

连续气道正压通气对胸腔镜肺部手术患者呼吸功能的影响

黄钰婷, 于美钢, 莫毅洁, 马利

基金项目: 广西壮族自治区卫生厅自筹经费科研课题(编号:桂卫 Z2012318)

作者单位: 广西壮族自治区人民医院(广西医学科学院)麻醉科, 南宁 530021

第一作者: 黄钰婷, 医学硕士, 主治医师, 研究方向: 心胸手术麻醉。E-mail: 382361560@qq.com

通信作者: 于美钢, 医学博士, 副主任医师, 研究方向: 胸科手术麻醉。E-mail: yung81@163.com

[摘要] **目的** 探讨连续气道正压(CPAP)通气对胸腔镜肺部手术患者呼吸功能的影响。**方法** 选择2021年6月至2022年12月于广西壮族自治区人民医院择期行胸腔镜肺部手术的60例患者,采用随机数字表法将其分为观察组和对照组,每组30例,经剔除后,最终两组各有29例纳入分析。在单肺通气时,观察组术侧肺持续给予CPAP通气,压力为5 cmH₂O,对照组术侧肺无特殊干预措施。于双肺通气20 min(T₀)、单肺通气30 min(T₁)、单肺通气1 h(T₂)时间点进行动脉血气分析,比较两组各时间点氧合指数(OI)水平。比较两组术前及术后24 h中性粒细胞比率、白细胞计数。比较两组术后72 h内肺部并发症发生情况。**结果** 在T₀~T₂时间点,两组OI均呈下降趋势($P < 0.05$),且在T₁、T₂时间点,对照组的OI水平较观察组更低,差异有统计学意义($P < 0.05$)。在手术后,两组白细胞计数、中性粒细胞比率较术前显著升高($P < 0.05$),两组间比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。观察组术后肺部并发症发生率低于对照组,差异有统计学意义(13.79% vs 37.93%; $\chi^2 = 4.406, P = 0.036$)。**结论** 对胸腔镜肺部手术患者的术侧肺实施CPAP通气能有效提高患者单肺通气时的氧合,降低术后肺部并发症发生率。

[关键词] 胸腔镜肺部手术; 连续气道正压通气; 单肺通气; 氧合指数; 肺部并发症

[中图分类号] R 614 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-3806(2024)06-0678-05

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2024.06.16

Effect of continuous positive airway pressure ventilation on respiratory function in patients undergoing thoracoscopic lung surgery HUANG Yuting, YU Meigang, MO Yijie, MA Li. Department of Anesthesiology, the People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region(Guangxi Academy of Medical Sciences), Nanning 530021, China

[Abstract] **Objective** To explore the effect of continuous positive airway pressure(CPAP) ventilation on respiratory function in patients undergoing thoracoscopic lung surgery. **Methods** A total of 60 patients who underwent elective thoracoscopic lung surgery in the People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region from June 2021 to December 2022 were selected and divided into observation group and control group by random number table method, with 30 cases in each group. After exclusions, 29 cases were included in each of the two groups for analysis. During one-lung ventilation, the observation group received CPAP ventilation on the surgical side of the lung, with a pressure of 5 cmH₂O, while the control group received no special intervention measures on the surgical side of the lung. Arterial blood gas analysis was performed at the time point of two-lung ventilation for 20 minutes(T₀), the time point of one-lung ventilation for 30 minutes(T₁) and the time point of one-lung ventilation for 1 hour(T₂), and oxygenation index(OI) level was compared between the two groups at each time point. The neutrophil ratio and white blood cell count were compared between the two groups before operation and 24 hours after operation. The incidence of pulmonary complications within 72 hours after operation was compared between the two groups. **Results** At the time points from T₀ to T₂, OI in both groups showed a downward trend($P < 0.05$), and at the time points of T₁ and T₂, OI levels in the control group were lower than those in the observation group, and the differences were statistically significant($P < 0.05$). After operation, the white blood cell count and the neutrophil ratio in the two groups were significantly higher than those before operation($P < 0.05$),

and there were no statistically significant differences between the two groups ($P > 0.05$). The incidence of postoperative pulmonary complications in the observation group was lower than that in the control group, and the difference was statistically significant (13.79% vs 37.93%; $\chi^2 = 4.406$, $P = 0.036$). **Conclusion** The implementation of CPAP ventilation in the surgical side of the lung in the patients undergoing thoracoscopic lung surgery can effectively improve the oxygenation of the patients with one-lung ventilation and reduce the incidence of postoperative pulmonary complications.

