

老年患者脊柱手术中肺保护性通气策略对呼吸参数的影响

陈莹 曲宗阳 包杰 李伟 左明章

【摘要】 目的 探讨肺保护性通气与传统通气策略对老年患者俯卧位脊柱手术中呼吸参数的影响。方法 选择 2016 年 6 月至 2019 年 1 月择期行俯卧位脊柱手术的老年患者 98 例,男 36 例,女 62 例,年龄 ≥ 65 岁,ASA I—III 级,在全麻下行脊柱手术(手术时间 ≥ 2 h)。根据术中通气方式将患者随机分为两组:肺保护通气组(P 组)和传统通气组(C 组)。P 组采用小潮气量、中等呼气末正压和周期性肺复张;C 组采用传统潮气量、不常规使用呼气末正压和肺复张。记录俯卧位后 5 min、1、2、3、4、5 h 气道峰压(Ppeak)、气道平台压(Pplat)、驱动压力和肺顺应性。记录俯卧位后和手术结束前 pH 值、 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 、 PaCO_2 、 $\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$ 和碱剩余(BE)。记录术后肺部并发症发生情况。结果 与 C 组比较,俯卧位后 5 min、1、2、3、4 h P 组的 Ppeak、Pplat、驱动压力明显降低($P < 0.05$),俯卧位后和手术结束前 P 组 pH 明显降低, $\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$ 、 PaCO_2 明显升高($P < 0.05$)。两组 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 、BE 和术后肺部并发症发生率差异无统计学意义。结论 在俯卧位脊柱手术中,肺保护性通气策略气道压力更低,但可能存在通气不足的风险。

【关键词】 老年;俯卧位;肺保护性通气策略;肺功能

Effect of lung protective ventilation strategy in elderly patients undergoing spinal operation in the prone position CHEN Ying, QU Zongyang, BAO Jie, LI Wei, ZUO Mingzhang. Department of Anesthesiology, Beijing Hospital, National Center of Gerontology; Institute of Geriatric Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China

Corresponding author: ZUO Mingzhang, Email: zuomz@163.com

【Abstract】 **Objective** To explore the effect of the lung protective ventilation strategy and traditional ventilation on respiratory parameters in elderly patients undergoing prone spine surgery. **Methods** A total of 98 patients who underwent spinal operation in the prone position from June 2016 to January 2019 were collected, including 36 males and 62 females, aged ≥ 65 years, operation time ≥ 2 h, with ASA physical status I—III, were divided into two groups: lung protective ventilation group (group P) and traditional ventilation strategy group (group C). Group P was ventilated with low tidal volume, medium positive end-expiratory pressure and regular lung recruitment maneuver. In group C, the ventilation protocol was traditional tidal volume, without positive end-expiratory pressure and regular lung recruitment maneuver. The peak pressure (Ppeak), plateau pressure (Pplat), driving pressure and lung compliance 5 minutes, 1 hour, 2, 3, 4 and 5 hours after the prone position were recorded. The pH, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, PaCO_2 , $\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$, and base excess (BE) were recorded after the prone position and before operation completed. The postoperative pulmonary complications were recorded. **Results** Compared with group C, the Ppeak, Pplat, and driving pressure were significantly decreased 5 min, 1 hour, 2, 3, 4 hours after the prone position in group P ($P < 0.05$), while $\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$ and PaCO_2 were significantly increased and pH decreased after the prone position and before operation completed in group P ($P < 0.05$). There were no significant differences in $\text{PaCO}_2/\text{FiO}_2$, BE and postoperative pulmonary complications between the two groups. **Conclusion** Pulmonary protective ventilation strategy has lower airway pressure than traditional ventilation but may be at risk of inadequate ventilation in elderly patients undergoing spinal operation in the prone position.

【Key words】 Aged; Prone position; Lung protective ventilation strategy; Pulmonary function

俯卧位脊柱手术是老年患者常见的手术方式

之一,由于胸部扩张和腹部受压,俯卧位时常伴随气道压升高和肺顺应性下降^[1]。老年患者胸壁顺应性下降,呼吸肌运动减退,进一步增加呼吸管理的难度。传统通气方式采用较大潮气量,通常有利于维持术中氧合和减少肺不张,然而也存在肺损伤

DOI: 10.12089/jca.2021.07.011

基金项目:首都特色临床应用研究(Z161100000516135)

作者单位:100730 国家老年医学中心 中国医学科学院老年医学研究院 北京医院麻醉科

通信作者:左明章,Email: zuomz@163.com

的风险。O' Gara 等^[2]研究表明,使用小潮气量、呼气末正压(positive end-expiratory pressure, PEEP)和肺复张手法的保护性通气策略有益于降低术后肺部并发症。熊伟等^[3]研究表明,肺保护性通气策略能够降低气道压、改善氧合功能。本研究拟探讨老年患者俯卧位脊柱手术中肺保护性通气策略和传统通气对术中呼吸参数的影响,为临床提供参考。

