

·综述·

机械通气时气道湿化的进展

蒋敏 李海波

【关键词】 气道湿化； 机械通气； 呼吸机相关性肺炎； 影响因素

气道湿化是指应用人工方法将溶液或水分加热后分散成极细微粒，以增加吸入气体中的温湿度，达到湿润气道黏膜、稀释痰液、保持黏液纤毛正常运动和廓清功能的一种方法。气道湿化在人工通气中的应用已得到广泛的重视，但最佳气道湿化的标准还没有得到统一。随着人们对气道湿化的不断认识，气道湿化应用的范围增加，并且湿化装置也得到不断的改进。同时很多人对气道湿化和呼吸机相关性肺炎(VAP)的关系进行了不断的研究和探讨。湿化程度可以用两种方式来表达：一是绝对湿度(AH)，即单位体积湿空气中含有的水汽质量，也就是水汽的密度；二是相对湿度(RH)，即湿空气中水蒸汽分压力与相同温度下水的饱和压力之比。

1 最佳气道湿化标准

目前气道湿化的重要性逐渐得到重视，但最佳的气道温湿度还没有统一的标准。Tsuda 等^[1]1977 年就用狗进行了相关的研究，得出吸入气体温度在 25~30℃、RH 为 100%是最佳的温湿度。不同的机构推荐的标准也不尽相同，美国国家标准学会(ANSI)推荐 $AH \geq 30 \text{ mg/L}$ ；而美国呼吸病协会(AARC)推荐 $AH \geq 30 \text{ mg/L}$ 、吸入气体温度 $\geq (30 \pm 2)^\circ\text{C}$ ；国际标准化委员会(ISO)推荐 $AH \geq 33 \text{ mg/L}$ ^[2]。目前普遍认为，吸入气体到达气管隆突时达到等温饱和界面(ISB，即 37℃、 $AH=44 \text{ mg/L}$ 、 $RH=100\%$)水平时是肺泡进行气体交换的最佳条件。Williams 等^[3]认为吸入气体的温度接近

体温，并且湿度达到饱和时，气道分泌物的性状和量才能维持正常，并且保证最大的纤毛清除能力。目前最佳湿化的标准还存在争议，有待于进一步的研究。

2 湿化不足和湿化过度

ISB 是最佳的温湿度所达到的界面位置，当吸入气体温湿度升高或降低则会影响 ISB 的位置。此位置下移低于气管隆突处代表湿化不足，反之代表湿化过度，改变 ISB 的界面位置会产生一系列的并发症。临床发现湿化不足可以引起气道纤毛和黏液腺等的破坏，最终导致黏膜纤毛清除功能受损、气道损伤、肺不张^[3]；Bertrand 等^[4]和 van der Baan^[5]认为，在吸入干冷的气体时，不但上皮细胞和纤毛形态发生改变，而且纤毛的运动明显改变。湿化过度同样可以造成不良的后果，如气道灼伤、分泌物过多阻塞气道、气道黏膜因频繁吸痰造成的损伤和出血、肺水肿等后果，从而改变呼吸功能^[6]。

3 气道湿化的方法

随着气道湿化的发展，湿化方法也步入了新的里程碑，从最初的气道滴入和雾化到现在的先进湿化装置的应用，而且气道湿化应用的范围也得到扩展，临床上已广泛应用于有创通气和无创通气。目前常用的和新上市的湿化装置主要有加热型湿化器(HH)、呼吸管路带有加热丝的加热型湿化器(HWH)、被动人工鼻(P-HME)、主动人工鼻(A-HME)。

3.1 无创通气的湿化方法：目前无创通气时是否需要气道湿化还存在争议。因为进行无创通气的患者，吸入的气体没有绕过上呼吸道，上呼吸道加温、加湿的生理功能还存在。所以有人认为无创通气时可以不进行气体加热。但实施无创通气的呼吸衰竭患者由于病情严重，所需无创通气压力较高，再加上患者呼吸频率快，分钟通气量(VE)通常能达到 30~120 L/min。过大的通气量和气体过

