

不同吸入氧浓度对腹腔镜膀胱癌根治术老年患者氧合功能及术后肺部并发症的影响

卜亚萌^{1,2}, 赵智慧^{2*}

¹内蒙古科技大学包头医学院研究生院, 内蒙古 包头

²内蒙古自治区人民医院麻醉科, 内蒙古 呼和浩特

收稿日期: 2026年3月13日; 录用日期: 2026年4月6日; 发布日期: 2026年4月14日

摘要

目的: 研究不同吸入氧浓度对腹腔镜膀胱癌根治术老年患者氧合功能及术后肺部并发症的影响。方法: 选取接受腹腔镜膀胱癌根治术的患者60例, 年龄 ≥ 65 岁, 体重指数(body mass index, BMI) 18~28 kg/m², ASA I~III级, 术前心肺功能未见明显异常, 无困难气道、哮喘或慢性阻塞性肺疾病等; 预计气腹时间2~4 h; 肝肾功能未见明显异常。随机分为两组: A组(FiO₂ = 50%)、B组(FiO₂ = 80%), 每组各30例。两组患者均采用全身麻醉, 术中维持对应吸入氧浓度(Fraction of inspired oxygen, FiO₂)至手术结束, 术后清醒拔管后转入术后恢复室(Post-anesthesia care unit, PACU)观察, 之后转入普通病房常规护理。术中在头低脚高位时保持组间手术床倾斜角度基本相同。分别于麻醉诱导前(T₀)、气管插管后5 min时(T₁)、Trendelenburg体位后60 min时(T₂)、Trendelenburg体位后120 min时(T₃)、拔管后30 min (T₄)五个时间点采集动脉血进行血气分析记录动脉血氧分压(PaO₂)和动脉血二氧化碳分压(PaCO₂), 计算氧合指数(OI)。观察记录术后第1、2、7天的短期术后肺部并发症的发生情况。结果: 两组患者各时间点的PaCO₂均在正常范围, 组间比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。T₀时, 两组患者PaO₂、OI比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。在T₁~T₃时, B组患者PaO₂明显高于A组患者, 差异有统计学意义($P < 0.05$), A组患者OI明显高于B组患者, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。无统计学差异($P > 0.05$), T₄时两组PaO₂均明显降低, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。两组的术后肺部并发症发生率差异无统计学意义($P > 0.05$)。结论: 腹腔镜膀胱癌根治术老年患者术中采用50%吸入氧浓度(A组)的氧合指数显著优于80%吸入氧浓度(B组), 且两组术后肺部并发症发生率无统计学差异, 提示术中采用50%吸入氧浓度更有利于改善老年患者围术期氧合功能, 且不会增加术后肺部并发症风险, 可作为此类患者术中首选的吸入氧浓度方案。

关键词

吸入氧浓度, 腹腔镜手术, 老年, 氧合指数, 肺部并发症

*通讯作者。

Effects of Different Fractions of Inspired Oxygen on Oxygenation Function and Postoperative Pulmonary Complications in Elderly Patients Undergoing Laparoscopic Radical Cystectomy

Yameng Bu^{1,2}, Zhihui Zhao^{2*}

¹Graduate School, Baotou Medical College, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou Inner Mongolia

²Department of Anesthesiology, Inner Mongolia People's Hospital, Hohhot Inner Mongolia

