

高海拔地区肺保护性通气策略对全身麻醉手术患者肺保护的研究进展

李媛媛¹, 王云^{2*}

¹青海大学, 青海 西宁

²青海省人民医院, 青海 西宁

收稿日期: 2022年4月16日; 录用日期: 2022年5月11日; 发布日期: 2022年5月18日

摘要

围手术期肺损伤最主要的原因是术中呼吸机引起的, 因呼吸机参数设置不当、术中受过度的机械牵拉引起, 例如不恰当的潮气量或呼吸机频率设置。据大量研究显示, 如果对患者术中进行肺保护性通气, 可降低术后肺部并发症的发生率。高海拔地区长期低氧的环境使对患者围术期的肺保护变得更加有必要。本综述旨在讨论术后肺部并发症的定义和检查方法、呼吸机诱导肺损伤的病理生理学以及在高海拔地区进行肺保护通气策略的研究。

关键词

全身麻醉, 机械通气, 肺保护, 潮气量, 肺损伤

Research Progress of Lung Protective Ventilation Strategy on Lung Protection of Patients Undergoing General Anesthesia in High Altitude Areas

Yuanyuan Li¹, Yun Wang^{2*}

¹Qinghai University, Xining Qinghai

²Qinghai Provincial People's Hospital, Xining Qinghai

Received: Apr. 16th, 2022; accepted: May 11th, 2022; published: May 18th, 2022

*通讯作者。

文章引用: 李媛媛, 王云. 高海拔地区肺保护性通气策略对全身麻醉手术患者肺保护的研究进展[J]. 临床医学进展, 2022, 12(5): 4117-4121. DOI: 10.12677/acm.2022.125596

Abstract

The main cause of perioperative lung injury is caused by intraoperative ventilator, which is caused by improper ventilator parameter setting and excessive mechanical traction during operation, such as improper setting of tidal volume or ventilator frequency. According to a large number of studies, the incidence of postoperative pulmonary complications can be reduced if patients are given intraoperative lung protective ventilation. The long-term hypoxic environment at high altitude makes it more necessary to protect the lung of patients during perioperative period. The purpose of this review is to discuss the definition and examination methods of postoperative pulmonary complications, the pathophysiology of ventilator-induced lung injury, and the study of lung protective ventilation strategy at high altitude.

Keywords

General Anesthesia, Mechanical Ventilation, Lung Protection, Tidal Volume, Lung Injury

Copyright © 2022 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

术后肺部并发症(PPCs)的发生与全身麻醉的过程息息相关。有一项研究结果显示,对于较长时间的全身麻醉(手术时间3小时以上),患者的呼吸系统可能需要6周才能恢复到术前状态。因此对于麻醉医生应该意识到在患者全身麻醉的过程中存在的各种因素,以便对患者进行适当的肺保护措施预防术后肺部并发症的发生[1]。机械通气是麻醉维持期间最重要的环节,调整适当的呼吸机参数避免氧化应激、使用较少侵入性的表面活性剂以及高频通气是预防肺损伤的重要因素[2]。保护性通气包括低潮气量,呼气末正压通气及肺复张策略。高海拔地区全麻手术人群基数巨大,长期低氧的环境本身对患者术前肺功能有一定损害,加强围术期肺保护通气策略变得更加重要。这篇综述将总结现有的文献证据,重点谈论肺保护通气策略针对高海拔地区患者的临床研究。

2. 术后肺部并发症

术后肺部并发症指患者手术结束后发生的并发症,是影响手术患者术后转归的主要因素之一,直接结果包括影像学、血气分析值等的改变,间接结果包括氧合指数 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 、 PaO_2 、 PaCO_2 、气道峰压、肺顺应性值以及影像学检查结果的变化[3]。肺不张是全身麻醉手术患者术后最常见的并发症,与术中机械通气方式联系紧密。吸入性肺炎是平卧位手术围术期内全身麻醉最危险的并发症,与术前准备以及全身麻醉诱导阶段面罩给氧方式以及全麻维持阶段潮气量的设定有关。下面主要通过肺保护通气的角度以及检查方法围绕这两种最主要的肺部并发症进行分析和阐述。

2.1. 肺不张

氧合指数 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 被定义为手术结束时、拔管前、拔管后立即或 PACU 中的数据,是评价肺气体交换和氧合功能的重要指标。全身麻醉因为消除了呼吸反射,100%的患者会迅速出现肺不张。当患者出现肺不张时,氧合指数 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 值会明显降低,严重影响患者术后愈合,并增加了医疗费用。经大量研

