

人工气道湿化的研究进展

骆敏霞¹综述, 罗立波²校审(1. 江苏省常州市第三人民医院 213001;
2. 江苏省常州市第一人民医院 213000)

【关键词】 人工气道湿化; 新方法; 新进展

DOI:10. 3969/j. issn. 1672-9455. 2010. 22. 069

中图分类号: R472

文献标志码: A

文章编号: 1672-9455(2010)22-2545-03

人工气道湿化是以液态水或水蒸气的形式湿润气道黏膜, 以稀释痰液, 保持黏膜纤毛正常运动和廓清功能的一种物理疗法, 是人工气道管理的一个标准过程。近年来, 国内外的专家对人工气道湿化进行了大量的研究和探索, 现对其综述如下。

1 气道湿化的生理和病理

正常情况下, 呼吸道的黏液-纤毛系统具有正常的分泌、运动功能, 以保证气道的廓清、防御能力。呼吸道必须保持一定的湿度, 才能保证纤毛的正常运动和适当的黏液分泌。正常呼吸过程中, 上呼吸道将干燥、温度较低的空气, 逐步转化为湿润温暖的气体后到达肺泡进行气体交换。一般空气的温度 21 ℃, 相对湿度为 50%, 经过鼻腔、咽喉到达气管上段时, 温度已达 34 ℃, 相对湿度为 100%, 绝对湿度为 36~40 mg/L; 到达气管隆突时, 温度约 37 ℃, 相对湿度为 100%, 绝对湿度约 43.9 mg/L^[1]。健康人正常情况下, 等温饱和分界线(即吸入气体达到 37 ℃, 100% 饱和的位置)刚好在气管隆突以下。

人工气道建立后, 患者在吸气过程中丧失了上气道对吸入气体的加温和加湿功能, 只能吸入干燥和温度较低的气体, 吸入气的湿化和加温功能由气管支气管树黏膜来完成, 易引起气管黏膜干燥, 分泌物黏稠, 形成痰栓, 从而导致: (1) 黏膜纤毛摆动受损, 黏液移动受限。(2) 气管支气管黏膜上皮发生炎症反应改变甚至坏死。(3) 黏稠分泌物潴留, 进而形成痰痂, 严重者可发生气管梗阻; 细菌易浸润气管黏膜, 导致肺部感染。(4) 黏稠分泌物阻塞小气道, 易发生肺不张。因此, 气体的加温和湿化在改善呼吸功能、防治各种并发症的发生中发挥着举足轻重的作用^[2]。

2 人工气道湿化最适温度与湿度

干燥气体的吸入对机体造成的严重危害已被充分认识, 但是若未达到合适的温度和湿度的气体长时间吸入也同样会造成不良影响。然而, 在吸入气的温度和湿度方面却存在较大的争议。普遍认为, 对大多数患者提供温度为 32~35 ℃^[3], 绝对湿度为 33 mg/L 的吸入气即可^[4]。美国国家标准研究所(ANSI)也规定, 对气管插管或气管切开的患者, 所有湿化器的输出功率至少需达到 30 mg/L 湿度, 认为这是防止分泌物结痂和避免黏膜损伤的最低湿度要求^[3]。然而, Boucher^[5]以手术麻醉超过 3 h 的患者为研究对象, 随机吸入不同温度和湿度的气体后, 气管内注射生理盐水并回收, 在显微镜下观察回收液中上皮细胞的结构, 结果显示: 细胞形态异常者, 吸入干冷气体组达 50%; 吸入 22~26 ℃、相对湿度 60% 气体组达 10%; 而吸入 37 ℃、相对湿度为 100% 气体组为 0%。另一些实验室研究也发现, 从分泌物的排出速度, 以及黏膜纤毛的活动能力来看, 均支持吸入气体维持在机体核心温度及 100% 相对湿

