

老年患者围手术期肺保护策略应用专家指导意见

江苏省老年医学学会麻醉学分会 老年患者围手术期肺保护策略应用专家指导意见编写组

[中图分类号] R 619

[文献标志码] A

doi:10.3969/j.issn.1003-9198.2026.02.022

术后肺部并发症(PPCs)是外科医生和麻醉医生围手术期尤为关注的常见并发症。老年患者由于其生理功能衰退和器官储备能力降低,PPCs的风险显著高于其他人群^[1],其在老年(≥ 60 岁)人群中的发生率显著增高。研究显示,仅PPCs在各类手术中的总体发生率已超过10%^[2]。由于生理功能衰退及器官储备能力下降,老年患者发生PPCs的风险显著高于其他年龄段人群^[1]。更为重要的是,PPCs的发生与患者的不良预后直接相关,具体表现为ICU转入率增加12.5倍,同时伴随死亡率上升、医疗资源消耗增加、住院时间延长以及患者满意度降低。目前老年患者围手术期肺保护策略尚未形成统一规范,为此,江苏省老年医学学会麻醉学分会牵头组织了相关临床经验丰富的专家,基于目前已有的临床证据,系统回顾国内外相关研究文献并结合临床实践,遴选出老年患者围手术期肺保护领域中重点解决关注的9个关键问题,并据此制定《老年患者围手术期肺保护策略应用专家指导意见(2025)》。该专家指导意见旨在降低PPCs发生率,进而改善老年患者的手术预后。

问题1:老年患者易发生PPCs的病理生理机制有哪些?

专家意见1:老年患者发生PPCs的病理生理基础

是多因素共同作用的结果,其核心在于与年龄相关的器官功能储备下降(生理性衰老)与共病负担在手术创伤、麻醉、疼痛等多重应激下被显著加剧。

1.1 呼吸系统结构与功能的增龄性改变

1.1.1 肺弹性回缩力减退与胸壁顺应性下降^[3]:

(1)肺实质层面:肺泡间隔弹性纤维降解、减少,导致肺弹性回缩力下降,小气道在呼气相更容易塌陷,闭合容量(CC)增加;(2)胸壁层面:胸椎后凸、肋软骨钙化、呼吸肌(尤其是膈肌)萎缩及脂肪浸润,导致胸壁僵硬,顺应性显著降低。上述变化共同导致老年患者功能残气量(FRC)增加,肺活量(VC)和深吸气量减少。术中麻醉和术后仰卧位可显著降低FRC,当FRC低于CC时,即发生小气道闭合和吸收性肺不张,此为PPCs最为常见的病理基础。

1.1.2 通气与血流灌注(V/Q)匹配失调^[4]:肺底部小气道过早闭合导致该区域血流灌注良好而通气不足(低V/Q比值),形成生理性分流。此外,心输出量分布改变及肺毛细血管床变化亦影响血流分布。V/Q失调导致低氧血症,而年龄相关的肺泡表面积减少也削弱了气体交换效率。

1.1.3 防御机制与清除能力削弱:(1)气道纤毛功能:气道黏膜纤毛清除效率随年龄增长而下降;(2)咳嗽机制:呼吸肌力减弱、肺弹性支撑不足导致最大呼气流速和咳嗽峰值流速下降,有效咳嗽能力减弱;(3)免疫衰老:肺泡巨噬细胞吞噬功能、中性粒细胞趋化性和

T 细胞免疫功能下降,导致对病原体的识别和清除能力降低。上述因素致使分泌物和异物滞留风险增加,极易引发术后肺炎。

1.2 神经系统调节功能衰退

1.2.1 对低氧和高碳酸血症的反应性钝化:中枢和外周化学感受器对 PaO_2 下降和 PaCO_2 升高的敏感性显著降低。在麻醉剂、阿片类镇痛药等具有呼吸抑制作用的药物影响下,老年患者更易出现中枢性呼吸抑制和术后低通气,甚至发生呼吸暂停。

1.2.2 吞咽与气道保护反射减弱:喉部感觉减退,咳嗽和吞咽反射协调性受损,导致误吸风险显著增加,尤其是在镇静、镇痛状态或合并脑卒中、神经退行性疾病时。

1.3 心血管系统的共病与改变 老年患者常合并冠状动脉疾病、心力衰竭和高血压,导致左心室舒张功能不全、肺静脉压升高,肺间质液体渗出增多。在术中液体负荷过重、应激反应等情况下,极易发生术后肺水肿,加重低氧血症。

1.4 手术与麻醉的叠加打击 呼吸、神经及心血管系统因衰老产生的病理生理改变,与手术麻醉的应激反应相互作用、层层叠加,致使老年患者易发生 PPCs。

1.4.1 麻醉药物:几乎所有麻醉药和镇静药均会抑制呼吸驱动,损害呼吸肌功能,并削弱气道保护反射。

1.4.2 手术部位与时长:胸腔和上腹部手术对膈肌和胸廓的损伤最为显著,导致严重的限制性通气功能障碍。手术时间越长,暴露于上述风险的时间也相应增加。

1.4.3 疼痛:术后疼痛,尤其是胸腹部切口痛,迫使患者采取浅快呼吸模式,抑制深呼吸和有效咳嗽,进一步加剧肺不张。

1.4.4 机械通气:呼吸机所致肺损伤在衰老肺组织中更易发生。

问题 2:术前如何评估老年患者发生 PPCs 的风险因素,识别高危患者?

专家意见 2:老年患者 PPCs 的评估强调采用“患者因素+手术/麻醉因素+功能评估”的综合评估策略,并辅以风险量表与客观测量[如步行能力、肌少症/衰弱、阻塞性睡眠呼吸暂停综合征(OSAS)筛查]。

2.1 PPCs 风险识别

2.1.1 患者因素:既往肺部疾病(如 COPD、支气管哮喘或间质性肺病)、近期呼吸道感染或急性加重;OSAS;静息状态下 $\text{SpO}_2 < 95\%$ 或动脉氧合功能差;吸烟史;营养不良或低白蛋白血症;贫血;糖尿病病史;合

并心力衰竭或肺动脉高压;衰弱与肌少症^[5-6]。

2.1.2 手术与麻醉因素:术中失血量较大或需大量输血的手术、上腹部或胸外科手术、手术时间过长、急诊手术、术后镇痛与镇静策略可能抑制呼吸驱动等因素^[7],均会增加 PPCs 发生风险。

