

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

莫敏 刘松桥 杨毅

【摘要】 目的 探讨热湿交换器(HME)与加温湿化器(HH)是否可降低机械通气患者呼吸机相关性肺炎(VAP)的发生。方法 通过计算机检索和手工检索 PubMed、Cochrane 数据库,收集 1990 年 1 月 1 日至 2010 年 9 月 1 日关于 HME 与 HH 对机械通气患者 VAP 影响的随机对照研究(RCT),按 Cochrane 协作网推荐的方法,对 HME 与 HH 预防机械通气患者 VAP 的发生率进行荟萃分析(Meta 分析)。结果 共纳入 11 篇 RCT 文献,其中 HME 组 1 121 例,HH 组 1 101 例,两组 VAP 发生率分别为 14.2%(159/1 121)和 15.9%(175/1 101),相对危险度(RR)=0.88,95%可信区间(95%CI)0.72~1.07, $P=0.21$,表明与 HH 相比,HME 并不降低机械通气患者 VAP 的发生率。筛选机械通气时间 >7 d 的 RCT 进行亚组分析,共纳入 8 篇文献,其中 HME 组 834 例,HH 组 859 例,VAP 发生率分别为 15.2%(127/834)和 17.5%(150/859),RR=0.84,95%CI 0.58~1.23, $P=0.37$,表明在机械通气时间 >7 d 的患者中,HME 同样不降低 VAP 的发生率。结论 HME 并不降低机械通气患者 VAP 的发生率,即使在机械通气时间超过 7 d 的患者也是如此。由于有关的 RCT 数量相对较少、质量较低(缺少盲法),需要高质量的大规模 RCT 进一步证实。

【关键词】 热湿交换器; 加温湿化器; 呼吸机相关性肺炎; 发生率; 荟萃分析

Efficacy of heat and moisture exchangers and heated humidifiers in preventing ventilator-associated pneumonia: a Meta-analysis MO Min, LIU Song-qiao, YANG Yi. Intensive Care Unit, Zhongda Hospital, Southeast University, Nanjing 210009, Jiangsu, China

Corresponding author: YANG Yi, Email: yiyiyang2004@yahoo.com.cn

【Abstract】 **Objective** To demonstrate the effects of heat and moisture exchangers (HME) and heated humidifiers (HH) in preventing ventilator-associated pneumonia (VAP). **Methods** PubMed and Cochrane databases were searched by computer retrieval and manual retrieval to identify relevant randomized controlled trials (RCTs) using HMEs and HHs in preventing VAP from January 1st 1990 to September 1st 2010. Meta-analysis of HME and HH in preventing VAP was conducted using the methods recommended by the Cochrane Collaboration. **Results** Eleven RCTs were included. Sample size: 1 121 in HME group and 1 101 in HH group. In total, the rate of VAP in HME group and HH group was 14.2% (159/1 121) and 15.9% (175/1 101) respectively, the total relative risk (RR) was 0.88, and 95% confidence interval (95%CI) 0.72 - 1.07, $P=0.21$. Compared with HH group, there was not a reduction in the risk ratio of VAP in the HME group. Even in mechanical ventilation (MV) with a duration of at least 7 days for subgroup analysis (8 RCTs, sample size: 834 in HME group and 859 in HH group), the rate of VAP in HME group and HH group was 15.2% (127/834) and 17.5% (150/859) respectively, the total RR was 0.84, 95%CI 0.58 - 1.23, $P=0.37$, suggesting that in MV with a duration at least 7 days, there was also no reduction in the risk ratio of VAP in the HME group. **Conclusion** This study suggests there is not a significant reduction in the incidence of VAP in patients humidified with HMEs during MV, even in patients ventilated for 7 days or longer. This finding is limited by lack of enough RCTs and blinding. Further large sample of high quality RCTs is necessary to examine the wider applicability of HMEs and their extended use.

