

银卫士[®]纳米抗菌袜的抗菌性能检测

徐焰平^{1,2,3}, 陈松丹^{1,2,3}

- (1.泉州红瑞兴纺织有限公司,福建 泉州 362000;
2.翔瑞(泉州)纳米科技有限公司,福建 泉州 362000;
3.翔瑞(香港)纳米科技有限公司,中国香港 999077)

摘要:介绍了银卫士[®]纳米抗菌袜,并对其使用的抗菌剂溶出类型、抗菌性和耐洗性以及实际穿着效果进行了测试。测试结果显示,这款抗菌袜使用的纳米银抗菌整理剂属于非溶出型抗菌整理剂,具有较高的安全性;其抗菌效果符合FZ/T 73023—2006《抗菌针织品》AAA级标准,耐久性好,洗涤50次后,抑菌率仍在95%;实际穿着调查结果显示,银卫士[®]纳米抗菌袜在穿着过程中能够起到良好的抗菌效果,在共419只抗菌测试袜中,336只抗菌袜细菌总量为0,仅83只抗菌袜上有细菌生长,但平均细菌数量为 1.91×10^3 cfu/cm²,在人体皮肤表面细菌的正常含量范围内。

关键词:银卫士[®]纳米抗菌袜;抗菌性能;抑菌率;纳米银;细菌;溶出类型;耐洗性

中图分类号:TS 195.5

文献标志码:A

文章编号:1000-4033(2012)12-0058-03

近年来,随着科学技术的发展,人们生活水平的逐步提高,生活中不安全因素在无形中增多。耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)在医院会导致交叉感染;病原性大肠杆菌 O-157 容易导致食物中毒;英国的“疯牛病”和“口蹄疫”、美国的“炭疽病”和 2003 年春夏我国出现的严重急性呼吸道感染综合征(SARS)及其后的禽流感,都与病原微生物有直接的关系。微生物与人类生活密不可分,它们在适宜的条件下会迅速繁殖,促使人体皮肤感染,并使沾有汗水和人体分泌物的织物产生恶臭。一般情况下,人体皮肤表面正常的细菌和真菌有 100~2 000 个/cm²,在这个数量范围内它们不会危害人类健康,也不会产生异味。

在病原微生物的传播过程中,

纺织品是重要的媒介之一,赋予纺织品抗菌功能是隔离、抑制、消灭病原微生物的重要方法。因此,人们越来越重视纺织品的卫生性能,那些抗菌性能好、安全性高、持久性强的抗菌纺织品逐渐受到人们的关注。

袜子作为人们生活的必需品,产品虽然小,但其性能好坏却直接影响到脚部的舒适和人体的健康。普通人平均每天超过 12 h 穿着袜子,因此可以说袜子是“人体的第二皮肤”,如果袜子具有了抗菌功能,无疑能给人体树立一道健康屏障^[1-3]。如今,具有抗菌、防臭、吸湿排汗、透气、防静电等各种各样保健功能性的袜子不断出现^[4]。本文针对一款具备抗菌、防臭、吸湿排汗等功能新型袜子——银卫士[®]纳米抗菌袜,测试

其抗菌剂的溶出类型、抗菌性能以及袜子在穿着后的细菌生长情况。

1 试验

1.1 材料、试剂与仪器

1.1.1 材料

银卫士[®]纳米抗菌袜、相同材质相同款式未经抗菌整理的普通袜以及市场上其他 4 种品牌的纳米抗菌袜。

1.1.2 测试菌株

金黄色葡萄球菌(ATCC 6538)、大肠杆菌(8099)、白色念珠菌(ATCC 10231),广东环凯微生物科技有限公司。

1.1.3 试剂和培养基

营养肉汤、营养琼脂培养基、沙氏琼脂培养基、0.03 mol/L 磷酸盐缓冲液,均由试验室自制,所用化学试剂均为分析纯。

作者简介:徐焰平(1984—),男,工程师,硕士。主要从事抗菌纺织品的开发及抗菌性能的检测工作。

1.1.4 仪器和设备

SPH-211B 全温度恒温培养振荡器(上海世平设备有限公司)、SHP-450 生化培养箱(上海精宏设备有限公司)、YXQ-LS-75SII 立式压力蒸汽灭菌器(上海博迅实业有限公司)、SW-CJ-2D 净化工作台(苏州净化设备有限公司)、XW-80A 旋涡混合器(海门市其林贝尔仪器制造有限公司)、2XC2A 生物显微镜(上海光学仪器五厂)、E600-2 电子天平(美国双杰电子天平托普泰克有限公司)。