度^[6-7]。Lawrence 等^[8]在威尔士亲王医院成人重症监护病房(ICU)内多年实践发现, 维持气道在 37 ℃ 及饱和湿度, 可以减少黏稠痰液的形成, 从而预防人工气道的堵塞, 以及部分堵塞所造成的气道阻力增高。Ryan 等^[9]对 10 例无肺部基础病变的气管插管患者进行研究, 以随机顺序吸入不同温度下饱和的气体(30、34、37、40 ℃), 结果发现, 吸入气体在机体核心温度饱和状态下处于热力学平衡状态, 认为这是持续几个小时以上机械通气的最佳湿化条件。但目前尚无研究证实在这种状态下能否降低管路堵塞率和呼吸机相关性肺炎(VAP)的发生率。

3 湿化的方法和效果

3.1 充足的液体入量 机械通气时, 液体的入量应保持每天 2 500~3 000 mL。呼吸道湿化尽量以全身不脱水为前提, 如果机体液体量不足, 即使呼吸道进行湿化, 呼吸道的水分会进入到失水的组织中, 呼吸道仍可能处于失水状态。所以, 必须补充足够的液体入量^[1]。赵秀云等^[10]通过动物试验从组织学结构角度观察全身补液对气管切开后免气管黏膜起到的湿化作用, 认为增加液体量的湿化方式对气管切开后的气管黏液纤毛系统具有保护作用。但对其机制尚不明确, 而其临床使用性方面也有待于今后的进一步探讨。

3.2 气道滴注湿化法

3.2.1 间断气管滴入 临床上常用一次性注射器抽取湿化液直接快速注入气道内, 常用于吸痰前。但研究发现, 此法容易造成气道壁上的细菌移位, 而增加医院获得性肺炎的发生率^[11]。蓝慧兰等^[12]通过对机械通气患者吸痰前常规滴注生理盐水发现, 吸痰前滴注生理盐水会造成患者呛咳、血氧饱和度下降、舒张压升高等不利影响。美国呼吸治疗学会(AARC)推荐不应在吸痰前常规应用盐水^[13]。

3.2.2 持续滴注湿化法 应用于无需机械通气但又保留了人工气道的吸氧患者, 此法克服了大量滴入湿化液引起的呛咳和憋气等症状。近年来众多的护理学者将许多的先进设备应用于气道持续湿化, 解决了很多气道持续滴注所遇到的问题。朗云琴^[14]介绍了一种采用美国 Baxten 公司的止痛泵(10 mL/L)内加入湿化液进行气道湿化的方法, 认为应用止痛泵能做到持续、均匀湿化, 符合气道持续丢失水份的湿化生理需求, 并且给药自动化, 增加了护理安全。贺照球^[15]将精密输液器用于气管切开患者持续气道湿化中, 降低了痰液的黏稠度, 使痰液稀释, 利于排出, 并认为此法具有操作简单, 安全可靠, 疗效确切, 并发症少等优点。但是, 对于持续滴注湿化法是否增加医院获得性肺炎的发生率, 临床上仍存在争议。胡艳宁等^[16]应用微量泵持续推注湿化液方法湿化气道, 湿化效果及呼吸道感染率

明显低于间断给药组。卢颖等^[17]研究发现持续气道内滴药,能较为充分湿化气道,其呼吸道感染率及感染持续时间低于传统的雾化吸入。陈建芬等^[18]认为采用持续微量注射泵将生理盐水直接泵入气道,导致湿化液进入气道后分布不均,沉积于气管、支气管,使某些细小支气管得不到充分湿化,同时头皮针软管直接插入气管套管,患者咳嗽或吸痰操作时易脱出,影响湿化液滴入,且增加了感染机会。