于干燥，此时气道无法对气体完成足够的加温、湿化，致使吸入气体干燥，患者对无创通气治疗的依从性下降；且痰液黏稠，黏液-纤毛防御系统损害，导致无创通气失败^[7]。目前大多数人认为无创通气时需要对吸入气体进行湿化^[8-13]。

3.1.1 HH: Chanques 等^[8]报告，目前术后无创通气患者应用 HH 高达 52%，远远大于人工鼻(HME)的使用，因为 HH 提供的湿度能大大减少上呼吸道不适的症状。Neill 等^[9]证实应用 HH 时进行鼻罩持续正压通气，能够减轻上呼吸道干燥等不适症状；同时能够降低因口腔漏气所增加的鼻腔阻力^[10]。但是由于 HH 能提供较高的温度和湿度，有利于微生物生长，加上水蒸汽的冷凝作用，导致较多的冷凝液在面罩和管道内沉积，有增加 VAP 的可能。所以无创通气应用 HH 时，应适时调整湿化程度，减少管路冷凝液，从而增加患者的依从性。

3.1.2 P-HME: P-HME 是模拟人体解剖湿化系统的机制，可截留呼出气的热量($>35^\circ\text{C}$)和水分($RH=100\%$)，在下次吸气时，将截留的热量 and 水分再次返回呼吸道。针对 P-HME 是否能应用于无创通气目前仍存在争议：有报道临床上进行无创通气的患者应用 P-HME 已达到 26%^[8]。Boyer 等^[11]证明，应用小死腔量 P-HME 对呼吸参数和动脉血气无影响，二氧化碳分压(PCO_2)升高不超过 2~3 mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa)，并发现无创通气患者应用 HH 和 P-HME 的舒适度没有明显差异。虽然很多实验证明 HH 和 P-HME 的作用相当，但是 P-HME 应用于无创通气同样存在增加 VE、 PCO_2 和呼吸做功的副作用。

3.2 有创通气的湿化方法：正常人上呼吸道对吸入气体有加温、湿化作用，上呼吸道是呼吸系统非特异性防御功能的重要部分。建立有创通气后完全丧失了上呼吸道对吸入气体的加温、湿化作用，未

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2012.07.021

基金项目：黑龙江省教育厅科学技术研究项目(11531445)

作者单位：150086 黑龙江，哈尔滨医科大学附属第二医院重症治疗病房

通信作者：李海波，Email: lihaibo2050@hotmail.com

经湿化的气体直接经人工气道进入下呼吸道,会导致一系列湿化不足的并发症。然而,有关调查显示:我国很多重症监护病房(ICU)缺乏对气道湿化的认识,气道温湿度的监测及先进湿化器的使用还没有得到足够的重视^[12]。因此,有创通气时进行气道湿化、加强医务人员对各种湿化方式的了解十分必要。

3.2.1 HH: HH 应用于有创通气,能提供足够的温度和湿度而且不影响呼吸机的模式,很多实验证实 HH 的湿化效果好、气道阻力低,能很好地减少气道分泌物的量,降低肺不张^[13]。但是水温增高时,HH 不仅能够造成过度的湿化,而且导致环路中形成大量的冷凝液。Lellouche 等^[14]证实,低体温时应用 HH 有导致湿化过度的风险。减少管路冷凝液的形成,调整好湿化罐的水温,常温下 HH 是有创通气进行湿化的很好选择。