2.2 PPCs 风险识别与评估工具

2.2.1 肺功能检查:对于非胸外科手术患者,不建议常规进行肺功能筛查,但患者存在疑似或已知肺部疾病,且拟接受高风险手术时,则建议选择选择性进行肺功能检查与肺弥散功能(DLCO)评估。

2.2.2 心肺运动试验(CPET):适用于拟行复杂或高危手术,或合并心肺基础疾病患者的补充性评估[例如峰值摄氧量($\text{VO}_{2\text{peak}}$)降低提示全身功能储备不足]。

2.2.3 加泰罗尼亚外科患者呼吸风险评估表(ARISCAT):ARISCAT 可在术前快速量化 PPCs 风险,并在多个队列研究(包括老年患者)中显示出良好的实用性^[8]。需注意其对于心脏外科手术人群的预测能力有限。

2.2.4 睡眠呼吸暂停初筛量表(STOP-Bang):对于合并嗜睡或可疑夜间低氧史的患者,建议使用 STOP-Bang 进一步评估,该量表能有效识别 OSAS^[9]。STOP-Bang 评分 ≥ 3 分提示存在中至高度 OSAS 风险。

2.2.5 衰弱/肌少症:《FRAIL 问卷量表》《Fried 衰弱表型评估标准》及《临床衰弱量表(CFS)》可用于评估患者衰弱状态;影像学检查显示肌肉横截面积减少或握力下降提示肌少症。衰弱及肌少症均与 PPCs 风险升高相关^[10]。

2.2.6 体能与呼吸肌功能评估:6 分钟步行距离(6MWD)显著低于年龄匹配参考值,结合最大吸气压(MIP)降低,提示可能存在呼吸肌储备不足。

2.3 PPCs 风险识别与评估路径 (1)步骤 A(门诊或术前 1~3 d):详细询问病史并分析基础疾病状况,应用风险识别与评估工具进行量化评估。(2)步骤 B(高危患者识别与进一步干预措施):①高危患者特征:6MWD 显著降低;存在低白蛋白或显著体质量下降;既往有中重度肺病或肺部疾病急性加重史; $\text{SpO}_2 < 95\%$ 、ARISCAT 评分 ≥ 45 分、CFS 评分 ≥ 5 分、STOP-Bang 评分 ≥ 5 分;拟行上腹部或胸外科手术,或预计手术时间 > 3 h。②针对高危者的措施:选择性加做肺功能检查/DLCO 评估、动脉血气分析、胸部影像学复查,必要时行 CPET;由麻醉科、外科及康复科联合制定术前优化计划。③步骤 C(沟通与记录):将各项量表评

分、关键临床变量及最终风险评估等级(高危/中危/低危)明确记录于术前评估单,并据此实施个体化围手术期肺保护策略。

问题 3:术前采取哪些干预措施能够有效降低老年患者 PPCs?

专家意见 3:通过“卫生-戒烟-训练-药物-监测”的五环闭环管理策略,快速纠正可逆性危险因素,强化气道保护,从而降低老年患者 PPCs 的发生率。

3.1 卫生干预

3.1.1 氯己定漱口^[11]:一项 meta 分析显示,术前使用 0.12% 氯己定漱口口水可显著减少口咽部细菌定植,降低气管插管尖端菌落数,尤其对于口腔衰弱老年患者效果更明显。氯己定作为广谱抗菌剂,其化学活性可维持 6 h,有助于减少牙菌斑和牙龈炎的产生。

3.1.2 刷牙护理:术前 1 周规律刷牙,可使术后肺炎发生率从 32% 降至 9%^[12]。

3.2 戒烟与气道准备

3.2.1 戒烟:术前戒烟 ≥ 4 周可显著降低 PPCs 风险。戒烟时间每增加 1 周,PPCs 风险可降低 19%;戒烟时间 ≥ 4 周时,风险降低幅度可达 23%。对于无法达到 4 周戒烟时限者,应立即戒烟^[13]。

3.2.2 控制肺部基础疾病:(1)COPD 患者:术前 1 周实施吸入性糖皮质激素/长效 β_2 受体激动剂/长效抗胆碱能药物(ICS/LABA/LAMA)三联疗法(如布地奈德/福莫特罗+噻托溴铵),被证实能显著降低术后气道痉挛及痰液潴留的发生率。(2)哮喘或气道高反应性患者:术前 5~7 d 开始应用 ICS+LABA,必要时加口服泼尼松 $[0.5 \text{ mg}/(\text{kg} \cdot \text{d})]$,持续 3~5 d^[14]。

3.2.3 气道分泌物管理:痰量过多者,术前 3 d 起给予口服或雾化黏液溶解剂(如氨溴索、乙酰半胱氨酸)。合并致病性定植菌者,应根据药敏结果,术前预防性使用抗生素 3~5 d。

3.3 短期综合肺康复

3.3.1 模式:采用物理干预联合药物治疗模式。物理干预包括吸气肌训练(IMT)(每日 2 次,每次 15 min)、深呼吸操及有效咳嗽训练,药物治疗即应用上述支气管扩张剂与糖皮质激素^[15]。

3.3.2 时间:择期手术患者需至少进行 1 周肺康复训练;急诊手术患者亦应在等待检查、备血或禁食期间完成床上呼吸操及 IMT。即使仅实施 2~3 d,综合肺康复亦可提高呼气峰流速(PEF) $\geq 50 \text{ L}/\text{min}$,缩短患者住院时间 2.4 d。

3.3.3 监测:以 PEF $\geq 300 \text{ L}/\text{min}$ 或较基线值提升

20% 作为达标标准。未达标者术后应直接转入 ICU,并实施经鼻高流量氧疗(HFNC)过渡^[16]。

3.4 营养与代谢优化 术前应维持血清白蛋白 $\geq 35 \text{ g/L}$,Hb $\geq 110 \text{ g/L}$ 。低蛋白血症者:术前 3~5 d 给予口服高蛋白配方 $[1.5 \text{ g}/(\text{kg} \cdot \text{d})]$ 或静脉输注白蛋白 20 g/d ^[16]。贫血患者:依据指南给予铁剂、促红细胞生成素(EPO)或输注 RBC^[17]。术前应将血糖水平控制在 6~10 mmol/L,并纠正低钾血症、低镁血症,以减少术后心律失常及呼吸肌无力风险。

3.5 麻醉前气道保护

3.5.1 体位与预氧合:诱导前取 30° 头高位,使用 HFNC $[30 \sim 60 \text{ L}/\text{min}]$,吸入氧浓度(FiO_2)100%进行预氧合 3~5 min,可延长呼吸暂停安全时间窗^[18]。

3.5.2 饱胃与反流处理:所有急诊老年患者均应按饱胃状态处理。建议麻醉前静脉注射 H_2 受体拮抗剂(如雷尼替丁),并联合应用甲氧氯普胺。必要时放置鼻胃管持续引流。

3.5.3 胃超声评估:在手术室麻醉前气道保护流程中,胃部超声技术已从“可选技能”快速演变为“核心安全步骤”。2023 年以来,该技术已被纳入多家国际指南,作为不确定禁食史患者的 I b 级推荐证据。胃部超声技术能够在围手术期快速完成饱胃风险评估,其敏感度达到 100%,阴性似然比接近 0,意味着如果超声检查未发现胃内液体,可以基本排除饱胃风险。

问题 4:老年患者全身麻醉过程中,如何实施肺保护性通气策略?