究证实, 通过术中适当的肺复张手法可补充患者塌陷的肺泡, 增加气体交换, 改善动脉氧合, 预防肺复张的发生[4]。影像学监测可评价肺保护通气策略实施过程中对肺不张的预防效果。

2.2. 吸入性肺炎

围手术期对胃内容物经肺吸入可导致不同严重程度的并发症, 包括吸入性肺炎或肺炎。在气管插管时, 口咽部的整个肌群的张力比较异常更容易发生反流误吸, 这就需要对加强精细化麻醉管理, 制定最适当的肺保护通气策略。另外, 经研究表明, 术前让患者适当参加体育锻炼, 适当多饮水, 多吃润燥食物也是对围术期患者进行肺保护的一个措施, 这样能起到预防吸入性肺炎的效果[5]。影像学检查也是吸入性肺炎检查的金指标, 可对于采取肺保护通气策略的肺复张手法有效指导。

3. 呼吸机诱导肺损伤

全身麻醉患者围术期容易发生肺损伤主要是由于呼吸机诱发的气压伤、容量伤和生物伤而导致的肺泡充盈或肺泡塌陷, 从而引起肺泡上皮损伤。比如当由于手术刺激导致应激反应或术中体位的变化以及呼吸机参数不当, 都可以改变肺局部血流量, 这时肺部血流通过升高左心房压力来提高肺毛细血管压力, 避免产生类似的肺损伤[6]。下面主要围绕气压伤、容量伤、生物伤展开详细阐述。

3.1. 气压伤

气压伤是指全身麻醉维持期呼吸机参数设置不当, 使呼吸机对患者机械通气时由于高压介导而导致的肺损伤。对于全身麻醉气管插管患者, 尽管气道压力较高, 但胸壁僵硬导致经肺压力较低, 吸气末肺容积较低。经麻醉诱导并插管后的患者, 容易在吸气末产生较高的经肺压力和肺容积, 即使气道压力相当低。因此, 肺容积和经肺动脉压之间存在内在联系。特别对于严重呼吸窘迫综合征(ARDS)患者可能气道压力较低, 但胸膜和经肺压力波动较大, 潮气量较大, 易发生气压伤[7]。

3.2. 容量伤

容量伤多是指在全身麻醉机械通气期间由于潮气量或 PEEP 值设置不当导致患者肺泡容量体积膨胀而造成的肺损伤。现有的人体数据表明, 机械通气期间对于给定的吸气末压力和吸气流, 高潮气量很容易导致肺损伤。在全麻手术中最常见的是, 调整呼吸机参数增加机械通气潮气量可能导致肺血流量增多(保证 V/Q 比例不失调), 肺局部血流量增多也会发生肺损伤。

3.3. 生物伤

生物伤是指全身麻醉手术患者在全身麻醉维持期间机械通气过程中由于机械性肺损伤触发广泛的生物学反应。这种级联反应进一步会导致肺外各种器官衰竭。肺泡的经典模式是在潮气膨胀期间伸展的气球状结构, 可能无法完全代表肺泡的微观力学。在正常呼吸过程中, 肺泡壁本身似乎也可以像肺泡一样“展开”, 将弹性拉伸和细胞应变降至最低, 除非肺容积接近总肺容量。在全麻机械通气过程中一旦发生细胞应力的变形, 为了防止质膜破裂, 并在发生应力破坏时修复细胞, 会导致脂质快速转运至质膜, 增加细胞表面积, 以防止质膜破裂, 并在发生应力破坏时修复细胞。当超过这些细胞保护机制时, 额外的膨胀直接转化为细胞应变, 导致细胞脱离基膜, 上皮细胞和内皮细胞连接断裂, 毛细血管内小泡、肺泡和间质水肿是临床肺损伤的微观相关性。每个成人肺的上皮表面积估计为 700~900 平方英尺, 接近网球场的一半大小。因此, 在肺中, 在细胞水平上相对较小的生物反应可集体促发大量致伤介质的释放。再加上这种信号放大, 几乎每分钟都有成人的整个血容量通过肺循环。因此, 肺部产生的促炎和促损伤介质在进入循环时, 很容易被输送到全身, 影响到以前未受影响的器官。

