

机械通气的历史演变

席修明

机械通气是危重症医学里程碑式的生命支持技术,1952 年 Bjorn Ibsen 首先使用正压通气治疗呼吸衰竭获得成功,从而影响了 1953 年脊髓灰质炎在北欧流行时的治疗,从负压通气改用正压通气后,丹麦哥本哈根市脊髓灰质炎患者的病死率从 87% 下降到 15%^[1]。1953 年 3 月被看作是现代机械通气治疗呼吸衰竭的生日,但并不意味机械通气创建了重症监护病房(ICU)和危重症医学(CCM)。50 余年过去了,虽然机械通气患者的病死率已经明显下降,但是今天 ICU 中呼吸衰竭和机械通气特别是长时间机械通气的患者越来越多,病情也越来越复杂。高新技术在呼吸机中的应用,使得呼吸机出现了更多的通气模式,有了更好的人-机配合,操作界面更加适合,同时对 ICU 的医师和呼吸治疗师也提出了更高的要求。

1 机械通气的频率

由于人口老龄化、大手术、严重感染的增多和麻醉方式的改变,呼吸衰竭的增加导致了机械通气患者逐年增多。加拿大 1992—2000 年机械通气的患者比例从每年 200/10 万人增加到 217/10 万人,增长了 9%^[2]。基于这一调查结果,有人预测到 2026 年加拿大需行机械通气的患者将增长 80%,达到每年 291/10 万人^[3]。美国机械通气的患者比例从 1996 年的 284/10 万增长到 2002 年的 314/10 万^[4]。

2 机械通气患者的预后

20 世纪 70 年代机械通气患者的病死率约为 50%~60%^[5-6];到 90 年代时约为 40%~45%^[7-8]。1998 年进行了多国机械通气的流行病学调查,机械通气患者 ICU 病死率为 31%,住院病死率为 40%;2004 年调查发现,ICU 病死率为 31%,住院病死率为 37%。ICU 病死率并未随时间推移而降低,但住院病死率有明显下降^[9-10]。值得重视的是,2003 年美国有 39% 的 ICU 患者需要长时间机械通气(机械通气时间 > 96 h),这些患者院内感染率和医疗费明显增加,并长久占用和消耗卫生资源,而且还有增加的趋势^[11]。这将给社会带来沉重的负担和严肃的伦理学问题。

3 机械通气患者的特点

人口老龄化问题日益突出,已引起社会广泛的关注,对 CCM 也造成重大影响。ICU 中机械通气的老年患者明显增加,1992—2000 年 80 岁以上的老人增加了 20%,但平均年龄没有明显变化^[2]。1998 年 ICU 中机械通气患者的平均年龄为 59 岁,2004 年仍然是 59 岁^[9-10]。这些不同结果的调查报告受到地区间卫生经济状况、医疗卫生资源和 ICU 住院病种的影响。年龄是影响机械通气患者预后的重要因素,Esteban 等^[10]报道 70 岁以上患者的死亡风险是 40 岁患者的 2 倍,说明年龄是机械通气死亡患者独立的危险因素。

男性患者机械通气的比例约为 50%~60%^[2,4,10],但生存率与性别无显著相关性。是否与吸烟和基因多态性等因素有关还不清楚,目前还缺乏足够的证据。

4 呼吸衰竭的病因学

许多疾病可以导致呼吸衰竭而需要机械通气治疗,Esteban 等^[9]报道,ICU 内急性呼吸衰竭机械通气占 70%,其中 10% 的急性呼吸衰竭患者伴有慢性阻塞性肺疾病(COPD);17% 伴有神经系统疾病,主要是昏迷和严重意识障碍。急性呼吸衰竭常见的原因有大手术后、肺炎、心力衰竭和全身性感染,急性呼吸窘迫综合征(ARDS)约占 5%。导致气管插管和机械通气的病因与患者的预后明显相关,许多病因都是影响机械通气死亡的独立危险因素,如昏迷[比值比(OR)=2.98]、全身性感染(OR=1.71)、ARDS(OR=1.44);而手术后急性呼吸衰竭的预后好于其他病因。