【Key words】 Heat and moisture exchanger; Heated humidifier; Ventilator-associated pneumonia; Rate; Meta-analysis

呼吸机相关性肺炎(VAP)是目前院内感染的主要类型,病死率较高,可明显延长患者的住院时间并增加住院费用^[1]。气管插管机械通气(MV)导致患者呼吸道对气体的加温加湿功能丧失,同时 MV 时使用的干燥气体影响对吸入气体的加温加湿效

果^[2-5]。因此,MV 本身是导致肺部感染防护机制丧失的重要原因。有创 MV 患者需要对吸入气体进行加温加湿。然而,运用加温湿化器(HH)对吸入气体进行主动湿化是管路细菌定植的一个重要来源^[2]。HH 为主动加温湿化,需经常补充和清除冷凝水;而热湿交换器(HME)为被动加温湿化,能减少冷凝水和水分聚集,被用作常规 HH 的替代。不同的 HME 具有不同的特性,如含吸湿盐的 HME 能增加湿化

DOI:10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2011.09.001

基金项目:国家自然科学基金资助项目(81070049,81000828)

作者单位:210009 江苏南京,东南大学附属中大医院重症医学科

通信作者:杨毅,Email:yiyiyang2004@yahoo.com.cn

能力,另外还有细菌滤过特性及联合其他不同功能的 HME。除部分因咯血、反复咳嗽、气道阻力增加及低体温的患者不适合使用 HME 外,由于 HME 所具有的被动实施、工作负荷降低、价廉等特性,而被广泛应用于临床^[6]。许多临床研究比较了 HME 与 HH 在湿化吸入气体及预防 VAP 方面的作用。本研究在 Kola 等^[7]的荟萃分析(Meta 分析)基础上探讨 HME 对 MV 患者 VAP 的预防作用。

1 资料与方法

1.1 材料:联机检索 PubMed、Cochrane 数据库,并辅以文献追溯、手工检索。检索策略如下:①检索关键词为 heat and moisture exchanger, humidifier, pneumonia;②语种仅限为英文,文献限制为临床随机对照研究(RCT);③研究年限为 1990 年 1 月 1 日至 2010 年 9 月 1 日;④研究对象限制在人类。

1.2 文献纳入标准:①以论文形式发表的 HME 与 HH 对 MV 患者发生 VAP 影响的 RCT;②各文献研究方法以及对 VAP 的定义基本相似,并报道了 VAP 的发生率以及 MV 时间;③每个研究均回顾了其研究的疾病人群、病例数、是否随机、HME 类型、HME 和呼吸管路的更换;④有研究开展或发表的时间和地点;⑤治疗组和对照组样本量明确;⑥治疗组与对照组在基线水平均衡可比。

1.3 文献排除标准:①MV 时间 < 48 h;②未涉及 VAP 发生率和 MV 时间信息的文献;③重复报告的文献,质量差、报道信息太少及无法利用的文献;④无法获得原始数据的研究。

1.4 质量评定:由 2 名评价员分别独立进行质量评价和资料提取,交叉核对结果。纳入研究的方法学采

用 Jadad 量表的质量评价标准进行评定,RCT 分为 1~5 分(1~2 分为低质量研究,3~5 分为高质量研究)。评价内容包括:患者是否随机分组;是否采用盲法;是否描述失访、病例脱落及处理情况;组间基线是否具有可比性;除干预措施外其他处理是否一致;对干预措施的估计是否准确。如遇任何分歧,通过讨论解决或由第三方评价员仲裁解决。获得临床试验文献如资料不全,尽可能与原作者取得联系,由其补充,若无法获取原始资料,则将该研究剔除。

1.5 统计学分析:将文献按 Meta 分析的要求整理、核对数据,采用 RevMan 5.0 软件进行统计分析。采用双侧检验,显著性水准为 0.05。若各研究间无显著异质性,则采用 PetoMantel-Haenszel 固定效应模型;若异质性检验显著,则采用 Dersimonian-Laird 随机效应模型。如纳入研究数量足够多,用漏斗图分析是否存在发表偏倚。对存在影响研究结果因素的纳入文献有选择性地排除后,再进行亚组 Meta 分析,以分析不同因素对研究结果的影响。

2 结果

2.1 纳入文献:1990 年 1 月 1 日至 2010 年 9 月 1 日共检索出 HME 与 HH 影响 MV 患者 VAP 发生率的 RCT 文献 16 篇,通过阅读全文剔除无 HME 与 HH 相对照或无相关结果比较(VAP 发生率)的文章,共 11 篇文献符合纳入标准^[8-18](表 1),HME 组总病例数 1 121 例,对照组 1 101 例。其中 MV 时间 > 7 d 的文献共 8 篇^[8-10,12,15-18]。

