

## 【论 著】

## 不同类型抗菌织物的抗菌性能研究

王 芳<sup>1</sup>, 朱 猛<sup>2</sup>, 于 浩<sup>2</sup>, 韩 杰<sup>3</sup>, 谢晴晴<sup>1</sup>, 苏裕心<sup>3</sup>(1 重庆两江创享医药检验认证科技有限公司, 重庆 400714; 2 北京探二三科技有限公司;  
3 中国人民解放军疾病预防控制中心)

**摘要** 目的 观察 14 种新型抗菌织物的抑菌性能。**方法** 采用振荡瓶法和吸附法, 对 14 种不同类型抗菌织物的抗菌性能和安全性进行评价。**结果** 抗菌无纺布、护理无纺布和有机抗菌无纺布对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌和白色念珠菌抑菌率均 >99%; 涤棉混纺面料、徠卡抗菌面料和洗涤 50 次后的抗菌面料对白色念珠菌的抑菌率均 >99%。抗菌织物所用抗菌制剂对小鼠急性经口毒性属于无毒级物质, 对家兔皮肤黏膜均无刺激性。**结论** 本研究 14 种抗菌织物均不同程度显示出良好的抑菌效果, 对实验动物毒性实验结果显示出较好的安全性。

**关键词** 抗菌织物; 抑菌试验; 抑菌效果

中图分类号: R187.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-7658(2020)01-0019-03

DOI: 10.11726/j.issn.1001-7658.2020.01.006

## Study on the antibacterial properties of different types of antibacterial fabrics

WANG Fang<sup>1</sup>, ZHU Meng<sup>2</sup>, YU Hao<sup>2</sup>, HAN Jie<sup>3</sup>, XIE Qing-qing<sup>1</sup>, SU Yu-xin<sup>3</sup>

(1 Chongqing Liangjiang Chuangxiang Medical Inspection and Certification Co., Ltd., Chongqing 400714; 2 Beijing Tan Er San Technology Co., Ltd.; 3 Chinese PLA Center for Disease Control and Prevention, China)

**Abstract Objective** To observe the antibacterial properties of a group of new antibacterial fabrics. **Methods** The antibacterial properties and safety of 14 different types of antibacterial fabrics were evaluated by shaking flask method and adsorption method. **Results** The antibacterial rates of antibacterial non-woven fabrics, nursing care non-woven fabrics and organic antibacterial non-woven fabrics for *E. coli*, *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans* were all >99%. The antibacterial rates of polyester cotton blended fabric, Leica antibacterial fabric and antibacterial fabric after 50 washings for *Candida albicans* were all >99%. The antibacterial preparations used in antibacterial fabrics were non-toxic to mice with acute oral toxicity and were non-irritating to rabbit skin and mucous membranes. **Conclusion** The 14 kinds of antibacterial fabrics in this study all show good antibacterial effects with varying degrees, and show good safety to experimental animal toxicity test results.

**Key words** antibacterial fabric; bacteriostatic experiment; bacteriostatic effect

抗菌材料指自身或经过工艺处理的具有杀灭或抑制微生物功能的材料<sup>[1]</sup>, 用于卫生防病或健康防护等<sup>[2-5]</sup>。多数抗菌材料的加工工艺包括喷涂、蒸汽整理、常规洗涤及快速浸轧等多种方式实现原有产品的抗菌功能或抗菌升级, 然后根据需要制作成不同类型生活用品。目前, 智能抗菌采用活性基团识别技术, 可识别各类致病菌, 当致病菌接触面层后, 面层活性基团会与致病菌外膜进行分子融合, 造成细胞膜破损, 细胞质等泄露死亡, 同时对于致病菌