3.3 雾化加湿器 从雾化器的类型分,雾化有超声雾化、氧气雾化器雾化、高频振动雾化及喷射式雾化器雾化等。国内外学者对使用雾化加湿器进行气道湿化存在争议。李贤等^[19]认为使用高频振动雾化可使药液形成小的雾滴,到达气管、支气管甚至肺泡,既可湿化气道,又无任何痛苦,是一种较理想的湿化方法。王亚芳等^[20]采用英国富利凯氧气雾化器行气道湿化,认为氧气雾化器可将湿化液变成直径为 $0.9\ \mu\text{m}$ 的微小雾化颗粒,随着患者呼吸缓慢均匀进入气道,沉积于肺泡和细支气管,雾量温和,调节方便,对气道刺激小,降低了气道黏膜出血及肺部感染发生率,节约了护理资源和时间。由于雾化器以压缩气体为动力,喷出的气体由于减压和蒸发作用,其温度明显降低,起不到气道加温的作用^[21]。此外,使用呼吸机雾化时雾化气流来源于潮气量以外的部分,雾化时实际供给患者的潮气量大于所设的潮气量,长时间应用可出现过度通气^[2]。

3.4 人工鼻(HME) 是模拟人体解剖湿化系统的机制所制造的替代性装置。当气体呼出时,呼出气内的热量、水分被其保留下来,当吸入气体通过时,热量及水分重新进入吸入气中,从而保证获得有效、适当的湿化。因其费用低、使用简单、环路凝集少、不耗能和对微生物的过滤作用,近几年被广泛用于临床。由于人工鼻只是利用呼出气体来温湿和湿化吸入气体,并不额外提供水分和热量。实验研究显示,在成人呼气流速和每分钟通气量的范围内,人工鼻的输气湿度为 $22\sim 28\ \text{mg/L}$,温度大约为 $30\ ^\circ\text{C}$ ^[22]。因此,对于脱水、低温或分泌物潴留的患者,人工鼻不是理想的湿化装置。此外,人工鼻存在内部无效腔,并具有一定阻力,无效腔和阻力的存在降低了通气,增加了呼吸功,对于潮气量小,撤机困难的患者是禁忌证。而人工鼻在机械通气期间,能否避免细菌污染也仍有争论。Kola 等^[23]在 2004 年所做的 Meta 分析显示,HME 组 VAP 发生的相对危险性低于主动加热湿化器(HH)组,尤其在使用超过 7 d 以上的机械通气中更明显。Branson^[24]的分析报告得出相同结论,但是随着 HH 含有单或双加热丝环路的联合使用,使得 HH 的环路冷凝物的产生也减少。从而 HH 的 VAP 发生率也大大降低。近年来的多项随机对照研究表明,人工鼻相比加热湿化法并不能降低呼吸道感染的发生率^[25],Lorente 随机对照实验发现,HME 组 VAP 的发生率显著高于双加热丝 HH 组^[26]。因此,在使用人工鼻时需考虑上述因素,人工鼻对急诊、麻醉、转运和 ICU 短期通气的患者使用较理想,对有结核、传染性非典型性肺炎等呼吸道传染病的患者也可减轻工作量和对病房环境的空气污染^[21]。

3.5 HH 主动加热湿化器的原理是将水加热产生水蒸气,与吸入气体混合,达到对吸入气体进行加湿、加温的目的。其湿化的效率受到通过气体的气流量、水温、蒸发面积 3 个因素的影响;湿化罐的温度可以调节,产生不同的温度和湿度的气

体,但气体经过加热湿化后还需经过管路传送,因此,实际到达患者端气体的温度受管路所处的环境温度的影响,一般情况下往往需将罐内的温度提高 $50\ ^\circ\text{C}$,才能保证送入气道的温度为 $37\ ^\circ\text{C}$ ^[22],此时管路中形成了大量的积水,增大了气道阻力,对机械通气患者易造成“假触发”,而且这些积水反流入气道易造成 VAP 的发生。一些湿化器在此方面作了改进,在湿化罐出口和气道端各放置一个温度传感器,在吸气和/或呼气回路里放置加热丝,通过气道端温度传感器的温度监测控制加热丝的功率来改变相对湿度,有效解决长期困扰人工气道患者由于吸入气体湿度缺乏造成的痰痂痰栓的问题,也能避免吸入干湿气体造成呼吸道刺激,达到了气道恒温湿化的目的。Boots 等^[25]通过对使用双热线式加温湿化、单热线式湿化器与 HME 后发生的 VAP 的风险进行研究发现,加温加湿技术似乎并不影响 VAP 的发生率。