1.2 抗菌剂溶出类型测试

将已各洗涤一次的银卫士®纳米抗菌袜作为测试试样,相同材质相同款式未经抗菌整理的普通袜作为空白试样,具体试验过程参照 FZ/T 73023—2006《抗菌针织品》标准进行。抑菌圈宽度计算按式(1):

$$D = \frac{T-R}{2} \quad (1)$$

式中: D 为抑菌圈宽度,mm; T 为抑菌圈外沿总宽度,mm; R 为试样总宽度,mm。

若抑菌圈宽度 $D > 1$ mm,判定为溶出型抗菌织物;若抑菌圈宽度 $D \leq 1$ mm,判定为非溶出型抗菌织物^[5]。

1.3 抗菌性能测试

将按照标准 FZ/T 73023—2006《抗菌针织品》分别洗涤 10 次、20 次、50 次的银卫士®纳米抗菌袜作为测试试样,以相同材质相同款式未经抗菌整理的普通袜作为空白试样,抗菌性能测试按照 FZ/T 73023—2006《抗菌针织品》和 GB/T 20944.3—2008《纺织品抗菌性能的评价第 3 部分:振荡法》标准中规定的试验方法进行。为降低误差,同一试样至少平行测 3 次,取平均值作为抑菌率。抑菌率计算按式(2):

$$Y = \frac{W_b - W_c}{W_b} \times 100\% \quad (2)$$

式中: Y 为抑菌率,%; W_b 为空白试样振荡接触 18 h 后烧瓶内的活菌浓度; W_c 为测试试样振荡接触 18 h 后烧瓶内的活菌浓度^[5-7]。

1.4 抗菌袜穿着效果测试

1.4.1 取样

为了调查银卫士®纳米抗菌袜的穿着效果,本项目选择泉州、厦门两个城市,以问卷调查方式将测试袜分发给志愿者,测试袜每人一双,银卫士®纳米抗菌袜与相同材质相同款式未经抗菌整理的普通袜各一只,两只袜子均事先做好标记,同时分发问卷调查,志愿者在穿着 12 h 后将测试袜和问卷调查交回本公司,收到的测试袜由取样员装入塑料袋,每只测试袜独立包装,并在包装袋表面贴上识别码,使每只袜子具有独立的一个编码^[8]。

1.4.2 测定

在无菌条件下,将普通袜与抗菌袜分开,每只袜子剪成 0.5 cm×0.5 cm 大小的碎片,各称取 5 g,然后分别将碎片放入含 50 mL、0.03 mol/L 磷酸盐缓冲液的三角烧瓶中,用旋涡混合器混匀,制成样液备用。将样液用 0.03 mol/L 磷酸盐缓冲液做 10 倍系列稀释,选取适宜稀释度,取 100 μ L 涂布于营养琼脂培养基的培养皿中,然后置于生化培养箱内,37 $^{\circ}$ C 培养 48 h 后计数,按照平均每只袜子 20 g、每双袜子 40 g 计算每双袜子上的细菌总量^[9]。