Received: March 13, 2026; accepted: April 6, 2026; published: April 14, 2026

Abstract

Objective: To investigate the effects of different fractions of inspired oxygen on oxygenation function and postoperative pulmonary complications in elderly patients undergoing laparoscopic radical cystectomy. **Methods:** Sixty patients aged ≥ 65 years undergoing laparoscopic radical cystectomy were enrolled. Inclusion criteria were body mass index (BMI) 18~28 kg/m², ASA physical status I~III, no significant preoperative cardiopulmonary abnormalities, absence of difficult airway, asthma, or chronic obstructive pulmonary disease (COPD), estimated pneumoperitoneum duration of 2~4 hours, and no significant hepatic or renal dysfunction. Patients were randomly assigned to two groups: Group A (FiO₂ = 50%) and Group B (FiO₂ = 80%), with 30 patients per group. Both groups underwent general anesthesia. The corresponding inhaled oxygen concentration was maintained throughout surgery until completion. Postoperatively, patients were transferred to the recovery room after extubation and regained consciousness, then moved to the general ward for routine care. During surgery, the operating table tilt angle was maintained at a similar level between groups while positioning patients in the head-down, feet-up Trendelenburg position. Arterial blood samples were collected at five time points: before anesthesia induction (T₀), 5 minutes after tracheal intubation (T₁), 60 minutes after Trendelenburg positioning (T₂), 120 minutes after Trendelenburg positioning (T₃), and 30 minutes after extubation (T₄). Arterial blood samples were collected for blood gas analysis at these five time points to record arterial oxygen partial pressure (PaO₂), arterial carbon dioxide partial pressure (PaCO₂), and pH, and to calculate the oxygenation index (OI). Observe and record the incidence of pulmonary complications on postoperative days 1, 2, and 7. **Results:** PaCO₂ levels remained within normal ranges at all time points for both patient groups, with no statistically significant differences between groups ($P > 0.05$). At T₀, comparisons of PaO₂ and OI between groups showed no statistically significant differences ($P > 0.05$). From T₁ to T₃, Group B patients exhibited significantly higher PaO₂ than Group A patients ($P < 0.05$), while Group A patients had significantly higher OI than Group B patients ($P < 0.05$). No statistically significant difference was observed ($P > 0.05$). At T₄, PaO₂ decreased significantly in both groups, with no statistically significant difference between them ($P > 0.05$). The incidence of postoperative pulmonary complications differed non-significantly between groups ($P > 0.05$). **Conclusion:** In elderly patients undergoing laparoscopic radical cystectomy, intraoperative oxygenation index was significantly superior in the group receiving 50% fraction of inspired oxygen (Group A) compared to the group receiving 80% fraction of

inspired oxygen (Group B). Furthermore, there was no statistically significant difference in the incidence of postoperative pulmonary complications between the two groups, suggesting that 50% fraction of inspired oxygen is more beneficial for improving perioperative oxygenation in elderly patients without increasing the risk of postoperative pulmonary complications. It may serve as the preferred fraction of inspired oxygen regimen for this patient population.

Keywords

Fraction of Inspired Oxygen, Laparoscopic Surgery, Elderly, Oxygenation Index, Pulmonary Complications