资料与方法

一般资料 本研究经医院伦理委员会批准(2016BJYYEC-027-02),并于中国临床研究注册中心登记注册(ChiCTR-10R-16008841)。选择在俯卧位下行脊柱手术的老年患者,手术时间 ≥ 2 h,性别不限,年龄 ≥ 65 岁,ASA I—III级。排除标准:严重肥胖,近期有过呼吸衰竭病史,急诊手术,神经肌肉疾病,严重肺大泡。将患者随机分为两组:肺保护通气组(P组)和传统通气组(C组)。

麻醉方法 患者入室后常规建立静脉通路,监测BP、ECG、SpO₂和BIS。麻醉诱导:静注丙泊酚1.5 mg/kg或依托咪酯0.2 mg/kg、舒芬太尼0.3 μ g/kg、顺式阿曲库铵0.2 mg/kg,面罩加压通气5 min,可视喉镜充分暴露声门行气管插管(钢丝螺旋管;男性8.0 mm、女性7.5 mm),固定气管导管并连接呼吸机行机械通气。P组:设定V_T 5~6 ml/kg(根据理想体重计算),PEEP 5 cmH₂O和周期性肺复张(在血流动力学稳定情况下使用,自插管后每隔30 min 膨肺1次,采用控压持续膨肺方法,膨肺压力30 cmH₂O,持续30 s),FiO₂ 50%,RR 10~12次/分,维持P_{ET}CO₂ 30~45 mmHg。C组:设定V_T 10~12 ml/kg(根据理想体重计算),FiO₂ 50%,预设RR 10~12次/分,维持P_{ET}CO₂ 30~45 mmHg。术中采用静-吸复合麻醉:0.8%~1.5%七氟醚、丙泊酚血浆浓度1.5~2.5 μ g/ml,维持BIS 40~60,瑞芬太尼效应室浓度2~4 ng/ml;按需追加顺式阿曲库铵0.05~0.20 mg/kg,必要时使用血管活性药物,维持术中BP波动幅度不超过基线值的20%。手术结束后吸入纯氧,常规给予新斯的明2 mg,阿托品1 mg,吸痰

后膨肺拔除气管导管,根据情况进入麻醉恢复室、病房或者外科ICU。

观察指标 记录俯卧位后5 min、1、2、3、4、5 h的气道峰压(P_{peak})、气道平台压(P_{plat})、驱动压力和肺顺应性。俯卧位后和手术结束前行血气分析,记录pH值、PaO₂/FiO₂、PaCO₂、P_{ET}CO₂和碱剩余(BE)。记录术后肺部并发症,包括一般肺部并发症:低氧血症、可疑呼吸系统感染;严重肺部并发症:严重低氧血症、支气管痉挛、气胸、肺栓塞、术后肺炎、急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)、心源性肺水肿、持续性低血压(SBP<90 mmHg持续1 min)、气胸以及术中新发心律失常等不良反应的发生情况。

统计分析 采用SPSS 26.0软件对数据进行分析。正态分布计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用成组t检验,不同时点比较采用重复测量方差分析。计数资料以例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验。P<0.05为差异有统计学意义。

结果

本研究共纳入行俯卧位脊柱手术的老年患者98例。两组患者性别、年龄、BMI、ASA分级、吸烟史差异无统计学意义(表1)。

与C组比较,俯卧位后5 min、1、2、3、4 h, P组P_{peak}、P_{plat}、驱动压力明显降低(P<0.05)。两组肺顺应性差异无统计学意义(表2)。

与C组比较,俯卧位后和手术结束前P组pH明显降低,PaCO₂、P_{ET}CO₂明显升高。两组PaO₂/FiO₂、BE差异无统计学意义(表3)。

两组均未发生气胸、ARDS、心源性肺水肿等并发症。两组术后肺部并发症发生率差异无统计学意义(表4)。两组均未出现持续性低血压、气胸以及术中新发心律失常等不良反应。

讨论

本研究结果显示,老年患者俯卧位脊柱手术时采用肺保护性通气,术中P_{peak}、P_{plat}、驱动压力、pH

表1 两组患者一般情况的比较

组别	例数	男/女 (例)	年龄 (岁)	BMI (kg/m ²)	ASA I/II/III级 (例)	吸烟史 [例(%)]
C组	49	16/33	73.0 \pm 6.1	25.2 \pm 3.9	38/11/0	3(6)
P组	49	20/29	73.0 \pm 5.8	26.3 \pm 3.2	32/11/5	2(4)

表 2 两组患者俯卧位后不同时间 Ppeak、Pplat、驱动压力、肺顺应性的比较($\bar{x}\pm s$)

