

# 阶梯式肺复张策略在老年患者中的临床应用及研究进展

阿地拉·阿不来海提, 苏涛

新疆医科大学研究生学院, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2024年2月19日; 录用日期: 2024年3月12日; 发布日期: 2024年3月20日

## 摘要

有报道指出, 机械通气会大大增加谵妄的发生率, 同时会出现不同程度的术后脑功能障碍, 其主要表现形式多为意识障碍、认知障碍和精神运动障碍等。随着中国的老年人口数越来越多, 由高龄人群带来的认知功能障碍问题持续增加。尽管麻醉下脑氧耗降低, 但仍会给患者带来一定程度的脑功能损伤, 从而将引起患者发生术后认知功能障碍。而在机械通气期间进行肺保护性通气策略可改善老年患者脑氧平衡状态, 从而降低术后认知功能障碍的发生率。因此, 许多研究者建议应采用特定的通气策略, 从而尽可能有效地打开萎陷的肺泡并维持其开放。而阶梯式肺复张能够有效缩短机械通气时间, 使患者获益。本文对阶梯式肺复张策略在老年患者中的临床应用及研究进展进行了综述。

## 关键词

老年人, 阶梯式肺复张, 认知功能障碍

# Clinical Application and Research Progress of Stepwise Lung Recruitment Strategy in Elderly Patients

A Di La·A Bu Lai Hai Ti, Tao Su

Graduate School of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

Received: Feb. 19<sup>th</sup>, 2024; accepted: Mar. 12<sup>th</sup>, 2024; published: Mar. 20<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

There are reports indicating that mechanical ventilation can greatly increase the incidence of de-

文章引用: 阿地拉·阿不来海提, 苏涛. 阶梯式肺复张策略在老年患者中的临床应用及研究进展[J]. 临床医学进展, 2024, 14(3): 813-817. DOI: 10.12677/acm.2024.143775

lirium, while also leading to varying degrees of postoperative brain dysfunction, which mainly manifests as consciousness disorders, cognitive disorders, and psychomotor disorders. With the increasing number of elderly people in China, cognitive impairment problems caused by the elderly population continue to increase. Although cerebral oxygen consumption decreases under anesthesia, it can still cause a certain degree of brain function damage to patients, leading to postoperative cognitive dysfunction. Implementing lung protective ventilation strategies during mechanical ventilation can improve the brain oxygen balance of elderly patients during mechanical ventilation, thereby reducing the incidence of postoperative cognitive impairment. Therefore, many researchers suggest adopting specific ventilation strategies to effectively open and maintain the opening of collapsed alveoli as much as possible. Stepwise lung recruitment can effectively shorten mechanical ventilation time and benefit patients. This article provides a review of the clinical application and research progress of the stepwise lung recruitment strategy in elderly patients.

## Keywords

Elderly People, Stepwise Pulmonary Recruitment, Cognitive Impairment

Copyright © 2024 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

随着社会老龄化的日益加重, 中国的老年人口数越来越多, 所占人口比例也越来越高。2021年5月11日, 第七次全国人口普查结果显示, 中国60岁及以上人口为26,402万人, 占18.70%, 其中, 65岁及以上人口为19,064万人, 占13.50%。人口老龄化程度进一步加深。同时, 由高龄人群带来的认知功能障碍问题持续增加。老年/高龄病人的主要生理特点是各脏器的退行性改变, 机能细胞减少或萎缩, 贮备能力和代偿应激能力低下, 加上疾病本身以及还可能同时伴发的其他疾病(如高血压、糖尿病、冠心病、老慢支), 对麻醉和手术的耐受能力减弱, 风险增大[1]。术后认知功能障碍的发病率与年龄呈正相关, 在不同类型手术老年患者中发病率大概为25%~40% [2]。因此, 老年人麻醉的注意事项在关注手术本身的同时, 更应关注患者在术前的一般情况以及手术和麻醉对患者生理机能、功能储备的影响。