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

膀胱癌是泌尿系统最常见的恶性肿瘤之一, 发病率居泌尿系统恶性肿瘤第二位, 且随着年龄增长发病率逐渐升高, 其中老年患者(≥ 65 岁)占比超过 50% [1]。其中膀胱癌根据侵犯深度可分为具有高疾病特异性死亡率的肌肉侵袭性(Muscle-invasive bladder, MIBC)和易复发并使患者接受长期侵袭性监测的非肌肉侵袭性(Non-muscle-invasive bladder cancer, NMIBC)。大多数 NMIBC 的一线治疗是保留膀胱治疗包括内镜切除肿物和辅助性膀胱内治疗, 而 MIBC 的典型治疗包括根治性膀胱切除术联合新辅助化疗[2], 以减少转移和疾病特异性死亡的风险。迄今为止, 腹腔镜下膀胱癌根治术(Laparoscopic radical cystectomy, LRC)具有过程简单、创伤小、术中出血少、术后并发症少、术后恢复快等短期益处[3], 已广泛应用于临床。但随着年龄的增长, 呼吸相关结构包括胶原纤维网络的变化导致肺泡管扩张和肺泡气隙均匀扩大, 并存在相关的炎症和肺泡壁破坏[4], 并且老年患者除肺功能生理性减退、呼吸储备能力下降外, 常合并慢性阻塞性肺疾病(Chronic obstructive pulmonary disease, COPD)、高血压、糖尿病等基础疾病, 围术期氧合功能易受影响, 术后肺部并发症(Postoperative Pulmonary Complications, PPCs)发生率较高[5]。PPCs 包括肺炎、肺不张、胸腔积液、低氧血症等, 不仅会延长患者住院时间、增加医疗费用, 还可能导致病情加重, 甚至危及生命[6], 因此优化老年患者围术期氧疗方案、改善氧合功能、降低 PPCs 发生率具有重要的临床意义。全身麻醉期间, 吸入氧浓度(Fraction of inspired oxygen, FiO_2)是影响患者氧合功能的关键因素, 合理的 FiO_2 可维持患者围术期氧供, 预防低氧血症的发生; 临床传统做法多采用 80%~100% 高浓度氧以预防术中缺氧, 但过高的 FiO_2 可能通过氧化应激反应、肺泡表面活性物质损伤、肺不张等机制导致肺损伤、氧中毒, 还可能增加 PPCs 风险, 而过低的 FiO_2 则易导致低氧血症, 影响组织器官氧供。目前, 临床对于腹腔镜膀胱癌根治术老年患者术中最佳吸入氧浓度尚未形成统一标准, 多数医院仍常规采用 80% 左右的高浓度氧吸入, 以确保围术期氧供, 但近年来有研究表明[7], 50% FiO_2 联合压力控制容量保证通气模式可改善老年腹腔镜膀胱癌根治术患者氧合功能, 减轻肺损伤; 而另一项针对腹腔镜结肠癌根治术的研究显示[8], 30% FiO_2 虽未降低 PPCs 发生率, 但可减轻并发症严重程度。考虑到膀胱癌根治术手术时间更长、气腹压力对呼吸功能影响更显著, 需针对性探讨适宜的 FiO_2 范围。基于此, 本研究选取我院择期行腹腔镜膀胱癌根治术的老年患者作为研究对象, 对比 50% 与 80% 吸入氧浓度对患者围术期氧合功能及术后肺部并发症的影响, 明确此类患者更优的术中氧浓度管理方案, 为减少老年患者围术期肺损伤、改善预后提供临床依据, 具有重要的实践指导价值。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

选取在 2024 年 6 月至 2025 年 12 月期间于内蒙古自治区人民医院接受腹腔镜膀胱癌根治术的患者 60 例, 采用随机数字表法生成随机序列, 由不参与患者招募与评估的第三方人员采用不透光密封信封进行分配隐藏, 按 1:1 比例分为 2 组: A 组和 B 组, 每组 30 例。纳入标准: 年龄 ≥ 65 岁, 体重指数(body mass index, BMI) $18\sim 28\text{ kg/m}^2$, ASA I~III 级, 术前心肺功能未见明显异常, 无困难气道、哮喘或慢性阻塞性肺疾病等; 预计气腹时间 $2\sim 4\text{ h}$; 肝肾功能未见明显异常。排除标准: 胸廓及脊柱畸形, 有精神疾病相关病史, 动静脉穿刺禁忌症, 对麻醉药物过敏, 手术过程中出现严重并发症(如大出血、气胸), 需中转开腹或终止手术, 最近 3 个月参与其他临床研究。