2 结果与讨论

2.1 银卫士®纳米抗菌袜中抗菌剂的溶出类型

抗菌剂分为溶出型和非溶出型两种类型^[2]。银卫士®纳米抗菌袜所使用的抗菌剂的溶出类型试验结果如表 1 所示。

由表 1 可看出,经过测试,银卫士®纳米抗菌袜对大肠杆菌、金

表 1 银卫士®纳米抗菌袜中抗菌剂的溶出类型

菌种	抗菌圈/mm	溶出类型
大肠杆菌	0	非溶出型
金黄色葡萄球菌	0	非溶出型
白色念珠菌	0	非溶出型

黄色葡萄球菌和白色念珠菌的抑菌宽度均为 0 mm,根据 FZ/T 73023—2006《抗菌针织品》中的规定可以判定银卫士®纳米抗菌袜属于非溶出型抗菌织物,即银卫士®纳米抗菌袜整理使用的络合态纳米银是非溶出型的抗菌整理剂,其具备非溶出型抗菌整理剂的优点:溶出量极微,不容易对人体皮肤造成刺激,不会被人体的分泌物吸收而进入体内,对人体和环境具有很高的安全性;另外,此类抗菌整理剂与纺织品以化学键形式结合,经过整理的袜子在穿着和反复洗涤后,还能表现出持久的抗菌性,而一些溶出型抗菌剂则不具有该方面的优势,其整理的纺织品还可能对人体造成伤害,且不宜频繁洗涤。因此提示大家在选择抗菌纺织品时,可以优先考虑非溶出型抗菌剂整理的纺织品。

2.2 银卫士®纳米抗菌袜的抗菌性和耐洗性

银卫士®纳米抗菌袜的抗菌性和耐洗性试验结果如表 2 所示。

银卫士®纳米抗菌袜采用纳米银抗菌整理剂经抗菌后整理制成,此纳米银抗菌整理剂以粒径在 5 nm 以下的无色透明络合态纳米银为主要原料,经科学配方精制而成,是基于生物活性的壳聚糖类衍生物配合银离子、并用有机硅整理剂整理在材料表面上的。银离子通过络合作用固定在纤维表面,只有随着纤维表面逐步被破坏,材料才会由于纳米银的剥离而降低抗菌性,这些可以在抗菌袜的洗涤过程

表 2 银卫士[®]纳米抗菌袜的抗菌性和耐洗性

品牌	洗涤次数	抑菌率/%		
		大肠杆菌	金黄色葡萄球菌	白色念珠菌
银卫士 [®] 纳米抗菌袜	0	99.99	99.99	99.99
	10	99.38	99.35	97.31
	20	98.24	99.08	95.72
	50	97.20	98.95	95.03
品牌 1	0	99.36	99.99	76.73
	20	0.00	0.00	36.63
	50	0.00	0.00	0.00
品牌 2	0	99.91	86.14	77.39
	20	0.00	28.48	46.51
	50	0.00	0.00	0.00
品牌 3	0	99.60	9.74	9.63
	20	0.00	0.00	0.00
品牌 4	0	0.00	45.58	24.41
	20	0.00	0.00	0.00

中体现出来。

由表 2 可以看出,没有经过水洗的银卫士[®]纳米抗菌袜对 3 种微生物的抑菌率均在 99.99 以上;随着洗涤次数的增加,纤维表面的载银量下降,抑菌效果也下降;但在洗涤 50 次后,银卫士[®]纳米抗菌袜对 3 种微生物的抑菌率仍在 95% 以上,说明该抗菌剂与袜子纤维结合较好,该抗菌袜具有较高的耐洗性^[10]。市场上其他 4 个品牌的纳米抗菌袜均在水洗 20 次后就基本丧失了抗菌性能,甚至有些在未水洗时就没有表现出优良的抗菌性能。

因此,根据 FZ/T 73023—2006《抗菌针织品》中的规定,银卫士[®]纳米抗菌袜符合 AAA 级标准。袜子是人们生活的必需品、易耗品,按照每两天洗涤一次袜子,银卫士[®]纳米抗菌袜在 3 个月以后仍然有优异的抗菌效果。一般每人每年袜子消费在 6~10 双^[11],按照表 2 中的数据,银卫士[®]纳米抗菌袜能在袜子的使用寿命内保持良好的抗菌