指标	组别	例数	5 min	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h
Ppeak	C 组	49	19.9±2.7	20.5±3.0	20.7±2.7	20.5±2.5	20.5±2.5	20.0±1.8
(cmH ₂ O)	P 组	49	17.9±3.3 ^a	18.4±3.6 ^a	18.1±3.3 ^a	18.7±3.1 ^a	18.4±2.4 ^a	19.3±1.8
Pplat	C 组	49	18.4±2.9	19.1±3.3	19.3±3.1	19.4±2.4	19.5±2.3	19.0±2.0
(cmH ₂ O)	P 组	49	16.7±3.3 ^a	17.3±3.5 ^a	17.0±3.2 ^a	17.3±3.5 ^a	17.1±2.7 ^a	17.4±2.5
驱动压力	C 组	49	16.7±2.9	17.5±3.3	17.6±3.0	17.4±2.6	17.5±2.5	17.0±2.0
(cmH ₂ O)	P 组	49	11.7±3.3 ^a	12.4±3.6 ^a	12.0±3.3 ^a	12.3±3.1 ^a	12.1±2.7 ^a	12.4±2.5 ^a
肺顺应性	C 组	49	33.0±7.9	31.2±8.4	31.5±8.2	31.7±6.7	33.5±6.6	34.9±6.9
	P 组	49	30.6±8.0	29.6±8.4	30.4±7.5	29.3±6.7	30.4±7.5	29.3±6.7

注:与 C 组比较,^aP<0.05表 3 两组患者不同时点氧合和通气情况的比较($\bar{x}\pm s$)

指标	组别	例数	俯卧位后	手术结束前
pH	C 组	49	7.44±0.04	7.41±0.04
	P 组	49	7.37±0.04 ^a	7.33±0.05 ^a
PaO ₂ /FiO ₂	C 组	49	467.5±103.0	453.6±94.6
	P 组	49	479.2±93.9	489.3±94.4
PaCO ₂	C 组	49	36.9±4.2	38.4±5.1
(mmHg)	P 组	49	46.2±4.8 ^a	48.7±6.2 ^a
P _{ET} CO ₂	C 组	49	31.8±3.1	31.2±3.6
(mmHg)	P 组	49	37.8±4.2 ^a	39.0±5.3 ^a
BE	C 组	49	1.32±2.04	-0.22±1.76
	P 组	49	1.16±1.89	-0.66±1.68

注:与 C 组比较,^aP<0.05

较传统通气明显降低, P_{ET}CO₂、PaCO₂ 明显增大, PaO₂/FiO₂ 和 BE 组间差异无统计学意义,提示保护性通气策略气道压力损伤较传统通气小,但术中 P_{ET}CO₂ 和 PaCO₂ 均升高,提示可能存在相应的通气不足,但是并不影响术中的氧合和酸碱代偿。

本研究选择脊柱外科手术老年患者作为研究对象,是由于脊柱外科手术患者以中老年居多,其呼吸系统功能呈逐年减退,而且手术时间往往较长,术中采用俯卧位会使患者胸腹部受压,改变正常肺组织结构及膈肌位置,气道压也会随之增大,由于胸腔压力上升,引起腔静脉回流受阻,易导致呼吸循环障碍。因此,选择合适的通气方案对做好围术期的呼吸管理显得尤为重要。

表 4 两组患者术后肺部并发症的比较[例(%)]

指标	C 组(n=49)	P 组(n=49)
一般肺部并发症		
低氧血症	12(52)	14(61)
可疑呼吸系统感染	7(30)	8(35)
严重肺部并发症		
严重低氧血症	0(0)	1(4)
支气管痉挛	1(4)	0(0)
肺栓塞	1(4)	0(0)
术后肺炎	2(9)	0(0)

本研究显示,传统通气组采用大潮气量导致气道压力增大,尤其驱动压力升高,进而导致肺损伤的发生。呼吸机相关性肺损伤(ventilator induced lung injury, VILI)主要包括气压伤、容量伤、不张伤和生物伤,当潮气量过大时肺泡过度扩张,终末肺单位反复开放和关闭产生剪切力,导致气压伤和容量伤,从而诱发严重的炎症反应。驱动压力是 P_{plat} 和 PEEP 之间的差值,是导致术后肺部并发症的唯一强相关因素,驱动压力的变化会增加术后肺部并发症的发生^[4]。

本研究中保护性通气患者气道压力损伤较传统通气小。因为采用小潮气量时,肺泡内气体含量减少会导致肺泡塌陷,激活促炎因子,改变肺泡毛细血管膜的通透性,可诱发呼吸机相关性肺炎,而适当的 PEEP 和肺复张手法可以预防肺不张和肺泡塌陷,具有肺保护作用^[5]。本研究结果与已有研究^[3,6]一致,但本研究纳入了更多的呼吸动力学参