2.2. 麻醉方法

各组患者术前常规禁食、禁水, 未给予麻醉前用药。入室后监测心电图、脉搏血氧饱和度、体温、有创动脉压(Invasive blood pressure, IBP)以及脑电双频指数(bispectral index, BIS)。常规吸氧并开放外周静脉通路。麻醉方式选择静吸复合全身麻醉, 行标准化麻醉诱导与维持: 静注舒芬太尼 $0.4\text{ }\mu\text{g/kg}$, 丙泊酚 2 mg/kg , 苯磺酸顺阿曲库铵 0.15 mg/kg 用于诱导。患者预充氧(氧流量为 6 L/min , 吸入氧浓度为 1.0) 3 min 达肌肉松弛要求后, 行可视喉镜气管插管, 确认插管位置正确后胶布固定。使用 $1\%\sim 2\%$ 七氟烷, 静泵泵注丙泊酚 $2\sim 4\text{ mg/kg/h}$ 、注射用盐酸瑞芬太尼 $0.1\sim 0.4\text{ }\mu\text{g/kg/min}$, 苯磺酸顺阿曲库铵 $1\sim 2\text{ }\mu\text{g/kg/min}$ 。术中补液使用乳酸钠林格, 基础速度为 $6\sim 8\text{ mL/(kg}\cdot\text{h)}$ 。所有患者均采用压力控制容量保证通气模式(Pressure-controlled volume-guaranteed ventilation, PCV-VG), 设置潮气量(Tidal volume, VT) $6\sim 8\text{ mL/kg}$ (理想体重), $5\text{ cmH}_2\text{O}$ 呼气末正压(positive end-expiratory pressure, PEEP), 在插管后血流动力学水平稳定的情况下进行手法肺复张, 手法肺复张时气道压应维持在 $35\sim 40\text{ cmH}_2\text{O}$, 持续时间 $20\sim 40\text{ s}$ 。吸呼比(Inspiratory to expiratory ratio, I:E)为 1:2, A 组和 B 组吸入氧浓度分别为 50% 和 80%, 初始呼吸频率(respiratory rate, RR) 为 12 次/分, 根据呼气末二氧化碳分压(end-tidal carbon dioxide partial pressure, P_{ETCO_2})调整, 维持 P_{ETCO_2} 在 $35\sim 45\text{ mmHg}$ 之间, 维持 $P_{\text{peak}} < 30\text{ cmH}_2\text{O}$ 。术中在头低脚高位时保持组间手术床倾斜角度基本相同。术中依据 BIS 调节麻醉深度, 维持 BIS 值 $40\sim 60$ 之间。使用阿托品、艾司洛尔、麻黄碱和乌拉地尔维持心率及平均动脉压的波动幅度不超过基线的 20%。手术结束前 45 min 停用苯磺酸顺阿曲库铵, 手术结束前 30 min 停用七氟烷, 手术结束时停用丙泊酚和瑞芬太尼, 拔管送入麻醉恢复室(PACU), 达 PACU 出室标准(Steward 苏醒评分 > 4 分), 可转出 PACU 后送回病房。术后各组患者均给予静脉自控镇痛(Patient-controlled intravenous analgesia, PCIA), 配置方法: 舒芬太尼 $1.5\text{ }\mu\text{g/kg}$ + 酮铬酸氨丁三醇 120 mg + 托烷司琼 5 mg + 0.9% 生理盐水, 总量为 100 mL , 设置背景剂量 2 mL/h , 单次按压 0.5 mL 。若活动时 VAS 评分 ≥ 4 , 单次给予酮铬酸氨丁三醇 30 mg 补救, 一日剂量不超过 60 mg 。附: 男性理想体重 $\text{PBW} = 50 + 0.91(\text{身高 cm} - 152.4)$; 女性理想体重 $\text{PBW} = 45.5 + 0.91(\text{身高 cm} - 152.4)$ 。

2.3. 观察指标

在麻醉诱导前(T_0)、气管插管后 5 min 时(T_1)、Trendelenburg 体位后 60 min 时(T_2)、Trendelenburg 体位后 120 min 时(T_3)、拔管后 30 min 时(T_4)时间点分别检测各组患者的动脉血气指标: 动脉血氧分压(PaO_2)、动脉血二氧化碳分压(PaCO_2), 并计算氧合指数(Oxygenation index, $\text{OI} = \text{PaO}_2/\text{FiO}_2$)。观察及记录术后 1、2、7 天的肺部并发症的发生情况, 采用墨尔本团队提出的术后肺部并发症评分标准即墨尔本评分量表(MGS)评估, 符合以下 4 项及以上者即可诊断 PPCs: 胸部 X 线片提示肺不张或肺实变、无法解释的白细

胞计数 $> 11.2 \times 10^9/L$ 或术后给予抗生素(除常规术后抗生素外)、发热(口腔温度 $> 38^\circ C$)且肺外无病灶、痰液微生物学感染阳性迹象、产生化脓性痰液(黄色或绿色), 并与术前性质不同、室内空气环境下经皮血氧饱和度 $SpO_2 < 90\%$ 、主治医师诊断为肺炎或肺部感染、因呼吸系统疾病入住重症监护病房(ICU)或高依赖病房(HDU)。