2.2 HME 与 HH 对 VAP 的影响:在纳入的 11 篇文献^[8-18]中,按 MV 时间分为 < 7 d 组和 ≥ 7 d 组并进行 Meta 分析,获得 HME 与 HH 对 MV 患者

表 1 11 篇 HME 与 HH 对 VAP 发生率影响的 RCT 文献中患者的基本状况

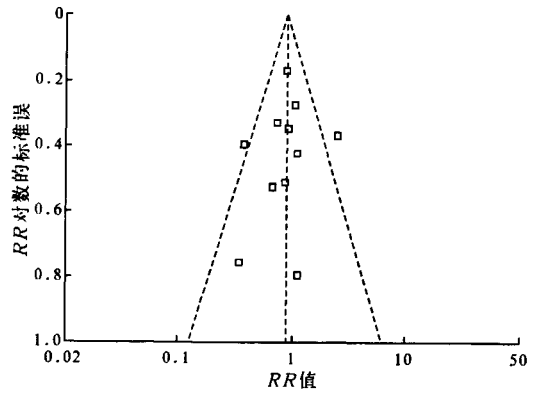
文献来源	例数		VAP 发生率%(例)		VAP 定义	RR 值	95%CI
	HME 组	HH 组	HME 组	HH 组			
Marin 等 ^[8]	31	42	6.4(2)	19.0(8)	脓性痰、X 线胸片浸润,气管插管后病原学阳性	0.34	0.08~1.49
Roustan 等 ^[9]	51	61	9.8(5)	14.8(9)	发热、新病变或有进展,白细胞增多,脓性痰	0.66	0.24~1.86
Dreyfuss 等 ^[10]	61	70	9.8(6)	11.4(8)	新病变或原病变有进展,脓性痰,保护性毛刷培养 > 10 ³ cfu/ml、血培养及痰培养阳性,除外其他	0.86	0.32~2.34
Branson 等 ^[11]	49	54	6.1(3)	5.6(3)	体温 > 38℃、脓性痰、潜在的病原学或新出现的病变	1.10	0.23~5.21
Kirton 等 ^[12]	140	140	5.7(8)	15.7(22)	新病变或原病变有进展,出现脓性痰,插管后 72 h 痰培养阳性	0.36	0.17~0.79
Boots 等 ^[13]	75	41	18.7(14)	17.1(7)	机械通气 48 h 后,体温 > 39℃ 或 < 36℃,新病变,WBC < 4 × 10 ⁹ /L 或 > 11 × 10 ⁹ /L,痰培养阳性,痰多,脓性痰	1.09	0.48~2.49
Kollef 等 ^[14]	163	147	9.2(15)	10.2(15)	新病变或原病变有进展,伴有以下两项:体温 > 38.3℃,WBC > 10 × 10 ⁹ /L;脓性痰	0.90	0.46~1.78
Memish 等 ^[15]	123	120	11.4(14)	15.8(19)	CDC 标准伴以下一项:脓性痰,血培养阳性,痰培养阳性,抗体滴度阳性,组织病理学证据	0.72	0.38~1.37
Lacherade 等 ^[16]	185	184	25.4(47)	28.8(53)	X 线胸片有浸润伴有以下两项:发热或低体温、WBC 增多或减少,脓性痰,痰培养阳性	0.88	0.57~1.37
Boots 等 ^[17]	190	191	12.6(24)	12.0(23)	机械通气 48 h 后发生新的肺炎症状,CPIS ≥ 6 分	1.05	0.52~2.12
Lorente 等 ^[18]	53	51	39.6(21)	15.7(8)	脓性痰,体温 > 38℃ 或 < 35.5℃,WBC > 10 × 10 ⁹ /L 或 < 4 × 10 ⁹ /L,新病变或原病变有进展,痰培养 > 10 ⁶ cfu/ml	2.53	0.98~6.49
总计	1 121	1 101	14.2(159)	15.9(175)		0.88	0.72~1.07

注:HME:热湿交换器,HH:加温湿化器,VAP:呼吸机相关性肺炎,RCT:随机对照研究,RR:相对危险度,95%CI:95%可信区间,WBC:白细胞计数,CDC:疾病预防控制中心,CPIS:临床肺部感染评分

