

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20194313

· 论 著 ·

新型医用材料床垫清洗消毒干燥效果评价方法研究

朱亭亭, 孙惠惠, 李 涛, 张流波, 班海群, 李 炎

(中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所, 北京 100021)

[摘要] **目的** 评价新型医用材料床垫清洗消毒干燥效果。**方法** 参考《消毒技术规范》(2002 版)和《医用清洗剂卫生要求(报批稿)》,建立医用床垫材料清洗消毒干燥效果评价试验方法。采用目测法和残留蛋白测定法判定清洗效果,细菌计数法判定消毒效果,称重法判定干燥效果。**结果** 该床垫载体通过特定流程后,采用目测法和残留蛋白测定法判定清洗效果,其合格率均为 100%,清洗后的床垫载体无变形;污染床垫载体在两种消毒剂中浸泡 15 min,消毒效果合格且无变形;带水床垫载体悬挂晾干 1.5 h 后,水分残留率为 0.24%。**结论** 该新型材料床垫可初步满足整体清洗消毒干燥的要求,为医用床垫的清洗消毒开辟新途径;但其现场清洗消毒效果、材料耐洗程度、成本效益等方面有待进一步研究与验证。

[关键词] 医用床垫; 床垫材料; 清洗消毒; 干燥; 效果评价

[中图分类号] R187

Evaluation method of cleaning, disinfection and drying effect of new material medical mattress

ZHU Ting-ting, SUN Hui-hui, LI Tao, ZHANG Liu-bo, BAN Hai-qun, LI Yan (Institute of Environment Health and Related Product Safety, Center for Disease Control and Prevention of China, Beijing 100021, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate efficacy of cleaning, disinfection and drying of new material medical mattress. **Methods** Referring to the *Disinfection Technical Specifications* (2002 version) and *Hygienic Requirement for Medical Detergent* (revision for approval), a test method for evaluating the efficacy of cleaning, disinfection and drying of medical mattress materials was established. Cleaning efficacy was determined by visual observation and residual protein detection method, disinfection and drying efficacy were determined by bacterial counting method and weighing method respectively. **Results** After the mattress carrier passed through a specific process, the qualified rates of cleaning efficacy were both 100% by visual observation method and residual protein detection method, mattress carrier after cleaning was not deformed, the contaminated mattress carrier was immersed in two disinfectants for 15 minutes, disinfection efficacy was qualified without deformation; water residue rate was 0.24% after hanging water mattress carrier for 1.5 hours. **Conclusion** The new material mattress can meet the requirements of overall cleaning, disinfection and drying, it opens up a new way for cleaning and disinfection of medical mattress, but on-site cleaning and disinfection efficacy, material washing resistance and cost-effectiveness need further research and verification.

[Key words] medical mattress; mattress material; cleaning and disinfection; drying; evaluation of efficacy

病床上的棉被、毛毯、床单、床垫、枕芯等统称为床单位。近年来,国内外均有关于床单位消毒不彻

底而暴发医院感染的报道,床单位的清洗消毒得到越来越多的重视^[1-2]。床垫与患者直接接触,是床单

[收稿日期] 2018-10-11

[作者简介] 朱亭亭(1986-),女(汉族),江苏省盐城市人,助理研究员,主要从事消毒与医院感染控制研究。

[通信作者] 李炎 E-mail: Huohuo5@sina.com

位中重复使用频率较高的物品。临床上常发生床垫被污染的情况,如弄湿、被患者体液污染等,但由于受尺寸大小、材料类型等条件限制,床垫不易清洗消毒及更换,导致微生物生长繁殖,因此,床垫污染状况严重^[3]。床垫外罩的清洗消毒可参考《消毒技术规范(2002年版)》^[4]中的织物清洗消毒方式进行,而床垫内芯太厚不易清洗消毒,国内常采用紫外线及臭氧进行消毒,这些清洗消毒措施操作繁琐故多用于终末消毒。对床垫表面日常的轻度污染,临床常采用清洁剂或消毒剂对床垫外罩表面进行擦拭清洗消毒,该方式操作简单,然而会导致细菌通过外罩的缝合处和裂缝处定植在内芯中,存在医院感染的风险^[5]。现有一款新型材料床垫,具有完全整体清洗、速干且避免微生物积聚的特点,为验证该材料床垫的这些特点,本研究初步建立评价医用床垫的清洗、消毒和干燥效果的实验室方法并进行评价。结果报告如下。