流出的遗传物质进行二次灭活, 彻底清除感染源。本研究根据抗菌材料不同性能, 采用抗抑菌实验方法, 对其抗菌性能和使用的安全性进行了评价。

## 1 材料与方法

## 1.1 试验材料

4 种抗菌无纺布、抗菌纤维制品、4 种抗菌布面料、抗菌袜、器具内衬材料、医疗布草、衣物和抗菌面料等, 均为国内产品。

试验菌包括大肠杆菌(8099)、金黄色葡萄球菌(ATCC 25923)和白色念珠菌(ATCC 10231), 源自国家菌种保藏库; 肺炎克雷伯菌为临床分离株。

〔作者简介〕 王芳(1983-), 女, 重庆北碚人, 硕士, 高级工程师, 从事消毒微生物检测工作。

〔通讯作者〕 苏裕心, Email: hnsxcs@163.com

实验动物包括 KM 小鼠由重庆市医科大学实验动物中心提供;生产许可证号 SCXK(渝)2018 - 0003。雌雄各半,体重 18 ~ 22 g,新西兰兔 3 只,雌性,体重 2.0 ~ 2.5 kg,由重庆璧山区腾鑫养殖场提供,生产许可证号:SCXK(渝)2017 - 0010。

1.2 抗菌材料主要工艺方法

1.2.1 抗菌制剂 以季铵盐为功能基团与天然植物材料提取物(皂苷及黄酮类)进行再合成反应,产物为固体粉末;与水、醇等溶剂任意比例混合。

1.2.2 抗菌纺织品(纤维)的生产工艺 ①成品布类抗菌实现工艺:配制质量浓度为 0.5% 的抗菌原液,在布料生产蜷曲前,使用雾化器,让抗菌液均匀喷涂在布料上,经过烘箱后即可完成布料抗菌升级。②彩色纤维类抗菌布实现工艺:配制质量浓度为 0.75% 的抗菌原液,在纤维印染阶段把抗菌液加入印染缸,与印染剂充分混合后,放入纱线,进行染色,染色烘干后纱线即具备抗菌性,织造出的纺织品同样具备优良的抗菌性能。③母粒类抗菌布实现工艺:通过向纤维母粒加入,母粒重量比 0.3% 的抗菌粉末,在低于 380 ℃ 的母粒熔融过程中搅拌均匀,通过拉丝生产出具备抗菌性能的母粒,以此母粒进行纺织或非织造成品布即可实现织物抗菌需求。④成品材料抗菌工艺:对于已经生产的成品材料可使用喷涂或浸泡的方式实现材料再升级,比如成品袜子,通过向油剂搅拌烘干机中喷入抗菌剂即可实现成品袜子抗菌升级。

1.3 抑菌试验方法

1.3.1 振荡瓶法 依据 GB/T 20944.3 - 2008《纺织品抗菌性能的评价》;FZ/T 73023 - 2006《抗菌针织品》附录 D.8 抗菌织物测试方法;GB/T 20944.3 - 2008《纺织品抗菌性能的评价》等规定的操作进行。①将待检样裁剪成 5 mm × 5 mm 大小的碎片,称取 0.75 g,经压力蒸汽灭菌后备用。对照样品处理方式相同。②准备 9 个 250 mL 三角瓶,其中 3 个三角瓶中各加入对照样品 0.75 g,3 个三角瓶中各加入待检样品 0.75 g,3 个三角瓶中不加试样只作为空白对照。然后在各个三角瓶中加入 70 mL 0.03 mol/LPBS 缓冲液。③往上述 9 个三角瓶里加入 5 mL 菌悬液,分别计数对照样品 0 h,18 h 的活菌数及待检样品 18 h 的活菌数,计算待测样品的抑菌率。

1.3.2 吸附法 依据 QB/T 2881 - 2013《鞋类和鞋类部件,抗菌性能技术条件》附录 B 菌液吸收法。①将对照样和试样分别放于灭菌的培养皿中,准确移取 1 mL 菌液均匀接种到样品上。将这些样品在无菌状态下转移到广口瓶中,盖紧瓶盖以防蒸发。②接种后

