

进一步提高机械通气的应用与管理水平

秦英智

机械通气主要用于治疗或维持心肺衰竭患者的呼吸功能。在过去,通气支持的目的不仅包括有效的生命支持,而且也是减少医源性呼吸功能衰竭的重要手段。近年来由于微处理器的发展,机械通气在改善患者通气氧合的需求、人机协调方面有了明显的提高。呼吸机监护日臻完善,通过呼吸机参数、曲线波形、整合呼吸力学以测定跨肺压(P_{tp})与跨膈压以及功能残气量(FRC),能够反映患者肺脏的病理生理学变化,从而为某些疾病的诊断提供依据。呼吸机常提供临床不同选项供医生使用,提高了机械通气的临床与管理水平,使机械通气在诸多方面有了较大发展,同时明显提高了脱机成功率^[1-2]。但近年来的临床研究显示,机械通气具有潜在的引起肺感染、血流动力学变化及呼吸机相关性肺损伤(VILI)的负面影响。

在有创机械通气应用期间,容量辅助通气依然较为常用^[1,3],但其主导地位在减弱,1998年应用辅助/控制(A/C)模式、同步间歇指令通气(SIMV)、SIMV/压力支持(PS)3种容量控制通气模式的总时间为825 d/千机械通气日,到2010年这3种模式使用总时间降至458 d/千机械通气日。在通气模式上也悄然变化,压力模式,包括压力控制通气(PCV)、双水平气道正压通气(BIPAP)以及自主模式在逐年增加。潮气量(V_T)的设定在减小[1998年为 (8.8 ± 2.1) mL/kg, 2010年为 (6.9 ± 1.9) mL/kg],呼气末正压(PEEP)的设定在增加[1998年为 (4.2 ± 3.8) cmH₂O, 2010年为 (7.0 ± 3.0) cmH₂O, $P < 0.001$; 1 cmH₂O = 0.098 kPa],气道平台压(P_{plat})和气道峰压显著降低(二者 < 30 cmH₂O在1998年占29%, 2010年占67.5%)^[4-6]。另外,俯卧位通气的比例在近10年来稳定在9%左右。重症加强治疗病房(ICU)使用无创正压通气(NPPV)的患者比例在增加(1998年为5%, 2010年为14%), ICU需要插管机械通气的比例也明显下降(1998年为32%, 2010年为29%, $P < 0.001$)^[7-8]。

近年来人们逐渐认识到,通过呼吸间或呼吸内调节的闭环模式可自动调节压力或容量。选择适当的流速,改善人机协调,为患者提供最小的 V_T 或压力,避免支持过度或不足,使呼吸机更适合患者需求,从而缩短带机时间。闭环模式可减少临床医生的干预,提高机械通气的管理水平,增加带机的安全性,减少镇静剂的使用和并发症。不管医疗环境和医务人员水平如何,闭环模式都可提供标准的呼吸机调节措施。但回顾性研究表明,临床对闭环模式的认知度仍无明显提高。

应该认识到闭环模式尽管在某些方面具有优势,但不同模式也有各自的缺陷。如压力调节容量控制通气(PRVC)可出现低通气、加重内源性呼气末正压(autoPEEP),需要仔细设定压力控制和周期终止时间;成比例压力支持通气(PAV)、神经调节通气辅助(NAVA)尽管可以改善 P_{tp} 、减小气道死腔(VD)、人机协调优于压力支持通气(PSV),但对有些患者是否适用、能否改善预后尚不能确定。有研究显示,智能脱机程序,如Smart Care PS及适应性压力支持通气(ASV)可减少临床干预,但无证据显示其可降低医疗费用、减少并发症和缩短机械通气时间^[2]。因此,应用闭环模式应充分了解其作用机制,有的模式需要临床医生仔细调节,选择适应证、尚需个体化。

几项随机对照临床试验(RCT)^[9-12]对非急性呼吸窘迫综合征(ARDS)患者行机械通气和ARDS患者实施肺保护性机械通气策略的研究结果显示,在急性肺损伤(ALI)实施机械通气中控制 V_T 和 P_{plat} ,使用压力与容量控制通气策略可以降低病死率。对ARDS患者实施保护性通气策略后,患者在2年中病死率下降了3% ($P = 0.002$)。临床试验结果提示,即使不是ARDS患者,机械通气时同样需要实施保护性通气的小 V_T 策略。还有研究表明,ARDS患者 $P_{plat} > 26$ cmH₂O可明显增加急性肺源性心脏病(ACP)的发生率和病死率; P_{plat}

