

急性呼吸窘迫综合征机械通气治疗研究进展

张凤林 (综述) 赵金垣 (审校)

(北京医科大学第三医院职业病研究中心, 北京 100083)

摘要: 本文综述了近年来有关急性呼吸窘迫综合征机械通气治疗的研究进展, 如呼吸末正压通气、容许性高碳酸血症通气、压力控制反比通气、液体通气、压力支持通气、体外膜氧合技术、高频通气、压力释放通气、双相气道正压通气等, 以供参考。

关键词: 急性呼吸窘迫综合征; 机械通气; 治疗

中图分类号: R563.8; R454.9 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(1999)05-0303-03

Advance in studies on mechanical ventilation in treatment for acute respiratory distress syndrome

ZHANG Feng-lin, ZHAO Jin-yuan

(Center for Occupational Diseases, The Third Clinical Hospital, Beijing Medical University, Beijing 100083 China)

Abstract: Recent progress in studies on mechanical ventilation for treatment of acute respiratory distress syndrome, such as positive end expiratory pressure, permissive hypercapnic ventilation, pressure control inverse ventilation, liquid ventilation, pressure support ventilation, extracorporeal membrane oxygenation, high frequency ventilation, airway pressure release ventilation, bi-phasic positive airway pressure ventilation, and so on, was reviewed in this paper.

Key words: Acute respiratory distress syndrome; Mechanical ventilation; Therapy

严重的低氧血症是急性呼吸窘迫综合征 (acute respiratory distress syndrome, ARDS) 的主要特征, 故迅速纠正缺氧为治疗的关键。早年多主张吸入高浓度氧, 以提高氧分压, 但长时间吸入高浓度氧本身亦可诱发 ARDS, 因此目前提倡合理给氧原则, 以吸入 50% 浓度氧为宜, 氧分压维持至 8kPa 即可。但临床发现单纯给氧, 很难使低氧血症得到纠正, 而需采用机械通气给氧。本文拟就近年有关机械通气治疗研究综述如下。

1 呼吸末正压通气 (positive end-expiratory pressure, PEEP)

PEEP 作为抢救 ARDS 的重要措施, 已有近 30 年的历史, 多年实践证实, PEEP 主要通过其呼吸末正压, 使陷闭的支气管和闭合的肺泡张开, 提高功能残气量, 降低肺内右至左的静脉血分流, 改善通气与血流的比例和弥散功能, 对肺血管外水肿分布产生正性影响, 达到提高肺顺应性、降低呼吸功、减少耗氧量、提高 PaO_2 和 SaO_2 , 改善组织缺氧的目的^[1]。最近有人用电子计算机体层扫描研究发现: PEEP 可使 ARDS 肺内气体分布更均匀, 亦使那些重复开张-萎缩的肺组织减少, 使肺泡组织处于开张状态^[2]。目前多主张 PEEP 从低水平 (3~5 cmH₂O) 开始渐增, 至最佳 PEEP 水平 (控制在 10cmH₂O, 一般不超过 15cmH₂O); $\text{SaO}_2 \geq 90\%$, $\text{FiO}_2 \leq 0.6$, $\text{PAP} < 40 \sim 45$ cmH₂O (肺气道压)。如 PEEP 已 > 15 cmH₂O, 而 SaO_2 仍

$< 90\%$, 则只可增加 FiO_2 , 使 SaO_2 达 90% 以上并稳定后, 逐渐降低 FiO_2 , 然后再降低 PEEP, 使之 < 15 cmH₂O, 以巩固疗效。

2 容许性高碳酸血症通气 (permissive hypercapnic ventilation, PHV)^[3~6]

PHV 目的在于降低吸气末气道压力, 以最大限度减少氧中毒及肺气压伤发生的可能性。与传统通气方案相比, 在一定程度改善了 ARDS 病人预后。方法: PEEP 从最低开始 (最佳为 10cmH₂O), 使潮气量 (V_t) 达到 4~7ml/kg, 维持气道压力 ≤ 30 cmH₂O、血 pH ≥ 7.20 、 $\text{FiO}_2 \leq 0.6$ 、 $\text{PaO}_2 7.0 \sim 8.0$ kPa, 通气频率 14~20 次/分。缺点: (1) 高碳酸血症可引起酸中毒、脑血管扩张、脑水肿、颅内压升高、外周血管扩张、心肌收缩力降低、心输出量增加、血压下降 (血容量不足时); (2) 清醒患者多不能耐受 PHV, 需使用镇静剂、肌松剂等。高碳酸引起的副作用易于治疗, 颅内高压则是 PHV 的绝对禁忌证。

3 压力控制反比通气 (pressure control inverse ventilation, PCIRV)

