O

在临床研究部分, 笔者将预充气目标值设为低压组和高压组, 结果发现预充气目标值为 30 cm H₂O(高压组)时, 所测得的气囊压力值均高于安全范围下限(25 cm H₂O), 而且当预充气目标值高于原有气囊压力值时不仅不会导致气囊压力下降, 还会增加原有的气囊压力。在临床实际测量中, 无法提前假设和预知患者的气囊压力的准确值, 在规范测量的情况下不会高于 30 cm H₂O, 而且气囊压力会随着时间的推移而下降, 因此, 在临床测压前将预充气目标值设为 30 cm H₂O 是安全的, 不会造成测压过程中的气囊压力下降。在黄玲等^[22]的另一项研究中, 通过体外研究观察囊上液体的渗漏量, 发现该方法在测压过程中囊上液体的渗漏量明显减少。

3.4 应用测压表测量过程中的细节管理 有调查研究显示, 护士对气囊压力知识的知晓率可达 100%,

但临床气囊压力监测的合格率仅为40%^[23],可能与临床上如何应用测压表并未形成统一的规范和流程有关。在本研究中方法部分详细介绍了预充气测压法的操作步骤,但仍有一些操作细节需引起注意:(1)充气球囊的使用,因个人手法不同,应用充气球囊对气囊进行充气容易造成气囊压力骤增,建议应用2 ml注射器对气囊内压力进行微调^[24];(2)减压阀的使用,在国外一项研究中发现护士减压阀操作不熟练也会造成气囊压力下降^[20],因此应慎重使用减压阀,避免造成压力骤然下降;(3)测压表连接管的使用,由于测压表的鲁尔接口比较短,直接连接三通后,在旋转三通开关时极易脱落,易造成气囊漏气,因此在临床测量过程中建议将三通安装在连接管前端。

综上所述,应用测压表监测气囊压力是机械通气患者气囊管理的常规工作,规范的测压流程是气囊安全管理的必备条件。使用常规测量法会导致气囊压力明显下降,可能造成囊上分泌物下移,增加VAP的风险;采用预充气测压法更安全,将预充气目标值设为30 cm H₂O,可以避免测压过程中气囊压力下降。

参考文献

- [1] 方悦丽,韦旭佳,吕佩珊,等.口腔去定植对重症患者呼吸机相关性肺炎发生率的影响[J].热带医学杂志,2019,19(10):1249-1253.
- [2] Metersky ML, Wang Y, Klompas M, et al. Trend in ventilator-associated pneumonia rates between 2005 and 2013[J]. JAMA, 2016, 316(22):2427-2429.
- [3] Safdar N, Dezfulian C, Collard HR, et al. Clinical and economic consequences of ventilator-associated pneumonia: a systematic review[J]. Crit Care Med, 2005, 33(10):2184-2193.
- [4] Amin A. Clinical and economic consequences of ventilator-associated pneumonia[J]. Clin Infect Dis, 2009, 49 Suppl 1: S36-S43.
- [5] Bouadma L, Mourvillier B, Deiler V, et al. A multifaceted program to prevent ventilator-associated pneumonia: impact on compliance with preventive measures[J]. Crit Care Med, 2010, 38(3):789-796.
- [6] 中华医学会重症医学分会.呼吸机相关性肺炎诊断、预防和治疗指南(2013)[J].中华内科杂志,2013,3(6):524-543.
- [7] 中华医学会呼吸病学分会呼吸治疗学组.人工气道气囊的管理专家共识(草案)[J].中华结核和呼吸杂志,2014,37(11):816-819.
- [8] Muscedere J, Dodek P, Keenan S, et al. Comprehensive evidence-based clinical practice guidelines for ventilator-associated pneumonia: prevention[J]. J Crit Care, 2008, 23(1):126-137.
- [9] Rouzé A, Nseir S. Continuous control of tracheal cuff pressure for the prevention of ventilator-associated pneumonia in critically ill patients: where is the evidence? [J]. Curr Opin Crit Care, 2013, 19(5):440-447.
- [10] Nseir S, Lorente L, Ferrer M, et al. Continuous control of tracheal cuff pressure for VAP prevention: a collaborative meta-analysis of individual participant data[J]. Ann Intensive Care, 2015, 5(1):43.
- [11] Asai S, Motoyama A, Matsumoto Y, et al. Decrease in cuff pressure during the measurement procedure: an experimental study[J]. J Intensive Care, 2014, 2(1):34.
- [12] 黄玲,谢辰,张丽凤,等.手持测压表间断测量对气管导管气囊内压力的影响[J].中华危重病急救医学,2017,29(1):71-74.
- [13] 汪明灯,王元元,黄建安,等.人工气道气囊的临床应用及研究进展[J].中华危重病急救医学,2016,28(11):1053-1056.
- [14] 吴彦烁,宿桂霞,尹彦玲,等.4种临床因素对人工气道气囊压力的影响[J].中华护理杂志,2017,52(8):934-937.
- [15] Babic SA, Chatburn RL. Laboratory evaluation of cuff pressure control methods[J]. Respir Care, 2020, 65(1):62-67.
- [16] Okgun Alcan A, Yavuz van Giersbergen M, Dincarslan G, et al. Effect of patient position on endotracheal cuff pressure in mechanically ventilated critically ill patients[J]. Aust Crit Care, 2017, 30(5):267-272.
- [17] 王宇霞,夏欣华.体位改变对人工气道机械通气患者气囊压力的影响[J].中国实用护理杂志,2018,34(9):698-700.
- [18] Lizy C, Swinnen W, Labeau S, et al. Cuff pressure of endotracheal tubes after changes in body position in critically ill patients treated with mechanical ventilation[J]. Am J Crit Care, 2014, 23(1):e1-e8.
- [19] Sole ML, Penoyer DA, Su X, et al. Assessment of endotracheal cuff pressure by continuous monitoring: a pilot study[J]. Am J Crit Care, 2009, 18(2):133-143.
- [20] Aeppli N, Lindauer B, Steurer MP, et al. Endotracheal tube cuff pressure changes during manual cuff pressure control manoeuvres: an in-vitro assessment[J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2019, 63(1):55-60.
- [21] 黄玲,张丽凤,蒙丽英,等.手持测压表间断测压致气管导管套囊内压力损失的原因分析[J].中华护理杂志,2016,51(12):1501-1503.
- [22] 黄玲,陈英,张丽凤,等.两种测压方法对不同形状套囊密闭气道效果的影响研究[J].中华护理杂志,2019,54(2):274-276.
- [23] 程蕾,李星,罗霞娟,等.预防呼吸机相关性肺炎循证知识及实践调查及分析[J].中国护理管理,2012,12(6):70-72.
- [24] Sole ML, Su X, Talbert S, et al. Evaluation of an intervention to maintain endotracheal tube cuff pressure within therapeutic range[J]. Am J Crit Care, 2011, 20(2):109-117.

收稿日期:2021-03-12 修回日期:2021-04-27 编辑:石嘉莹