有报道指出, 机械通气会大大增加谵妄的发生率, 同时会出现不同程度的术后脑功能障碍, 其主要表现形式多为意识障碍、认知障碍和精神运动障碍等[3] [4]。

许多研究者建议应采用特定的通气策略, 从而尽可能有效地打开萎陷的肺泡并维持其开放。肺保护性通气策略(Lung Protective Ventilation Strategy, LPVS)能通过小潮气量、呼气末正压(Positive End-Expiratory Pressure, PEEP)、ARS等方法在进行机械通气支持保证患者生命安全的同时, 保护肺组织免受呼吸机相关性肺损伤[5]。然而, 通气策略的临床效果与患者的肺复张特性密切相关[6]。在允许的气道峰压范围内, 间歇给予较高的复张压, 并在其后给予高 PEEP 维持等措施, 以促进塌陷的肺泡复张, 维持肺泡的开放状态, 是肺保护性通气策略的重要补充。它不仅能充分打开萎陷的肺泡, 还能减轻剪切伤, 减少肺表面活性物质的损失, 减少炎症介质的产生, 改善氧合和呼吸力学状况[7]。近年常用的肺复张操作方法包括手法肺复张、PEEP 递增法、压力控制性肺复张。然而肺复张的过程中气道压和胸内压均增加, 可能会引起循环系统不稳定。因此, 采用何种方式实现肺复张也成为众多研究的重点[8] [9]。

## 2. 几种常见肺复张方法

### 2.1. 手法肺复张

指通过开启麻醉机可调限压阀挤压储气囊实现肺复张的一种方式, 该操作简单实用; 肺保护性通气策略中多次重复使用肺复张手术时多用此法, 但此操作存在着一些缺点, 手术完成后通气模式改为机械通气, 压力立即降低, 使肺泡重新萎陷, 而且这种方法容易引起血流动力学的不稳定性[10][11]。

### 2.2. 呼气末正压递增法

即阶梯式肺复张, 采用分阶段肺复张的方式对萎陷肺泡进行复张, 以增加复张更多的肺泡使得肺内压力和胸腔内压得到准确, 匀速, 缓和的改变, 血流动力学几乎没有受到影响[12]。

### 2.3. 压力控制性肺复张

采用压力控制机械通气、逐步提高压力控制水平和 PEEP 水平直到达到合适气道压力并保持合适时间的一种复张方式[13]。

## 3. 阶梯式肺复张

阶梯式肺复张的实现方式是将呼吸机调至到压力模式下, 先设置气道压上限值后 PEEP 每 30 s 递增 5 cm H<sub>2</sub>O, 气道高压也随之上升 5 cm H<sub>2</sub>O, 为保证气道压不大于 35 cm H<sub>2</sub>O, 高压上升到 35 cm H<sub>2</sub>O 时, 可只每 30 s 递增 5 cm H<sub>2</sub>O, 直到 PEEP 为 35 cm H<sub>2</sub>O, 维持 30 s。然后每隔 30 s 递减 PEEP 及气道压各 5 cm H<sub>2</sub>O, 直至实施肺复张之前的水平。操作过程中吸气压力不变, 潮气量基本恒定, 通过逐步增加 PEEP 来提高气道压力, 可避免肺泡过度膨胀, 减少肺泡损伤所致的炎性反应[14], 改善肺泡均一性[15]。

肺复张操作最初是为需要在重症监护室接受长期呼吸机治疗的患者而设计的, 例如患有急性呼吸窘迫综合征(Acute Respiratory Distress Syndrome, ARDS)患者, 这种类型的患者会因为肺水肿和肺泡内细胞碎片的累积而导致肺泡的闭合, 这进一步降低了萎陷肺泡对低压力肺复张的反应性。研究证明, 在 30~40 cm H<sub>2</sub>O 的压力范围内, ARDS 患者的肺泡能够重新张开, 从而优化肺部的换气功能, 并提升患者的治疗预后; 然而, 对于肺功能正常的病患来说, 肺泡的萎陷仅仅是由于全身麻醉引起的, 并没有在肺组织的病理生理上产生明显变化。过高的气道压力可能会使患者的肺泡过度扩张, 从而增加炎症因子的释放, 导致肺部受损[16]。