数和血气分析指标。保护性通气组的肺顺应性降低表明本研究所应用的肺保护性通气策略施加的 PEEP 和肺复张手法相对保守,可能并不利于肺泡的开放。有研究^[7-9]表明,在单肺通气过程中,与 PEEP 5 cmH₂O 相比,个体化 PEEP 能更好地维持术中氧合,改善呼吸力学参数并减少肺部并发症的发生。肺保护性通气组患者 P_{ET}CO₂ 更高说明存在明显的呼吸性酸中毒,因此小潮气量不足以维持良好的通气,存在潜在的通气不足。在临床中,一定范围内高 P_{ET}CO₂ 是可以被容许的,但是在 Nin 等^[10]研究中,高碳酸血症与呼吸机相关性并发症的发生率和器官衰竭有关。因此,允许性高碳酸血症的范围仍需更多研究来深入探讨。

本研究结果显示,传统通气组和肺保护性通气组的 PaO₂/FiO₂ 和 BE 差异无统计学意义,说明保护性通气与传统通气在肺脏氧合和酸碱代偿方面无明显差异,这与熊伟等^[3]研究结果一致。一方面可能是由于传统通气时,选择大潮气量对氧气的交换、利用的效率更有利,而保护性通气由于施加 PEEP 和肺复张,在一定程度上可以维持气道的开放,多种因素的交互抵消了保护性通气的作用。另一方面说明传统通气和保护性通气策略在短时间手术中不足以对患者体内的酸碱平衡产生影响。

本研究存在一定的局限性:首先,本研究是一个单中心小样本量研究,仍然需要扩大样本量进行多中心研究;其次,存在部分数据缺失的问题,由于手术时间长短不一,未能采集到更多的数据,可能对研究结果造成一定的偏倚;最后,未对腹围等因素进行充分考虑,这些因素会对术中通气参数造成影响,需要在未来的研究中加以考虑。

综上所述,与传统通气相比,在俯卧位脊柱手术中采用肺保护性通气策略可显著降低气道压,但可能存在通气不足的风险。未来,需要进一步的研究来阐明最佳 PEEP 的具体范围、最佳肺复张手法以及术后通气策略对呼吸功能的影响。

参 考 文 献

- [1] Sen O, Bakan M, Umutoğlu T, et al. Effects of pressure-controlled and volume-controlled ventilation on respiratory mechanics and systemic stress response during prone position. Springerplus, 2016, 5(1): 1761.
- [2] O' Gara B, Talmor D. Perioperative lung protective ventilation. Bmj-Brit Med J, 2018, 362: k3030.
- [3] 熊伟, 陈萍, 高进, 等. 肺保护性通气在中老年脊柱俯卧位手术中的应用:随机对照试验. 南方医科大学学报, 2016, 36(2): 215-219.
- [4] Neto AS, Hemmes SN, Barbas CS, et al. Association between driving pressure and development of postoperative pulmonary complications in patients undergoing mechanical ventilation for general anaesthesia: a meta-analysis of individual patient data. Lancet Respir Med, 2016, 4(4): 272-280.
- [5] Deng QW, Tan WC, Zhao BC, et al. Intraoperative ventilation strategies to prevent postoperative pulmonary complications: a network meta-analysis of randomised controlled trials. Br J Anaesth, 2020, 124(3): 324-335.
- [6] Liu J, Meng Z, Lv R, et al. Effect of intraoperative lung-protective mechanical ventilation on pulmonary oxygenation function and postoperative pulmonary complications after laparoscopic radical gastrectomy. Braz J Med Biol Res, 2019, 52(6): e8523.
- [7] Ferrando C, Mugarra A, Gutierrez A, et al. Setting individualized positive end-expiratory pressure level with a positive end-expiratory pressure decrement trial after a recruitment maneuver improves oxygenation and lung mechanics during one-lung ventilation. Anesth Analg, 2014, 118(3): 657-665.
- [8] Liu J, Huang X, Hu S, et al. Individualized lung protective ventilation vs. conventional ventilation during general anesthesia in laparoscopic total hysterectomy. Exp Ther Med, 2020, 19(4): 3051-3059.
- [9] Marret E, Cinotti R, Berard L, et al. Protective ventilation during anaesthesia reduces major postoperative complications after lung cancer surgery: a double-blind randomised controlled trial. Eur J Anaesthesiol, 2018, 35(10): 727-735.
- [10] Nin N, Muriel A, Peñuelas O, et al. Severe hypercapnia and outcome of mechanically ventilated patients with moderate or severe acute respiratory distress syndrome. Intensive Care Med, 2017, 43(2): 200-208.

(收稿日期:2020-11-15)