单中心的回顾性研究表明,在过去的 20 年里 ARDS 的病死率发生了明显的变化,从 20 世纪 80 年代早期的 55%~65% 下降到 90 年代后期的 29%~35%^[12-13]。多中心的调查发现,1998 年 ARDS 的病死率为 61%,2004 年为 56%,两者间差异无统计学意义^[10]。COPD 机械通气患者的病死率约为 15%,似乎低于 ICU

DOI:10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2009.04.001

作者单位:100038 北京,首都医科大学附属复兴医院 ICU

机械通气的平均病死率。研究发现 COPD 不是机械通气患者的独立危险因素^[9]。值得注意的是, COPD 有创通气的比例逐渐减少, 从 10% 下降到 7%, 而无创通气(NIV)的使用率明显增加^[10]。

5 机械通气的特点与患者的预后

5.1 NIV:大量证据表明 NIV 在临床的使用明显增加, 主要用于 COPD 急性加重期(AECOPD)、急性心源性肺水肿、COPD 拔管后的呼吸支持、免疫功能低下的急性呼吸衰竭(恶性血液病、艾滋病、器官移植后肺炎、哮喘和手术后急性呼吸衰竭)^[14]。对 NIV 用于急性低氧性呼吸衰竭仍有争议, 特别是 ARDS。1998 年的调查发现, 首选 NIV 的呼吸衰竭患者只有 5%, 有 32% 的 NIV 失败后转为有创通气, 而转为有创通气的患者病死率高达 48%。1998 年有 17% 的 COPD 脑病患者首选 NIV, 而 2004 年增加到 44%^[9-10, 15]。同样法国 ICU 中 NIV 的使用率也逐渐增加, 1997—2002 年, NIV 作为首选的机械通气从 16% 增加到 23%^[15]。NIV 的失败率和病死率无显著变化, 但是大量应用 NIV 明显减少了有创通气的使用, 这可能减少了气管插管和有创通气的并发症。如何选择适应证是 NIV 成功的关键, 当然 NIV 设备的改进与提高也非常重要。

5.2 机械通气模式:1998 年容量控制辅助通气(volume assist-control ventilation)是主要的通气模式, 大约占全部机械通气时间的 60%, 到 2004 年这一比例没有变化^[10]。主要原因是: 通气模式对预后影响的临床研究很少, 没有足够的证据证明哪种通气模式可以降低患者的病死率, 因此 ICU 的医师更喜欢使用简单易了、操作方便、性能稳定和安全性好的呼吸模式。

5.3 潮气量(V_T)和气道压力:近年来针对 ARDS 提出了肺保护通气策略, 临床证据表明小 V_T 可以降低患者的病死率, 这些结果改变了临床的实践。在肺保护策略广泛实行之前, ARDS 患者 V_T 平均为 10 ml/kg, 只有在肺顺应性非常低和吸气压很高的情况下才减少 V_T ^[16]。也没有发现气道峰压或平台压与病死率之间的关系。2004 年 ARDS 患者平均 V_T 减少了 2 ml/kg, 有 20% 的患者 V_T 小于 6 ml/kg, 是 1998 年的 4 倍。限制压力/容量的策略更为常用。这两个队列研究证明临床实践发生了明显的变化, 但 ARDS 的 ICU 和住院病死率没有明显改变^[9-10]。这与研究成果转化为临床实践的认识和速度有关, 不同的 ICU 在同一时间内采用的机械通气策略可能不同, 因此患者的预后也不同。更加广泛地使用肺保护通气策略是否能降低 ARDS 的病死率仍不清楚。最近发现限制压力/容量通气方式可以预防 ARDS 的发生, 非 ARDS 患者机械通气时大 V_T (>700 ml/kg) 和高吸气峰压($PIP > 30$ cm H_2O , 1 cm $H_2O = 0.098$ kPa) 可以导致 ARDS^[17-18]。非 ARDS 患者是否需要肺保护通气仍需要进一步的研究。