专家意见 4:肺保护性通气策略作为围手术期呼吸管理的核心组成部分,通过实施小潮气量(VT)通气(6~8 mL/kg 理想体质量)、个体化呼气末正压(PEEP)滴定(通过驱动压法、最佳肺顺应性法等)、控制 FiO_2 和肺复张的综合策略,可有效改善老年患者术中氧合,减轻机械通气相关肺损伤,降低 PPCs 发生率。

4.1 小 VT 的设置 小 VT 通气是肺保护性通气策略的核心措施。针对老年患者,推荐基于理想体质量(非实际体质量)计算 VT,设定范围为 6~8 mL/kg^[19]。需注意的是,实施小 VT 通气时需同步控制气道平台压,并允许存在高碳酸血症。

4.2 PEEP 滴定 PEEP 滴定是围手术期肺保护性通气策略的重要组成部分,其目标是通过个体化方法优化氧合状态,同时最大限度降低对血流动力学的不良影响。临床常用滴定方法包括基于氧合指标、静态顺应性变化趋势及固定高 PEEP 水平等策略。尽管各类

方法存在差异,其共同目标均为确定能够最大化氧合改善、最小化肺不张与过度扩张的 PEEP。

机械通气中,最佳 PEEP 值的设定需综合考虑维持呼气末肺泡稳定性、改善氧合功能、减轻呼吸机相关

肺损伤等要素,并根据患者个体差异进行动态调整,以实现最佳气体交换效率与最小循环干扰。目前临床常用的最佳 PEEP 滴定方法见表 1。

表 1 PEEP 滴定方法
Table 1 PEEP titration method

方法	原理及具体操作	注意事项	优缺点
驱动压导向法 ^[20]	驱动压(平台压-PEEP);PEEP 从低到高(4~16 cmH ₂ O)依次递增,选择最低驱动压对应的 PEEP	需结合氧合和血流动力学	优点:与患者预后相关性强; 缺点:不能区分肺不张与过度膨胀
肺动态顺应性(Cdyn)导向法 ^[21]	逐步增加或减少 PEEP,选择 Cdyn 最大值对应的 PEEP	需在肌肉松弛条件下进行	优点:实时,操作简便; 缺点:可能出现多个峰值
电阻抗断层成像(EIT)法 ^[22]	通过 EIT 选择使肺通气分布最均匀、肺泡塌陷和过度扩张区域均最小的 PEEP	设备昂贵,需专门技术和培训	优点:实时,可视化监测; 缺点:设备成本高,操作需要学习曲线
肺超声指导法 ^[23]	采用肺超声评分(LUS),选择使 LUS 最低的 PEEP	结果解读具有一定的主观性	优点:无创,设备普及率高; 缺点:半定量,操作者依赖性强
压力容积(P-V)曲线法 ^[24]	绘制完整的 P-V 曲线,将 PEEP 设置在低位拐点(LIP)上方 1~2 cmH ₂ O	LIP 有时不明显或不存在	优点:理论上能反映肺复张的起始压力; 缺点:操作复杂,耗时,存在主观性
跨肺压测量法 ^[25]	放置食管球囊导管测量食管压,计算跨肺压(气道压-食管压)。滴定 PEEP 使呼气末跨肺压维持在 0~10 cmH ₂ O	食管球囊放置位置需准确	优点:考虑了胸壁力学,更精确; 缺点:有创操作,技术复杂

PEEP 滴定建议:(1)应在有效的肺复张操作后进行;(2)滴定过程中需密切监测血流动力学变化;(3)麻醉医生需根据所在医院的设备条件、患者个体情况及自身临床经验,选择适宜的 PEEP 滴定方法。

4.3 FiO₂ 的调控 FiO₂ 过高可导致吸收性肺泡萎陷,增加肺部并发症风险。基于现有证据建议,在维持充分氧合的前提下,机械通气过程中及肺复张后应避免纯氧通气及非必要的高 FiO₂。FiO₂ 可调整至<0.4,并尽可能降至最低水平。对于老年患者,当需改善氧合时,应优先考虑优化 PEEP 水平及实施肺复张,而非单纯提高 FiO₂。

4.4 肺复张 肺复张操作是指在 20~30 s 内维持 40 cmH₂O 的吸气压力进行吸气,使肺部暂时充分膨胀,该技术被用于麻醉诱导后预防和逆转肺不张。但其作用维持时间仅约 40 min,需通过重复执行肺复张操作以维持效果。肺复张具体操作细节可参考专家意见 5。

问题 5:老年患者手术过程中,如何有效实施肺复张,且避免肺复张过程中的相关并发症?

专家意见 5:肺复张是通过增加跨肺压促进肺泡复张以改善氧合的治疗策略,常需个体化实施。为实现有效的个体化肺复张,需准确评估肺萎陷程度。临床评估指标主要包括呼吸力学指标、氧合参数、肺通气效率及影像学改变。手术患者可考虑采用多模式无创策略进行个体化肺复张评估。

5.1 肺复张操作技术

5.1.1 控制性肺膨胀法:通过施加恒定的气道正压实现肺泡复张。操作压力通常为 35~40 cmH₂O(肥胖患者为 40~50 cmH₂O),维持时间为 20~40 s。操作前需进行预充氧(FiO₂ 为 0.8~1.0),在压力控制通气模式下缓慢调升至目标压力,并实时监测血流动力学变化,随后逐步降低压力。该技术操作简便,但易诱发血流动力学波动,适用于血容量充足、循环功能稳定的老年患者。

