

· 综 述 ·

肺保护性通气技术治疗颅脑损伤合并 ARDS 的研究进展

赵鹏程 综述 张永明 审校

【关键词】 颅脑损伤; ARDS; 保护性通气技术; 机械通气

【文章编号】 1009-153X(2021)04-0309-03 【文献标志码】 A 【中国图书资料分类号】 R 651.1*5

重型颅脑损伤(trumatic brain injury, TBI)病人并发急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)发病率在 19%~35%^[1], 与 TBI 的预后不良及病死率增加有关。早期应用机械通气辅助治疗, 对改善病人临床症状与预后都有重要作用。近年来, 肺保护性通气(lung protective ventilation, LPV)技术被广泛应用。由于肺脑之间辩证关系的存在, 在进行通气时常顾此失彼, 难以达到最佳的平衡点。如何达到良好的平衡, 以提高这类疾病的治疗, 是临床关注的重点。本文就肺保护性通气技术治疗颅脑损伤合并 ARDS 的研究进展进行综述。

1 TBI 合并 ARDS 的诊断

ARDS 是指由多种因素导致的急性弥漫性肺损伤和进行性急性呼吸衰竭。根据最新的柏林定义^[2]: 1 周内新发的或有进展的呼吸系统症状; 胸部影像学表现为双侧浸润阴影; 不能用心力衰竭及液体负荷过重解释的肺水肿; 低氧血症 $[PaCO_2/FiO_2 \leq 300]$, 且呼吸末正压通气(positive end expiratory pressure, PEEP)或持续气道正压通气(continuous positive airway pressure, CPAP) ≥ 5 cmH₂O], 即可诊断 ARDS。柏林定义解决了先前定义的局限性, 但某些方面的可靠性仍存争议。目前认为大多数 TBI 合并急性肺损伤早期, 病人常伴有吸入性肺炎及神经源性肺水肿, 进而出现呼吸急促、心动过速等缺氧症状, 并很快出现呼吸恶化^[3]。因此, TBI 病人若严格采用柏林定义标准诊断 ARDS, 大多数病人已处于

ARDS 进展期或终末期, 常导致较差的预后结果。一般临床经验认为, 重型 TBI 病人处于意识障碍或昏迷状态, 肺部听诊可闻及痰鸣音、湿啰音等呼吸道梗阻或通气不良表现, 呼吸频率加快(≥ 30 次/min), $PaO_2 < 90$ mmHg 并呈持续下降趋势, 应考虑病人有发展为 ARDS 的趋势, 及早处理对病人的治疗效果非常明显。

2 LPV 技术在 TBI 合并 ARDS 中的应用

2.1 LPV 技术概述 LPV 技术是在保证机体氧合和氧供的前提下, 防止肺泡扩张和塌陷过度, 减少呼吸机相关性肺损伤的发生的通气技术。Pelosi 等^[4]研究表明, 对 TBI 合并 ARDS 的病人, 伤后即使在并发急性呼吸衰竭的情况下, 神经外科医生也更担心大脑而不是肺部, 习惯使用更高的潮气量(tidal volume, TV)和较低的 PEEP。最新的国际 TBI 病人管理指南^[5]也缺乏 LPV 的建议。但, Asehnoune 等^[6]指出, 只要 P_aCO_2 水平维持在正常范围内, LPV 的使用不会改变结果或颅内压(intracranial pressure, ICP)。在我国, 近一半的 TBI 病人接受 LPV 治疗^[7], 因此, LPV 对 TBI 病人应该是安全的。目前, LPV 的实施主要体现在 TV、PEEP、肺复张(recruiting maneuvers, RM)及俯卧位等方面。

2.2 TV 对于重型 TBI 病人, 高 TV 导致的控制性低碳酸血症, 有时甚至是长时间的低碳酸血症, 仍然普遍存在。研究发现, 使用多模态监测入院时重型 TBI 病人, 适度的短期过度通气($PaCO_2$ 在 30~35 mmHg)对脑血流有很强的影响, 导致 ICP 降低, 但不会引起脑代谢物和氧合的病理改变^[8]。虽然, 过度通气减低 $PaCO_2$, 进而降低 ICP, 但低碳酸血症可收缩血管导致脑缺血, 加重脑组织缺氧, 因此, 最新 TBI 管理指南不建议将 $PaCO_2 < 25$ mmHg 的长期预防性过度通气作为降低 ICP 的一线治疗^[5]。小 TV 通气是 LPV 技术

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2021.04.029

基金项目: 安徽省重点研究与开发计划项目(201904a07020108)

作者单位: 230031 合肥, 安徽医科大学解放军临床学院第 901 医院神经外科(赵鹏程); 230041 合肥, 安徽省第二人民医院神经外科(张永明)