5.4 呼气末正压(PEEP)与 ARDS:肺复张策略的随机对照研究(RCT)表明, 高 PEEP 不能降低 ARDS 患者的病死率^[19-20]。但把这些 RCT 研究数据放在一起分析发现, 高 PEEP 策略对那些严重肺损伤有益; 相反, 低 PEEP 可增加病死率^[21]。2004 年调查发现 ARDS 患者 PEEP 的平均水平增加了 2 cm H_2O , PEEP 大于 10 cm H_2O 的患者从 28% 增加到 40%^[10]。这些临床的变化与有限的证据并不一致, 这似乎说明, 即使缺少明确的最佳 PEEP 定义, 但在使用开放肺策略(open lung strategy)时, 高 PEEP 可能是有益的, 因此, ICU 医师愿意使用高一点的 PEEP。但是 2004 年仍有 20% 的 ARDS 患者 PEEP 低于 5 cm H_2O 。

5.5 ARDS 的俯卧位通气:俯卧位通气是机械通气的辅助方法, 可以改善肺泡复张和减少肺内分流。最近荟萃分析发现俯卧位通气可以改善 ARDS 患者的氧合, 降低呼吸机相关性肺炎的风险, 但不能降低病死率和缩短机械通气时间^[22]。Gattinoni 等^[23]在述评中指出, 对那些严重的 ARDS 和同质性较好的肺损伤患者, 俯卧位通气有可能改善存活率, 今后的研究应仔细选择更适合的病例。另有研究发现, 近年来临床使用俯卧位通气减少了 50%^[10], 主要原因为操作麻烦, 大量增加了护士的工作量, 导致很多并发症^[24]。同样也反映出俯卧位通气的病例选择更加严格, 只在顽固低氧的 ARDS 患者适用。目前基本的共识是俯卧位通气不能作为 ARDS 的常规治疗方法。

5.6 呼吸机撤离(weaning):撤离呼吸机是 ICU 中极富挑战性的一项工作, 呼吸机管理中有 40% 的时间用于撤机, 过早和延迟撤机均可影响患者的预后, 因此拔除气管插管的时机非常重要。在国家与国家、医院与医院、医生与医生之间, 呼吸机撤离的时机和方法有一定的差异。Esteban 等^[10]观察到使用压力支持通气(PSV)模式, 逐步降低压力水平撤机率逐渐增加, 而使用同步间歇指令通气(SIMV)加或不加 PSV 模式则明显减少。这些变化影响了机械通气患者的预后, 医师用于撤机的时间和机械通气时间明显缩短, 48 h 内再插管率下降。

6 总结

机械通气技术临床应用已经超过半个世纪,积累了大量正反两面的临床经验和发展趋势,好的趋势是越来越多的 RCT 为机械通气的实践提供了更多的证据,对证据的认识和解读提高了 ICU 医务人员的专业水平,指引了临床实践的发展方向,特别是复杂和多学科的危重症患者;坏的趋势是机械通气的患者逐年增加,特别是长时间机械通气的患者。人口老龄化加速了这个趋势,这将给未来医疗卫生体系和社会资源带来巨大压力。高新技术快速发展使得呼吸机的技术不断创新,出现了新的机械通气模式,但多个大规模的临床调查发现,多年来最常使用的通气模式没有变化,控制通气[容量控制通气(VC)、压力控制通气(PC)]、PSV 和 SIMV 仍然是临床最常用的通气模式。从 Bjorn Ibsen 首先使用正压通气治疗呼吸衰竭和 CCM 的起源到现在,我们走过了漫长的道路。必须坚持积极进取和发明创造的精神推动机械通气技术向正确的方向发展。