2.4. 样本量计算与统计学处理

样本量计算采用 PASS 15.0 软件完成, 以术中动脉血氧分压(PaO_2)为主要观察指标, 基于预实验结果: A 组(吸入氧浓度 50%)、B 组(吸入氧浓度 80%)均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)分别为 244.18 ± 31.95 、 241.84 ± 36.25 , 设定显著性水平(α)为 0.05, 检验效能($1 - \beta$)为 0.80, 计算得出每组需纳入 27 例患者, 允许有 10% 脱落率, 最终确定每组样本量为 30 例, 两组共纳入 60 例患者。

应用 SPSS 25.0 统计学软件对数据进行统计分析, 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 t 检验; 分类变量以例数(百分比)[n (%)]表示, 采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法进行比较。检验水准 $\alpha = 0.05$ (双侧), $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 病例纳入情况

本研究共纳入 62 例, 其中两例患者因为术中 $P_{peak} > 30 \text{ cmH}_2\text{O}$ 被排除, 最终 60 例患者完成了研究并被纳入了分析。

3.2. 各组患者一般资料的比较

结果显示, 各组患者在性别、年龄、手术时间、气腹时间、术中输血量、术中出血量、术中尿量、住院时间等一般情况比较, 差异均无统计学意义($P > 0.05$, 表 1)。

Table 1. Comparison of baseline characteristics in the two groups

表 1. 两组患者一般情况的比较

| | A 组(30 例) | B 组(30 例) | P 值 |
|---------|----------------------|----------------------|-------|
| 年龄 | 71.03 ± 4.75 | 71.87 ± 5.37 | 0.527 |
| 性别(男/女) | 26/4 | 24/6 | 0.488 |
| 手术时间 | 245.67 ± 42.73 | 229.50 ± 29.20 | 0.092 |
| 气腹时间 | 216.33 ± 40.53 | 199.83 ± 28.54 | 0.073 |
| 术中输血量 | 2484.00 ± 575.24 | 2300.33 ± 485.25 | 0.187 |
| 术中出血量 | 163.67 ± 81.09 | 157.50 ± 92.50 | 0.785 |
| 术中尿量 | 401.67 ± 155.63 | 388.33 ± 148.37 | 0.735 |
| 住院时间 | 17.30 ± 4.16 | 15.50 ± 3.26 | 0.067 |

3.3. 各组不同时刻动脉血气参数的比较

两组患者各时间点的 $PaCO_2$ 均在正常范围, 组间比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。T₀ 时, 两组患者 PaO_2 、OI 比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。在 T₁~T₃ 时, B 组患者 PaO_2 明显高于 A 组患者, 差异有统计学意义($P < 0.05$), A 组患者 OI 明显高于 B 组患者, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。T₄ 时两组 PaO_2 均明显降低, 差异无统计学意义($P > 0.05$, 表 2)。

Table 2. Arterial blood gas analysis at different time points in two groups**表 2.** 两组患者不同时间点动脉血气参数

| | A 组(30 例) | B 组(30 例) | P 值 |
|-------------------------------|----------------|----------------|--------|
| 动脉血二氧化碳分压(PaCO ₂) | | | |
| T ₀ | 36.27 ± 3.75 | 37.90 ± 3.37 | 0.082 |
| T ₁ | 36.47 ± 3.27 | 37.36 ± 4.55 | 0.388 |
| T ₂ | 40.84 ± 4.34 | 39.48 ± 4.39 | 0.230 |
| T ₃ | 43.04 ± 3.63 | 42.33 ± 4.14 | 0.485 |
| T ₄ | 41.01 ± 2.31 | 41.67 ± 3.28 | 0.369 |
| 动脉血氧分压(PaO ₂) | | | |
| T ₀ | 80.73 ± 4.76 | 81.03 ± 4.86 | 0.810 |
| T ₁ | 185.10 ± 14.11 | 270.63 ± 15.71 | <0.001 |
| T ₂ | 218.63 ± 14.47 | 334.87 ± 15.10 | <0.001 |
| T ₃ | 223.63 ± 15.33 | 332.53 ± 19.34 | <0.001 |
| T ₄ | 83.93 ± 5.05 | 83.83 ± 3.66 | 0.930 |
| 氧合指数(OI) | | | |
| T ₀ | 384.44 ± 22.68 | 385.87 ± 23.14 | 0.810 |
| T ₁ | 370.20 ± 28.22 | 338.29 ± 19.63 | <0.001 |
| T ₂ | 437.27 ± 28.94 | 418.58 ± 18.87 | 0.004 |
| T ₃ | 447.27 ± 30.66 | 415.67 ± 24.18 | <0.001 |
| T ₄ | 399.68 ± 24.05 | 399.20 ± 17.42 | 0.930 |