3.2.2 P-HME 和 A-HME: P-HME 应用于有创通气,虽然能明显增加 RH,但是也通过蒸发丢失了少量的热量和水分。由于水蒸汽蒸发不断的消耗能量和外周环境对热量的不断吸收,所以 HME 的温湿度达不到理想的标准。有研究表明,P-HME 能传送 AH 的均值是 30 mg/L,应用它连续机械通气 7 d 是安全的^[15]。由于 P-HME 不能提供额外的温湿度,所以 P-HME 的湿化效果没有 HH 显著。A-HME 则弥补了上述缺点。体外实验证实,A-HME 能保持吸入气体的温度在 31.9 ~ 37.0 °C, AH 在 34.3 ~ 44.0 mg/L;体内实验证实,AH 能到 30 ~ 36 mg/L^[16]。Pelosi 等^[17]研究表明,P-HME 在常温下能提供足够的温湿度,而 A-HME 在常温和低温下都能提供足够的温湿度。使用 A-HME 机械通气 96 h,吸入气体温度比 P-HME 高 2 ~ 3 °C, AH 高 2 ~ 3 mg/L,而且没有细菌繁殖,并能使温度和 AH 达到理想值^[18]。但是目前 A-HME 还没有广泛用于临床。

4 气道湿化与 VAP

VAP 是重症患者机械通气的严重并发症,合理的气道湿化能减少其发生。

4.1 HH: 合理应用 HH 能降低 VAP 的发生已得到很多人的认可,Cohen 等^[19]很早就证实了这一结论。之后又有很多实验对比了 HH 和 HME,认为 HH 湿化效果好,能明显降低导管堵塞率、分泌物

黏稠度和 VAP 的发生^[13]。HH 能减少 VAP 的发生可能是由于 HH 能传递更多的水蒸汽(44 mg/L),很多人认为这个水平是气道纤毛发挥摆动的最佳条件,有利于痰液排出^[20]。但是在使用 HH 的时候应考虑管路细菌定植的问题,管路中的冷凝液是细菌繁殖的良好培养基,是形成 VAP 的潜在危险因素。

4.2 HWH: HWH 被认为是目前湿化效果最接近生理条件的湿化器,不仅起到了加温、加湿的作用,而且避免了冷凝液的产生,从而降低管路中细菌的繁殖。荷兰感染预防机构(WIP)推荐使用 HWH 预防 VAP^[21]。临床证明 HWH 使患者排痰更加顺畅;大多数患者吸痰不再需要事先雾化或气道滴液;肺部感染明显降低;提高了患者的舒适度。虽然 HWH 可以避免冷凝液形成而降低细菌污染,但是 HWH 通气管道装有加热丝而导致清洗困难,是否增加管路污染还需进一步证实。

4.3 P-HME: 很多研究证实在降低感染方面 P-HME 优于 HH。因为 P-HME 不但具有过滤功能,而且能避免冷凝液的形成。Martin 等^[22]发现,使用 P-HME 呼吸道感染率为 11%,而使用 HH 可达到 54%。Kola 等^[23]进行的荟萃分析(Meta 分析)也证实了 P-HME 在降低 VAP 发生率方面的优越性。但是,最近莫敏等^[24]进行的一项 Meta 分析,在不考虑 P-HME 增加患者气道阻力、死腔量及潜在的气道梗阻基础上,检验 P-HME 预防 VAP 的功效,结果显示:与使用 HH 相比,临床使用 P-HME 并不降低 ICU 机械通气患者 VAP 的发生率。

P-HME 的安全性和对 VAP 的影响与使用时间有关。Lorente 等^[25]认为,使用 P-HME 超过 5 d 发生 VAP 的概率超过

HH。也有人认为 P-HME 使用 1 周是安全的^[15]。Djedaini 等^[26]发现,延长 P-HME 的使用对呼吸道感染和 VAP 的发生没有影响。Davis 等^[27]证实,使用 P-HME 时每日更换和每 5 d 更换对呼吸道感染没有区别;同时也证实延长 P-HME 的使用不会影响湿化的效果。P-HME 使用多长时间更换还在探讨之中。