PCIRV 主要用于肺顺应性明显降低、常规通气治疗失败、气道压力过高或 PEEP > 15 cmH₂O 而氧合仍不足的 ARDS 患者。由于 ARDS 肺渗出分布不均匀, 通过延长吸气时间, 有利于萎陷的肺泡复张, 并使快速充气的肺泡发生通气再分布, 进入通气较慢的肺泡, 从而改善气体分布和通气血流之比, 增加弥散面积、缩短呼气时间, 使肺泡容积在小气道闭合的肺泡容积之上, 故类似 PEEP 作用^[7,8]。IRV 可降低气道峰压和 PEEP, 升高气道平均压 (MAP), 并使 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 随 MAP 增加而升高, 延长吸气亦利于血红蛋白氧合, 故可作为替换 PEEP 的方法^[9]。但亦有研究表明, IRV 和常规通气相比, 并无明显

收稿日期: 1999-05-04

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (39770638); 高等学校博士点专项基金资助项目 (9822)

作者简介: 张凤林 (1967-), 男, 吉林省吉林市人, 主治医师, 吉化集团公司职业病防治研究所进修生, 主要从事急性肺损害、血液病及各种化学中毒的研究。

差别^[10]; MAP 过高易可引起气压伤和减少心输出量; 应用 IRV 患者有时感觉不适, 需加用镇静和麻醉剂等^[11], 需应用中予以注意。

4 液体通气 (liquid ventilation, LV)

LV 是指将液体 (一种含全氟碳——PFC 液) 经气管注入肺再行正压通气。若注入液量等于肺总量, 称全 LV; 若注入液量等于功能残气量, 称部分 LV。因全 LV 呼气阻力高, 多提倡用部分 LV。PFC 是一种对呼吸性气体具有高度可溶性、表面张力很低的液体, 注入后不会损害肺组织, 也不会被吸收, 故对血流动力学和其他脏器无影响; 液体自然挥发约为 2ml/kg, 故进行 LV 时应定时补充 PFC 液, 随着肺内 PFC 液的挥发, 部分 LV 则可逐渐自动转为气体通气。LV 可显著增加通气时病人对氧的摄取和 CO₂ 排出, 并降低肺泡表面张力, 增加肺顺应性, 从而既可保证气体交换, 又可控制气道压和 V_t 在安全水平^[12~14]。

5 压力支持通气 (pressure support ventilation, PSV)

lakyntinos^[15] 在患者自主呼吸的前提下, 使每次吸气受到一定程度的压力支持 (一般为 10cmH₂O), 以增加吸气, 使达到合适通气量及潮气量, 并减少呼吸频率、自主呼吸做功和耗氧量。它与定压定容通气相比, 在潮气量相同的情况下, 最大吸气压及平均气道压都明显降低, 亦为脱离呼吸机的一种过渡形式; 若与 PEEP 结合, 则既能增加通气量, 又可改善换气功能, 故有利于减少气压伤和对循环的影响, 提高机械通气的疗效。

6 体外膜氧合技术 (extracorporeal membrane oxygenation ECMO)

近年研究表明 ECMO 可以改善氧合, 增加氧合指数。Germann 对一组油酸型雌性羊进行实验, ECMO 可使氧合指数从 (81±14) mmHg 增加至 (398±100) mmHg, 而对 MPAP、PVRI (肺血管阻力指数) 无影响。Lewandowski、Rossaint 研究发现, ECMO 虽可提高氧合, 但不能改善病人生存, 故其确切效果仍需进一步研究^[16~18]。

7 高频通气 (high-frequency ventilation, HFV)

HFV 就是在低 V_t 情况下, 通过增加呼吸频率, 使萎陷的肺泡扩张供氧。主要有两种方式: (1) 高频喷射通气。用接近但不等于心率的频率供氧, 可以增加心输出量, 但未能证实高频喷射通气 (HFJV) 能降低 ARDS 的病死率^[19]。(2) 高频振荡通气。可以提高氧合指数, 改善气体交换, 用于常规通气治疗失败的严重 ARDS 病人是安全有效方法, 但也需要进一步证实效果^[2]。

8 压力释放通气 (airway pressure release ventilation, APRV)

APRV 可以增加肺泡通气量, 保留自主呼吸, 并通过增加功能残气量而改善氧合; 它既可以是控制通气, 也可以是自主呼吸。

9 双相气道正压通气 (BipAp)

BipAp 是对 APRV 改进而形成的保留自主呼吸的压力控制通气模式, 是一种定时改变 PAP 水平的系统。BipAp 既可控制通气, 也可自主呼吸, 可调节吸气、呼气时间和吸气、呼