通讯作者: 张永明, E-mail: zymhf2966@163.com

的重要组成部分之一。早在 19 世纪末,美国呼吸重症联盟开始尝试对 ARDS 病人采用小 TV 通气^[9],并取得了较好的疗效,主要机制是减少肺泡过度扩大导致的肺损伤。目前,TBI 合并 ARDS 的前沿文献认为,将 TV 设置在 6~8 ml/kg 的通气技术不仅可以减少肺泡过度膨胀,而且还能够避免超过肺应变阈值,同时对 ICP 及脑灌注压(cerebral perfusion pressure, CPP)影响不大^[10]。因此,在保证基础通气量的前提下,以控制平台压为目标设置的小 TV 通气技术可能对 TBI 并发 ARDS 病人有益,当然,要权衡好 TV、PaCO₂与 ICP、CPP 和肺部的关系,动态监测脑血流量及 CPP 变化,不建议常规使用预防性过度通气改善 ICP。

2.3 PEEP PEEP 技术使肺泡内压力高于大气压,以防止肺泡萎陷,改善 PaO₂和肺顺应性。但是 PEEP 在 TBI 并发 ARDS 病人中是有争议的。一方面,由于 PEEP 增大了胸腔内压力,从而可能影响中心静脉回流,导致 ICP 升高。有学者提出 TBI 病人在机械通气时建议使用低或零 PEEP,80%的 TBI 病人接受机械通气时 PEEP≤5 cmH₂O^[10]。另一方面,PEEP 具有通过呼气末肺泡内正压的支撑作用,改善气体交换,调节氧合。对蛛网膜下腔出血病人,PEEP 从 5~20 cmH₂O 变化时,多项重要参数如心脏指数、心功能指数、胸内血容量指数等无明显变化,但 PEEP 升高导致平均动脉压和局部脑血流均显著性下降,而 ICP 变化较小^[11]。Nemer 等^[12]研究表明较高的 PEEP 可以增加氧饱和度和脑组织氧合压力,而不增加 ICP 或降低 CPP;因此作为一种安全的改善脑氧合的替代方法,较高的 PEEP 水平可用于重型 TBI 合并 ARDS 的病人。但该研究存在局限性,样本量太小,只评估了 20 例病人;而且,最高 PEEP 是 15 cmH₂O,PEEP 能否继续增加尚不清楚。TBI 合并 ARDS 的病人寻找最佳 PEEP 水平仍不确定,目前认为,适度的高 PEEP (5~10 cmH₂O)对病人是有益的,但 TBI 病增加 PEEP 时,要密切关注病人的 ICP 和 CPP。

2.4 RM RM 是 LPV 技术中的一个重要环节^[13],被认为是协助瞬时升高驱动压力以避免肺泡塌陷的操作,即在短时间内采用较大 TV 或较高压力使尽可能多的肺单位达到最大的生理性扩张通气技术,但是最大的肺复张可能导致肺的过度扩张,而最小的复张可能无效。RM 在 ARDS 中的应用一直充满争议^[13],因为其并不能使所有 ARDS 病人获益。由于,应用复张的技术在持续时间、最大压力和呼气末压力方面有所不同,很难将其应用到临床实践中,尽管很

多研究证实 RM 能够改善氧合,有助于逆转危及生命的低氧血症,但并不能改善临床预后、降低病死率^[14]。对 TBI 病人,RM 可能对 ICP 产生不利影响,可以通过干扰静脉血液回流并导致胸内压升高而降低动脉血压并增加 ICP。但 Nemer 等^[15]研究发现,对于 TBI 并发 ARDS 病人,RM 在改善氧合的同时不损害 ICP 或 CPP。同时,Mrozek 等^[1]指出 RM 能改善重型 TBI 术后病人神经功能结局,可能与病人脑组织及机体其他组织器官供氧改善有关。这提示应根据病人情况,选择适当的时机和方法进行 RM,并参考影响 RM 的相关因素,如 PEEP 水平、病人体位等情况,通过严格监测全身和大脑参数,适当的 RM 可能对病人是有益的。

2.5 俯卧位通气 治疗 ARDS 取得明显疗效^[16],已被证明通过不同的机制增加氧合^[17],如增加肺复张,防止呼吸相关性肺损伤的发生以及随着氧合的增加和 CO₂的清除而更好地改善通气/血流比。神经重症病房应用俯卧位通气的研究仍然较少^[18],一方面俯卧位对 ICP 产生严重影响,同时对病人生命体征、意识状况及瞳孔的观察有时难以实施;另一方面还存在技术困难,如气管插管的移除或移位的风险,以及 ICP 监测和引流的困难。神经外科病人常规推荐体位是头正中位并抬高床头 30°,这与俯卧位完全不相符。文献报道 1 例严重型 TBI 合并严重胸部创伤病人,在俯卧位 20 h 后,氧合得到改善,ICP 出现中度升高,但非常短暂^[19]。Roth 等^[20]研究显示 TBI 病人在俯卧位过程中,ICP 有中等显著的升高;然而氧合的增加远远超过 ICP 的变化,因此,建议在实行俯卧位时需要连续监测 ICP。临床上,俯卧位通气可尝试应用于对传统通气治疗无效的严重低氧血症病人,但也需要实时监测 ICP 的变化。目前,何时应用俯卧位通气并且寻找最佳的通气时间,仍需要进一步探讨。