27~35 cmH₂O 时, ACP 患者病死率明显增加^[13]。Terragni、Jaswal 和 Prescott 等^[14-16]研究表明, 呼吸系统 Pplat 与肺 Pplat 不相关 ($R^2=0.0099$); 呼吸系统应激指数 (SI) 与肺 SI 是相关的 ($R^2=0.762$); 形态学指标区别是否为损伤性通气的最佳阈值是呼吸系统 Pplat > 25 cmH₂O 和呼吸系统 SI > 1.05。尽管在呼吸系统 Pplat 和肺 Pplat 之间存在实质性的差异, 但呼吸系统 SI 可以反映肺 SI。

ARDS 患者降低气道压力 (stress) 与过度肺膨胀 (strain) 可最大限度地减少 VILI。机械通气设定 PEEP 可保持复张的肺泡开放, 减少分流, 从而改善氧合。另外, PEEP 引起肺复张能减轻过度肺膨胀; 在呼吸周期中适当的 PEEP 可减轻肺泡反复复张与关闭导致的肺损伤。研究表明, 中度 ARDS 时设定较高水平 PEEP 可使病死率降低 4%^[4]。临床设定 PEEP 应关注 PEEP 与吸入氧浓度 (FiO₂) 的关系, 设定适当的 PEEP 应以肺的机械参数为依据, 根据 P-V 曲线调节 PEEP, 维持 FiO₂ < 0.60 以达到较好的氧供 (DO₂) 为原则, 需个体化滴定 PEEP, 使用高 PEEP 并不一定能改善病死率。近年来的观点认为, 对严重 ARDS 机械通气患者应在监测食管压的指导下, 分别计算肺与胸壁的顺应性, 可提高设定 PEEP 的科学性。研究表明使用食管压设定 PEEP, 维持正的 Ptp, 可改善氧合, 减轻 VILI^[10-11, 17-18]。尽管目前应用病例较少, 但是这代表当今对重症 ARDS 患者设定 PEEP 的趋势。

体外膜肺氧合 (ECMO) 的应用: 早期 (1965 年至 1971 年) ECMO 仅限于实验室研究, 1971 年将其首先用于心脏支持 (V-A 模式), 此后主要在新born儿、心外科应用。2009 年开始将 V-V 模式用于甲型 H1N1 流感合并严重 ARDS 的呼吸支持并取得了较好的效果。与此同时, 严重成人呼吸衰竭 ECMO 治疗试验 (CESAR)^[12]、严重 ARDS 膜肺拯救试验 (EOLIA ECMO 试验)^[19] 等多中心先后对严重 ARDS 进行了研究, 至今 ECMO 已成为机械通气治疗低氧血症无反应的一种拯救性治疗措施。近年来, 尽管成人呼吸衰竭中应用 ECMO 戏剧性地增加, 但仍然缺乏选择适当患者应用 ECMO 的高质量证据, 根据患者生理学损害个体化地选择应用 ECMO 仍是当前的主流。ECMO 在成人最常见用于支持严重 ARDS、大面积肺栓塞及等待心肺移植者, 在其他疾病中的应用正在拓展, 如慢性阻塞性肺疾病急性加重期 (AECOPD)、重症哮喘应用体外二氧化碳去除 (ECCO₂R)^[20]。传统应用 ECMO 支持的理念正在发生变化。当今, 应用 ECMO 无绝对禁忌证, 但是应该评估危险因素, 挑战传统的反指征。未来使用 ECMO 应有更清楚的指征和后果, 包括患者的选择、时机、肺保护性通气策略、通气与氧合的靶目标等。体外气体交换 (ELSO) 与机械通气一起业已成为解决重症呼吸循环衰竭的有用治疗手段。