5.1.2 压力控制法:压控模式下实施。参数设置:驱动压为 15~20 cmH₂O,PEEP 为 10~15 cmH₂O,呼吸频率为 10~12 次/min,吸呼比(I:E)为 1:1~1:2,持续 1~2 min。操作需从低平台压(5~10 cmH₂O)起始,并

密切监测 VT 与肺顺应性变化。该技术尤其适用于肥胖或接受腹腔镜手术的老年患者,可有效抵消气腹及特殊体位导致的膈肌上抬效应。

5.1.3 压力控制-递增式呼气末正压通气法(PCV-PEEP 滴定法):压控模式下,保持驱动压恒定,每 30 s 将 PEEP 递增 5 cmH₂O,直达成 15~20 cmH₂O(老年患者不超过 20 cmH₂O),维持 30 s 后恢复初始参数。初始驱动压设为 12~15 cmH₂O,PEEP 需缓慢递增,全程密切监测血压及心率变化。此方案对血流动力学影响小,适用于循环不稳定的老年患者,可减少动脉压下降幅度达 15%~20%^[20]。

5.1.4 容量控制法:容控模式下,按理想体质量以 6~8 mL/kg 起始 VT,每 3~6 次呼吸递增 4 mL/kg,直至平台压达到 30~35 cmH₂O(老年患者不宜超过 35 cmH₂O),维持 3~4 个呼吸周期后逐步回调参数。此法适用于肺顺应性未显著降低的老年患者,实施期间需持续监测气道压力变化。

5.1.5 个体化肺开放策略(iOLA):一种旨在最大限度减少肺塌陷的保护性通气策略,分两个阶段实施:首先通过肺复张操作开放塌陷肺泡,随后个体化 PEEP 维持肺泡开放状态。个体化 PEEP 采用递减法滴定,复张后立即执行,测定肺闭合压力(肺泡开始再塌陷的临界压力值)。初始 PEEP 常为 16 cmH₂O(肥胖患者或腹腔镜手术者可从 18~20 cmH₂O 开始),随后以每 2 cmH₂O 梯度递减,每级压力维持 15~30 s,直至检测到肺闭合压力。该策略有助于恢复肺功能并降低肺泡过度扩张风险^[26]。

5.2 肺复张相关并发症的预防与处理

5.2.1 血流动力学波动:操作前应优化容量状态,必要时预先输注晶体液 200~300 mL;心功能不全者可预先使用血管活性药物;采用缓慢递增 PEEP 策略,避免压力骤变;持续监测有创动脉血压,当平均动脉压(MAP)较基础值下降>20%时,应暂停操作或降低压力水平^[27]。

5.2.2 气压伤:限制平台压<30~35 cmH₂O,驱动压<15 cmH₂O;合并肺大疱或肺气肿患者,平台压应降至 25~30 cmH₂O,维持 10~15 s;避免反复操作,每次手术实施肺复张 2~4 次即可。需警惕皮下气肿、气道压骤降等气压伤临床表现。

5.2.3 低氧及高碳酸血症:持续监测 SpO₂、气道压力及 P-V 环;定期行血气分析,维持 PaCO₂ 于 45~55 mmHg 及 pH>7.20(允许性高碳酸血症);关注氧合指数与肺顺应性变化,有效复张后 PaO₂ 应上升 50~100

mmHg^[28]。

5.2.4 复张性肺水肿:密切监测 SpO₂ 及血流动力学改变,及时行肺部听诊,必要时借助影像学检查明确诊断;对既往存在肺萎陷病史(如气胸、大量胸腔积液等)的患者应重点监测;避免快速肺复张,最大限度降低呼吸功并保障肺泡复张。

5.2.5 特殊合并症的处理:合并冠心病患者,肺复张操作可能诱发心肌缺血。术前应纠正贫血及低血钙,维持心率收缩压乘积(RPP)<12 000,同步监测心电图 ST 段变化,出现心肌缺血表现应立即停止操作。颅内压增高患者应避免实施肺复张或在极低压力参数(<20 cmH₂O)下谨慎操作。

肺复张的有效性可通过多种评估方法确认,包括呼气末肺容积的增加、肺顺应性的改善以及氧合水平的提升。有效性判定常基于氧合指标的改善^[29]:FiO₂ 为 1.0 时,PaO₂/FiO₂>400 mmHg;或 FiO₂ 为 0.21 时,SpO₂≥97%(提示肺内分流率<10%)。老年患者术中实施肺复张需谨慎,建议采用低压力参数、缓慢递增策略。

问题 6:老年患者手术过程中,需要进行哪些呼吸动力学监测?其监测指标具有哪些临床意义?

专家意见 6:呼吸动力学监测通过对压力、容积和流量等参数的实时监测评价患者呼吸功能状态,其相关参数的推导计算对于保障老年患者围手术期肺保护策略的实施至关重要。

6.1 压力指标

6.1.1 气道峰压(P_{peak}):指机械通气吸气相气道内达到的最高压力值,反映克服气道阻力(RAW)与肺弹性阻力所需的总压力。该值过高将显著增加术中气压伤风险。

6.1.2 吸气末平台压(P_{plat}):指吸气末屏气(气流为零)时的气道压力,主要反映肺组织的弹性阻力。该值过高提示肺泡存在过度膨胀的风险。

6.1.3 PEEP:指呼吸周期结束(即呼气末)时残存于气道/肺泡内的正压,包括外源性设置 PEEP 以及内源性 PEEP(PEEP_i)。适当的 PEEP 水平有助于防止肺泡塌陷、增加 FRC。过高的 PEEP 则可能损害肺顺应性,甚至压迫心脏及大血管,导致老年患者心输出量降低。

6.1.4 气道闭合压(P_{0.1}):指在吸气动作起始前 0.1 s 阻断气道所测得的压力变化值,反映患者呼吸中枢驱动程度。由于吸气活动受大脑皮质意识与脑干呼吸中枢兴奋性的双重调控,该值可有效反映脑干呼吸

中枢的兴奋状态。

6.2 流量及容量指标

6.2.1 VT:代表平静呼吸时每次吸入或呼出的气体容积。老年人因肺组织弹性减退及肺泡数量减少,其 VT 通常显著低于青壮年群体。

6.2.2 VC:指最大吸气后所能呼出的最大气体容积,由 VT、补吸气量与补呼气量 3 个部分构成,是评估肺通气储备能力的重要指标。

6.2.3 流量-容积(F-V)环图:X 轴上方曲线代表吸气相,下方代表呼气相。合并阻塞性疾病的老年患者,其 PEF 降低,呼气曲线呈现内凹形态。若存在气体滞留,可观察到呼气相曲线未能返回基线。