P-HME 可能增加气道阻力和无效腔。有研究显示,当 P-HME 提供 AH > 30 mg/L 时很少发生气管堵塞,当 AH < 25 mg/L 时能明显增加气道阻力^[28]。而当 HME 的死腔量 > 90 ml 时,可增加高碳酸血症的发生率^[29]。这对于气道阻塞性疾病是不利的。所以,当湿化效果降低、气道分泌物增多并黏稠时,则需要频繁更换 P-HME,对气道有阻塞性疾病的患者要尽量减少 P-HME 的死腔量。

5 气道湿化的影响因素

气道湿化的效果除了受湿化装置类型的影响之外,其他影响因素也很重要。以 HH 为例(图 1)简单表述如下:气道湿化的最终目标是使气管隆突处的温湿度达到最佳标准值。气体从呼吸机端到达气管隆突处需要经过湿化器、呼吸管路、Y 型接口和气管导管等处,这期间气体需要经过很长的距离,通过不同直径的管路、外周条件和每一处的变化都会影响湿化的最终结果。

5.1 外周温度: 正常室温为 22 ~ 24 °C。当室温较低时,较多水分冷凝在吸气回路中,致使吸入气体的 AH 不足,甚至低于 30 mg/L,致使呼吸道湿化不足,从而导致呼吸道分泌物黏稠。室温增高时,HH 湿化效果反而降低,尤其是 RH 下降更为明显,并导致患者呼吸道的分泌物相对黏稠^[30]。

5.2 VE: VE 增大,吸入的气体达到饱和

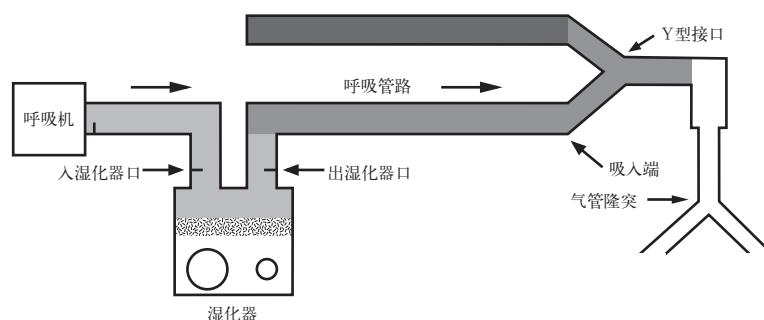


图1 加热型湿化器的人工气道湿化回路系统

就需要带入更多的水分,所以其他条件不变,VE 增大,湿化效率降低。Nishida 等^[31]在分别比较了 MR730、MR290 与 MR310 湿化器的湿化效果后发现,VE 在 10 L/min 以上时 MR730 和 MR310 的湿化效果低于理想值。

5.3 呼吸机类型:不同呼吸机出口温度不同,最终入湿化器口处的温度也不同,从而影响加热板的工作。

5.4 加热板温度设定:湿化器加热板温度设定可从 1 档到 9 档,其出湿化器口处能达到的温度范围大约在 40~60℃。不同档位将提供不同的温度,目前认为调整加热板的档位使 Y 型接口处温度达 40℃时为最佳值。

5.5 管路类型:普通的呼吸管路没有加温和保温的装置,气体从出湿化器口处到吸入端处的温度逐渐降低,易形成冷凝液。而带有加热丝的管路能保持管路中气体呈恒温状态,温湿化效果接近理想状态,并且不形成冷凝液,可降低管路细菌繁殖。

5.6 体温:体温降低时使用 HH 易导致湿化过度,Lellouche 等^[14]的实验证实了这一点。其他湿化装置的效果也同样受很多因素影响。例如: Pelosi 等^[32]发现, HWH 同样受外周温度影响很大,当外周温度升高时湿化作用明显降低;相反,外周温度升高 P-HME 的湿化效果增加。P-HME 也受体温影响,体温降低时易导致湿化不足。P-HME 在 VE 高于或低于 10 L/min 时,湿化效果差,但是 A-HME 能保持很好的作用^[16],并且 VE 在 3~25 L/min 变动时不会影响 A-HME 的湿化效果^[33]。