气压力。BipAp 是实施低潮气量的最佳模式之一, 可防止呼吸机相关肺损伤发生。由于双向压力和呼吸比可随意调整, 具有更大的使用范围; 另外使用 BipAp 能明显减轻肌松药和镇静剂的作用, 明显优于压力控制反比通气。

其他通气方法如静脉内氧合器 (IVOX) 等正在研究中。

目前尚无一种令人满意的通气方法, 有待进一步研究。

参考文献:

- [1] Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM, et al. Effect of a protective ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome [J]. *N Eng J Med*, 1998, 338 (6): 347~354.
- [2] Gattinoni L, Pelosi P, Crotti S, et al. Effect of positive end expiratory pressure on regional distribution of tidal volume and recruitment in adult respiratory distress syndrome [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 1995, 151: 1807.
- [3] Carvalho CR, Barbas CS, Medeiros DM, et al. Temporal hemodynamic effects of permissive hypercapnia associated with ideal PEEP in ARDS [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 1997, 156 (5): 1458~1466.
- [4] Kalfon P, Rao GS, Gallart L, et al. Permissive hypercapnia with and without expiratory washout in patients with severe acute respiratory distress syndrome [J]. *Anesthesiology*, 1997, 87 (7): 6~17. discussion 25A~26A.
- [5] Barnett CC, Moore FA, Moore EE, et al. Tracheal gas insufflation is a useful adjunct in permissive hypercapnic management of acute respiratory distress syndrome [J]. *Am J Surg*, 1996, 172 (5): 518~521. discussion 512-2.
- [6] Joyce DJ, Hickling KG. Permissive hypercapnia and gas exchange in lung with high QS/QTL: a mathematical model [J]. *Br J Anaesth*, 1996, 77 (5), 678~683.
- [7] Zavala E, Ferrer M, Polese G, et al. Effect of inverse I_E: E ratio ventilation on pulmonary gas exchange in acute respiratory distress syndrome [J]. *Anesthesiology*, 1998, 88 (1): 35~42.
- [8] Delgado E. Pressure controlled-inverse ratio ventilation [J]. *Crit Care Nurs Q*, 1996, 19 (3): 23~25.
- [9] Armstrong BW, Macintyre NR. Pressure-controlled, inverse ratio ventilation that avoids air trapping in the adult respiratory distress syndrome [J]. *J Crit Care Med* 1995, 23: 279.
- [10] Lessard MR, Guerot E, Lorino H, et al. Effects of pressure controlled with different I_E: E ratios versus volume-controlled ventilation on respiratory mechanics, gas exchange, and hemodynamics in patients with adult respiratory distress syndrome [J]. *Anesthesiology*, 1994, 80: 983.
- [11] Sharholtz C, Brover R. Should inverse ratio ventilation be used in adult respiratory distress syndrome? [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 1994, 149: 1354~1356.
- [12] Kaisers U, Man M, Water J, et al. Partial liquid ventilation with small volumes of FC 3280 increase survival time in experimental ARDS [J]. *Eur Respir J*, 1997, 10 (9): 1955~1961.
- [13] Smith KM, Mrozek JD, Simonton SC, et al. Prolonged partial liquid ventilation using conventional and high-frequency ventilatory techniques: gas exchange and lung pathology in an animal model of respiratory distress syndrome [J]. *Crit Care Med*, 1997, 25 (11): 1888~1897.

- [14] Smith KM, Bing DR, Meyer PA, et al. Partial Liquid ventilation: a comparison using conventional and high-frequency techniques in an animal model of acute respiratory failure [J]. Crit Care Med, 1997, 25 (7): 1179~1186.
- [15] Zakyntinos SG, Vassilakopoulos T, Daniil-Z, et al. Pressure support ventilation in adult respiratory distress syndrome: short-term effects of a sewcontrolled mode [J]. J Crit Care, 1997, 12 (4): 161~172.
- [16] Gemman P, Balassa A, Roeder G, et al. Effects of inhaled nitric oxide and extracorporeal membrane oxygenation on pulmonary hemodynamics and lymph flow in oleic acid lung injury in sleep [J]. Crit Care Med, 1997, 25 (11): 1881~1887.
- [17] Lewandowski K, Rossaint R, Pappert D, et al. High Survival rats in

- 122 ARDS patients managed according to a clinical algorithm including extra-corporeal membrane oxygenation [J]. Intensive Care Med, 1997, 23 (8): 819~835.
- [18] Rossaint R, Pappert D, Gerlach H, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for transport of hypoxemic patients with severe ARDS [J]. Br J Anaesth, 1997, 78 (3), 241~246.
- [19] Angus DC, Lidsky NM, Dotterweich LM, et al. The influence of high-frequency jet ventilation with varying cardiac cycle specific synchronization cardiac output in ARDS [J]. Chest, 1997, 112 (6): 1600~1606.
- [20] Fortp, Farmer C, Westeman J. High frequency oscillatory ventilation for adult respiratory distress syndrome—a pilot study [J]. Crit Care Med, 1997, 25 (6): 937~947.