[**Key words**] Thoracoscopic lung surgery; Continuous positive airway pressure (CPAP) ventilation; One-lung ventilation (OLV); Oxygenation index (OI); Pulmonary complication

单肺通气是指利用非手术侧肺进行通气的方法,为胸腔镜手术的快速的发展奠定了基础。目前,单肺通气被广泛应用于心胸外科手术中^[1],实施单肺通气的方法有双腔支气管导管(double-lumen tube, DLT)插管、封堵器置入等。单肺通气的主要目的是充分暴露手术视野,为手术操作提供便利。在单肺通气时,非通气侧肺泡塌陷,但肺内血管仍有血流灌注,该非生理状态不可避免地会引起肺内分流,从而导致氧合障碍,诱发低氧血症。有研究显示,单肺通气患者术后肺部并发症的发生率较其他通气方式高^[2]。因此,单肺通气期间的管理策略至关重要。本研究旨在观察术侧肺实施连续气道正压(continuous positive airway pressure, CPAP)通气对改善单肺通气患者氧合情况的效果,评估其对患者术后肺部并发症发生的影响,现报道如下。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选择 2021 年 6 月至 2022 年 12 月于

表 1 两组基线资料比较 [$\bar{x} \pm s$, $n(\%)$]

组别	例数	性别		年龄(岁)	BMI (kg/m ²)	ASA 分级	
		男	女			II	III
观察组	29	16(55.17)	13(44.83)	52.41 ± 8.66	21.65 ± 2.35	17(58.62)	12(41.38)
对照组	29	12(41.38)	17(58.62)	53.45 ± 7.60	22.38 ± 2.67	15(51.72)	14(48.28)
χ^2		1.131		0.484	1.105	0.279	
P		0.263		0.631	0.293	0.597	

1.2 麻醉方法 两组术前均禁饮 2 h,禁食 8 h。入室后行心电监护仪监测心率(heart rate, HR)、心电图(electrocardiogram, ECG)、血压(blood pressure, BP)、脉搏血氧饱和度(pulse oxygen saturation, SpO₂),同时开放左上肢外周静脉通路,予左侧桡动脉置管测动态血压。静脉麻醉诱导:按以下药物顺序依次进行静脉注药,咪达唑仑(宜昌人福药业有限责任公司,国药准字 H20065729)0.05 mg/kg,依托咪酯(江苏恒瑞医药股份有限公司,国药准字 H32022379)0.5 mg/kg,舒芬太尼(宜昌人福药业有限责任公司,国药准字 H20205068)0.5 μg/kg,罗库溴铵(浙江仙琚制药股

广西壮族自治区人民医院择期行胸腔镜肺部手术的 60 例患者。纳入标准:(1)美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级为 II ~ III 级;(2)年龄 35 ~ 65 岁;(3)体质指数(body mass index, BMI)为 18.5 ~ 27.9 kg/m²;(4)术前肺功能良好,经术者评估需择期行胸腔镜肺部手术。排除标准:(1)术前肺功能严重损害者;(2)合并肺部感染、支气管胸膜瘘、肺气肿或肺大泡者;(3)合并中度及重度贫血者;(4)合并严重心脏疾病者;(5)肝肾功能不全者。采用随机数字表法将 60 例患者分为观察组和对照组,每组 30 例。观察组有 1 例因术中改变手术方式予剔除,对照组有 1 例因术中发生严重低氧血症需间断双肺通气予剔除。最终观察组和对照组各 29 例纳入分析。两组基线资料比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1,具有可比性。本研究获广西壮族自治区人民医院医学伦理委员会批准(KY-ZC-2012-318),研究对象均签署知情同意书。