在选择和使用湿化装置时需要考虑影响湿化效果的因素,尽量避免或减少这些不利的影响。

6 总结

随着机械通气的发展,气道湿化越来越受到广泛的重视。临床上湿化装置不但用于有创通气,而且无创通气也受到关注。不同的湿化装置有不同的特点,应用时要根据患者的病情和实际情况,选择适合的湿化装置,尤其要注意预防 VAP 的发生。加温、湿化一定要掌握适度原则,才能达到最佳的湿化效果。同时,还要注意其他因素对湿化效果的影响,从而减少各种并发症的发生。

参考文献

- [1] Tsuda T, Noguchi H, Takumi Y, et al. Optimum humidification of air administered to a tracheostomy in dogs: scanning electron microscopy and surfactant studies. *Br J Anaesth*, 1977, 49: 965-977.
- [2] Solomita M, Daroowalla F, Leblanc DS, et al. Y-piece temperature and humidification during mechanical ventilation. *Respir Care*, 2009, 54: 480-486.
- [3] Williams R, Rankin N, Smith T, et al. Relationship between the humidity and temperature of inspired gas and the function of the airway mucosa. *Crit Care Med*, 1996, 24: 1920-1929.
- [4] Bertrand B, Collet S, Eloy P, et al. Secondary ciliary dyskinesia in upper respiratory tract. *Acta Otorhinolaryngol Belg*, 2000, 54: 309-316.
- [5] van der Baan B. Ciliary function. *Acta Otorhinolaryngol Belg*, 2000, 54: 293-298.
- [6] Maggiore SM, Lellouche F, Pigeot J, et al. Prevention of endotracheal suctioning-induced alveolar derecruitment in acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med*, 2003, 167: 1215-1224.
- [7] L'Her E, Deye N, Lellouche F, et al. Physiologic effects of noninvasive ventilation during acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med*, 2005, 172: 1112-1118.
- [8] Chanques G, Jaber S, Delay JM, et al. Phoning study about postoperative practice and application of non-invasive ventilation. *Ann Fr Anesth Reanim*, 2003, 22: 879-885.
- [9] Neill AM, Wai HS, Bannan SP, et al. Humidified nasal continuous positive airway pressure in obstructive sleep apnoea. *Eur Respir J*, 2003, 22: 258-262.
- [10] Richards GN, Cistulli PA, Ungar RG, et al. Mouth leak with nasal continuous positive airway pressure increases nasal airway resistance. *Am J Respir Crit Care Med*, 1996, 154: 182-186.
- [11] Boyer A, Vargas F, Hibert G, et al. Small dead space heat and moisture exchangers do not impede gas exchange during noninvasive ventilation: a comparison with a heated humidifier. *Intensive Care Med*, 2010, 36: 1348-1354.
- [12] 李洁, 詹庆元, 梁宗安, 等. 全国 30 个省市三级医院重症监护病房医护人员呼吸治疗工作现状的问卷调查. *中国危重病急救医学*, 2009, 21: 211-214.
- [13] Luchetti M, Stuardi A, Castelli G, et al. Comparison of three different humidification systems during prolonged mechanical ventilation. *Minerva Anestesiol*, 1998, 64: 75-81.
- [14] Lellouche F, Qader S, Taille S, et al. Under-humidification and over-humidification during moderate induced hypothermia with usual devices. *Intensive Care Med*, 2006, 32: 1014-1021.
- [15] Ricard JD, Le Mièrre E, Markowicz P, et al. Efficiency and safety of mechanical ventilation with a heat and moisture exchanger changed only once a week. *Am J Respir Crit Care Med*, 2000, 161: 104-109.
- [16] Chiumello D, Pelosi P, Park G, et al. In vitro and in vivo evaluation of a new active heat moisture exchanger. *Crit Care*, 2004, 8: R281-288.
- [17] Pelosi P, Severgnini P, Selmo G, et al. In vitro evaluation of an active heat-and-moisture exchanger: the Hygrovent Gold. *Respir Care*, 2010, 55: 460-466.
- [18] Thomachot L, Viviani X, Boyadjiev I, et al. The combination of a heat and moisture exchanger and a Booster: a clinical and bacteriological evaluation over 96 h. *Intensive Care Med*, 2002, 28: 147-153.
- [19] Cohen IL, Weinberg PF, Fein IA, et al. Endotracheal tube occlusion associated with the use of heat and moisture exchangers in the intensive care unit. *Crit Care Med*, 1988, 16: 277-279.
- [20] Ryan SN, Rankin N, Meyer E, et al. Energy balance in the intubated human airway is an indicator of optimal gas conditioning. *Crit Care Med*, 2002, 30: 355-361.
- [21] Niël-Weise BS, Wille JC, van den Broek PJ. Humidification policies for mechanically ventilated intensive care patients and prevention of ventilator-associated pneumonia: a systematic review of randomized controlled trials. *J Hosp*