4 湿化液的选择

临床上最常用的湿化液是蒸馏水、生理盐水。蒸馏水系低渗液体。通过湿化吸入,为气管黏膜补充水分,保持黏膜-纤毛系统的正常功能,主要用于气道分泌物黏稠、气道失水多及高热、脱水患者;但若用量过大,可造成气管黏膜细胞水肿,增加气道阻力。生理盐水系等渗液体,对气道刺激较小,主要用于维持气道黏膜-纤毛正常功能,但失水后发生浓缩,对气道的刺激性增强。一些研究证明^[27], 0.45% 盐水进行气道持续湿化,较少引起刺激性咳嗽,不易引起痰痂,减少了肺部感染,缩短了吸痰时低氧血症的持续时间,也减少了气道黏膜损伤出血的危险。陈超男^[28]将 1.25% 碳酸氢钠溶液做气道冲洗湿化与生理盐水气道内滴药进行临床效果比较,认为 1.25% 碳酸氢钠溶液有皂化功能,使痰痂软化变薄易于排出,且对革兰阴性杆菌有较强的清除作用,同时对真菌也有较强的抑制作用。另外,有报道^[29]碳酸氢钠联合沐舒坦提高了湿化效果,降低了肺部感染的发生和痰液阻塞的形成。湿化液中加入庆大霉素预防继发的气道感染是临床常用的治疗方案,有研究^[30]证实庆大霉素对气道黏膜有刺激作用,可引起支气管痉挛,而且目前的常规剂量不足以起到杀菌作用,甚至易引起细菌耐药性,所以对于一般患者不主张局部加用庆大霉素,而充分气道湿化比在湿化液中加入抗生素更为合理有效。可以说对于一般患者,充足的气道湿化对于预防气道感染更为重要。

综上所述,气道湿化是气道管理中最重要,也是最易被忽视的环节。所有的研究均显示,人们对气道湿化的临床价值基本持肯定态度。目前,在湿化的原理和方法方面的研究也已取得了很大的进展。随着这项技术的不断应用和逐渐成熟,必将进一步提高临床疗效,确保患者的舒适和安全。人工气道的湿化方法很多,临床效果评价也不尽相同。具体哪种方法效果更佳,临床实践中可根据患者的具体情况选择正确和适宜的方法。更多的病例观察以及进一步的研究结果将对人工气道湿化的方法的选择提供更充分的依据。

参考文献

- [1] 邱海波. ICU 主治医师手册[M]. 南京:江苏科学技术出版社,2007:231-232.
- [2] 万献尧,黄伟. 气道湿化[J]. 医学与哲学(临床决策论坛