综上所述,TBI 继发 ARDS 是临床常见且急需解决的难题,脑和肺通过复杂的途径相互作用。在脑损伤的情况下,既要保护脑,又要保护肺,避免脑功能和肺功能的恶化。临床应该根据病人具体情况,权衡 LPV 的潜在益处和潜在风险,动态观察全身各项指标,以优化这些病人的管理。

【参考文献】

- [1] Mrozek S, Constantin JM, Geeraerts T. Brain-lung cross-talk: implications for neurocritical care patients [J]. World J

- Crit Care Med, 2015, 4(3): 163-178.
- [2] ARDS Definition Task Force, Ranieri VM, Rubenfeld GD, *et al.* Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition [J]. JAMA, 2012, 307(23): 2526-2533.
- [3] Matthay MA, Zemans RL, Zimmerman GA, *et al.* Acute respiratory distress syndrome [J]. Nat Rev Dis Primers, 2019, 5(1): 18-70.
- [4] Pelosi P, Ferguson ND, Frutos-Vivar F, *et al.* Management and outcome of mechanically ventilated neurologic patients [J]. Crit Care Med, 2011, 39(6): 1482-1492.
- [5] Carney N, Totten AM, O'Reilly C, *et al.* Guidelines for the management of severe traumatic brain injury, fourth edition [J]. Neurosurgery, 2017, 80(1): 6-15.
- [6] Asehnoune K, Roquilly A, Cinotti R. Respiratory management in patients with severe brain injury [J]. Crit Care, 2018, 22(1): 76-82.
- [7] Luo XY, Hu YH, Cao XY, *et al.* Lung protective ventilation in patients with brain injury: a multicenter cross-sectional study and questionnaire survey in China [J]. Chin Med J (Engl), 2016, 129(14): 1643-1651.
- [8] Brandi G, Stocchetti N, Pagnamenta A, *et al.* Cerebral metabolism is not affected by moderate hyperventilation in patients with traumatic brain injury [J]. Crit Care, 2019, 23(1): 45-52.
- [9] Acute Respiratory Distress Syndrome Network, Brower RG, Matthay MA, *et al.* Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome [J]. N Engl J Med, 2000, 342(18): 1301-1308.
- [10] Asehnoune K, Mrozek S, Perrigault PF, *et al.* A multifaceted strategy to reduce ventilation-associated mortality in brain-injured patients. The BI-VILI project: a nationwide quality improvement project [J]. Intensive Care Med, 2017, 43(7): 957-970.
- [11] Borsellino B, Schultz MJ, Gama de Abreu M, *et al.* Mechanical ventilation in neurocritical care patients: a systematic literature review [J]. Expert Rev Respir Med, 2016, 10(10): 1123-1132.
- [12] Nemer SN, Caldeira JB, Santos RG, *et al.* Effects of positive end-expiratory pressure on brain tissue oxygen pressure of severe traumatic brain injury patients with acute respiratory distress syndrome: a pilot study [J]. J Crit Care, 2015, 30(6): 1263-1266.
- [13] van der Zee P, Gommers D. Recruitment maneuvers and higher PEEP, the so-called open lung concept, in patients with ARDS [J]. Crit Care, 2019, 23(1): 73-80.
- [14] Kang H, Yang H, Tong Z. Recruitment manoeuvres for adults with acute respiratory distress syndrome receiving mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis [J]. J Crit Care, 2019, 50(1): 1-10.
- [15] Nemer SN, Caldeira JB, Azeredo LM, *et al.* Alveolar recruitment maneuver in patients with subarachnoid hemorrhage and acute respiratory distress syndrome: a comparison of 2 approaches [J]. J Crit Care, 2011, 26(1): 22-27.
- [16] Gattinoni L, Busana M, Giosa L, *et al.* Prone positioning in acute respiratory distress syndrome [J]. Semin Respir Crit Care Med, 2019, 40(1): 94-100.
- [17] Guerin C, Baboi L, Richard JC. Mechanisms of the effects of prone positioning in acute respiratory distress syndrome [J]. Intensive Care Med, 2014, 40(11): 1634-1642.
- [18] Della Torre V, Badenes R, Corradi F, *et al.* Acute respiratory distress syndrome in traumatic brain injury: how do we manage it [J]. J Thorac Dis, 2017, 9(12): 5368-5381.
- [19] Ashton-Cleary DT, Duffy MR. Prone ventilation for refractory hypoxaemia in a patient with severe chest wall disruption and traumatic brain injury [J]. Br J Anaesth, 2011, 107(6): 1009-1010.
- [20] Roth C, Ferbert A, Deinsberger W, *et al.* Does prone positioning increase intracranial pressure: a retrospective analysis of patients with acute brain injury and acute respiratory failure [J]. Neurocrit Care, 2014, 21(2): 186-191.

(2019-11-14 收稿, 2020-01-08 修回)