- Infect, 2007, 65: 285-291.
- [22] Martin C, Perrin G, Gevaudan MJ, et al. Heat and moisture exchangers and vaporizing humidifiers in the intensive care unit. *Chest*, 1990, 97: 144-149.
- [23] Kola A, Eckmanns T, Gastmeier P. Efficacy of heat and moisture exchangers in preventing ventilator-associated pneumonia: meta-analysis of randomized controlled trials. *Intensive Care Med*, 2005, 31: 5-11.
- [24] 莫敏, 刘松桥, 杨毅. 热湿交换器和加温湿化器对呼吸机相关性肺炎发生率影响的荟萃分析. *中国危重病急救医学*, 2011, 23: 513-517.
- [25] Lorente L, Lecuona M, Jiménez A, et al. Ventilator-associated pneumonia using a heated humidifier or a heat and moisture exchanger: a randomized controlled trial [ISRCTN88724583]. *Crit Care*, 2006, 10: R116.
- [26] Djedaini K, Billiard M, Mier L, et al. Changing heat and moisture exchangers every 48 hours rather than 24 hours does not affect their efficacy and the incidence of nosocomial pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med*, 1995, 152: 1562-1569.
- [27] Davis K Jr, Evans SL, Campbell RS, et al. Prolonged use of heat and moisture exchangers does not affect device efficiency or frequency rate of nosocomial pneumonia. *Crit Care Med*, 2000, 28: 1412-1418.
- [28] Lellouche F, Taillé S, Lefrançois F, et al. Humidification performance of 48 passive airway humidifiers: comparison with manufacture data. *Chest*, 2009, 135: 276-286.
- [29] Girault C, Breton L, Richard JC, et al. Mechanical effects of airway humidification devices in difficult to wean patients. *Crit Care Med*, 2003, 31: 1306-1311.
- [30] Lellouche F, Taillé S, Maggiore SM, et al. Influence of ambient and ventilator output temperatures on performance of heated-wire humidifiers. *Am J Respir Crit Care Med*, 2004, 170: 1073-1079.
- [31] Nishida T, Nishimura M, Fujino Y, et al. Performance of heated humidifiers with a heated wire according to ventilatory settings. *J Aerosol Med*, 2001, 14: 43-51.
- [32] Pelosi P, Chiumello D, Severgnini P, et al. Performance of heated wire humidifiers: an in vitro study. *J Crit Care*, 2007, 22: 258-264.
- [33] Larsson A, Gustafsson A, Svanborg L. A new device for 100 per cent humidification of inspired air. *Crit Care*, 2000, 4: 54-60.