3.4. 各组术后肺部并发症发生情况的比较

在术后第一天、术后第二天及术后第七天, 两组患者术后肺部并发症(PPCs)的发生情况, 差异均无统计学意义($P > 0.05$, 表 3)。

Table 3. Postoperative pulmonary complications at different time points in two groups**表 3.** 两组患者不同时间术后肺部并发症的发生情况

| | A 组(30 例) | B 组(30 例) | P 值 |
|---------------|-----------|-----------|-------|
| 术后肺部并发症(PPCs) | | | |
| 术后第一天 | 13 (43.3) | 14 (46.7) | 0.795 |
| 术后第二天 | 13 (43.3) | 14 (46.7) | 0.795 |
| 术后第七天 | 19 (63.3) | 17 (56.7) | 0.598 |

4. 讨论

随着手术微创技术的发展, 腹腔镜下膀胱癌根治术是治疗肌肉侵袭性膀胱癌的有效办法之一[9], 其术中所需的 Trendelenburg 体位及 CO₂ 气腹对气道压力和肺功能均有影响, 并在老年患者中更为常见。老年患者通常存在全身性疾病, 并且肺顺应性往往较差, 呼吸储备能力下降, 各机能调节能力下降, 术后

肺不张的发生率高于年轻患者, 术后肺部并发症的风险也会明显增加[10]。若术中机械通气无改善作用, 则会进一步加重上述风险, 严重影响患者预后[11]。许多研究已经确定了术后肺部并发症的发生与患者术中机械通气方式之间的强相关性, 呼吸机诱导的肺损伤被认为是与术后肺部并发症相关的最重要因素之一[12], 并且有大量证据支持这一假设[13]。此外, 有报道表明[14], 含 CO_2 的气腹可能导致不良的心肺影响, 包括心动过速、高血压和肺动力顺应性受损, 同时 Trendelenburg 体位会加剧这些影响。氧合指数是评估患者氧合功能的核心指标, 可直观反映肺的气体交换功能, 其数值降低提示氧合功能受损, 是判断急性呼吸窘迫综合征(Acute respiratory distress syndrome, ARDS)的重要标准之一[10]。已有研究探讨了不同吸入氧浓度对腹腔镜手术患者氧合功能的影响, 但多聚焦于妇科、胃肠外科等[15] [16]领域, 针对腹腔镜膀胱癌根治术老年患者的研究较少, 且研究结论存在争议。部分研究[17]认为, 高浓度氧吸入可提高患者 PaO_2 , 改善氧合功能, 但也有研究表明, 中等浓度氧吸入(50%左右)的氧合指数优于高浓度氧吸入, 且可减少肺损伤[18]。此外, 关于不同吸入氧浓度对腹腔镜膀胱癌根治术老年患者术后肺部并发症的影响, 目前相关研究仍较为匮乏, 尚未明确中等浓度氧与高浓度氧吸入对术后肺部并发症的影响差异。本研究针对膀胱癌老年患者生理特点, 采用 60 例随机对照设计, 对比 50%与 80% FiO_2 的临床效果, 从氧合功能、临床结局两个维度全面评估, 结果更具针对性和可靠性。本研究中, 两组患者术中 PaO_2 均维持在 90 mmHg 以上, 无明显缺氧表现, 说明 50% FiO_2 即可满足老年腹腔镜膀胱癌根治术患者的氧供需求, 与段伟琴等[7]的研究结果一致。而 OI 作为评估肺换气功能的重要指标, A 组显著高于 B 组, 提示 50% FiO_2 下肺氧合效率更高。这可能是因为高浓度氧(80%)抑制了缺氧性肺血管收缩机制, 导致通气/血流比例失调, 虽然 PaO_2 绝对值较高, 但氧合指数反而降低。PPCs 是老年腹腔镜手术患者术后常见并发症, 包括肺不张、肺炎、呼吸衰竭等, 其发生率直接影响患者住院时间与预后。本研究采用墨尔本团队提出的术后肺部并发症评分标准即墨尔本评分量表(MGS)进行评估, 结果显示, 在术后 1、2、7 天, 分别比较两组患者术后肺部并发症的发生情况, 差异均无统计学意义($P > 0.05$), 未发现不同吸入氧浓度可有效降低腹腔镜膀胱癌根治术老年患者 PPCs 发生率。本研究中两组均未发生严重 PPCs (如呼吸衰竭), 可能与样本量、纳入标准控制有关。本研究排除了合并严重慢性阻塞性肺疾病、心力衰竭等基础疾病的患者, 而此类患者是 PPCs 的高危人群。王娟等[8]在腹腔镜结肠癌根治术患者中发现, 30% FiO_2 虽未降低 PPCs 发生率, 但可减轻并发症严重程度。老年患者因肺功能减退、抗氧化能力下降, 对高浓度氧的耐受性更差, 术中氧浓度管理需兼顾氧供与肺保护[19]。传统观点认为高浓度氧可降低手术部位感染风险, 但最新研究指出[20], 除非有特殊适应证, 术中无须常规使用高浓度氧($\text{FiO}_2 > 80\%$)。本研究结果支持这一观点, 50% FiO_2 即可满足老年腹腔镜膀胱癌根治术患者的氧需求, 且肺保护效果更优。此外, 本研究中两组均采用 PCV-VG 通气模式联合 5 cmH₂O PEEP, 该模式可根据肺顺应性自动调整气道压力, 保证潮气量稳定, 同时 PEEP 可防止肺泡塌陷, 改善氧合, 与适宜的 FiO_2 联合应用, 可进一步优化呼吸功能保护效果。