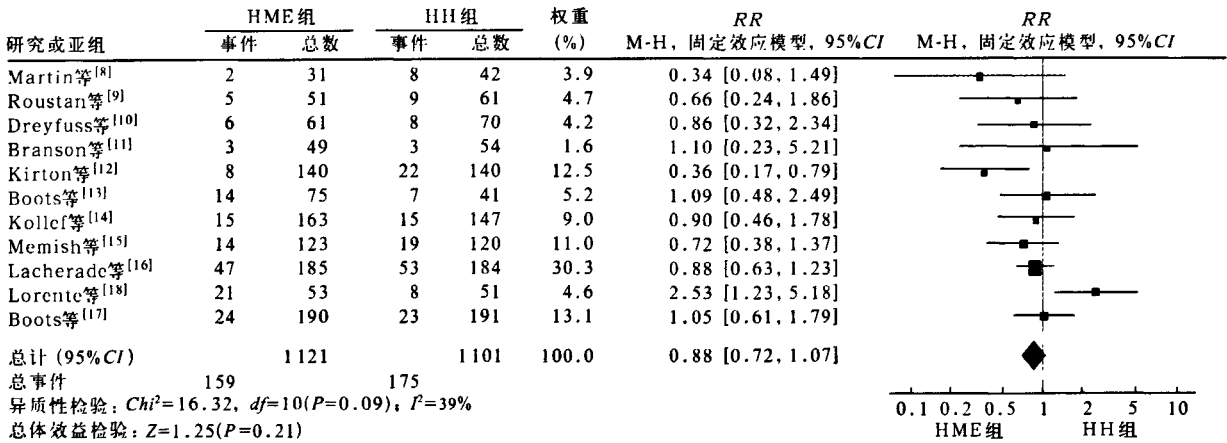
VAP 发生率影响的 Meta 分析森林图(图 1)和漏斗图(图 2)。结果显示,纳入 Meta 分析的各研究同质性较好($P=0.09$),因此采用固定效应模型输出合并相对危险度(RR)值,根据漏斗图推测入选文献发表偏倚不大。HME 组与 HH 组 VAP 发生率分别为 14.2%(159/1 121)和 15.9%(175/1 101),合并 $RR=0.88$,95%可信区间(95% CI)0.72~1.07,综合效果评价 $P=0.21$,菱形位于垂直线的两侧偏左,表明与 HH 相比,HME 并不降低 MV 患者 VAP 的发生率,但有降低 VAP 发生率的趋势。

2.3 HME 与 HH 对 MV 时间超过 7 d 组患者 VAP 发生率的影响:在纳入的 11 篇文献中,MV 时间 >7 d 的 RCT 共 8 篇^[8-10,12,15-18],其中 HME 组 834 例,HH 组 859 例。对纳入的 8 篇文献进行 Meta 分析,获得 HME 与 HH 对 MV 时间 >7 d 患者 VAP 发生率影响的 Meta 分析森林图(图 3)和漏斗图(图 4)。结果显示,各研究存在明显的异质性($P=0.03$),因此采用随机效应模型输出合并 RR 值,根据漏斗图推测入选的文献发表偏倚不大。HME 组

和 HH 组 MV 时间 >7 d 患者的 VAP 发生率分别为 15.2%(127/834)和 17.5%(150/859),合并 $RR=0.84$,95% CI 0.58~1.23,综合效果评价 $P=0.37$,菱形位于垂直线的两侧偏左,表明与 HH 相比,HME 并不降低 MV 时间 >7 d 患者的 VAP 发生率。