(收稿日期: 2012-03-16)

(本文编辑: 李银平)

• 科研新闻速递 •

肺保护性机械通气能提高急性肺损伤患者的长期生存率

以前的研究证明, 使用容量控制性及压力控制性机械通气(肺保护性机械通气)能降低急性肺损伤(ALI)患者的短期死亡风险。但肺保护性机械通气与 ALI 患者长期生存率之间的关系尚不清楚, 为此美国约翰霍普金斯大学医学院的研究人员进行了一项多中心前瞻性队列研究。研究对象为来自 13 个重症监护中心的 485 例进行机械通气的 ALI 患者, 观察的终点指标为 ALI 患者 2 年后的存活情况。结果发现: 在 485 例患者中, 共使用了 6240 种呼吸机设置(平均每例患者 8 种, 当中有 41% 属于肺保护性的通气设置); 其中 311 例患者(64.1%)在 2 年内死亡。对通气时间及其他相关协变量进行调整后, 每增加一种肺保护性通气设置能使 2 年内死亡的风险降低 3%, 危险比为 0.97, 95% 可信区间(0.95, 0.99), $P=0.002$ 。与完全不用肺保护性通气相比, 若患者的呼吸机设置中有 50% 属于肺保护性通气设置, 则 2 年内死亡的绝对危险度降低率(ARR)为 4% ($P=0.012$), 若患者的呼吸机设置中 100% 属于肺保护性通气设置, 则 2 年内死亡的 ARR 为 7.8% ($P=0.011$)。因此, 研究人员认为, 肺保护性机械通气对 ALI 患者的长期存活有益。在 ALI 的常规临床治疗中, 更多地应用肺保护性机械通气能降低患者的远期死亡风险。

罗红敏, 编译自《BMJ》, 2012-04-12(电子版); 胡森, 审校

急性肺损伤初期低剂量肠内营养与完全肠内营养比较: 多中心随机对照临床研究

目前对于急性肺损伤(ALI)患者究竟应该给予多少量的肠内营养(EN)尚不清楚。而对肺损伤患者的营养方式一般采用完全 EN 和初期采用低剂量 EN 两种。与完全 EN 相比, 初期采用低剂量 EN 能否使患者更快地脱离呼吸机, 以及能否降低胃肠不耐受现象尚不清楚。为此, 美国国家心脏、肺、血液研究所急性呼吸窘迫综合征临床研究协作网(ARDSNet)对此进行了深入研究。该项研究共纳入 44 家医院的 1000 例发病 48 h 内的 ALI 成人患者, 均接受呼吸机辅助治疗, 且准备接受 EN。将受试者随机分为两组, 在前 6 d 分别接受低剂量 EN 或完全 EN; 6 d 后, 所有仍需呼吸机辅助通气的患者全部按照完全 EN 方式进行护理。监测指标为受试者脱离呼吸机的天数。结果发现, 初期低剂量 EN 组和完全 EN 组受试者的主要特征指标相似。完全 EN 组患者每日从肠内接受更多的热量, 约为 5439.2 kJ, 而初期低剂量 EN 组则为 1673.6 kJ ($P<0.001$)。与完全 EN 组相比, 初期低剂量 EN 组并未延长患者脱离呼吸机的天数(14.9 d 比 15.0 d, $P=0.89$), 也未减少患者 60 d 病死率(23.2% 比 22.2%, $P=0.77$)。两组间感染性并发症的发生率差异也无统计学意义。尽管完全 EN 组患者接受了更高剂量的促胃肠动力药, 但症状的发生频率仍然较低剂量 EN 组要高(呕吐 2.2% 比 1.7%, $P=0.05$; 胃潴留 4.9% 比 2.2%, $P<0.001$; 便秘 3.1% 比 2.1%, $P=0.003$)。在前 6 d 内, 完全 EN 组患者的血糖均值和胰岛素每小时平均用量也较低剂量 EN 组高。因此, 研究人员认为, 与完全 EN 相比, 初期低剂量 EN 并不能使 ALI 患者更早地脱离呼吸机, 也不能降低患者 60 d 病死率以及感染并发症的发生率, 但可降低肠道不耐受现象发生。

罗红敏, 编译自《JAMA》, 2012, 307: 795-803; 胡森, 审校