此外, 本研究也存在着一些局限性: 首先该研究未发现不同吸入氧浓度能够降低术后肺部并发症的发生率, 这可能与本研究纳入的多为无肺部疾病患者或本研究样本量较少有关, 也可能是不同吸入氧浓度相对作用时间不够长, 未能对患者预后造成明显影响。其次, 研究为单中心、小样本研究, 可能存在选择偏倚。

综上所述, 在这项对接受腹腔镜下膀胱癌根治术手术患者的随机试验中, 采用 50%吸入氧浓度联合 PCV-VG 通气模式, 可在保证充足氧供的基础上, 有效改善氧合功能, 临床效果优于 80%高浓度氧吸入方案, 但并没有降低肺部并发症的发生率, 缩短住院时间。因此, 50% FiO_2 可作为术前肺功能相对良好的老年腹腔镜膀胱癌根治术患者术中首选的氧浓度设置, 为临床麻醉管理提供参考。

声明

本研究获得内蒙古自治区人民医院伦理委员会批准(SC-07/02KT2024106Y)。

参考文献

- [1] Bray, F., Laversanne, M., Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R.L., Soerjomataram, I., *et al.* (2024) Global Cancer Statistics 2022: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, **74**, 229-263. <https://doi.org/10.3322/caac.21834>
- [2] Dyrskjöt, L., Hansel, D.E., Efstathiou, J.A., Knowles, M.A., Galsky, M.D., Teoh, J., *et al.* (2023) Bladder Cancer. *Nature Reviews Disease Primers*, **9**, Article No. 58. <https://doi.org/10.1038/s41572-023-00468-9>
- [3] Guo, L., Zhang, T., Liang, T., Chen, J. and Gao, H. (2024) Laparoscopic Radical Cystectomy with Ileal Orthotopic Neobladder for Bladder Cancer: Current Indications and Outcomes. *Urologia Internationalis*, **108**, 242-253. <https://doi.org/10.1159/000535032>
- [4] 孙梓涵, 方蕾雯, 姚婕, 等. 老年性呼吸功能衰弱机制及康复研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2025, 40(7): 1096-1101.
- [5] Ruan, Z., Li, D., Huang, D., Liang, M., Xu, Y., Qiu, Z., *et al.* (2023) Relationship between an Ageing Measure and Chronic Obstructive Pulmonary Disease, Lung Function: A Cross-Sectional Study of NHANES, 2007-2010. *BMJ Open*, **13**, e076746. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-076746>
- [6] Ferrando-Ortolá, C. (2025) Postoperative Pulmonary Complications in Emergency Abdominal Surgery. A Prospective International Cohort Study. *Aesthesia, Critical Care & Pain Medicine*, **44**, Article 101560.
- [7] 段伟琴, 白香花, 马敏, 等. 不同吸入氧浓度联合 PCV-VG 模式对行腹腔镜膀胱癌根治术的老年患者氧合及肺损伤的影响[J]. 现代生物医学进展, 2024, 24(3): 527-531+546.
- [8] 王娟, 曹小飞, 祁涛. 不同吸入氧浓度对行腹腔镜下结肠癌根治术老年病人术后肺部并发症的影响[J]. 实用老年医学, 2022, 36(1): 69-72.
- [9] Likhvantsev, V.V., Landoni, G., Berikashvili, L.B., Polyakov, P.A., Ya. Yadgarov, M., Ryzhkov, P.V., *et al.* (2025) Hemodynamic Impact of the Trendelenburg Position: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, **39**, 256-265. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2024.10.001>