### 3.1. 阶梯式肺复张适应症

研究指出, 只有 ARDS 患者才能使用高水平的 PEEP 和气道压力。然而, 在 30 cm H<sub>2</sub>O 以上的压力条件下, 肺复张被广泛认为是打开萎陷肺泡的最佳压力水平。这是因为在肺复张手术的实际应用中, 即便是肺功能正常的患者, 也存在可能加剧肺泡萎陷的风险因素, 例如手术时间过长、患者的体位和手术方法等。对于那些肺功能正常的病人, 采用低压力和短时间的肺复张策略可能会在恢复肺泡的过程中减少对肺泡的损害。但在临床实践中, 接受全身麻醉的病人可能会面临其他加重肺不张的风险, 这些风险包括患者的身体状况(例如肥胖)、手术过程(如使用腹腔镜)以及患者选择的特定体位(如头部较低或俯卧)。此外, 术前评估结果也是影响术后恢复和预后的重要因素之一。因此, 在日常医疗实践中, 针对不同种类的患者, 应当实施个性化的肺复张治疗方案。

### 3.2. 阶梯式肺复张在胸腔镜手术中的应用

为了给手术操作提供更好的术野, 避免手术侧肺的分泌物或渗出物流入健侧通气肺, 胸科手术中常

采用单肺通气(OVL)来隔离双侧肺。然而, OVL 易引发肺内分流、通气及血流比例失调等病理性肺损伤, 诱发炎症因子激活而介导肺缺血再灌注损伤, 从而导致术中及术后低氧血症、肺炎、肺不张等肺部并发症的出现。与此同时, 尽管麻醉下脑氧耗降低, 但仍会给患者带来一定程度的脑功能损伤, 从而将引起患者术后发生认知功能障碍[2]。郭唯真等[17]研究表明, OLV 对老年患者术后认知功能造成影响, 而在 OLV 期间进行肺保护性通气策略可改善老年患者 OLV 期间的脑氧平衡状态, 从而降低术后认知功能障碍的发生率。

研究表明, 驱动压导向的 PEEP 滴定可提高患者氧合, 减少死腔比例, 最大限度减少肺不张, 优化通气分布, 减少肺损伤和肺部并发症的发生。

### 3.3. 阶梯式肺复张在腹腔镜手术中的应用

腹腔镜手术气腹升高腹内压, 膈肌向头端移位, 手术需要摆 Trendelenburg 体位腹内脏器压迫膈肌使胸腔内压进一步增高, 胸壁顺应性下降、肺顺应性下降、气道压力升高、肺扩张减少, 最终易形成肺不张、呼吸力学和临床相关变化[18]。因此, 在腹腔镜手术中应用肺复张可以减少肺内分流, 同时复张的肺泡参与更多气体交换, 降低通气血流比失调, 从而改善患者的氧合功能。

### 3.4. 阶梯式肺复张在心脏手术患者中的应用

有研究显示, 行 20~30 cm H<sub>2</sub>O PEEP 肺复张, 能够逆转心脏手术患者术后低氧血症[19] [20]。既往研究表明冠状动脉搭桥手术中局部脑氧饱和度(Regional Cerebral Oxygen Saturation, rScO<sub>2</sub>)的降低值与术后神经功能并发症、认知功能障碍及住院时间延长呈明显相关性。新近研究显示, 在胸科手术患者中 rScO<sub>2</sub> 降低是术后认知功能障碍的独立危险因素[21]。

多项研究显示, 使用 PEEP 为 20~30 cm H<sub>2</sub>O 肺复张对治疗心脏术后的低氧血症有效[22]。同时, 在心脏术后进行肺复张的过程中须严密地监测心电波形、有创持续动脉压(ABP)、中心静脉压(CVP)、脉搏氧饱和度(SPO<sub>2</sub>)等血流动力学和呼吸力学参数。

