

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2026.02.001

文章编号: 1005-8982 (2026) 02-0001-06

胸腔镜专题·论著

无呼吸性气流通气联合持续中低流量给氧 在胸腔镜肺癌单肺通气肺保护中的效果*

方博渊¹, 杨明磊², 汪炎磊³

(1. 宁波大学医学院, 浙江 宁波 315211; 2. 宁波市第二医院 胸外科, 浙江 宁波 315000;
3. 宁波市杭州湾医院 胸外科, 浙江 宁波 315336)

摘要: **目的** 探讨无呼吸性气流通气联合持续中低流量给氧在胸腔镜肺癌单肺通气肺保护中的效果。**方法** 前瞻性选取2021年1月—2023年6月在宁波市杭州湾医院接受胸腔镜下肺癌根治术患者102例, 采用随机数字表法分为对照组和观察组(各51例)。对照组单肺通气后采用持续中低流量给氧, 观察组在对照组的基础上采用无呼吸性气流通气。对比两组呼吸指数(RI)、动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)、肺萎陷及手术视野暴露效果、肺组织损伤评分、肺组织细胞凋亡指数、术后住院时间、术后机械通气辅助时间及并发症。**结果** 观察组与对照组麻醉诱导后1 min (T₀)、单肺通气后30 min (T₁)、单肺通气后1 h (T₂)时刻的RI、PaCO₂水平比较, 结果: ①不同时间点RI、PaCO₂水平比较, 差异均有统计学意义 ($F=11.265、13.785$, 均 $P<0.05$); ②观察组与对照组RI、PaCO₂水平比较, 差异均有统计学意义 ($F=9.143、11.068$, 均 $P<0.05$); ③两组RI、PaCO₂水平变化趋势比较, 差异均有统计学意义 ($F=10.372、12.412$, 均 $P<0.05$)。观察组肺萎陷及手术视野暴露总有效率高于对照组 ($P<0.05$)。观察组肺组织损伤评分和肺组织细胞凋亡指数均低于对照组 ($P<0.05$)。观察组术后住院时间、术后机械通气辅助时间均短于对照组 ($P<0.05$)。两组患者并发症总发生率比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。**结论** 无呼吸性气流通气联合持续中低流量给氧在胸腔镜肺癌单肺通气肺保护中效果确切, 可减轻肺组织损伤, 改善RI、PaCO₂水平, 促进术后康复, 且安全性可靠。

关键词: 肺癌; 胸腔镜; 单肺通气; 无呼吸性气流通气; 持续中低流量给氧; 肺保护

中图分类号: R614.26

文献标识码: A

Effect of apneic ventilation combined with continuous low-to-moderate flow oxygen therapy on lung protection during one-lung ventilation in thoracoscopic lung cancer surgery*

Fang Bo-yuan¹, Yang Ming-lei², Wang Yan-lei³

(1. School of Medicine, Ningbo University, Ningbo, Zhejiang 315211, China; 2. Department of Thoracic Surgery, Ningbo Second Hospital, Ningbo, Zhejiang 315000, China; 3. Department of Thoracic Surgery, Hangzhou Bay Hospital, Ningbo, Zhejiang 315336, China)

Abstract: Objective To analyze the effect of apneic ventilation combined with continuous low-to-moderate flow oxygen therapy on lung protection during one-lung ventilation in thoracoscopic lung cancer surgery. **Methods** A total of 102 patients who underwent thoracoscopic radical resection for lung cancer at Ningbo Second Hospital

收稿日期: 2025-07-07

* 基金项目: 浙江省医药卫生科技计划项目 (No: 2022482758); 宁波市医疗卫生高端团队重大攻坚项目 (No: 2022030208)