份有限公司,国药准字 H20093186)1 mg/kg。诱导用药结束 3 min 后行双腔支气管导管插管,使用纤维支气管镜确认双腔管位置对位良好。术中持续泵注丙泊酚注射液(西安力邦制药有限公司,国药准字 H19990281)、盐酸瑞芬太尼(宜昌人福药业有限责任公司,国药准字 H20030197)、苯磺酸顺阿曲库铵(江苏恒瑞医药股份有限公司,国药准字 H20183042)维持镇静、镇痛及肌松。通气策略:术中使用麻醉机(深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司,型号 WATO EX-55)进行呼吸控制,采用容控模式机控呼吸,双肺通气时参数:吸氧浓度 100%,潮气量(tidal volume, VT)

10 mL/kg,机控呼吸频率(respiratory rate,RR)12次/min,吸呼比(I:E)1:2。单肺通气时参数:吸氧浓度100%,VT 6~7 mL/kg,RR 14~18次/min,吸呼比(I:E)1:2。呼气末二氧化碳(end-tidal carbon dioxide,EtCO₂)35~45 mmHg。手术切皮时开始单肺通气模式。观察组在单肺通气期间术侧肺行CPAP通气,压力设置为5 cmH₂O,吸氧浓度100%,持续至恢复双肺通气。对照组单肺通气期间,术侧肺不予干预措施,保持萎陷状态,直至恢复双肺通气。

1.3 观察指标 (1)手术相关指标:包括手术时间、单肺通气时间、单肺通气时气道压、术中出血量、手术侧别及手术肺叶数量。(2)氧合指数(oxygenation index, OI):于双肺通气20 min(T₀)、单肺通气30 min(T₁)、单肺通气1 h(T₂)经桡动脉采血2 mL,采用GEM Premier 5000自动血气分析仪[沃芬医疗器械商贸(北京)有限公司]进行氧分压(partial pressure of oxygen, PaO₂)监测。OI = PaO₂/吸氧浓度(fraction of inspired

oxygen, FiO₂)。(3)炎症指标:于术前及术后24 h抽取患者静脉血3 mL,使用Sysmex XN-1000全自动血细胞分析仪测定中性粒细胞比率、白细胞计数。(4)肺部并发症:观察患者术后72 h内肺部并发症发生情况,包括复张性肺水肿、肺炎、肺不张等。

1.4 统计学方法 应用SPSS 27.0统计软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用两独立样本t检验,同组手术前后比较采用配对t检验,重复测量资料的组间比较采用重复测量方差分析。计数资料以例数(百分率)[$n(\%)$]表示,组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组手术相关指标比较 两组手术时间、单肺通气时间、单肺通气时气道压、术中出血量、手术侧别及手术肺叶数量比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表2。

表2 两组手术相关指标比较[($\bar{x} \pm s$), $n(\%)$]

组别	例数	手术时间 (min)	单肺通气时间 (min)	单肺通气时 气道压 (cmH ₂ O)	术中出血量 (mL)	手术侧别		手术肺叶	
						左肺	右肺	1叶	2叶
观察组	29	208.72 ± 57.67	170.69 ± 54.23	22.45 ± 3.16	351.03 ± 191.82	14(48.28)	15(51.72)	21(72.41)	8(27.59)
对照组	29	227.76 ± 57.51	188.41 ± 47.00	21.38 ± 2.87	334.48 ± 164.26	18(62.07)	11(37.93)	23(79.31)	6(20.69)
t/χ^2		1.259	1.329	1.349	0.353		1.121		0.382
P		0.213	0.189	0.183	0.725		0.292		0.541

2.2 两组不同时间点OI水平比较 在T₀~T₂时间点,两组OI均呈下降趋势($P < 0.05$),且在T₁、T₂时间点,对照组的OI水平较观察组更低,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表3。

表3 两组不同时间点OI水平比较[($\bar{x} \pm s$), mmHg]