4. 肺保护通气策略的研究

肺保护通气策略(LPVS)指在保证机体能维持充分氧合、生命体征不受过多干扰的情况下而实施的能起到保护和改善肺功能、减少肺部并发症(PPCs)和降低手术患者死亡率的呼吸支持策略,特别适用于 PPCs 高危人群。

4.1. 在高海拔地区实施肺保护通气策略的意义

肺保护性通气可以最好地理解为限制整体和局部机械应力(施加在肺上的压力)和容量应变(静止形状的变形)。围术期肺损伤主要是由于肺泡充盈或肺泡塌陷导致的肺泡上皮或毛细血管受损。肺保护通气策略使用小潮气量并通过呼气末正压和肺复张等操作来防止肺泡的塌陷、肺不张、肺水肿等围术期肺部并发症, PEEP 可通过增加呼气末肺容量来稳定肺泡,改善缺氧,使术后肺部并发症的发生程度得到一定程度的改善[8]。在高海拔地区,长期低氧的高原环境本身会对肺功能造成影响,譬如肺泡气体交换不足,全身供氧不足,患者术前可能肺功能就较差。大量高原医学文章报道:在海拔 2100 米处,随着海拔的增加,围术期患者造成术后肺部并发症概率增大,因此围术期肺保护变得更加必要。目前还没有针对高海拔地区使用肺保护通气策略的研究,为了更好地对高海拔地区全身麻醉手术患者进行管理,以此防止术后肺不张,减少机械通气引起的肺损伤,使全身麻醉手术患者术后肺部并发症的发生程度得到一定改善,促进患者康复,降低住院费用,有必要对高海拔地区行全身麻醉的手术患者进行肺保护通气策略[9]。

4.2. 肺保护通气策略方法

近年来大量研究表明,传统大潮气量通气模式引起肺组织过度充气以及肺泡-毛细血管屏障受损,从而易出现压力-容量和炎症性肺损伤等机械相关性肺损伤。与大潮气量通气进行对比,小潮气量通气有助于促进肺泡的扩张并能避免通气过程中出现肺部损伤的情况,从而有助于预防术后肺部并发症的发生。因而推荐使用 6~8 ml/kg (理想体重)潮气量。PEEP 值过高或过低都会对患者肺功能造成一定损害,如果 PEEP 值过低则不足以维持肺泡开放状态但如果 PEEP 值过高则导致气道压增高和回心血量减少以及导致循环抑制。在围术期间调定适当的 PEEP 值能达到最佳气体交换并且可防止肺泡萎陷,当 PEEP 值达到适合患者的个体最佳 PEEP 值时塌陷肺泡被打开,单位肺泡压力降低并可减轻循环抑制[10]。肺复张手法亦能防止肺泡塌陷。适应症:气管插管后、SpO₂持续低于 94%氧合不佳时、呼吸回路脱开后、有创机械通气 FiO₂高于 0.5 才可达到氧合目标时;禁忌症:血流动力学不稳定、颅内压增高、肺大疱、哮喘、支气管胸膜瘘等;肺复张实施手法是当 VCV 时,应根据理想体重从潮气量 6~8 ml/kg 和 I:E1:1 起始,每 3 至 6 次呼吸递增 4 ml/kg 的潮气量,直至吸气平台压达 30~40 cm H₂O,在此水平上再进行 3 到 6 个循环呼吸后,即可达到充分的肺复张[11]。

4.3. 肺保护通气策略监测方法

经临床研究表明:血常规和血生化检查对肺不张的鉴别诊断价值有限,PaO₂/FiO₂正常值为 400~500 mmHg,是评价肺气体交换和氧合功能的重要指标并与肺损伤密切相关[12]。呼吸动力学监测包括气道峰压等,通过观测气道峰压值可优化在肺保护通气过程中呼吸动力学效果的评估;氧合监测可评判患者肺换气功能并可指导肺保护通气过程中优化通气设置[13]。影像学监测为术后肺不张检查的金指标还可评价肺的可复张性,保证既能防止肺泡塌陷又能防止肺泡过度膨胀导致的 V/Q 比失调。常用于肺部监测的影像学检查包括:胸部 CT,肺部超声以及电阻抗成像技术。其中胸部 CT 需要对肺每个层面进行描记,耗时很长,且大剂量辐射及患者搬动转运等风险,使其运用资金高,难以实施;电阻抗成像技术原理为肺组织导电性受肺内气体含量影响,通过监测各种原因导致的肺内电阻值变化,经过图像重建,实时显示