[通信作者] 杨明磊, E-mail: doctoryml@126.com

from January 2021 to June 2023 were prospectively included and divided into the control group and the observation group (51 cases in each group) by the random number table method. In the control group, continuous low-to-moderate flow oxygen therapy was adopted after one-lung ventilation, while in the observation group, apneic ventilation was additionally adopted. The respiratory index (RI), arterial partial pressure of carbon dioxide (PaCO_2), degree of lung collapse and quality of surgical field exposure, lung tissue injury score, pulmonary cell apoptosis index, postoperative length of hospital stay, duration of postoperative mechanical ventilation and complications were compared between the two groups. **Results** The RI and PaCO_2 at 1 minute after anesthesia induction (T_0), 30 minutes after one-lung ventilation (T_1), and 1 hour after one-lung ventilation (T_2) in the observation group and the control group were compared via the repeated measures ANOVA, which demonstrated that the RI and PaCO_2 differed across the time points ($F = 11.265$ and 13.785 , both $P < 0.05$) and between the groups ($F = 9.143$ and 11.068 , both $P < 0.05$), and that the comparison of the change trends of RI and PaCO_2 between the two groups showed statistically significant differences ($F = 10.372$ and 12.412 , both $P < 0.05$). The overall effective rate of the observation group was higher than that of the control group ($P < 0.05$). The lung tissue injury score and the pulmonary cell apoptosis index in the observation group were both lower than those in the control group ($P < 0.05$). The duration of postoperative mechanical ventilation and postoperative length of hospital stay in the observation group were both shorter than those in the control group ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference in the overall incidence of complications between the control group and the observation group ($P > 0.05$). **Conclusion** Apneic ventilation combined with continuous low-to-moderate flow oxygen therapy exhibits a definite effect on lung protection during one-lung ventilation in thoracoscopic lung cancer surgery. It reduces lung tissue injury, improves RI and PaCO_2 , promotes postoperative recovery, and is safe and reliable.

Keywords: lung cancer; thoracoscopy; one-lung ventilation; apneic ventilation; continuous low-to-moderate flow oxygen therapy; lung protection

肺癌作为全球发病率与病死率最高的恶性肿瘤之一，其外科治疗中胸腔镜根治术已成为主流术式^[1-2]。在胸腔镜肺癌手术中，单肺通气是一种常见的麻醉管理策略，其目的是通过选择性地保持非手术侧肺通气，为手术提供一个清晰的视野和良好的通气环境^[3]。然而，单肺通气期间，非通气侧肺因缺乏通气和血流，容易发生肺损伤和低氧血症，从而增加术后并发症的风险^[4]。因此，如何在单肺通气期间有效保护非通气侧肺，成为临床研究的重点之一。研究表明，在单肺通气过程中，非通气侧肺因缺乏通气而处于低氧状态，持续中低流量给氧可以增加该区域的动脉血氧分压，改善异常的通气/血流比，从而提高氧合指数并降低肺泡-动脉血氧分压差^[5]。无呼吸性气流通气作为一种辅助通气策略，目前已被广泛应用于单肺通气期间。有研究指出，在不施加通气压力的情况下，无呼吸性气流通气能够预防低氧血症的发生，改善术中氧合状态，且不妨碍手术视野^[6]。目前，无呼吸性气流通气联合持续中低流量给氧在胸腔镜肺癌单肺通气肺保护中效果尚不清楚，鉴于此，本研究选取医院102例行胸腔镜下肺癌根治术患者，期望为胸腔镜肺癌患者单肺通气肺保护

提供一定的理论参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

前瞻性选取2021年1月—2023年6月在宁波市杭州湾医院接受胸腔镜下肺癌根治术患者102例，采用随机数字表法分为对照组和观察组，各51例。对照组与观察组年龄、性别构成、体质量指数、美国麻醉医师协会（American Society of Anesthesiologists, ASA）分级、吸烟史、用力肺活量、第1秒用力呼气量、手术时间、动脉血二氧化碳分压（arterial partial pressure of carbon dioxide, PaCO_2 ）和动脉血氧分压（arterial partial pressure of oxygen, PaO_2 ）比较，经 t/χ^2 检验，差异均无统计学意义（ $P > 0.05$ ）（见表1）。本研究已取得医院伦理委员会批准（No: LL2020125）。