6.2.4 P-V 环图:代表压力与容积之间的关系,其曲线斜率反映呼吸系统顺应性,而曲线所围面积则代表滞后现象。滞后现象与术中气道陷闭及肺泡气-液平面表面张力密切相关。

6.3 阻力指标 机械通气过程中的主要阻力有 RAW 和弹性阻力。

6.3.1 RAW:指的是气流通过气道时遇到的摩擦阻力,其数值与 P_{peak}、P_{plat} 及吸气流速相关。RAW 值升高常见于哮喘、COPD 等病理状态。

6.3.2 弹性阻力:弹性阻力源于肺组织和胸壁的弹性回缩力。在气体量恒定时,弹性阻力随肺组织僵硬程度(如肺纤维化)或胸壁/膈肌活动受限程度的加重而增大。弹性阻力等于顺应性的倒数,故弹性阻力越大,顺应性越小。

6.3.3 C_{dyn}:指呼吸周期中气流未阻断状态下测得的肺顺应性,受胸肺弹性阻力及 RAW 共同影响。其计算公式为: $C_{dyn} = VT / (P_{peak} - PEEP)$ 。若 C_{dyn} 随呼吸频率增加而降低,则称为频率依赖性顺应性。小气道阻塞患者常表现为频率依赖性顺应性。

6.3.4 静态肺顺应性(C_{st}):指气流停止状态下测得的顺应性,仅反映肺组织本身的弹性特性。其计算公式为: $C_{st} = VT / (P_{plat} - PEEP)$ 。术中应根据顺应性监测值及时调整机械通气参数,以避免气压伤或肺泡过度扩张。

问题 7:老年患者围手术期液体管理对肺保护有何影响?

专家意见 7:老年患者实施合理的围手术期液体管理策略对肺保护具有关键意义。

7.1 液体管理策略 围手术期液体管理策略主要分为 3 类:开放性液体疗法、限制性液体疗法及目标导向液体治疗(GDFT)。

7.1.1 开放性液体疗法:开放性液体疗法基于 1961 年 Shires 提出的“第三间隙理论”,该理论认为手术创伤可导致功能性细胞外液转移至组织间隙,从而造成有效循环血容量减少。因此,该策略主张围手术期大量补液以维持组织灌注与氧供。然而,开放性补液对老年患者可能产生以下不利影响:中心静脉压(CVP)升高可增加肾包膜下压力,进而减少肾血流量及肾小球滤过率,诱发肾实质水肿;肺毛细血管静水压升高可导致肺间质水肿,增加 PPCs 发生风险。

7.1.2 限制性液体疗法:限制性液体疗法主张严格限制围手术期液体输注量,以减少水钠潴留及组织水肿。该策略认为手术应激可激活肾素-血管紧张素-醛固酮系统,引起水钠潴留,故无需过量补液。尽管严格的限制性液体疗法可能引起 RBC 聚集、增加血流阻力、形成微血栓,进而导致心、脑等重要器官缺血^[30],但对于合并多种基础疾病的老年患者,该策略被证实有助于减少肺部并发症的发生。

7.1.3 GDFT:GDFT 是一种基于血流动力学参数的个体化液体管理策略。该策略通过监测心排量(CO)、每搏变异度(SVV)等功能性指标,指导液体、血管活性药物及氧疗的使用,旨在维持心指数(CI)及氧供指数(DO₂I)于正常或超常水平。鉴于老年患者围手术期常合并多种基础疾病且术中循环波动显著,GDFT 逐渐成为推荐的管理模式。相较于传统液体疗法,GDFT 能更有效地减少肺部并发症的发生^[31]。

7.2 液体管理监测与评估技术 老年患者的液体管理需更为审慎,通常倾向于保守策略。准确监测与评估其围手术期容量状态及容量反应性至关重要,因此需要超越传统监测指标的指标。

7.2.1 传统监测指标:包括 CVP、MAP、尿量及心率等。此类参数虽易于获取,但其无法有效预测容量反应性,故不应将其作为决定补液的单一或主要依据。

7.2.2 高级血流动力学监测指标:脉压变异度(PPV)与 SVV,主要通过分析机械通气期间动脉压或每搏量的呼吸性变异来预测容量反应性。当 SVV 超过 13% 时,通常提示患者具有良好的容量反应性,即补液后心输出量可增加。

7.2.3 经肺热稀释技术(PiCCO):该技术可同步监测 CI、胸腔内血容量指数(ITBVI)及血管外肺水指数(EVLWI)^[32]。ITBVI 是评估心脏前负荷的可靠指标,优于 CVP;EVLWI 则可定量评估肺水肿程度。以 ITBVI 和 EVLWI 为导向的液体管理策略在老年重大胸部创伤手术及脓毒性休克患者中,可有效降低急性

肺水肿的发生率及病死率。

7.2.4 经食管超声心动图(TEE):可直接评估心脏功能及容积状态,测量指标包括左心室舒张末面积(LVEDA)、下腔静脉直径及其呼吸变异度等。

7.2.5 肺部超声:通过检测肺彗星尾征(B线)的数量及分布,可半定量评估肺水肿程度,且与 EVLWI 具有良好的相关性^[33]。

7.3 临床实践建议 为实现老年患者围手术期肺保护目标,针对其液体管理提出如下临床实践建议:(1)个体化液体管理方案:应根据老年患者术前器官功能状态、手术类型及持续时间,制定个体化液体管理方案。对于心肺功能减退的老年患者,需实施更为严格的液体管理。(2)采用 GDFT 策略:对于接受高风险手术的老年患者,推荐采用 GDFT 策略,以 SVV、CI 等参数为指导进行液体治疗,在优化组织灌注的同时降低肺水肿风险。建议将 EVLWI 维持在 <7.0 mL/kg, ITBVI 控制在 $800 \sim 1000$ mL/m²,以实现液体管理的优化。(3)优先选用平衡晶体液:老年患者术中补液应优先选择平衡晶体液,避免使用 0.9% 氯化钠溶液,以降低高氯性酸中毒风险。晶体液与胶体液可考虑联合应用,但需关注胶体液潜在风险。(4)联合肺保护性通气策略:术中应实施肺保护性通气策略,并与液体管理策略相结合,协同发挥肺保护作用。(5)强化术后液体管理:术后应持续密切监测患者容量状态,避免不必要的液体输注,并尽早过渡至口服摄入。

问题 8:如何优化老年患者术后的呼吸管理,有效降低 PPCs 的发生率并促进肺功能的恢复?