1 材料与方法

将床垫内芯截成 4 cm × 4 cm × 4 cm 的试验载体,用含洗涤剂的水洗涤 5 min 后,用自来水洗净,再用去离子水漂洗干净,置于 56℃ 温箱干燥后备用,为备用载体。

1.1 清洗效果评价

1.1.1 试验材料 TU-1901 紫外可见光分光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司)、BT-112D 荧光测定仪、清洗机模拟仪(滚动摇床,转速为 45~60 r/min)、恒温水浴箱、清洗罐、漏斗、移液枪及枪头等。医用床垫样品(丹麦某公司生产,内芯为热塑性聚酯高弹体材料,3D 网状透孔支撑结构)、新鲜肝素钠羊血(72 h 以内)、硫酸鱼精蛋白(纯度 ≥ 99%)、无菌水及荧光素酶、裂解液、标准品(瑞典 BioThema 公司)、十二烷基硫酸钠(SDS)、邻苯二甲醛、N,N-二甲基-2-巯基-氯化铵、0.1 mol/L 四硼酸钠缓冲试剂、甲醇、碧浪洗衣液(未含酶成分)等。

1.1.2 试验方法

1.1.2.1 血液污染载体制备 在 30 mL 肝素钠羊血中加入 0.5 mL 硫酸鱼精蛋白(浓度为 4 mg/mL)并混匀,血液宜在 20 min 内凝固。将备用载体浸没于羊血中 1 min 后沥干取出,置于(36 ± 1)℃ 条件下

干燥至血液凝结。

1.1.2.2 试验组与对照组 依据《医用清洗剂卫生要求(报批稿)》设定清洗程序,保证试验步骤的规范性和可重复性;通过设定的漂洗步骤,可去除床垫载体(清洗后)上的泡沫。(1)试验组:将部分血液污染载体放入盛有 300 mL 碧浪洗衣液应用液(按实际使用要求进行稀释,稀释比例 1:100)的玻璃罐中,加盖,在(40 ± 2)℃ 条件下,以 45~60 r/min 的转速旋转洗涤 5 min;取出床垫载体,在盛有 300 mL 蒸馏水的玻璃罐中漂洗三次(每次漂洗为一上一下漂洗两下)后,在另一盛有 300 mL 蒸馏水的玻璃罐中漂洗三次,沥干水后放入含 5 mL 0.1% SDS 溶液的采样袋中。(2)对照组:试验组开始清洗程序的同时,将其余血液污染载体置于室温条件下干燥 5 min,然后放入含 5 mL 0.1% SDS 溶液的采样袋中,为阳性对照组。另外,取备用载体作为阴性对照组。

1.1.2.3 蛋白测定 试验组和对照组床垫载体经充分洗脱后,对洗脱液进行蛋白含量测定。依据《清洗消毒器 第 1 部分:通用要求、术语定义和试验》(YY/T 0734.1—2009)附录 C,采用邻苯二甲醛法(OPA 法)进行残留蛋白测试。

1.2 消毒效果评价

1.2.1 试验材料 金黄色葡萄球菌(菌株编号 ATCC 6538)、磷酸盐缓冲液(0.03 mol/L PBS, pH 为 7.2~7.4)、胰蛋白胨生理盐水溶液(TPS)、胰蛋白胨大豆琼脂培养基(TSA)、季铵盐消毒剂(进口品牌,主要有效成分为双癸基二甲基氯化铵,含量为 80%;配置成 0.1% 浓度进行使用, pH 为 6.5~6.6)、含氯消毒剂(国产低腐蚀性,有效氯浓度为 2% ± 0.2%;按 50 倍稀释配置使用,有效氯作用浓度为 400 mg/L)、中和剂 1(含 5% 吐温-80、1% 卵磷脂的 D-E 肉汤)、中和剂 2(含 0.5% 硫代硫酸钠、1% 吐温-80 的 PBS 溶液)。