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①符合《中华医学会肺癌临床诊疗指南（2023版）》^[7]中肺癌的诊断标准；②年龄 ≥ 18 岁；③签署知情同意书；④ASA分级Ⅱ、Ⅲ级。

1.2.2 排除标准 ①合并慢性肺部疾病；②先天性心脏瓣膜病；③合并恶性肿瘤；④合并全身性

感染;⑤肝肾等脏器功能严重障碍;⑥合并严重的循环系统疾病;⑦合并血液系统疾病。

表1 两组一般资料比较 (n=51)

组别	男/女/例	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	体质量指数/(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	ASA分级/例		吸烟史/例
				Ⅱ级	Ⅲ级	
对照组	28/23	52.43 ± 6.57	23.45 ± 3.26	29	22	18
观察组	30/21	53.31 ± 6.98	23.02 ± 3.51	31	20	20
χ^2/t 值	0.160	0.656	0.641	0.162		0.168
P值	0.689	0.514	0.523	0.687		0.682

组别	术前肺功能/(L, $\bar{x} \pm s$)		手术时间/(min, $\bar{x} \pm s$)	术前血气分析/(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	
	用力肺活量	第1秒用力呼气量		PaCO ₂	PaO ₂
对照组	2.73 ± 0.45	1.92 ± 0.25	108.13 ± 12.47	35.43 ± 4.29	80.12 ± 6.27
观察组	2.79 ± 0.48	1.96 ± 0.28	110.45 ± 12.98	35.91 ± 4.65	80.73 ± 6.74
χ^2/t 值	0.651	0.761	0.920	0.542	0.473
P值	0.516	0.448	0.360	0.589	0.637

1.3 研究方法

两组患者麻醉前常规监测桡动脉压。麻醉诱导方案如下:静脉注射舒芬太尼(国药准字H20054172,规格:2 mL:100 μg,宜昌人福药业有限责任公司)0.5~0.7 μg/kg和依托咪酯(国药准字H32022379,规格:10 mL:20 mg,江苏恒瑞医药股份有限公司)0.2~0.4 mg/kg,待脑电双频指数(bispectral index, BIS)约为50时,静脉注射罗库溴铵(国药准字H20103495,规格:2.5 mL:25 mg,广东星昊药业有限公司),剂量为0.6~0.8 mg/kg。进行支气管内插管,予以机械通气。呼吸机参数如下:单肺通气时潮气量为6 mL/kg,呼气末正压通气为5 cmH₂O,呼气末二氧化碳分压为26~32 mmHg,吸入氧浓度为50%~80%,通气频率为10~15次/min,吸呼比1:2。维持麻醉方案:静脉泵注0.6 mg/(kg·h)罗库溴铵(国药准字H20103495,规格:2.5 mL:25 mg,广东星昊药业有限公司)0.1~0.3 μg/(kg·min)瑞芬太尼(国药准字H20030199,规格:2 mg,宜昌人福药业有限责任公司)4~12 mg/(kg·h)丙泊酚(国药准字H20040079,规格:10 mL:0.1 g,四川国瑞药业有限责任公司),BIS维持在40~60,术毕0.5 h停止静脉泵注罗库溴铵。对照组单肺通气后采用持续中低流量给氧。在肺通气侧肺的双腔支气管中置入F14导管,使得导管处在气管隆突分叉下端2~3 cm位置。持续通入氧气,流量为1~4 L/min。

观察组在对照组的基础上采用无呼吸性气流通气。单肺通气开始时,非通气侧肺接受持续性通气,氧气流量为5 L/min,氧气浓度与对照组一致。

1.4 观察指标

1.4.1 呼吸指数(respiratory index, RI)与PaCO₂ 麻醉诱导后1 min (T₀)、单肺通气后30 min (T₁)、单肺通气后1 h (T₂)分别采集患者桡动脉血2 mL,并记录RI,通过PT1000型血气分析仪(武汉明德生物科技股份有限公司)测定PaCO₂。