(“0”接触时间)尽快向对照样品和未接种试样中加入 100 mL 洗脱液,洗脱液应包含中和特定抗菌整理的组分,充分振荡 1 min,计数。计算抗菌率。

1.3.3 菌片扩散法 依据 GB/T 31402 - 2015《塑料 塑料表面抗菌性能试验方法》规定的操作进行。①准备待检样片 3 片(50 mm × 50 mm),对照样品 6 片,3 片对这样拍用于接种后立即测活菌数,另 3 片用于测接种后 24 的活菌数。②将试样放入无菌平皿中,测试面朝上,吸取 0.4 mL 接种液滴到每个试样表面,并将制备好的 40 mm × 40 mm 薄膜盖于接种好的菌液上,并向下轻轻按压薄膜使菌液向四周扩散,确保菌液不要从边缘溢出。③活菌计数,计算活菌数和抗菌性能值。

1.4 毒理学试验方法

根据 2002 年版《消毒技术规范》的技术要求采用阴道黏膜刺激试验、皮肤刺激试验、眼刺激试验、急性经口毒性试验、小鼠骨髓嗜多染红细胞微核试验评价抗菌织物的安全性(具体操作步骤省略)。

2 结果

2.1 抗菌织物的抑菌结果

结果表明,14 种织物<sup>[6]</sup> 对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌和白色念珠菌均具有一定的抑菌效果;且对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌和白色念珠菌抑菌率均大于 90%(表 1)。

表 1 不同抗菌织物的抑菌效果

抗菌织物	对不同细菌的抑菌率(%)		
	大肠杆菌	金黄色葡萄球菌	白色念珠菌
抗菌无纺布	>99	>99	>99
抗菌热风无纺布		99	
抗菌纤维(sy)	>99		
家纺抗菌面料		>99	
涤棉混纺面料	>99		>99
徕卡抗菌面料	>99		>99
儿童抗菌袜		>99	
频谱桶内衬材料		>99	
医疗洗涤布草		99	
干洗后衣物	>99		
有机抗菌热风无纺布	>99	>99	>99
抗菌无纺布		>99	
无纺布	>99	>99	>99
洗 50 次抗菌面料			>99

2.2 抗菌鞋面布的抑菌结果

结果显示,某新三防飞织抗菌鞋面布对临床分离的肺炎克雷伯菌和白色念珠菌标准株的抑菌率均 >99%,显示出较好的抑菌效果。

2.3 安全性试验结果

试验结果表明,抗菌织物所用抗菌制剂对小鼠

急性经口毒性试验观察期间未观察到试验动物出现中毒症状,亦未见动物死亡,LD<sub>50</sub>值均>5 000 mg/(kg·bw),属无毒级物质;小鼠骨髓嗜多染红细胞微核试验为无致微核作用。抗菌织物所用抗菌制剂原液对家兔完整皮肤无刺激性和致敏性;对家兔阴道黏膜和眼刺激试验均属无刺激性。结果提示,本研究中抗菌织物所用抗菌制剂具有良好的安全性。

### 3 讨论

随着人们生活水平、环保意识、健康意识的提高,抗菌技术在纺织行业的应用领域非常广泛,抗菌材料的开发及利用在国内外有广阔的市场。抗菌材料种类日益丰富,运用范围广,抗菌效果明显,然而部分毒性强、耐热性差、易分解易挥发的安全问题也值得深思。另外抗菌效果随着时间推移而逐步减弱甚至完全消失<sup>[8,9]</sup>。本研究通过测试基于一种新型抗菌技术而制成的抗菌织物对多种微生物,如大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、肺炎克雷伯氏菌和白色念珠菌的抑菌率均>99%,有较强的抑菌作用。且抗菌材料与纤维紧密融合不析出,不脱落,安全性能高。本研究所用抗菌材料属于非溶出型抗菌产品,抗菌织物经过 50 次洗涤后对白色念珠菌的抑菌率仍然>99%,耐洗次数达 50 次以上,足以证明其能长效

抑菌,这样就可以保证在微环境下可感染致病菌的数量低于感染下限,也就不会出现红斑、尿布疹、异味、瘙痒等问题。本研究的抗菌织物具有广阔的应用前景,为其做为日用产品和生物医药材料提供了基础。

### 参考文献

[1] 季君晖,史维明. 抗菌材料[M]. 北京:化学工业出版社,2003: 8.