组别	例数	T ₀	T ₁	T ₂
观察组	29	473.00 ± 89.14	301.38 ± 61.78 ^{**}	276.54 ± 89.20 ^{**}
对照组	29	467.46 ± 93.30	178.77 ± 96.26 [*]	200.15 ± 95.67 [*]

注: $F_{\text{组间}} = 6.406, P_{\text{组间}} = 0.018; F_{\text{时间}} = 68.843, P_{\text{时间}} < 0.001; F_{\text{组间} \times \text{时间}} = 3.740, P_{\text{组间} \times \text{时间}} = 0.039$;与同组T₀时间点比较,^{*} $P < 0.05$;与对照组同时间点比较,[#] $P < 0.05$

2.3 两组手术前后炎症指标比较 在手术前,两组白细胞计数、中性粒细胞比率比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。在术后24 h,两组白细胞计数、中性粒细胞比率较术前显著升高($P < 0.05$),两组间比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表4。

表4 两组手术前后炎症指标比较[($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	白细胞计数($\times 10^9/L$)		中性粒细胞比率(%)	
		术前	术后24 h	术前	术后24 h
观察组	29	8.34 ± 2.55	15.10 ± 5.54 [*]	60.48 ± 8.57	85.41 ± 2.40 [*]
对照组	29	6.94 ± 1.56	13.17 ± 3.67 [*]	61.53 ± 7.49	84.20 ± 5.77 [*]
t		1.545	0.964	0.305	0.642
P		0.138	0.346	0.764	0.528

注:与同组手术前比较,^{*} $P < 0.05$

2.4 两组术后肺部并发症发生情况比较 观察组术后发生肺炎4例。对照组术后发生复张性肺水肿1例,肺炎9例,肺不张1例。经呼吸支持、抗感染治疗后均好转出院。观察组术后肺部并发症发生率低于对照组,差异有统计学意义(13.79% vs 37.93%; $\chi^2 = 4.406, P = 0.036$)。

3 讨论

3.1 随着胸腔镜肺叶切除技术的发展和应用,其在

胸部疾病诊疗领域中的应用范围越来越广。与传统开胸手术相比,胸腔镜术式可减轻对围术期肺功能的影响,减少患者术后疼痛及并发症的发生,缩短住院时间,使难以耐受开胸手术的高龄患者重获手术机会。为保障胸腔镜手术的顺利实施,需行单肺通气。对比传统开胸手术,单肺通气具有术野暴露充分、对膨胀肺损伤少等优点。但是,单肺通气会引起患者肺内分流率增加^[3],导致氧合障碍,严重者可出现顽固性低氧血症。有研究显示,在单肺通气期间,患者出现显著低氧血症的概率为 9% ~ 27%^[4]。严重的低氧血症可引起重要组织器官,如心、脑等氧供不足,进而导致一系列不良反应,包括心肌缺血、术后认知功能不全、术后谵妄等。低氧血症是单肺通气期间需要密切关注的问题,目前临床的常规干预方法有多种,包括提高吸氧浓度、间断双肺通气以及 CPAP 通气等^[5-7]。

3.2 CPAP 通气是一种常用的治疗呼吸系统疾病的方法。对于阻塞性睡眠呼吸暂停、呼吸睡眠暂停综合征和新生儿肺透明膜病等患者来说,CPAP 通气是一种有效的治疗方法^[8-11]。CPAP 通气对呼吸功能的影响包括改善气道通畅性、提高氧合能力以及改善肺功能。它的作用原理是应用持续的正压气流改善气道梗阻,减少气道塌陷,保持气道通畅。气道开放,氧气可进入肺部与血红蛋白结合,提高氧合效果。正压通气可有效地降低呼吸功,进而降低呼吸肌的负担。使用 CPAP 通气可改善肺功能^[12]。对于单肺通气患者,术侧肺处于萎陷状态,容易导致术后肺不张、肺部感染等并发症。在术侧肺持续使用 CPAP 通气,可为气道提供一定的正压支持,使肺泡维持扩张状态,从而防止肺泡长期处于萎陷状态及肺不张。氧气可进入到术侧肺,降低肺内分流,由此改善患者氧合^[13-14]。CPAP 通气压力水平常设置在 4 ~ 6 cmH₂O。本研究结果显示,在单肺通气后,两组患者的 OI 水平均下降明显,但观察组患者 OI 水平高于对照组,提示术侧肺给予 CPAP 通气有助于改善氧合。