1.4.2 肺萎陷及手术视野暴露效果 术后参照文献[8]进行评估,术侧无肺萎陷计为0分,肺完全未萎陷或部分萎陷计为2~5分;手术视野部分暴露,有部分气体残留在肺内,肺基本萎陷计为6~8分;手术视野完全暴露,术侧完全肺萎陷计为9~10分。其中≥6分计为有效。

1.4.3 肺组织损伤评分及肺组织细胞凋亡指数 术毕时取肺肿瘤周围正常的肺组织,固定、脱水,常规石蜡包埋。切片,封闭。在载玻片上放置上述标本,进行苏木精-伊红染色,光镜下观察肺组织病理学变化。肺损伤评估标准如下,包括细支气管上皮脱屑等5个维度,每个维度0~4分,分值与肺损伤严重程度呈正比^[9]。术后通过缺口末端标记技术细胞凋亡测定试剂盒(武汉伊莱瑞特生物科技股份有限公司)测定患者肺组织细胞凋亡指数,高倍镜下随机分析10个肺组织切片,凋亡的细胞核为褐色,记录细胞凋亡指数。

1.4.4 术后住院时间、术后机械通气辅助时间及并发症 记录两组患者术后住院时间、术后机械通气辅助时间,以及术后1个月内并发症发生情况。

1.5 统计学方法

数据分析采用 SPSS 27.0 统计软件。计数资料以构成比或率 (%) 表示,比较用 χ^2 检验;计量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,比较用 t 检验或重复测量设计的方差分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者不同时间点 RI、PaCO₂水平比较

观察组与对照组 T₀、T₁、T₂ 时刻的 RI、PaCO₂ 水平比较,经重复测量设计的方差分析,结果:①不同时间点 RI、PaCO₂ 水平比较,差异均有统计学意义 ($F=11.265$ 、 13.785 , 均 $P=0.000$);②观察组与对照组 RI、PaCO₂ 水平比较,差异均有统计学意义 ($F=9.143$ 、 11.068 , 均 $P=0.000$);③两组 RI、PaCO₂ 水平变化趋势比较,差异均有统计学意义 ($F=10.372$ 、 12.412 , 均 $P=0.000$)。见表 2。

表 2 两组患者不同时间点 RI、PaCO₂水平比较 ($n=51, \bar{x} \pm s$)

组别	RI			PaCO ₂ /mmHg		
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₀	T ₁	T ₂
对照组	0.33 \pm 0.08	1.72 \pm 0.38	1.20 \pm 0.21	35.27 \pm 2.14	45.67 \pm 5.78	41.06 \pm 3.79
观察组	0.34 \pm 0.08	1.15 \pm 0.25	0.84 \pm 0.16	35.71 \pm 2.38	41.02 \pm 4.18	38.23 \pm 3.25

2.2 两组患者肺萎陷及手术视野暴露效果比较

对照组与观察组肺萎陷及手术视野暴露总有

效率比较,经 χ^2 检验,差异有统计学意义 ($\chi^2=6.933$, $P=0.008$);观察组总有效率高于对照组。见表 3。

表 3 两组患者肺萎陷及手术视野暴露效果比较 [$n=51$,例(%)]

组别	0分	2~5分	6~8分	9~10分	有效
对照组	4(7.84)	6(11.76)	20(39.22)	21(41.18)	41(80.39)
观察组	1(1.96)	1(1.96)	21(41.18)	28(54.90)	49(96.08)

2.3 两组患者肺组织损伤评分及肺组织细胞凋亡指数比较

两组患者肺组织损伤评分和肺组织细胞凋亡指数比较,经 t 检验,差异均有统计学意义 ($P < 0.05$);观察组肺组织损伤评分和肺组织细胞凋亡指数均低于对照组。见表 4。

2.4 两组患者术后住院时间、术后机械通气辅助时间比较

两组患者术后住院时间、术后机械通气辅助

时间比较,经 t 检验,差异均有统计学意义 ($P < 0.05$);观察组术后住院时间、术后机械通气辅助时间均短于对照组。见表 5。

表 5 两组患者术后住院时间、术后机械通气辅助时间比较 ($n=51, \bar{x} \pm s$)