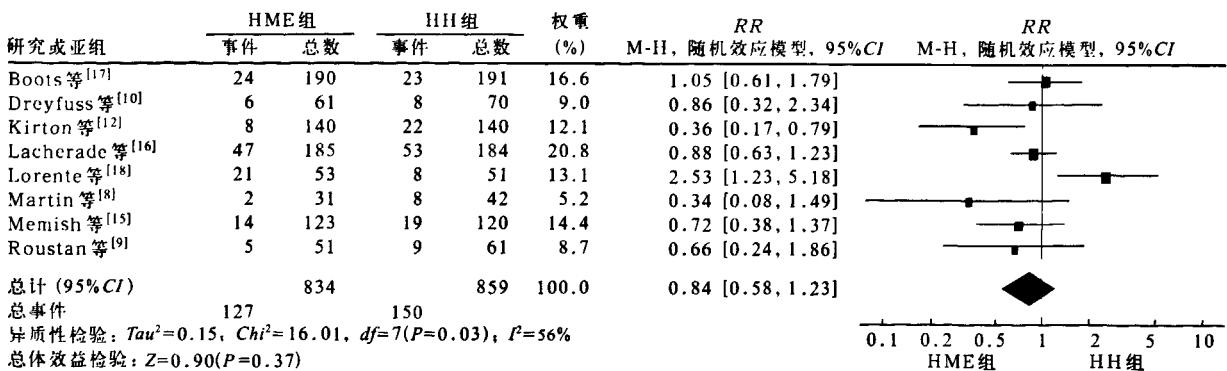


注:HME:热湿交换器,HH:加温湿化器, VAP:呼吸机相关性肺炎,RR:相对危险度
图 2 HME 与 HH 对机械通气患者 VAP 发生率影响的文献发表偏倚漏斗图



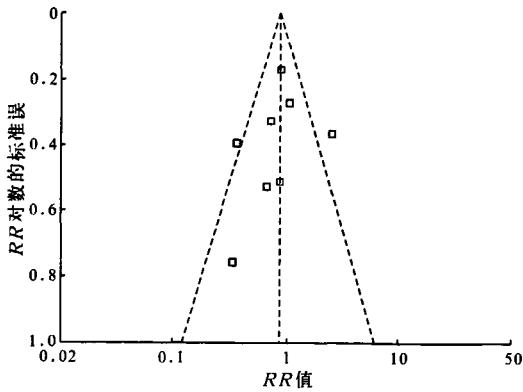
注:HME:热湿交换器,HH:加温湿化器,VAP:呼吸机相关性肺炎,RR:相对危险度,95%CI:95%可信区间

图 1 HME 与 HH 对机械通气患者 VAP 发生率影响的 Meta 分析



注:HME:热湿交换器,HH:加温湿化器,VAP:呼吸机相关性肺炎,RR:相对危险度,95%CI:95%可信区间

图 3 HME 与 HH 对机械通气时间 >7 d 患者 VAP 发生率影响的 Meta 分析



注:HME:热湿交换器,HH:加温湿化器,
VAP:呼吸机相关性肺炎,RR:相对危险度

图 4 HME 与 HH 对机械通气时间 >7 d 患者 VAP 发生率影响的文献发表偏倚漏斗图

3 讨论

对 VAP 的预防虽然已在美国胸科学会和疾病预防控制中心(CDC)发表的指南中提出了预防策略^[5,19],但是,即使在最新的修订版指南中仍未提出足够的证据表明这些预防策略能够预防医院获得性肺炎的发生。

HME 是否能降低 VAP 的发生率目前仍存在争议。1998 年 Cook 等^[20]在系统综述中比较了不同气道管理策略对 VAP 发生率的影响。在比较 HME 和 HH 的 5 个 RCT 中^[8-12],尽管只有一个研究显示在足够的样本量时 HME 可以降低 VAP 的发生率^[12],研究者仍然认为 HME 可以降低 VAP 发生率。Bench^[21]在关注重症监护病房(ICU)MV 患者湿化的同时,也在关注其气管插管梗阻和 VAP 的发生率。本研究中有 2 项前瞻性的随机研究报道了气管插管梗阻和 VAP 的发生率^[12,14]。

本次 Meta 分析是在 Kola 等^[7]荟萃分析的基础上加上了随后发表的 3 项关于 HME 与 HH 预防 VAP 的 RCT 研究^[16-18],而且后期纳入研究的 VAP 诊断标准符合美国 CDC 院内感染的定义。尽管以上文献主要的湿化系统存在差别,但在主要的疾病预防策略、气道管理策略方面两组间并无明显差异。纳入的研究均考虑了研究对象的异质性,包括年龄、性别、平均 MV 时间、MV 指征等。11 项研究中,有 10 项研究的两组对象有疾病严重程度评分^[9-18]。

对 11 项 RCT 文献进行 Meta 分析显示,在 MV 时间 >48 h 的患者中,与使用 HH 相比,使用 HME 并不降低 VAP 的发生率^[8-18];且在 MV 达到或超过 7 d 的 ICU 患者中,使用 HME 同样也不降低 VAP 的发生率^[8-10,12,15-18];其中 Lorente 等^[18]的研究对整