- [10] Beitler, J.R., Malhotra, A. and Thompson, B.T. (2016) Ventilator-Induced Lung Injury. *Clinics in Chest Medicine*, **37**, 633-646. <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2016.07.004>
- [11] Mowery, N.T., Terzian, W.T.H. and Nelson, A.C. (2020) Acute Lung Injury. *Current Problems in Surgery*, **57**, Article 100777. <https://doi.org/10.1016/j.cpsurg.2020.100777>
- [12] 刘宇锋, 赵智慧. 围术期吸入氧浓度对肺损伤的影响[J]. 内蒙古医学杂志, 2022, 54(11): 1363-1365+1368.
- [13] Madahar, P. and Beitler, J.R. (2020) Emerging Concepts in Ventilation-Induced Lung Injury. *F1000 Research*, **9**, Article 222. <https://doi.org/10.12688/f1000research.20576.1>
- [14] Wen, C., Qi, Y., Xiang, Y., Pang, Q., Xiao, J. and An, R. (2025) Effect of Pressure-Controlled Ventilation and Volume-Controlled Ventilation for Laparoscopic Surgery in the Trendelenburg Position: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Perioperative Medicine*, **14**, Article No. 56. <https://doi.org/10.1186/s13741-025-00540-w>
- [15] 刘秋荣, 张倩, 陈本法, 等. 全身麻醉诱导后不同吸入氧浓度对妇科恶性肿瘤腹腔镜手术患者肺氧合功能及 VTE 的影响[J]. 中国医学创新, 2026, 23(4): 17-21.
- [16] 刘宇锋, 赵智慧. 不同吸入氧浓度对腹腔镜结肠癌根治术老年患者氧合的影响[J]. 内蒙古医学杂志, 2023, 55(1): 18-20+4.
- [17] Beitler, J.R., Sarge, T., Banner-Goodspeed, V.M., Gong, M.N., Cook, D., Novack, V., *et al.* (2019) Effect of Titrating Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) with an Esophageal Pressure-guided Strategy vs an Empirical High PEEP-Fio₂ Strategy on Death and Days Free from Mechanical Ventilation among Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Clinical Trial. *Journal of the American Medical Association*, **321**, 846-857. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.0555>
- [18] 王晶, 赵智慧. 不同吸入氧浓度对机体及术后并发症的影响[J]. 内蒙古医学杂志, 2022, 54(10): 1213-1215.
- [19] 杨涛, 张蕾. 老年患者腹腔镜手术围术期肺保护性通气策略的研究进展[J]. 中国微创外科杂志, 2025, 25(11): 680-684.
- [20] Feiner, J.R. and Weiskopf, R.B. (2017) Evaluating Pulmonary Function: An Assessment of PaO₂/FiO₂. *Critical Care Medicine*, **45**, e40-e48. <https://doi.org/10.1097/ccm.0000000000002017>