组别	术后住院时间/d	术后机械通气辅助时间/min
对照组	14.38 \pm 3.72	24.68 \pm 5.82
观察组	11.14 \pm 2.69	20.03 \pm 4.75
t 值	5.040	4.420
P 值	0.000	0.000

表 4 两组患者肺组织损伤评分及肺组织细胞凋亡指数比较 ($n=51, \bar{x} \pm s$)

组别	肺组织损伤评分	肺组织细胞凋亡指数/%
对照组	8.31 \pm 1.23	21.06 \pm 2.73
观察组	4.26 \pm 0.74	9.27 \pm 1.85
t 值	20.149	25.531
P 值	0.000	0.000

2.5 两组患者并发症发生情况比较

两组患者并发症总发生率比较,经 χ^2 检验,差异无统计学意义 ($\chi^2=0.703$, $P=0.402$)。见表 6。

表6 两组患者并发症发生情况比较 [n=51,例(%)]

组别	肺不张	低氧血症	白细胞计数升高	呼吸急促	肺部啰音	总计
对照组	2(3.92)	1(1.96)	1(1.96)	1(1.96)	1(1.96)	6(11.76)
观察组	2(3.92)	2(3.92)	1(1.96)	2(3.92)	2(3.92)	9(17.65)

3 讨论

胸腔镜肺癌根治术是一种微创手术方式,广泛应用于早期非小细胞肺癌的治疗,该手术通过胸腔镜技术进行肺叶或全肺切除,并结合淋巴结清扫,具有创伤小、恢复快、术后并发症少等优点^[10-13]。单肺通气是胸腔镜手术中不可或缺的麻醉管理手段,其核心在于通过支气管阻塞器或双腔支气管导管实现患侧肺的完全萎陷,使非萎陷肺维持通气^[14-15]。研究表明,传统的单肺通气方法(如零终末呼气压力、高吸入氧浓度)容易导致急性肺损伤^[16]。因此,近年来的临床管理策略逐渐转向无呼吸性气流通气、持续中低流量给氧等肺保护性通气模式。这些策略有助于减轻肺损伤,改善氧合,并降低术后并发症发生率。有研究指出,持续中低流量给氧可抑制机体产生氧自由基,减轻肺组织损伤,抑制氧化应激,可间接抑制机体释放体液因子及血管活性因子,能够有效保护患者肺组织,但单独作用效果欠佳^[17]。因此,寻求一种有效的方式用以辅助持续中低流量给氧保护胸腔镜肺癌患者肺功能具有重要的临床意义。

本研究结果显示, T₁、T₂时刻,观察组 RI、PaCO₂水平低于对照组,提示无呼吸性气流通气联合持续中低流量给氧可改善患者 RI、PaCO₂水平。分析其原因:无呼吸性气流通气是一种在患者无自主呼吸时,通过持续向非通气侧肺部输送氧气以维持氧合的策略,能够有效改善患者氧合功能^[18]。周俊辉等^[6]研究结果显示,无呼吸性气流通气可改善胸腔镜下肺癌根治术患者氧合状态,本研究结果与之相似,但该研究并未联合持续中低流量给氧,本研究仍具有一定的创新性。本研究结果显示,观察组肺萎陷及手术视野暴露效果的总有效率高于对照组,提示无呼吸性气流通气联合持续中低流量给氧可提升肺萎陷及手术视野暴露效果。分析其原因:无呼吸性气流通气通过加速肺萎陷,使非通气侧肺迅速萎陷,从而为外科医生提供更清晰的手术视野^[19]。有研究表明,无呼

吸性气流通气联合低吸入氧浓度可以改善老年患者单肺通气期间的肺内分流、增加肺氧合,从而缩短肺萎陷时间并提高肺萎陷质量^[20],本研究结果与之相似,但具体干预策略并不一致。