参考文献

- [1] Berthelsen PG, Cronqvist M. The first intensive care unit in the world; copenhagen 1953. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2003, 47(10):1190-1195.
- [2] Needham DM, Bronskill SE, Sibbald WJ, et al. Mechanical ventilation in Ontario, 1992-2000; incidence, survival, and hospital bed utilization of noncardiac surgery adult patients. *Crit Care Med*, 2004, 32(7):1504-1509.
- [3] Needham DM, Bronskill SE, Calinawan JR, et al. Projected incidence of mechanical ventilation in Ontario to 2026; preparing for the aging baby boomers. *Crit Care Med*, 2005, 33(3):574-579.
- [4] Carson SS, Cox CE, Holmes GM, et al. The changing epidemiology of mechanical ventilation; a population-based study. *J Intensive Care Med*, 2006, 21(3):173-182.
- [5] Rogers RM, Weiler C, Ruppenthal B. Impact of the respiratory intensive care unit on survival of patients with acute respiratory failure. *Chest*, 1972, 60(1):94-97.
- [6] Nunn JF, Millidge JS, Singaraya J. Survival of patients ventilated in an intensive therapy unit. *Br Med J*, 1979, 1(6177):1525-1527.
- [7] Luhr OR, Antonsen K, Karlsson M, et al. Incidence and mortality after acute respiratory failure and acute respiratory distress syndrome in Sweden, Denmark, and Iceland, the ARF Study Group. *Am J Respir Crit Care Med*, 1999, 159(6):1849-1861.
- [8] Vasilyev S, Schaap RN, Mortensen JD. Hospital survival rates of patients with acute respiratory failure in modern respiratory intensive care units, an international, multicenter, prospective survey. *Chest*, 1995, 107(4):1083-1088.
- [9] Esteban A, Anzueto A, Frutos F, et al. Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation; a 28-day international study. *JAMA*, 2002, 287(3):345-355.
- [10] Esteban A, Ferguson ND, Meade MO, et al. Evolution of mechanical ventilation in response to clinical research. *Am J Respir Crit Care Med*, 2008, 177(2):170-177.
- [11] Zilberberg MD, de Wit M, Pirone JR, et al. Growth in adult prolonged acute mechanical ventilation; implications for healthcare delivery. *Crit Care Med*, 2008, 36(5):1451-1455.
- [12] Stapleton RD, Wang BM, Hudson LD, et al. Causes and timing of death in patients with ARDS. *Chest*, 2005, 128(2):525-532.
- [13] Milberg JA, Davis DR, Steinberg KP, et al. Improved survival of patients with acute respiratory distress syndrome (ARDS). *JAMA*, 1995, 273(4):306-309.
- [14] Garpestad E, Brennan J, Hill NS. Noninvasive ventilation for critical care. *Chest*, 2007, 132(2):711-720.
- [15] Demoule A, Girou E, Richard JC, et al. Increased use of noninvasive ventilation in French intensive care units. *Intensive Care Med*, 2006, 32(11):1747-1755.
- [16] Ferguson ND, Frutos-Vivar F, Esteban A, et al. Airway pressures, tidal volumes, and mortality in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*, 2005, 33(1):21-30.
- [17] Gajic O, Frutos-Vivar F, Esteban A, et al. Ventilator settings as a risk factor for acute respiratory distress syndrome in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med*, 2005, 31(7):922-926.
- [18] Jia X, Malhotra A, Saeed M, et al. Risk factors for ARDS in patients receiving mechanical ventilation for > 48 h. *Chest*, 2008, 133(4):853-861.
- [19] Brower RG, Lanken PN, MacIntyre N, et al. Higher versus lower positive end-expiratory pressures in patients with the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*, 2004, 351(4):327-336.
- [20] Mercat A, Richard JC, Vieille B, et al. Positive end-expiratory pressure setting in adults with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome; a randomized controlled trial. *JAMA*, 2008, 299(6):646-655.
- [21] Ferguson ND, Frutos-Vivar F, Esteban A, et al. Airway pressures, tidal volumes, and mortality in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*, 2005, 33(1):21-30.
- [22] Sud S, Sud M, Friedrich JO, et al. Effect of mechanical ventilation in the prone position on clinical outcomes in patients with acute hypoxemic respiratory failure; a systematic review and meta-analysis. *CMAJ*, 2008, 178(9):1153-1161.
- [23] Gattinoni L, Protti A. Ventilation in the prone position; for some but not for all? *CMAJ*, 2008, 178(9):1174-1176.
- [24] Messerole E, Peine P, Wittkopp S, et al. The pragmatics of prone positioning. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002, 165(10):1359-1363.

(收稿日期:2009-03-24) (本文编辑:李银平)