肺内不同区域通气变化,但目前该技术还未完全普及;而肺部超声原理为:肺内含气量不同,会产生不同特征性伪像,以此来对肺可复张性进行半定量评估,通过超声下肺部 A, B 线变化判断患者肺不张情况,实施起来简便易行[14]。

5. 讨论

随着加速康复外科概念的提出和发展,麻醉医生越来越重视术后肺部并发症的研究。在高海拔地区,长期低氧的高原环境本身会对肺功能造成影响,经麻醉诱导行气管或支气管插管后,不恰当的机械通气方式可能更加损害患者肺功能,导致一些列术后肺部并发症。因此在高海拔地区,对全身麻醉患者加强围术期内患者的肺功能保护和麻醉管理,对患者的术后恢复十分有利。利用肺保护通气策略对进行全麻手术治疗的患者进行干预,可取得较好的肺保护作用,且肺部并发症较少,建议推广。

参考文献

- [1] O'Gara, B. and Talmor, D. (2018) Perioperative Lung Protective Ventilation. *BMJ*, **362**, k3030. <https://doi.org/10.1136/bmj.k3030>
- [2] Kaufmann, K. and Heinrich, S. (2021) Minimizing Postoperative Pulmonary Complications in Thoracic Surgery Patients. *Current Opinion in Anesthesiology*, **34**, 13-19. <https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000945>
- [3] Schepens, T., Dres, M., Heunks, L. and Goligher, E.C. (2019) Diaphragm-Protective Mechanical Ventilation. *Current Opinion in Critical Care*, **25**, 77-85. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000578>
- [4] Slutsky, A.S. (2015) History of Mechanical Ventilation. From Vesalius to Ventilator-induced Lung Injury. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **191**, 1106-1115. <https://doi.org/10.1164/rccm.201503-0421PP>
- [5] Miskovic, A. and Lumb, A.B. (2017) Postoperative Pulmonary Complications. *British Journal of Anaesthesia*, **118**, 317-334. <https://doi.org/10.1093/bja/aex002>
- [6] Keszler, M. and Sant'Anna, G. (2015) Mechanical Ventilation and Bronchopulmonary Dysplasia. *Clinics in Perinatology*, **42**, 781-796. <https://doi.org/10.1016/j.clp.2015.08.006>
- [7] 史书衔, 思永玉. 肺切除术围手术期肺保护策略的应用进展[J]. 医学理论与实践, 2021, 34(19): 3338-3340+3343.
- [8] Spinelli, E., Carlesso, E. and Mauri, T. (2020) Extracorporeal Support to Achieve Lung-Protective and Diaphragm-Protective Ventilation. *Current Opinion in Critical Care*, **26**, 66-72. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000686>
- [9] Fu, Y., Zhang, Y.W., Gao, J., Fu, H.M., Si, L. and Gao, Y.T. (2021) Effects of Lung-Protective Ventilation Strategy on Lung Aeration Loss and Postoperative Pulmonary Complications in Moderate-Risk Patients Undergoing Abdominal Surgery. *Minerva Anestesiologica*, **87**, 655-662. <https://doi.org/10.23736/S0375-9393.20.14951-4>
- [10] 张党兰. 小潮气量联合呼气末正压肺保护通气对全身麻醉老年患者心输出量的影响[J]. 临床合理用药杂志, 2021, 14(19): 173-175.
- [11] 曹鹏, 宋正杰, 程静林. 驱动压导向的个体化呼气末正压通气对腹腔镜手术患者的肺保护作用[J]. 实用临床医药杂志, 2021, 25(10): 40-44.
- [12] 魏本忠, 张曙朋. 小潮气量肺保护通气策略对老年人胸腔镜术式过程的作用及对 PaO₂、PaCO₂ 等指标的影响[J]. 世界复合医学, 2019, 5(10): 73-75.
- [13] 唐秀平, 杜言言, 汪宏玲. 急性呼吸窘迫综合征应用小潮气量肺保护通气策略的效果[J]. 航空航天医学杂志, 2018, 29(11): 1418-1419.
- [14] 孙霖. 全身麻醉期间肺保护通气策略研究进展[J]. 临床医药文献电子杂志, 2018(39): 53. <https://doi.org/10.16281/j.cnki.jocml.2018.39.042>