3.3 在单肺通气条件下,非胸科手术患者术后肺部并发症的风险低于胸科手术患者^[15-16]。为充分暴露术野,单肺通气时非通气侧肺叶处于塌陷状态,易引起缺血再灌注损伤。对于胸科手术患者而言,手术对肺部的机械性损伤风险更高。炎症反应在单肺通气后肺部并发症的发生过程中发挥着重要作用^[17-19]。单肺通气后双肺通气会加重肺损伤,与氧化应激反应、炎症因子释放、缺血再灌注性损伤(ischemia-reperfusion injury, IRI)等因素相关^[20-21]。本研究结果显示,患者

术后 24 h 白细胞计数及中性粒细胞比率均较术前显著升高,这可能与单肺通气后大量炎症因子释放有关。有研究表明,早期行 CPAP 通气有助于提高细胞稳定性,进而保护肺泡上皮细胞^[22]。亦有研究表明,在单肺通气时,对非通气侧肺持续给氧可有效改善塌陷肺的循环障碍,从而减轻急性缺氧性肺血管收缩,达到降低机体炎症反应与改善氧化应激的效果^[23]。本研究结果还显示,观察组术后 72 h 的肺部并发症发生率显著低于对照组。相关研究表明,单肺通气时给予 CPAP 通气可减轻肺组织的炎症反应和氧化应激反应,对改善患者预后积极作用^[24]。

3.4 本研究亦存在一定的局限性:(1)研究样本量较少,后期可开展更大样本量、更具针对性的研究。(2)术侧肺 CPAP 通气减轻肺损伤的作用机制可能与氧化应激反应、炎症因子释放以及 IRI 等相关,后期可扩大观察指标进行更加深入的研究。

综上所述,胸腔镜肺部手术单肺通气期间对患者术侧肺实施 CPAP 通气,可有效提高患者氧合,降低术后肺部并发症发生率,值得临床推广应用。

参考文献

- [1] 郭宗锋,颜永进,张晨,等. 乌司他丁联合右美托咪定对单肺通气患者的肺保护作用研究[J]. 中国医药,2020,15(11):1709-1713.
- [2] 陈越,王艺萱,吴刚. 单肺通气术中低氧血症与术后肺部并发症的关系及其预测意义[J]. 中华肺部疾病杂志(电子版),2023,16(3):355-357.
- [3] 亢旭明,吴霜婷,倪坤强,等. 术前雾化吸入盐酸戊乙奎醚对单肺通气时非通气侧肺损伤的影响及作用机制研究[J]. 中国临床新医学,2023,16(8):805-811.
- [4] 王义,张莉,王莉,等. 高频喷射通气治疗胸腔手术单肺通气期间低氧血症的临床观察[J]. 川北医学院学报,2019,34(1):74-76.
- [5] Campos JH, Peacher D. Application of continuous positive airway pressure during video-assisted thoracoscopic surgery[J]. Curr Anesthesiol Rep, 2021,11(4):446-456.
- [6] Sawasdiwipachai P, Weerayutwattana R, Thongcharoen P, et al. Comparison of high-flow humidified oxygen with conventional continuous positive airway pressure in nonventilated lungs during thoracic surgery: a randomized cross-over study[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2021,35(10):2945-2951.
- [7] Colquhoun DA, Naik BI, Durieux ME, et al. Management of 1-lung ventilation-variation and trends in clinical practice: a report from the multicenter perioperative outcomes group[J]. Anesth Analg, 2018,126(2):495-502.
- [8] 韩淑贞. 肺表面活性物质分别联合 BiPAP/CPAP 对新生儿呼吸窘迫综合征肺功能的影响[J]. 实用药物与临床,2021,24(2):160-163.