本研究结果显示,观察组肺组织损伤评分、肺组织细胞凋亡指数低于对照组,提示无呼吸性气流通气联合持续中低流量给氧可减轻患者肺组织损伤。研究表明,单肺通气后进行通气的肺会在高应变情况下暴露,使得正常残气功能显著下降,会增加非生理性潮气量;再次肺通气可导致缺氧或复氧导致的氧化应激反应,增加肺损伤风险^[21-22]。临床研究表明,双肺通气开始而单肺通气结束时,萎陷肺脏会出现膨胀,导致缺血再灌注损伤,能够使得损伤及炎症快速激活,促进机体分泌炎性介质,加重肺损伤严重程度^[23]。本研究观察组单肺通气开始时进行无呼吸性气流通气可减轻肺损伤,从而保护患者肺功能。高清贤等^[24]研究结果显示,单肺通气手术患者接受无呼吸性气流通气与60%吸入氧浓度联合使用,能够保护患者肺功能,本研究结果与之相似。本研究结果显示,观察组术后住院时间、术后机械通气辅助时间更短,提示无呼吸性气流通气联合持续中低流量给氧可促进患者术后康复。分析其原因:无呼吸性气流通气联合持续中低流量给氧通过直接改善非通气侧肺的氧合状态、减轻二氧化碳蓄积、保护肺功能,并协同减少肺部并发症,从而降低呼吸支持需求,加速术后康复^[25-26]。本研究中,两组术后并发症总发生率比较差异无统计学意义,提示无呼吸性气流通气联合持续中低流量给氧在胸腔镜肺癌单肺通气肺保护中具有一定的安全性。

综上所述,无呼吸性气流通气联合持续中低流量给氧在胸腔镜肺癌单肺通气肺保护中效果确切,可减轻肺组织损伤,改善 RI、PaCO₂水平,促进术后康复,且安全性可靠。

参 考 文 献:

[1] 王宁,张婷婷,陈丹,等.单孔胸腔镜下肺亚段/肺段切除术在老

- 年肺结节患者中的临床应用[J]. 中国现代医学杂志, 2024, 34(9): 78-83.
- [2] ZHANG Z, ZHANG Y F, ZHANG J, et al. Analysis of factors affecting intraoperative conversion from thoracoscopic radical resection of lung cancer to thoracotomy and intraoperative management experience[J]. Pak J Med Sci, 2023, 39(5): 1389-1393.
- [3] SHUM S, HUANG A, SLINGER P. Hypoxaemia during one lung ventilation[J]. BJA Educ, 2023, 23(9): 328-336.
- [4] CANO P A, MORA L C, ENRÍQUEZ I, et al. One-lung ventilation with a bronchial blocker in thoracic patients[J]. BMC Anesthesiol, 2023, 23(1): 398.
- [5] 黄俊萍, 周颖, 闭玉华. 非通气侧肺持续中低流量给氧在老年胸腔镜肺癌根治术中的应用[J]. 局解手术学杂志, 2023, 32(3): 262-265.
- [6] 周俊辉, 钟巍, 奚高原, 等. 无呼吸性气流通气对胸腔镜下肺癌根治术单肺通气患者非通气侧肺损伤的改善作用及其机制[J]. 山东医药, 2023, 63(5): 1-5.
- [7] 中华医学会肿瘤学分会, 中华医学会杂志社. 中华医学会肺癌临床诊疗指南(2023版)[J]. 中华肿瘤杂志, 2023, 45(7): 539-574.
- [8] CAMPOS J H, KERNSTINE K H. A comparison of a left-sided Broncho-Cath with the torque control blocker univent and the wire-guided blocker[J]. Anesth Analg, 2003, 96(1): 283-289.
- [9] 周俊辉, 孟宪慧, 高洁. 非通气侧肺持续中低流量给氧对患者肺泡巨噬细胞凋亡及自噬的抑制作用[J]. 重庆医学, 2021, 50(14): 2454-2458.
- [10] 张天天, 陈毅喆, 鲍映雪. "4+3"暖链式动态体温管理联合亲人语言唤醒对胸腔镜肺手术患者的影响[J]. 中华全科医学, 2025, 23(4): 584-587.
- [11] ZHANG W G, SHEN Z M, JIANG J F, et al. Comparative efficacy of prophylactic protocols in reducing perioperative nausea and vomiting during video-assisted thoracoscopic radical resection of lung cancer[J]. Sci Rep, 2024, 14(1): 9818.
- [12] 张从利, 闫妍, 马俊杰, 等. 艾司氯胺酮改善胸腔镜下肺癌根治术老年衰弱患者术后抑郁状态的随机双盲对照试验[J]. 四川大学学报(医学版), 2025, 56(2): 506-513.
- [13] 帅博文, 陈海生, 杨长刚, 等. 基于术前肺超声评分的非小细胞肺癌胸腔镜根治术后心肺并发症发生风险的列线图模型构建[J]. 中国医刊, 2025, 60(6): 652-656.
- [14] LEONARDI B, FORTE S, NATALE G, et al. One-lung ventilation in obese patients undergoing thoracoscopic lobectomy for lung cancer[J]. Thorac Cancer, 2023, 14(3): 281-288.
- [15] 段凤梅, 赵佳慧, 曹雪峰. 低剂量艾司氯胺酮对肺癌根治术患者的肺功能保护效应[J]. 河北医学, 2025, 31(5): 864-870.
- [16] JU S X, LIU M N, WANG B, et al. Transcutaneous electrical acupoint stimulation improves pulmonary function by regulating oxidative stress during one-lung ventilation in patients with lung cancer undergoing thoracoscopic surgery: a randomized controlled trial[J]. BMC Complement Med Ther, 2023, 23(1): 463.
- [17] 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.
- [18] 李雨珈, 江枫, 王智, 等. 无呼吸性气流通气对单肺通气患者术侧肺的保护作用[J]. 中华麻醉学杂志, 2018, 38(12): 1476-1479.
- [19] 李宁, 周俊辉, 张会. 单肺通气时无呼吸性气流通气对患者非通气侧肺泡巨噬细胞表型转化的影响[J]. 中华麻醉学杂志, 2022, 42(3): 323-327.
- [20] 张野. 无呼吸性气流通气(AOI)联合较低吸入氧浓度对老年单肺通气患者肺保护效应[D]. 大连: 大连医科大学, 2020.
- [21] 姚宏芬, 张建友, 陈丽, 等. 地塞米松联合丙泊酚麻醉用于单肺通气患者临床评价[J]. 中国药业, 2023, 32(23): 114-117.
- [22] 张璇, 高杨, 房雅君, 等. 保护性机械通气在肺癌胸腔镜肺段切除术中的临床应用[J]. 中华肺部疾病杂志(电子版), 2024, 17(4): 563-567.
- [23] 汪辉, 陈刚, 王萍, 等. 右美托咪定在胸腔镜肺癌根治术中的应用价值[J]. 腹腔镜外科杂志, 2024, 29(5): 326-331.
- [24] 高清贤, 程雪淋, 王青青, 等. 无呼吸性气流通气联合60%吸入氧浓度对单肺通气手术患者的肺保护作用[J]. 中国现代手术学杂志, 2024, 28(5): 404-410.
- [25] 刘思远, 王彬彬, 高婕, 等. 无呼吸性气流通气对单肺通气患者的氧合及肺泡内压力的影响[J]. 国际麻醉学与复苏杂志, 2020, 41(1): 31-34.
- [26] 钟巍, 周俊辉, 高洁, 等. 肺癌根治术中非通气侧肺持续中-低流量给氧对老年患者肺泡巨噬细胞的影响[J]. 上海医学, 2022, 45(1): 22-27.

(李科 编辑)

本文引用格式: 方博渊, 杨明磊, 汪炎磊. 无呼吸性气流通气联合持续中低流量给氧在胸腔镜肺癌单肺通气肺保护中的效果[J]. 中国现代医学杂志, 2026, 36(2): 1-6.

Cite this article as: FANG B Y, YANG M L, WANG Y L. Effect of apneic ventilation combined with continuous low-to-moderate flow oxygen therapy on lung protection during one-lung ventilation in thoracoscopic lung cancer surgery[J]. China Journal of Modern Medicine, 2026, 36(2): 1-6.