·作者·读者·编者·

医学论文中数值范围的表达及数值的修约

李丹颖

(《中国工业医学杂志》编辑部, 辽宁 沈阳 110024)

在整理科研成果、撰写医学论文的过程中, 肯定会遇到大量的数据, 为了使这些数据更科学、更规范, 就需要对其进行正确的处理。下面谈谈数值处理的2个问题。

1 数值(量值)参数和偏差范围的表示^[1]

1.1 单位相同的参数范围, 只写出后一个参数的单位即可。如 $5 \sim 10^4 \text{ mol/L}$, 不必写作 $5^4 \text{ mol/L} \sim 10^4 \text{ mol/L}$ 。但单位不完全相同的参数范围, 每个参数的单位都必须写出。如 $1\text{h}20\text{min} \sim 3\text{h}$, $18^\circ \sim 40^\circ 16'$ 。

1.2 百分数范围, 前一个参数的“%”不能省略, 如 $20\% \sim 70\%$, 不能写作 $20 \sim 70\%$ 。“%”其实是一个数值, $20 \sim 70\%$ 就是 $20 \sim 0.7$, 而 $20\% \sim 70\%$ 表达的是 $0.2 \sim 0.7$ 。真是失之毫厘, 谬以千里。

表示带中心值的百分数偏差时, 应将中心值与偏差用括号括起, 然后加“%”, 如 $(25 \pm 2)\%$, 不应写成 $25 \pm 2\%$, 也不应写成 $25\% \pm 2\%$ 。

1.3 参数的上、下偏差不相等时, 偏差分别写在参数的右上、右下角, 单位只写1次。例如 $(42^{+3}_{-2}) \mu\text{m}$, $42^{+3}_{-2} \mu\text{m}$ 和 $42^{+3}_{-2} \mu\text{m}$ 都是不正确的。

1.4 有相同幂次的参数范围, 前一个参数的幂次不能省略。在医学论文中经常出现 $\text{WBC} 3.6 \sim 11 \times 10^9/\text{L}$, $\text{Plt} 100 \sim 250 \times 10^9/\text{L}$ 之类的表达, 甚至有些工具书上也是这样表示, 这是错误的。 $3.6 \sim 11 \times 10^9$ 表达的是 $3.6 \sim 11\ 000\ 000\ 000$ 。正确的表示为 $\text{WBC} 3.6 \times 10^9 \sim 11 \times 10^9/\text{L}$, $\text{Plt} 100 \times 10^9 \sim 250 \times 10^9/\text{L}$ 。

1.5 附带单位的量值相乘表示面积或体积时, 应将单位重复写出。例如表示一个房间的面积应表达为 $5\text{m} \times 4\text{m}$, 不能写成

$5 \times 4\text{m}^2$, 表示一个物体的体积应为 $60\text{cm} \times 60\text{cm} \times 50\text{cm}$, 表达为 $60 \times 60 \times 50\text{cm}^3$ 和 $60 \times 60 \times 50\text{cm}$ 都是不对的。

2 数值的修约

在处理实验数据或统计数字时, 常遇到一些准确度不相等的数值, 这就需要对数据进行修约。根据GB8170—87《数值修约规则》^[2]及GB3101—93附录B《数值修约规则》^[3], 修约时不能简单地采用“4舍5入”的办法。应遵循的原则是: ①拟舍弃数字的最左一位数字等于、小于4, 则舍去; 大于、等于6, 则进1。②拟舍弃数字的最左一位数字等于5, 若其右边数字并非全部为“0”时, 则进1; 其右边数字皆为“0”时, 所拟保留的末位数字若为奇数则进1, 若为偶数或“0”则不进。有人总结为通俗易懂的口诀“4舍6入5看齐, 奇进偶不进”。

例如: 将 6.750 , 6.650 , 6.6501 分别修约到小数点后1位, 那么修约后的数值为 6.8 , 6.6 , 6.7 。

拟舍弃的数字为2位以上的, 不得进行连续多次修约。如 25.251 应一次修约成 25.3 ; 而不能先修约成 25.25 , 再修约成 25.2 。

对于极大值或极小值, 经单位换算后进行修约时, 应遵循“极大值只舍不入, 极小值只入不舍”的原则。

参考文献:

- [1] 陈浩元. 科技书刊标准化18讲[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1998: 188~192.
- [2] GB8170—87, 数值修约规则[S].
- [3] GB3101—93附录B, 数值修约规则[S].