专家意见 8:老年患者术后呼吸管理可采取综合性策略,包括无创呼吸支持、肺复张技术、主动呼吸锻炼、早期活动及多模式镇痛,旨在降低 PPCs 风险并促进肺功能恢复。

8.1 无创呼吸支持 对于围手术期发生低氧血症的患者,推荐采用无创正压通气(NIPPV)或持续气道正压通气(CPAP)以改善氧合^[34]。在老年胸部外科手术患者中,NIPPV 可显著改善术后动脉血气分析结果及 APACHE II 评分。与标准氧疗相比,经鼻高流量湿化氧疗(THRIVE)可显著降低老年腹腔镜手术患者于麻醉后监护室(PACU)的低氧血症发生率^[35];实时肺部超声评估显示,THRIVE 有助于促进肺复张、减轻肺不张程度、增加呼气末肺容积并改善氧合状态。其作用机制涉及维持气道正压、改善黏膜湿度及增加氧储备。

8.2 肺复张技术 参照专家意见 7 选择适宜的肺复

张技术,若条件允许,建议于手术结束前在超声引导下实施肺复张操作。研究证实,超声引导下肺复张可显著降低接受腹腔镜结直肠癌手术的老年患者术后肺不张的发生率^[36]。

8.3 主动呼吸锻炼 自术前至术后 90 d,坚持每日进行 4 组深呼吸训练(每组包含 10 次呼吸)联合呼气正压(PEP)装置干预,可使 PPCs 发生率从 32.6%降至 12.9%,并改善 6MWD 等远期功能指标^[37]。建议训练强度根据患者耐受度进行个体化调整,优先保证训练质量。

8.4 早期活动 实施每日监督下的早期活动计划,并结合 PEP 指导下的深呼吸训练(要求患者进行深呼吸后通过 PEP 阀呼气,每次训练包含 10 次深呼吸,每天至少完成 4 次,每次包含 3 组),可显著降低医院获得性肺炎发生率^[38]。

8.5 多模式镇痛方案 鉴于老年患者肝肾功能减退导致药物清除能力下降,且呼吸储备功能减低显著增加阿片类药物相关呼吸抑制风险,需采用基于风险分层的多模式镇痛策略。老年患者镇痛管理应整合滴定原则、避免使用长效阿片类药物、实施动态监测及多学科综合评估,并遵循个体化与阶梯治疗原则。例如,胸椎旁神经阻滞联合全身麻醉用于行胸腔镜肺癌根治术的老年患者,可改善术后肺功能指标(FEV1、FVC)及 6MWD^[39]。术前实施髂筋膜间隙阻滞联合术后静脉镇痛,可显著保护髋部骨折手术老年患者的肺功能,提高 PaO₂,并降低肺不张发生率^[40]。

问题 9:对于合并 COPD、哮喘等肺部基础疾病的老年患者,肺保护策略应如何调整?

专家意见 9:针对合并肺部基础疾病的老年患者,肺保护策略需综合考虑其呼吸系统生理解剖改变及基础疾病的严重程度,实施个体化干预。

9.1 老年 COPD 患者肺保护策略

9.1.1 COPD 诊断标准:任何存在呼吸困难、慢性咳嗽或咳痰症状,和(或)具有 COPD 危险因素暴露史的个体,均应纳入 COPD 鉴别诊断。对于初诊疑似或确诊 COPD 患者,需系统采集完整病史。COPD 确诊需依赖肺功能检测:使用支气管扩张剂后 FEV1/FVC $<70\%$ 表明存在持续性气流受限,结合相应症状及有害物质暴露史即可确立诊断。

9.1.2 COPD 肺功能分级:依据慢性阻塞性肺疾病全球倡议(GOLD)分级标准,COPD 患者吸入支气管扩张剂后,若 FEV1/FVC $<70\%$,则按 FEV1%pred 进行气流受限严重程度分级,见表 2。

表 2 COPD 患者气流受限严重程度的肺功能分级

Table 2 Pulmonary function classification of airflow limitation severity in COPD patients

肺功能分级	FEV1%pred
GOLD1 级:轻度	≥80
GOLD2 级:中度	50~79
GOLD3 级:重度	30~49
GOLD4 级:极重度	<30

9.1.3 COPD 患者肺保护策略:(1)老年 COPD 患者术中通气策略:采用压力控制容量保证通气(PCV-VG)模式;小 VT 通气;控制呼吸频率于 6~10 次/min 以保证充分呼气时间,适当降低 I:E(1:3 或更低);设置外源性 PEEP,初始推荐 PEEP 为 5 cmH₂O,可参考专家意见 4 推荐方案个体化调整;建议 FiO₂<0.4,并尽可能降低至最低水平。(2)术中液体管理:围手术期液体管理需规避容量过负荷。限制性液体治疗可降低肺部并发症发生风险。老年患者行大手术或危重患者推荐采用 GDFT。具体方案参照专家意见 7。

9.2 老年哮喘患者肺保护策略

9.2.1 老年哮喘患者疾病分期与临床特征:哮喘的分期主要依据临床表现、症状频率及肺功能状态,具体分为 3 个阶段:(1)急性发作期:症状突发加重伴肺功能急剧下降,需紧急干预;(2)慢性持续期:存在持续性症状,需依据控制水平制定长期管理方案;(3)临床缓解期:症状消失且肺功能恢复至基线,仍需维持治疗预防复发。

老年哮喘患者的临床特征:肺功能退行性改变与哮喘病理生理过程共同导致气流受限及气道高反应性;临床表现缺乏特异性,易导致早期诊断延误;多合并基础疾病及长期药物史;围手术期应激可能诱发支气管痉挛,显著增加 PPCs 发生风险。