个 Meta 分析的影响作用较大,该研究结果显示,使用 HME 可增加 VAP 的发生率[死亡风险比(HR) 16.20,95% CI 4.54~58.04, P<0.001]。分析原因可能与下列因素有关:①对照组使用了改良的 HH 系统;②纳入患者的 MV 时间(20 d)明显高于此前的研究;③HH 提供了更好的湿化效果。在纳入的 11 项研究中,有 6 项研究的 VAP 诊断包含微生物诊断^[8,10-11,13,16,18],但只有 2 项研究包含了 VAP 的病因学诊断^[10,15]。尽管半数的 RCT 研究中并不包含 VAP 的病原学诊断,但这并不是 Meta 分析的主要局限性。3 项纳入 Meta 分析的 RCT 中包括管路的细菌定植,均报道 HME 组中细菌定植明显降低^[8,10,13]。由于细菌可快速定植于呼吸机管路,在对呼吸管路进行培养时可以发现其菌落计数明显增加^[22]。因此,对于长期 MV 患者,抽吸呼吸管路的凝集物也是发生 VAP 的重要原因之一。

本次 Meta 分析的目的是检验 HME 预防 VAP 的功效,并没有考虑使用 HME 的一些其他情况,如是否会增加患者的死腔、增加阻力负荷以及潜在的气道梗阻。事实上,早期的研究中曾报道使用 HME 会导致气道梗阻的发生率增加^[8-9],因此,一部分作者将某些有气道梗阻的高危患者排除在试验之外,例如哮喘和咯血^[11,13-14]。相反,使用 HME 增加湿化效能的研究中气道梗阻的发生率并无差异^[12,23]。只有少数的研究观察到 HME 可能导致气道梗阻^[8-9]。因此,在使用 HME 时,特别是痰多且黏稠、呼吸肌力量弱、严重气道阻塞性疾病的患者,需要特别谨慎小心^[24]。此外,对急性呼吸窘迫综合征(ARDS)患者应当更换为 HH^[25]。

使用 HME 虽然并不降低 VAP 的发生率,但可减少工作负荷以及医疗费用。Branson 等^[26]计算使用 HME 替代 HH,每日可以节约医疗费用 15.8 美元。Kollef 等^[14]在研究中发现,与 HH 相比,延长使用 HME 至 7 d 患者的住院病死率、MV 时间和整个住院时间(或 ICU 住院时间)并无差异。由于更换 HME 的间隔更长,因此在住院期间每年能节约 41.441 美元。但是此研究的局限在于 147 例患者中只有 21 例 MV 时间超过 7 d,大部分 HME 组患者 MV 时间为 4.2 d。随后有部分研究支持 Kollef 的结果,延长 HME 使用时间并不增加并发症^[27-30]。

综上,目前研究显示,与使用 HH 相比,临床使用 HME 并不降低 ICU MV 患者 VAP 的发生率,在 MV 时间超过 7 d 的患者中,同样未证实 HME 在预防 VAP 中优于 HH。本次 Meta 分析的局限性