- 版), 2006, 27(12): 14-15.
- [3] 俞森洋. 现代呼吸治疗学[M]. 北京: 科学文献技术出版社, 2003: 424-441.
- [4] Irlbeck D. Normal mechanisms of heat and moisture exchange in the respiratory tract[J]. Respir Care Clin N Am, 1998, 4: 189-198.
- [5] Boucher R. Molecular insights into the physiology of the thin film of airway surfaceliquid[J]. J Physiol, 1999, 516: 631-638.
- [6] King M, Tomkiewicz RP, Boyd WA, et al. Mucociliary clearance and epithelia potential difference in dogs mechanically ventilat-ed with air humidified by heated hot water and heat and mois-ture exchange devices [J]. J Aerosol Med, 1995, 8: 66-84.
- [7] King M, Tomkiewicz R, Boyd W, et al. Airway epithelial func-tion in dogs mechanically ventilated with ambient vs humidified air at core and greater than core temperature [J]. Am J Respir Crit Care Med, 1994, 149: A1041.
- [8] Awrence JC. Humidification practices in the adult inten-sive care unit, prince of wales hospital[J]. Respir Care Clin N Am, 1998, 4: 301-304.
- [9] Ryan SN, Rankin N, Meyer E, et al. Energy balance in the in-tubated human airway is an indicator of optimal gas condition-ing[J]. Crit Care Med, 2002, 30: 355-361.
- [10] 赵秀云, 史秀宁, 于振萍, 等. 减轻气道吸痰对动物呼吸道黏膜损伤的实验研究[J]. 中华护理杂志, 2008, 43(1): 87-90.
- [11] Tottes A, Febregas N, Ewig S. et al. Sampling methods for verrtila-ton associated pneumonia: validation using different historlogic and microbiological references [J]. Crit Care Med, 2000, 28: 2799-2804.
- [12] 蓝惠兰, 李雪球, 覃铁和, 等. 机械通气患者吸痰前气管内滴注生理盐水湿化的比较研究[J]. 中华护理杂志, 2005, 40(8): 567-569.
- [13] Plevak D, Ward J Airway management. In: Burton G, HodgkinJ, eds. Respiratory care: a guideline to clinical pactice [M]. New York, Lipp incott, 1997: 555-609.
- [14] 郎云琴. 介绍一种气道湿化的新方法[J]. 实用护理杂志, 2002, 18(8): 25.
- [15] 贺照球. 精密输液器持续气道湿化的效果观察[J]. 现代护理, 2006, 12(14): 1331
- [16] 胡艳宁, 王秀葵. 气管内持续微泵推注湿化法对下呼吸道感染的对照研究及护理[J]. 护理进修杂志, 2005, 20(10): 887-889.
- [17] 卢颖, 张鹏. 持续气管内滴药与雾化吸入对重度颅脑损伤患者下呼吸道感染的影响[J]. 中国医药导报, 2007, 4(24): 18-19.
- [18] 陈建芬, 季玲, 朱滨. 两种气道湿化法在气管切开术患者应用中的效果观察[J]. 基础护理研究, 2008, 22(12): 3350-3351.
- [19] 李贤, 王欣淼, 秦占芬. 复方氧氟沙星溶液用于老年气管切开患者预防呼吸道感染的研究[J]. 现代护理, 2007, 13(1): 14.
- [20] 王亚芳, 钱芸, 陈建芬, 等. 高效医用雾化器在 ICU 气管切开患者中的效果观察[J]. 护士进修杂志; 2009, 24(6): 567-568.
- [21] 李洁, 张煜, 詹庆元. 人工气道的湿化[J]. 中国呼吸与危重监护杂志. 2006, 5(6): 473-477.
- [22] 胡祥芹, 王春梅. 人工气道湿化的研究进展[J]. 护理研究, 2008, 22(11): 2824-2826.
- [23] Kola A, Eckmanns T, Gastmeier P. Efficacy of heat and moisture exchangers in preventing ventilator-associated pneumonia; meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Intensive Care Med, 2005, 31(1) : 5-11.
- [24] Branson RD. The ventilator circuit and ventilator-associated pneumonia[J]. Respir Care, 2005, 50(6): 774-785.
- [25] Boots RJ, George N, Faoagali JL, et al. Double-heater-wire circuits and heat-and-moisture exchangers and the risk of ven-tilator-associated pneumonia [J]. Crit Care Med, 2006, 34: 687-693.
- [23] Lorente L, Lecuona M, Jimenez A, et al. Ventilator-associated pneumonia using a heated humidifier or a heat and moisture exchanger: A randomized controlled trial[J]. Crit Care, 2006, 10(4): R116.
- [24] 刘雪喻. 两种不同浓度氯化钠液用于气道湿化的效果比较[J]. 护理研究, 2005, 19(3A): 421.
- [25] 陈超男. 2 种人工气道湿化方法的研究进展[J]. 中华护理杂志, 2002, 37(7): 539-540.
- [26] 华佩莲, 王小梅. 碳酸氢钠联合沐舒坦湿化气管切开患者气道效果观察[J]. 护理学杂志, 2007, 22(10): 35-36.
- [27] 刘凤娥, 马绪伟. 气道湿化与局部抗生素预防气道感染的对比分析[J]. 齐鲁护理杂志, 2002, 8(7): 530.

(收稿日期: 2010-08-22)