9.2.2 老年哮喘患者围手术期肺保护策略:(1)术前优化:系统评估哮喘控制状态,完善肺功能检查(FEV1/FVC、PEF 变异率)。急性发作期需充分控制;术前 2 周持续吸入 ICS+LABA,必要时口服泼尼松[0.5~1 mg/(kg·d),术前 3~5 d]^[15]。避免接触过敏原,戒烟≥2 周,控制并存疾病(如 COPD、心力衰竭)。(2)术中管理:首选区域阻滞麻醉(椎管内麻醉或外周神经阻滞)以减少气道刺激。全身麻醉需采用“支气管保护型”策略:避免异氟烷等刺激性吸入麻醉药,禁用阿曲库铵等组胺释放剂。机械通气实施个体化肺保护策略:小 VT 通气,个体化 PEEP(5~8

cmH₂O),维持平台压<30 cmH₂O,I:E 为 1:2.5~1:3.0,每 30 min 行肺复张手法。气道管理强调恒温湿化(湿度 33~44 mg/L),持续监测 RAW(维持<25 cmH₂O)、呼气末二氧化碳分压(35~45 mmHg)及呼吸力学波形。维持循环稳定,避免低氧血症(SpO₂≥95%)及高碳酸血症,必要时采用 GDFT 降低肺水肿风险。(3)术后管理:推荐采用多模式镇痛,鼓励早期下床活动及呼吸功能锻炼。继续 ICS+LABA 维持治疗,必要时应用雾化 β₂ 受体激动剂。监测 SpO₂及肺部啰音,预防感染并合理使用抗菌药物。

9.2.3 老年哮喘患者不同类型手术差异化干预:胸腹部手术术前需优化哮喘控制(沙丁胺醇+ICS),术中避免气道刺激(优选喉罩/支气管封堵器),维持适宜麻醉深度。非胸腹部手术重点预防感染,术后镇痛避免呼吸抑制,强化排痰管理。

9.2.4 围手术期哮喘急性发作的推荐处理策略:立即吸氧维持 SpO₂≥92%,雾化吸入沙丁胺醇联合异丙托溴铵^[41],静脉注射甲泼尼龙。持续监测 PEF 及动脉血气,避免过度通气,保障血流动力学稳定。重症患者需评估无创/有创通气支持,警惕基础疾病急性加重。

执笔

顾成永(南京医科大学附属苏州医院)

编写专家名单(按姓名汉语拼音排序)

程浩(南京医科大学附属老年医院)、程伟(南京医科大学附属淮安市第一人民医院)、冯善武(南京医科大学附属妇产医院)、顾成永(南京医科大学附属苏州医院)、纪木火(南京医科大学第二附属医院)、姜琳(南京医科大学附属泰州人民医院)、孔明健(徐州医科大学第二附属医院)、刘辉(南京医科大学附属肿瘤医院)、孙琳婧(如东县人民医院)、吴周全(南京医科大学第三附属医院)

审校专家名单(按姓名汉语拼音排序)

鲍红光(南京医科大学附属南京医院)、桂波(南京医科大学附属老年医院)、王天龙(首都医科大学宣武医院)

利益冲突:所有作者声明无利益冲突

[参考文献]

- [1] STRØM C, RASMUSSEN L S, STEINMETZ J. Practical management of anaesthesia in the elderly[J]. Drugs Aging, 2016, 33(11): 765-777.
- [2] CHAI J, SANG A, TAN M, et al. Identification of the risk factors of postoperative pulmonary complications in elderly patients undergoing elective colorectal surgery[J]. Am Surg, 2021, 87(5): 777-783.
- [3] SMETANA G W, LAWRENCE V A, CORNELL J E. Preop-

- erative pulmonary risk stratification for noncardiothoracic surgery: systematic review for the American College of Physicians[J]. *Ann Intern Med*, 2006, 144(8): 581-595.
- [4] MISKOVIC A, LUMB A B. Postoperative pulmonary complications[J]. *Br J Anaesth*, 2017, 118(3): 317-334.
 - [5] PALERMO J, TINGEY S, KHANNA A K, et al. Evaluation and prevention of perioperative respiratory failure[J]. *J Clin Med*, 2024, 13(17): 5083.
 - [6] TUNA M E, AKGÜN M. Preoperative pulmonary evaluation to prevent postoperative pulmonary complications[J]. *Anesthesiol Perioper Sci*, 2023, 1: 34.
 - [7] COOK A, SMITH L, ANDERSON C, et al. The effect of preoperative threshold inspiratory muscle training in adults undergoing cardiac surgery on postoperative hospital stay: a systematic review[J]. *Physiother Theory Pract*, 2023, 39(4): 690-703.
 - [8] CONTRERAS-ARRIETA S, RODRÍGUEZ-MIRANDA C, PRADA-SERRANO J. Performance of the ARISCAT score for predicting postoperative pulmonary complications in major abdominal surgery in elderly patients[J]. *Rev Colomb Anesthesiol*, 2025, 53(2): e1140.
 - [9] SEZARI P, SAFARI F, MOTTAGHI K, et al. Use of STOP-BANG questionnaire to predict postoperative respiratory complications after bariatric surgery[J]. *Tanaffos*, 2024, 23(1): 50-57.
 - [10] BECERRA-BOLAÑOS Á, HERNÁNDEZ-AGUIAR Y, RODRÍGUEZ-PÉREZ A. Preoperative frailty and postoperative complications after non-cardiac surgery: a systematic review[J]. *J Int Med Res*, 2024, 52(9): 1-28.
 - [11] WANG M, MA F, PENG P, et al. Preoperative chlorhexidine mouthwash can reduce the risk of postoperative pulmonary complications in elderly patients undergoing general anesthesia with endotracheal intubation[J]. *Sci Rep*, 2025, 15(1): 22932.
 - [12] AKUTSU Y, MATSUBARA H, SHUTO K, et al. Pre-operative dental brushing can reduce the risk of postoperative pneumonia in esophageal cancer patients[J]. *Surgery*, 2010, 147(4): 497-502.
 - [13] LEE H J, LEE H W. Comprehensive strategies for preoperative pulmonary risk evaluation and management[J]. *Tuberc Respir Dis*, 2025, 88(1): 90-108.
 - [14] BAYABLE S D, MELESSE D Y, LEMA G F, et al. Perioperative management of patients with asthma during elective surgery: a systematic review[J]. *Ann Med Surg: Lond*, 2021, 70: 102874.
 - [15] SCHALLER S J, KISELEV J, LOIDL V, et al. Prehabilitation of elderly frail or pre-frail patients prior to elective surgery (PRAEP-GO): study protocol for a randomized, controlled, outcome assessor-blinded trial[J]. *Trials*, 2022, 23(1): 468.
 - [16] FENG G, JIA Y, ZHAO G, et al. Risk factors for postoperative pulmonary complications in elderly patients undergoing video-assisted thoracoscopic surgery lobectomy under general anesthesia: a retrospective study[J]. *BMC Surg*, 2024, 24(1): 153.
 - [17] MUFTI H, ALSHARM F, BAHAWI M, et al. The association between preoperative anemia, blood transfusion need, and postoperative complications in adult cardiac surgery, a single center contemporary experience[J]. *J Cardiothorac Surg*, 2023, 18(1): 10.
 - [18] KIM H J, ASAI T. High-flow nasal oxygenation for anesthetic management[J]. *Korean J Anesthesiol*, 2019, 72(6): 527-547.
 - [19] YOUNG C C, HARRIS E M, VACCHIANO C, et al. Lung-protective ventilation for the surgical patient: international expert panel-based consensus recommendations[J]. *Br J Anaesth*, 2019, 123(6): 898-913.
 - [20] GUO L H, LI J G, ZHANG M, et al. Driving pressure-guided dynamic PEEP titration reduces atelectasis and improves oxygenation in pediatric laparoscopy: a randomized trial on personalized ventilation strategies[J]. *BMC Anesthesiol*, 2025, 25(1): 412.
 - [21] ZHOU Y, SONG Z, CAI J, et al. Effect of dynamic lung compliance-guided positive end-expiratory pressure on postoperative pulmonary complications following thoracoscopic lobectomy: a randomized controlled trial[J]. *BMC Anesthesiol*, 2025, 25(1): 306.
 - [22] WANG S H, WANG Y, LI S Y, et al. Effect of individualized PEEP titrated by EIT on postoperative atelectasis in children undergoing laparoscopy: a randomized controlled trial[J]. *Int J Med Sci*, 2025, 22(12): 3007-3013.
 - [23] ZHANG Y, ZHU J, XI C, et al. Effect of driving pressure-guided individualized positive end-expiratory pressure (PEEP) ventilation strategy on postoperative atelectasis in patients undergoing laparoscopic surgery as assessed by ultrasonography: study protocol for a prospective randomized controlled trial[J]. *Trials*, 2025, 26(1): 106.
 - [24] ZHAO Z, CHANG M Y, CHANG M Y, et al. Positive end-expiratory pressure titration with electrical impedance tomography and pressure-volume curve in severe acute respiratory distress syndrome[J]. *Ann Intensive Care*, 2019, 9(1): 7.
 - [25] ZHONG J, XU P, ZHOU X, et al. Effect of intraoperative oesophageal pressure-guided PEEP on postoperative pulmonary complications in elderly patients undergoing major