1.2.2 试验方法

1.2.2.1 载体消毒 将备用载体用含氯消毒剂(有效作用浓度为 1 000 mg/L)浸泡 5 min 后,再用无菌去离子水漂洗干净,置于 56℃ 温箱干燥后备用。

1.2.2.2 金黄色葡萄球菌污染载体制备 将 400 μL 金黄色葡萄球菌菌悬液(浓度为 10⁸ CFU/mL)均匀滴染分散于消毒后床垫载体中,于 37℃ 温箱中干燥 20 min 后备用。

1.2.2.3 试验组与对照组 取污染后载体进行杀菌试验,为试验组;取污染后载体为阳性对照组;取备用载体为阴性对照组。每次试验包括2个对照组床垫载体和3个试验组床垫载体,试验重复三次。

1.2.2.4 杀菌试验 季铵盐消毒剂和含氯消毒剂杀菌试验消毒作用时间均为15 min,试验温度为19℃~21℃。

1.3 干燥效果评价

1.3.1 试验材料 床垫载体、清洗罐、蒸馏水、镊子、分析天平(感量0.1 mg)、沥水架等。

1.3.2 试验方法 床垫载体置于56℃温箱干燥去除水分,取出床垫载体在常温下放置1 h。用分析天平称重,记为初始重量(m_0);将床垫载体放入盛有300 mL蒸馏水的清洗罐中,浸泡10 min,取出悬挂于沥水架上;在室温条件下放置1.5 h后,用分析天平称重,记为干燥后重量(m_1);每次试验对3个床垫样本进行试验,试验重复三遍。每次试验环境温湿度条件:温度为(20±2)℃,湿度为40%~60%。

1.3.3 计算公式 水分残留率(R)的计算公式:

$$R = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100\%$$

2 结果

2.1 清洗效果评价 试验组30个污染床垫载体

通过特定清洗程序后[洗涤水温(40±2)℃、洗涤转速45~60 r/min、洗涤时间5 min],目测法判定,30个床垫载体表面及内部无肉眼可见血液,合格率为100%。蛋白测定法判定,30个床垫载体洗脱液样本吸光度值均<0.020,清洗合格率为100%。清洗后的床垫载体无变形。见表1。

表1 载体残留蛋白吸光度值

Table 1 Absorbance value of carrier residual protein

组别	样本数	吸光度均值
试验组	30	0.006
试验组1	10	0.005
试验组2	10	0.005
试验组3	10	0.007
阴性对照组	2	0.0003
阳性对照组	2	4.2495

注:2个阳性对照吸光度值分别为4.317、4.182

2.2 消毒效果评价 在19℃~21℃温度条件下,使用季铵盐消毒剂(浓度为0.1%)和含氯消毒剂(有效氯作用浓度为400 mg/L)分别对染菌床垫载体浸泡15 min后,两种消毒剂对金黄色葡萄球菌的杀灭对数值均>3.00,消毒效果合格。消毒后的床垫载体无变形。见表2。

表2 两种消毒剂对金黄色葡萄球菌的杀灭效果

Table 2 Killing efficacy of two disinfectants on *Staphylococcus aureus*

消毒剂	阳性对照组平均菌落数(CFU/mL)/对数值	试验组作用15 min的平均菌落数(CFU/mL)/杀灭对数值		
		第1次	第2次	第3次
万金消毒剂	6.47×10 ⁵ /5.81	0/>3.00	0/>3.00	0/>3.00
季铵盐消毒剂	6.55×10 ⁵ /5.82	0/>3.00	0/>3.00	0/>3.00

注:阴性对照无菌生长

2.3 干燥效果评价 在温度为(20±2)℃,湿度为40%~60%的条件下,浸泡于水中的9个床垫载体悬挂晾干1.5 h后,水分残留率为0.24%,自然晾干效果显著。见表3。

表3 床垫载体干燥效果试验结果

Table 3 Test results of drying efficacy of mattress carrier

组别	样本数	m_0 (g)	m_1 (g)	水分残留率(%)
试验组1	3	3.7059	3.7262	0.55
试验组2	3	3.7052	3.7085	0.09
试验组3	3	3.4532	3.4553	0.06
合计	9	3.6214	3.6300	0.24