## 4. 总结与展望

术后认知功能障碍(POCD)是老年患者全麻术后常见的中枢神经系统并发症, 以记忆力、注意力、抽象思维等多方面障碍为表现, 不仅可延迟术后康复, 还可能增加术后死亡率, 严重影响预后[23]。

在呼吸过程中施加高呼吸道压力进行短暂肺膨胀, 起到减少分流、改善氧合、减少炎性介质产生和呼吸机相关性肺损伤的作用[24], 目前来看应用 PEEP 递增法是比较好的肺复张方法[25]。肺复张是一个经过策划诱导短暂增加跨肺压的过程, 旨在重新开放无通气或通气不足的肺泡, 以期恢复萎陷的肺并改善氧合和呼吸系统的顺应性, 改善体内氧合功能从而达到降低术后认知功能障碍的效果。

阶梯式肺复张作为肺保护性通气策略的重要组成部分, 广泛用于全身麻醉的患者, 尤其在胸腔镜单肺通气患者, 腹腔镜手术和心脏手术患者的应用更为广泛。在今后的研究中, 可以采用更准确的指标评价阶梯式肺复张策略的效果, 更广泛用于其他全身麻醉手术中。

## 参考文献

- [1] Evered, L., Silbert, B., Knopman, D.S., *et al.* (2018) Recommendations for the Nomenclature of Cognitive Change Associated with Anaesthesia and Surgery-2018. *British Journal of Anaesthesia*, **121**, 1005-1012. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2017.11.087>
- [2] Wei, P., Yang, F., Zheng, Q., *et al.* (2019) The Potential Role of the NLRP3 Inflammasome Activation as a Link between Mitochondria ROS Generation and Neuroinflammation in Postoperative Cognitive Dysfunction. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, **13**, Article No. 73. <https://doi.org/10.3389/fncel.2019.00073>
- [3] 董春山, 陆姚, 余骏马, 等. CO<sub>2</sub> 波形用于评价单肺通气时肺泡及氧合功能的临床研究[J]. 安徽医学, 2011,