性能。

2.3 银卫士[®]纳米抗菌袜的穿着效果

在银卫士[®]纳米抗菌袜实际穿着过程抗菌效果的调查中,共回收测试袜 419 双(即银卫士[®]纳米抗菌袜 419 只,普通袜 419 只),其中男袜 248 双,女袜 171 双。经过测试,在穿着 12 h 后,银卫士[®]纳米抗菌袜上面的细菌数量范围在 0 cfu/双~ 3.25×10^8 cfu/双或者 0 cfu/cm²~ 3.62×10^5 cfu/cm²之间;而普通袜上的细菌数量范围在 8.01×10^6 cfu/双~ 2.98×10^{10} cfu/双或者 8.92×10^3 cfu/cm²~ 3.32×10^7 cfu/cm²之间。穿着后,所有 419 只普通袜上均有大量的细菌,数量均超过了人体皮肤表面正常细菌的含量,且产生异味;而在 419 只抗菌袜中,336 只抗菌袜上细菌总量为 0,仅 83 只抗菌袜上有细菌生长,平均细菌数量为 1.91×10^3 cfu/cm²,在人体皮肤表面细菌的正常含量范围内;在 83 只有细菌生长的抗菌袜中,2 只抗菌袜上细菌的数量超过了人体皮肤表面细菌的正常含量,这可能与鞋内的微生物环境有关。

总体来说,银卫士[®]纳米抗菌袜在穿着过程当中起到了良好的抗菌效果。通过这些数据推测,在银卫士[®]纳米抗菌袜制作过程中,当添加的抗菌整理剂用量恒定时,抗菌袜对细菌的杀菌作用存在一个阈值,当细菌浓度小于这个阈值时,抗菌袜对细菌起杀菌作用,可以完全杀灭有害的病菌;当细菌浓度大于这个阈值时,抗菌袜对细菌也能起到抑菌作用,虽然会有细菌生成,但产生的细菌浓度远远低于在普通袜子上产生的。

3 结论

3.1 银卫士[®]纳米抗菌袜所使用的抗菌剂为非溶出型抗菌剂,释放

缓慢,具有较高的安全性。

3.2 银卫士[®]纳米抗菌袜抗菌效果符合《抗菌针织品》中 AAA 级标准,耐洗性好。

3.3 银卫士[®]纳米抗菌袜实际穿着效果的调查结果显示,其在穿着过程当中能够起到良好的抗菌效果,在共 419 只的抗菌测试袜中,336 只抗菌袜细菌总量为 0,仅 83 只抗菌袜上有细菌生长,但平均细菌数量为 1.91×10^3 cfu/cm²,在人体皮肤表面细菌的正常含量范围内,2 只抗菌袜细菌的数量超过了人体皮肤表面细菌的正常含量,这可能跟鞋内的微生物环境有关。

参考文献

- [1]邢彦军,宋阳,吉友美,等.银系抗菌纺织品的研究进展[J].纺织学报,2008,29(4):127-133.
- [2]商成杰.纺织品抗菌整理及防螨整理[M].北京:中国纺织出版社,2009.
- [3]董海燕,赵玲,杨瑜榕,等.银系抗菌纺织品的抗菌及安全性能评价[J].质量技术监督研究,2010,10(4):19-22.
- [4]陈志鹏.保健功能袜品的设计与开发[J].针织工业,2011(11):19-20.
- [5]FZ/T 73023—2006 抗菌针织品[S].
- [6]董海燕.抗菌纺织品性能评价[J].针织工业,2010(5):60-62.
- [7]GB/T 20944.3—2008 纺织品抗菌性能的评价第 3 部分:振荡法[S].
- [8]杨雪琴,张丽,党育平,等.改良 99 式军用汉麻鞋袜抑菌效果临床研究[J].解放军医学杂志,2007,32(12):1310-1311.
- [9]沈萍,陈向东.微生物学实验[M].北京:高等教育出版社,2007.
- [10]封勤华,蒋耀兴,谢洪德.载银纳米硅丙乳液对棉针织物的抗菌整理[J].纺织学报,2011,32(7):91-93.
- [11]蔡京昊,胡洛燕.功能性复合袜品的产品设计[J].纺织导报,2011(9):136-137.

收稿日期 2012 年 5 月 3 日