3 讨论

临床上由于各种条件限制,病房床垫不能经常进行清洗消毒,更换频率更低,因此床垫的污染程度较高。当床单位卧具被其他患者的血液、体液等潜在的感染性物质所污染时,细菌量可达到 $10^6 \sim 10^8$ CFU/100 cm²[6]。国内学者[7]报道,使用中床垫细菌污染率为 46.3%,且随着使用时间的延长,细菌污染程度加重,使用时间超过 21 d 的床垫细菌污染率高达 60.9%。有学者[8]对随机抽样的 160 张使用中床垫的检测结果显示,87 张床垫被细菌污染,共分离培养出细菌 103 株,其中病原菌 10 株,占 9.7%。病房床垫的细菌污染状况已成为医院感染中不可忽视的问题,是造成医院感染的危险因素之一。各医院需提高对床垫清洁消毒重要性的认识,做好床单位的清洗消毒,降低因床单位引起的医院感染。

通过对床单位进行终末消毒,可阻断由床单位制品清洗消毒不彻底而造成的医院感染[9]。国内外床垫终末消毒环节多采用对床垫外罩进行擦拭清洗消毒的方式,流程为先用清洁剂清洗外罩上的血液、体液等,再采用消毒剂擦拭,冲净干燥后即可投入使用;若有大面积污染时可拆下外罩清洗消毒。然而在对床垫外罩清洗消毒过程中,水、清洁剂和消毒剂会向床垫外罩内面及床垫内芯渗漏,细菌也可通过外罩的缝合处定植在内芯中,造成床垫内芯污染,埋下医院感染隐患[10]。对于污染严重的床垫,国内常采用紫外线灯或臭氧消毒机进行消毒[11-13]。近年来,有研究[14]指出臭氧对床垫的深层消毒效果优于紫外线,但穿透力较差,两者仅适合于物体表面的消毒,不推荐用于较厚卧具的消毒。另外紫外线灯工作时产生的臭氧、臭氧消毒机泄露的气体会对患者健康造成危害,2012 版《医疗机构消毒技术规范》[15]要求臭氧与紫外线需在无人状态下进行消毒。

医用床垫材料多样,以聚氨酯海绵合成材料使用较多,但该材料中的聚酯多元醇成分不耐水解且不能清洗。本研究新型床垫采用一种舒适环保的新型材料替代传统的聚氨酯海绵床垫。该新型材料床垫可放入专门的清洗消毒机进行整体清洗消毒,避免传统床垫长期使用存在微生物及污物积聚的缺点;另外,清洗后的床垫干燥时间短,可满足临床周转需要。参考《医用清洗剂卫生要求(报批稿)》,本研究建立了实验室对污染床垫载体的清洗、消毒和

干燥效果的评价方法,并对一定数量的床垫载体清洗消毒干燥效果进行验证。清洗试验结果表明,通过目测法和 OPA 残留蛋白测定法判定,30 个污染床垫载体通过特定清洗程序后,清洗合格率均为 100%;床垫载体能够耐受清洗程序的处理,清洗后无变形,可满足整体清洗的要求。消毒试验结果表明,两种消毒剂分别对 3 个染菌床垫载体的浸泡消毒处理达到消毒效果,床垫内芯经消毒后无变色变形,能够耐受这两种消毒剂的浸泡处理,可满足整体浸泡消毒的要求。依据卫生部《消毒技术规范》2002 版[4]的要求,医院Ⅲ类区域平均菌落数应 ≤ 10 CFU/cm²,本研究中床垫经消毒后均符合该要求。

患者住院期间造成床垫潮湿的原因很多,如床垫材料吸附潮气,患者长期卧床,血、尿、粪便污染床垫,床垫清洗消毒等。但床垫更换频率不高,床垫潮湿会造成细菌滋生且影响舒适度[3, 16]。干燥效果好的床垫材料会大大降低床垫潮湿程度且提高患者的卧床舒适度,本研究新型床垫材料干燥效果较好。本研究的干燥试验结果表明,在常温条件下通过称重法判定,浸泡于水中的 9 个床垫载体悬挂晾干 1.5 h 后,水分残留率为 0.24%,干燥效果较好。