在脱机方面: Boles 等^[21]根据自主呼吸试验 (SBT)、机械通气时间将脱机分类 (2007 专家共识) 为简单脱机、困难脱机与长期困难脱机。共识中对通过筛查进入 SBT 有明确的界定, SBT 是作为中断呼吸支持的直接试验, 成功完成首次 SBT 脱机试验的比例升高 (1998 年占 49%, 2010 年占 63.5%, $P < 0.001$), 使用 PSV 作为脱机模式比使用 SIMV/PS 或 SIMV 有显著增加, 这些患者之间脱机时间也有显著差异 ($P < 0.001$)。但近 10 年来脱机成功率没有明显改变, 再插管率也无差异 (12% 左右), 但是脱机失败仍然最常见于拔管后 12 h (1998 年是 63%, 2010 年是 52%, $P = 0.01$)^[1-2]。约 20%~30% 有创机械通气患者经历了困难脱机。困难脱机的病理生理改变是复杂的。Heunks 和 van der Hoeven^[22]根据多年对困难脱机患者的临床实践, 总结出早期识别导致困难脱机原因的思路, 提出了用结构方法 (structure approach) 进行鉴别诊断的 ABCDE 法则。对常见的困难脱机原因提出诊治对策和规范的临床思维方式, 有助于提高脱机成功率。然而, 结构性的评估是基于困难脱机出现的频率而提出的, 有助于证实某些常见的脱机失败的原因, 这个法则仅选择几个节点以了解整个脱机失败原因, 因此是初步的筛查思路。进一步确定困难脱机的病因仍然需要多学科的协作。

Esteban 和 Marini 等^[1-2, 8]对机械通气应用的变迁发表了回顾性、前瞻性的国际多中心研究文章, 他们通过回顾历史、总结经验, 探讨机械通气治疗的过去、现在与未来, 利用可获得的证据对当今机械通气进行了客观的总结。尽管研究中因各种客观原因, 如国家、地区、医院、ICU 的类型、患者或临床实践、经验等不同, 难免会出现偏倚, 但这仍能反映当前机械通气应用的主流, 代表现阶段机械通气应用的流行趋势。值得指出的是, 应用的主流不一定都代表最先进的, 但可以认为是相对成熟、容易掌握的; 非主流应用并非都代表落后的, 有的可能会在未来成为主流。正如对模式分析显示的那样, 1998 年 A/C 模式是主要的应用模式; 到 2010 年, 机械通气患者应用 A/C 模式的优势在减弱, 取而代之的是应用压力、自主模式在逐年增加。在脱机模式上, 1998 年以 SIMV/PS 或 SIMV 为主, 到 2010 年则以 PSV 为主。这些都从另一方面反映出临床应用水平的

提高。

综上所述,机械通气的变化历经几代人辛勤的实践活动。从呼吸机变化、临床研究成果、应用呼吸机临床实践水平的提高,到联合应用体外气体交换治疗重症呼吸衰竭,使呼吸衰竭的病死率得到明显改善。但是,机械通气在某些领域,如闭环模式的应用、准确应用 ECMO、解决呼吸机依赖的诊断与长期机械通气的管理、困难脱机等方面,仍然影响着患者的预后。尽管患者的病情千差万别,机械通气应用在诸多领域仍然需要有指南、共识从不同角度提供循证医学的证据,可以为科学、规范应用机械通气提供较好的指导作用。