表现为部分研究中排除了气道梗阻的高危患者,采用了不同的联合治疗,以及使用 HME 品种不同等,仍需要后期的研究进一步证实。

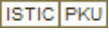
参考文献

- [1] Kollef MH. The prevention of ventilator-associated pneumonia. *N Engl J Med*, 1999, 340:627-634.
- [2] Chastre J, Fagon JY. Ventilator-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002, 165:867-903.
- [3] Craven DE, Steger KA. Epidemiology of nosocomial pneumonia, new perspectives on an old disease. *Chest*, 1995, 108: 1S-16S.
- [4] Branson RD. The effects of inadequate humidity. *Respir Care Clin N Am*, 1998, 4:199-214.
- [5] Tablan OC, Anderson LJ, Besser R, et al. Guidelines for preventing health-care-associated pneumonia, 2003; recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. *MMWR Recomm Rep*, 2004, 53:1-36.
- [6] Branson RD, Campbell RS. Humidification in the intensive care unit. *Respir Care Clin N Am*, 1998, 4:305-320.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] Roustan JP, Kienlen J, Aubas P, et al. Comparison of hydrophobic heat and moisture exchangers with heated humidifier during prolonged mechanical ventilation. *Intensive Care Med*, 1992, 18:97-100.
- [10] Dreyfuss D, Djedāini K, Gros I, et al. Mechanical ventilation with heated humidifiers or heat and moisture exchangers: effects on patient colonization and incidence of nosocomial pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med*, 1995, 151:986-992.
- [11] Branson RD, Davis K, Brown R, et al. Comparison of three humidification techniques during mechanical ventilation: patient selection, cost, and infection considerations. *Respir Care*, 1996, 41:809-816.
- [12] Kirton OC, DeHaven B, Morgan J, et al. A prospective, randomized comparison of an in-line heat moisture exchange filter and heated wire humidifiers: rates of ventilator-associated early-onset (community-acquired) or late-onset (hospital-acquired) pneumonia and incidence of endotracheal tube occlusion. *Chest*, 1997, 112:1055-1059.
- [13] Boots RJ, Howe S, George N, et al. Clinical utility of hygroscopic heat and moisture exchangers in intensive care patients. *Crit Care Med*, 1997, 25:1707-1712.
- [14] Kollef MH, Shapiro SD, Boyd V, et al. A randomized clinical trial comparing an extended-use hygroscopic condenser humidifier with heated-water humidification in mechanically ventilated patients. *Chest*, 1998, 113:759-767.
- [15] Memish ZA, Oni GA, Djazmati W, et al. A randomized clinical trial to compare the effects of a heat and moisture exchanger with a heated humidifying system on the occurrence rate of ventilator-associated pneumonia. *Am J Infect Control*, 2001, 29:301-305.
- [16] Lacherade JC, Auburtin M, Cerf C, et al. Impact of humidification systems on ventilator-associated pneumonia: a randomized multicenter trial. *Am J Respir Crit Care Med*, 2005, 172:1276-1282.
- [17] Boots RJ, George N, Faoagali JL, et al. Double-heater-wire circuits and heat-and-moisture exchangers and the risk of ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Med*, 2006, 34: 687-693.
- [18] 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. *Crit Care*, 2006, 10: R116.
- [19] American Thoracic Society. Hospital-acquired pneumonia in adults: diagnosis, assessment of severity, initial antimicrobial therapy, and preventive strategies. *Am J Respir Crit Care Med*, 1996, 153:1711-1725.
- [20] Cook D, De Jonghe B, Brochard L, et al. Influence of airway management on ventilator-associated pneumonia: evidence from randomized trials. *JAMA*, 1998, 279:781-787.
- [21] Bench S. Humidification in the long-term ventilated patient; a systematic review. *Intensive Crit Care Nurs*, 2003, 19:75-84.
- [22] Bowton DL. Nosocomial pneumonia in the ICU, year 2000 and beyond. *Chest*, 1999, 115:28S-33S.
- [23] Thomachot L, Viviani X, Arnaud S, et al. Comparing two heat and moisture exchangers, one hydrophobic and one hygroscopic, on humidifying efficacy and the rate of nosocomial pneumonia. *Chest*, 1998, 114:1383-1389.
- [24] Littlewood K, Durbin CG Jr. Evidenced-based airway management. *Respir Care*, 2001, 46:1392-1405.
- [25] Prin S, Chergui K, Augarde R, et al. Ability and safety of a heated humidifier to control hypercapnic acidosis in severe ARDS. *Intensive Care Med*, 2002, 28:1756-1760.
- [26] Branson RD, Davis K Jr, Campbell RS, et al. Humidification in the intensive care unit, prospective study of a new protocol utilizing heated humidification and a hygroscopic condenser humidifier. *Chest*, 1993, 104:1800-1805.
- [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] Thomachot L, Leone M, Razzouk K, et al. Randomized clinical trial of extended use of a hydrophobic condenser humidifier: 1 vs. 7 days. *Crit Care Med*, 2002, 30:232-237.
- [29] Thomachot L, Boisson C, Arnaud S, et al. Changing heat and moisture exchangers after 96 hours rather than after 24 hours: a clinical and microbiological evaluation. *Crit Care Med*, 2000, 28:714-720.
- [30] Ricard JD, Le Mièrè 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.

(收稿日期:2011-06-28)

(本文编辑:李银平)

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

作者: [莫敏](#), [刘松桥](#), [杨毅](#), [MO Min YANG Yi](#), [LIU Song-qiao](#), [YANG Yi](#)
作者单位: [东南大学附属中大医院重症医学科, 江苏南京, 210009](#)
刊名: [中国危重病急救医学](#) 
英文刊名: [Chinese Critical Care Medicine](#)
年, 卷(期): 2011, 23(9)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zgwbjyxx201109001.aspx