综上所述,污染的医用床垫是医院感染的重要来源,需对其进行定期清洗消毒以减少医院感染的发生。通过实验室验证,该新型材料床垫可初步满足整体清洗消毒干燥的要求,为解决临床工作中医用床垫不易清洗消毒的难题开辟新的路径。然而,本清洗消毒效果评价试验方法不适用于传统床垫,因为其不能进行整体浸泡清洗。与传统床垫材料相比,该新型材料有一定优势。本研究仅在实验室对该新型材料的清洗消毒干燥效果进行初步评价,其现场清洗消毒效果、材料耐洗程度、成本效益等方面有待进一步研究与验证。

[参考文献]

- [1] Duffy J, Harris J, Gade L, et al. Mucormycosis outbreak associated with hospital linens[J]. *Pediatr Infect Dis J*, 2014, 33(5): 472-476.
- [2] 林红艳,陈鹏. 医院被服微生物残留的研究与探讨[J]. *中华医院感染学杂志*, 2014, 24(5): 1290-1292.
- [3] 阮丽丽, 缪娟, 陈娟, 等. 床垫烘干机在医用床垫中的应用研究[J]. *全科护理*, 2018, 16(12): 1490-1491.
- [4] 中华人民共和国卫生部. 消毒技术规范[S]. 北京, 2002.
- [5] Creamer E, Humphreys H. The contribution of beds to health-care-associated infection: the importance of adequate decontamination[J]. *J Hosp Infect*, 2008, 69(1): 8-23.

- [6] 黄柯策, 范一麟, 李自琼, 等. 国内外医用床单位卧具终末消毒研究进展[J]. 护理学杂志, 2016, 31(13):106-109.
- [7] 王安清, 王晓霞, 郭强忠, 等. 综合医院普通病房床垫细菌污染调查[J]. 中华医院感染学杂志, 2006, 16(6):646-647.
- [8] 郭强忠, 李文郎, 王晓霞, 等. 综合医院普通病房床垫细菌污染情况分析[J]. 中国医药导报, 2008, 5(19):92-93.
- [9] Schulster LM. Healthcare laundry and textiles in the united states: review and commentary on contemporary infection prevention issues[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2015, 36(9): 1073-1088.
- [10] Hooker E, Jones KL. Cleaning practices for hospital mattresses in top US adult hospitals[J]. Am J Infect Control, 2012, 40(5): e43.
- [11] 李亚楠, 徐晓莉, 穆小苏, 等. 两种床单位终末消毒管理模式的比较分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2017, 27(22):5278-5280.
- [12] 孙晖. 两种消毒方法在 ICU 床单位终末消毒中的效果比较[J]. 齐鲁护理杂志, 2014, 20(18):118-119.
- [13] 李菊莲, 李国达, 张新玲, 等. 一种床单位臭氧消毒器杀菌效

果的观察[J]. 中国消毒学杂志, 2012, 29(1):28-29.

- [14] 王静思, 罗希, 刘衡川, 等. 臭氧穿透棉织物杀菌效果的研究[J]. 中国消毒学杂志, 2014, 31(9):921-923.
- [15] 中华人民共和国卫生部. 医疗机构消毒技术规范:WS/T 367-2012[S]. 北京, 2012.
- [16] 阮丽丽, 缪娟, 詹陈菊, 等. 医院床垫烘干器的设计与应用[J]. 全科护理, 2016, 14(31):3348.

(本文编辑:陈玉华)

本文引用格式:朱亭亭, 孙惠惠, 李涛, 等. 新型医用材料床垫清洗消毒干燥效果评价方法研究[J]. 中国感染控制杂志, 2019, 18(7): 675-679. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20194313.

Cite this article as: ZHU Ting-ting, SUN Hui-hui, LI Tao, et al. Evaluation method of cleaning, disinfection and drying effect of new material medical mattress[J]. Chin J Infect Control, 2019, 18(7): 675-679. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20194313.