- laparoscopic surgery: study protocol for a multicentre randomised controlled clinical trial in China[J]. *BMJ Open*, 2025, 15(8): e096219.
- [26] FERRANDO C, VALLVERDÚ J, ZATTERA L, et al. Improving lung protective mechanical ventilation: the individualised intraoperative open-lung approach[J]. *Br J Anaesth*, 2025, 134(2): 281-287.
- [27] LAGIER D, ZENG C, FERNANDEZ-BUSTAMANTE A, et al. Perioperative pulmonary atelectasis: part II. clinical implications[J]. *Anesthesiology*, 2022, 136(1): 206-236.
- [28] 郭俊,徐景龙. PEEP 水平选择对俯卧位通气重度 ARDS 患者肺复张效果和炎性因子的影响[J]. *中华危重病急救医学*, 2020, 32(6): 702-706.
- [29] JONES J G, JONES S E. Discriminating between the effect of shunt and reduced VA/Q on arterial oxygen saturation is particularly useful in clinical practice[J]. *J Clin Monit Comput*, 2000, 16(5/6): 337-350.
- [30] YANG T X, TAN A Y, LEUNG W H, et al. Restricted versus liberal versus goal-directed fluid therapy for non-vascular abdominal surgery: a network meta-analysis and systematic review[J]. *Cureus*, 2023, 15(4): e38238.
- [31] SUJATHA P P, NILESHWAR A, KRISHNA H M, et al. Goal-directed vs traditional approach to intraoperative fluid therapy during open major bowel surgery: is there a difference? [J]. *Anesthesiol Res Pract*, 2019. DOI: 10.1155/2019/3408940.
- [32] TORGAY A, PIRAT A, AKPEK E, et al. Pulse contour cardiac output system use in pediatric orthotopic liver transplantation: preliminary report of nine patients [J]. *Transplant Proc*, 2005, 37(7): 3168-3170.
- [33] KAMEDA T, KAMIYAMA N, TANIGUCHI N. The mechanisms underlying vertical artifacts in lung ultrasound and their proper utilization for the evaluation of cardiogenic pulmonary edema[J]. *Diagnostics: Basel*, 2022, 12(2): 252.
- [34] LEONE M, EINAV S, CHIUMELLO D, et al. Noninvasive respiratory support in the hypoxaemic peri-operative/periprocedural patient: a joint ESA/ESICM guideline[J]. *Intensive Care Med*, 2020, 46(4): 697-713.
- [35] CHEN X, GU K, YANG Y, et al. THRIVE prevent postoperative hypoxemia in elderly patients undergoing laparoscopic surgery in PACU: a randomized controlled clinical trial[J]. *J Multidiscip Healthc*, 2025, 18: 2651-2660.
- [36] YANG Y, GENG Y, ZHANG D, et al. Effect of lung recruitment maneuvers on reduction of atelectasis determined by lung ultrasound in patients more than 60 years old undergoing laparoscopic surgery for colorectal carcinoma: a prospective study at a single center[J]. *Med Sci Monit*, 2021, 27: e926748.
- [37] CHEN J, PENG L H, MIN S. Implementation of perioperative breathing exercises and its effect on postoperative pulmonary complications and long-term prognosis in elderly patients undergoing laparoscopic colorectal surgery: a randomized controlled trial [J]. *Clin Rehabil*, 2022, 36(9): 1229-1243.
- [38] STÅHL A, WESTERDAHL E. Postoperative physical therapy to prevent hospital-acquired pneumonia in patients over 80 years undergoing hip fracture surgery—a quasi-experimental study [J]. *Clin Interv Aging*, 2020, 15: 1821-1829.
- [39] AN N, DONG W, PANG G, et al. TPVB and general anesthesia affects postoperative functional recovery in elderly patients with thoracoscopic pulmonary resections based on ERAS pathway[J]. *Transl Neurosci*, 2023, 14(1): 20220305.
- [40] WANG S, XU Y, KANG Y, et al. Effect of different analgesic treatments on the pulmonary function in elderly hip fracture patients: a prospective study[J]. *Medicine: Baltimore*, 2023, 102(33): e34505.
- [41] GOTTLIEB J. Oxygen therapy in intensive care[J]. *Dtsch Med Wochenschr*, 2023, 148(12): 759-766.

(收稿日期:2025-12-25)