- [9] 岳英明,孟 琨,邱小建. CPAP 和 Auto-CPAP 治疗重度 OSAHS 患者的临床疗效比较[J]. 首都医科大学学报,2018,39(1):120-127.
- [10] Soghier I, Brožek JL, Afshar M, et al. Noninvasive ventilation versus CPAP as initial treatment of obesity hypoventilation syndrome[J]. *Ann Am Thorac Soc*, 2019,16(10):1295-1303.
- [11] 田占国,申 亮,殷 沛,等. 早期 CPAP 与面罩给氧对重症肺炎患儿症状改善及血气指标的影响[J]. 宁夏医学杂志,2023,45(2):172-173.
- [12] 张寒芳. 综合性护理措施在重症肺炎合并呼吸衰竭患儿 CPAP 治疗中的应用价值[J]. 中外医学研究,2022,20(13):86-89.
- [13] 张雁云. 肺表面活性剂联合 CPAP 在新生儿呼吸窘迫综合征治疗中的作用分析[J]. 甘肃科技,2020,36(1):122-124.
- [14] 吴杰斌,翟敬芳,刘 泉,等. 无创高频与加温湿化高流量鼻导管通气在早产儿呼吸窘迫综合征序贯撤机的临床应用[J]. 中国小儿急救医学,2021,28(3):165-170.
- [15] 岳定雄,李茂芳,胡忠诚. 压力可调式 CPAP 装置在单肺通气中的应用[J]. 医疗卫生装备,2018,39(7):77-79.
- [16] Uhlig C, Neto AS, van der Woude M, et al. Intraoperative mechanical ventilation practice in thoracic surgery patients and its association with postoperative pulmonary complications: results of a multicenter prospective observational study[J]. *BMC Anesthesiol*, 2020,20(1):179.
- [17] Lohser J, Slinger P. Lung injury after one-lung ventilation: a review of the pathophysiologic mechanisms affecting the ventilated and the collapsed lung[J]. *Anesth Analg*, 2015,121(2):302-318.
- [18] Monjezi M, Jamaati H, Noorbakhsh F. Attenuation of ventilator-induced lung injury through suppressing the pro-inflammatory signaling pathways: a review on preclinical studies[J]. *Mol Immunol*,2021,135:127-136.
- [19] Bai YX, Zhang JH, Zhao BC, et al. Dexmedetomidine attenuates one-lung ventilation associated lung injury by suppressing inflammatory responses: a systematic review and meta-analysis[J]. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 2021,48(9):1203-1214.
- [20] 周俊辉,王鹏浩,奚高原,等. 非通气侧肺持续中低流量给氧在老年患者胸腔镜肺癌根治术中的应用效果及安全性观察[J]. 山东医药,2022,62(11):33-37.
- [21] Licker M, Fauconnet P, Villiger Y, et al. Acute lung injury and outcomes after thoracic surgery[J]. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2009,22(1):61-67.
- [22] 蔡志勇,刘进娣,卞洪亮,等. 不同时间应用“气管插管-使用肺表面活性物质-拔管使用持续呼吸道正压通气”技术在呼吸窘迫综合征高危早产儿中的疗效[J]. 中华实用儿科临床杂志,2016,31(2):101-104.
- [23] 王鹏浩,周俊辉. 非通气侧肺持续中低流量给氧对胸腔镜下肺癌根治术患者非通气侧肺损伤及术后早期康复的影响[J]. 国际医药卫生导报,2020,26(15):2202-2206.
- [24] 张 伟,张加强,孟凡民. 右美托咪定联合持续气道正压通气对食管癌根治术老年病人单肺通气时肺组织氧化应激反应及炎症反应的影响[J]. 中华麻醉学杂志,2014,34(1):5-8.

[收稿日期 2023-11-21][本文编辑 余 军 韦 颖]

本文引用格式

黄钰婷,于美钢,莫毅洁,等. 连续气道正压通气对胸腔镜肺部手术患者呼吸功能的影响[J]. 中国临床新医学,2024,17(6):678-682.