[2] Lim HN, Huang NM, Loo CH. Facile preparation of graphene-based chitosan films: Enhanced thermal, mechanical and antibacterial properties[J]. J Non-Crystalline Solids, 2012, 358(3): 525-530.

[3] 陈美梅,郭荣辉. 抗菌材料的研究进展[J]. 纺织科学与工程学报, 2019, 36(1): 153-157.

[4] 叶远丽,李飞,冯志忠,等. 纺织品抗菌整理研究进展[J]. 服装学报, 2018, 3(1): 1-8.

[5] 张毅,高圆圆. 人工抗菌纤维研究及应用[J]. 天津纺织科技, 2017(6): 22-25.

[6] 王友斌,陈钰,陈光,等. 医用抗菌织物在院感染防控的应用研究进展[J]. 环境卫生学杂志, 2018, 8(6): 513-518.

[7] 吴威,高长青,丁雪佳. 复合型抗菌剂对 PVC 材料性能的影响[J]. 塑料, 2019, 48(4): 11-14.

[8] 刘利,龙必强,周亮,等. 抗菌材料研究进展[J]. 科技视界, 2017, (7): 220-220.

[9] 李文敏,张玉,侯铁英. 抗菌织物在医院感染防控方面的应用研究进展[J]. 中国消毒学杂志, 2019; 36(3): 224-226.

(收稿日期:2019-10-30)

(上接第 18 页)

[4] 陈联宏,马艳,阿依肯,等. 一次性使用卫生用品生产企业卫生状况调查[J]. 中国消毒学杂志, 2012, 29(11): 1006.

[5] 张华,宋光华,蒲素. 成都市 2013-2017 年一次性卫生用品生产环境卫生状况调查[J]. 现代临床医学, 2018, 44(4): 281-282.

[6] 黄绿斓,朱仁义,张流波,等. 《一次性使用卫生用品卫生标准》应用追踪评价[J]. 中国消毒学杂志, 2019, 36(7): 513-515.

[7] 白飞荣,葛媛媛,蔡俊松,等. 化妆品中霉菌和酵母菌检验 MSDA 方法的验证研究[J]. 日用化学品科学, 2019, 42(6): 40-47.

[8] 国家药典委员会. 《中国药典(四部)》[M]. 北京:中国医药科技出版社, 2015: 附录 386.

[9] 国家药典委员会. 《中国药典(四部)》[M]. 北京:中国医药科技出版社, 2015: 附录 140.

[10] 吴幼玲. 均质器在一次性使用卫生用品检验中的应用[J]. 海

峡预防医学杂志, 2017, 23(6): 59-60.

[11] 张红霞,李加恒. 浅谈微生物限度检查方法适用性试验资料的规范性[J]. 中国卫生标准管理, 2018, 9(8): 115-117.

[12] 马仕洪,刘鹏,杨利红,等. 药品微生物限度检查方法适用性试验中加菌方式的实验研究[J]. 药物分析杂志, 2018, 38(5): 877-882.

[13] 葛忆琳,何静芳,周密. 上海市场一次性使用卫生用品微生物指标监测[J]. 上海预防医学杂志, 2001, 13(5): 231-232.

[14] 孙孝梅. 纸质一次性卫生用品微生物指标检测结果分析[J]. 福建轻纺, 2018(8): 51-54.

[15] 尹鹏,陆海波. 新疆巴州地区一次性卫生用纸微生物指标检测分析[J]. 疾病预防控制中心通报, 2015, 30(3): 70-71.

[16] 孙凤霞. 一次性使用卫生用品微生物检测结果的探析[J]. 中国医药指南, 2014, 12(24): 360-361.

(收稿日期:2019-09-10)