参考文献

- [1] Esteban A, Frutos-Vivar F, Muriel A, et al. Evolution of mortality over time in patients receiving mechanical ventilation [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2013, 188 (2): 220-230.
- [2] Marini JJ. Mechanical ventilation: past lessons and the near future [J]. Crit Care, 2013, 17 Suppl 1: S1.
- [3] Colice GL. Historical perspective on the development of mechanical ventilation [M]// Tobin MJ. Principles and Practice of Mechanical Ventilation. 3rd Ed. New York: McGraw Hill, 2013: 3-41.
- [4] Briel M, Meade M, Mercat A, et al. Higher vs lower positive end-expiratory pressure in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: systematic review and meta-analysis [J]. JAMA, 2010, 303 (9): 865-873.
- [5] Guerin C. The preventive role of higher PEEP in treating severely hypoxemic ARDS [J]. Minerva Anestesiol, 2011, 77 (8): 835-845.
- [6] Villar J, Kacmarek RM, Perez-Mendez L, et al. A high positive end-expiratory pressure, low tidal volume ventilatory strategy improves outcome in persistent acute respiratory distress syndrome: a randomized, controlled trial [J]. Crit Care Med, 2006, 34 (5): 1311-1318.
- [7] Chandra D, Stamm JA, Taylor B, et al. Outcomes of noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease in the United States, 1998-2008 [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2012, 185 (2): 152-159.
- [8] Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson ND, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation [J]. N Engl J Med, 2004, 350 (24): 2452-2460.
- [9] Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition [J]. JAMA, 2012, 307 (23): 2526-2533.
- [10] Sevransky JE, Levy MM, Marini JJ. Mechanical ventilation in sepsis-induced acute lung injury/acute respiratory distress syndrome: an evidence-based review [J]. Crit Care Med, 2004, 32 (11 Suppl): S548-553.
- [11] Talmor DS, Fessler HE. Are esophageal pressure measurements important in clinical decision-making in mechanically ventilated patients? [J]. Respir Care, 2010, 55 (2): 162-172; discussion 172-174.
- [12] Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, et al. Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial [J]. Lancet, 2009, 374 (9698): 1351-1363.
- [13] Jardin F, Vieillard-Baron A. Is there a safe plateau pressure in ARDS? The right heart only knows [J]. Intensive Care Med, 2007, 33 (3): 444-447.
- [14] Terragni PP, Filippini C, Slutsky AS, et al. Accuracy of plateau pressure and stress index to identify injurious ventilation in patients with acute respiratory distress syndrome [J]. Anesthesiology, 2013, 119 (4): 880-889.
- [15] Jaswal DS, Leung JM, Sun J, et al. Tidal volume and plateau pressure use for acute lung injury from 2000 to present: a systematic literature review [J]. Crit Care Med, 2014, 42 (10): 2278-2289.
- [16] Prescott HC, Brower RG, Cooke CR, et al. Factors associated with elevated plateau pressure in patients with acute lung injury receiving lower tidal volume ventilation [J]. Crit Care Med, 2013, 41 (3): 756-764.
- [17] Richard JC, Marini JJ. Transpulmonary pressure as a surrogate of plateau pressure for lung protective strategy: not perfect but more physiologic [J]. Intensive Care Med, 2012, 38 (3): 339-341.
- [18] Talmor D, Sarge T, Malhotra A, et al. Mechanical ventilation guided by esophageal pressure in acute lung injury [J]. N Engl J Med, 2008, 359 (20): 2095-2104.
- [19] Combes A, Brechot N, Luyt CE, et al. What is the niche for extracorporeal membrane oxygenation in severe acute respiratory distress syndrome? [J]. Curr Opin Crit Care, 2012, 18 (5): 527-532.
- [20] Abrams DC, Brenner K, Burkart KM, et al. Pilot study of extracorporeal carbon dioxide removal to facilitate extubation and ambulation in exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease [J]. Ann Am Thorac Soc, 2013, 10 (4): 307-314.
- [21] Boles JM, Bion J, Connors A, et al. Weaning from mechanical ventilation [J]. Eur Respir J, 2007, 29 (5): 1033-1056.
- [22] Heunks LM, van der Hoeven JG. Clinical review: the ABC of weaning failure—a structured approach [J]. Crit Care, 2010, 14 (6): 245.

(收稿日期: 2015-06-10)

(本文编辑:李银平)

• 书讯 •

《热射病防治技术手册》由人民军医出版社发行

中国人民解放军第四〇一医院重症医学科李海玲教授组织主编的《热射病防治技术手册》由人民军医出版社出版发行,全国各地新华书店均有售,定价:25.0元/本。

《热射病防治技术手册》是一部热射病防治方面的工具书,共11章约17万字。详细阐述了热射病的流行病学特点、发病原因、病理生理机制、临床表现、辅助检查、诊断、监测技术、现场急救与后送、治疗方案、预防与健康宣教、护理、预后及管理策略等。内容简明实用,指导性强,可作为基层部队卫生预防宣教、急救后送指导教材,以供二、三线医院救治热射病参考。