- 32(12): 1983-1985.
- [4] 巴玉峰, 冯惠民, 李长生, 等. 丙泊酚预处理对单肺机械通气大鼠肺组织血红素氧合酶-1 表达的影响[J]. 郑州大学学报(医学版), 2012, 47(4): 500-502.
- [5] 喻娟. 肺保护性通气策略联合潮气量递增法肺复张策略对胸椎结核手术患者术后肺部并发症的影响[J]. 四川医学, 2019, 40(7): 694-698. <https://doi.org/10.16252/J.Cnki.Issn1004-0501-2019.07.010>
- [6] Grasso, S., Mascia, L., Del Turco, M., et al. (2002) Effects of Recruiting Maneuvers in Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome Ventilated with Protective Ventilatory Strategy. *Anesthesiology*, **96**, 795-802. <https://doi.org/10.1097/00000542-200204000-00005>
- [7] 徐磊, 王书鹏, 张纳新, 等. 不同呼气末正压水平对绵羊急性呼吸窘迫综合征模型肺复张效果及血流动力学的影响[J]. 中国危重病急救医学, 2005, 17(11): 679-682.
- [8] 王丽萍, 李冬青, 梁根强. 肺复张策略对肥胖患者腹腔镜手术肺功能的影响[J]. 中国医药指南, 2020, 18(15): 64-65.
- [9] 李丽霞, 赵磊, 王天龙, 肖玮, 徐娜, 安奕, 王萍, 李中嘉. 肺复张策略的临床应用及研究进展[J]. 医学综述, 2021, 27(18): 3641-3646. <https://doi.org/10.3969/J.Issn.1006-2084.2021.18.019>
- [10] Young, C.C., Harris, E.M., Vacchiano, C., et al. (2019) Lung-Protective Ventilation for the Surgical Patient: International Expert Panel-Based Consensus Recommendations. *British Journal of Anaesthesia*, **123**, 898-913. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.08.017>
- [11] 杨波, 姜丽华, 王涛, 等. 腹腔镜宫颈癌根治术中手控和压控肺复张的应用效果[J]. 郑州大学学报(医学版), 2020, 55(3): 410-414.
- [12] 王海东, 许亚梅, 牛荣, 陈俊瑶, 李栋. 阶梯式肺复张对老年胸腔镜肺叶切除术单肺通气患者心肺功能的保护作用观察[J]. 山东医药, 2022, 62(29): 10-14.
- [13] 杜磊, 吴倩, 邓扬嘉. 三种肺复张方法治疗重度肺外源性急性呼吸窘迫综合征的效果比较[J]. 中国综合临床, 2019, 35(1): 32-36.
- [14] Kim, H.J., Seo, J.H., Park, K.U., et al. (2019) Effect of Combining a Recruitment Maneuver with Protective Ventilation on Inflammatory Responses in Video-Assisted Thoracoscopic Lobectomy: A Randomized Controlled Trial. *Surgical Endoscopy*, **33**, 1403-1411. <https://doi.org/10.1007/s00464-018-6415-6>
- [15] Xia, F., Pan, C., Wang, L., et al. (2020) Physiological Effects of Different Recruitment Maneuvers in a Pig Model of ARDS. *BMC Anesthesiology*, **20**, Article No. 266. <https://doi.org/10.1186/s12871-020-01164-x>
- [16] Fan, E., et al. (2017) An Official American Thoracic Society/European Society of Intensive Care Medicine/Society of Critical Care Medicine Clinical Practice Guideline: Mechanical Ventilation in Adult Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **195**, 1253-1263.
- [17] 郭唯真, 陈梦媛, 高巨, 等. 肺保护性通气对单肺通气老年患者脑氧代谢和术后认知功能的影响[J]. 中华麻醉学杂志, 2017, 37(4): 396-399.
- [18] 王晓霞, 黄太满, 郭志鹏, 俞春芳, 方晓莉, 陈素红. 序贯肺复张后肺保护性通气在腹腔镜结直肠手术中对呼吸力学和预后的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2021, 37(3): 257-261. <https://doi.org/10.12089/Jca.2021.03.007>
- [19] Monge, G., Gil, C., Gracia, R., et al. (2012) Respiratory and Hemodynamic Changes during Lung Recruitment Maneuvering through Progressive Increases and Decreases in PEEP Level. *Medicina Intensiva*, **36**, 77-88. <https://doi.org/10.1016/j.medine.2012.04.006>
- [20] Choi, Y.S., Bae, M.K., Kim, S.H., et al. (2015) Effects of Alveolar Recruitment and Positive End-Expiratory Pressure on Oxygenation during One-Lung Ventilation in the Supine Position. *Yonsei Medical Journal*, **56**, 1421-1427.
- [21] De Toumay-Jett, E., Dupuis, G., Bherer, L., et al. (2011) The Relationship between Cerebral Oxygen Saturation Changes and Postoperative Cognitive Dysfunction in Elderly Patients after Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, **25**, 95-104. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2010.03.019>
- [22] Matos, G.F.D., Stanzani, F., Passos, R.H., et al. (2012) How Large Is the Lung Recruitability in Early Acute Respiratory Distress Syndrome: A Prospective Case Series of Patients Monitored by Computed Tomography. *Critical Care*, **16**, R4. <https://doi.org/10.1186/cc10602>
- [23] Gao, Y., Liu, L., Zhao, B., Wang, Y., Yu, S. and Wang, H. (2020) Effect of General and Non-General Anesthesia on Postoperative Cognitive Dysfunction. *Journal of College of Physicians and Surgeons Pakistan*, **30**, 407-411. <https://doi.org/10.29271/jcsp.2020.04.407>
- [24] 吴霄迪, 尹彦斌, 姜素文, 等. 急诊科心肺复苏注册登记及复苏质量录像分析[J]. 中华危重病急救医学, 2016, 28(7): 597-602.
- [25] 魏惠平, 王昱, 靳佩, 等. 不同肺复张方法对多源性 ARDS 家兔治疗的研究[J]. 系统医学, 2017, 2(14): 4-9.