

文章编号:1673-9981(2010)02-0125-03

含纳米氧化锌的海藻酸纤维的制备及其抗菌性能研究

卢 亢

(广东泰宝科技医疗用品有限公司, 广东广州 510610)

摘 要:将所制备的负载纳米氧化锌海藻酸纤维用于大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的杀灭, 研究结果表明, 负载纳米氧化锌海藻酸纤维能够在 24 h 内杀灭溶液中 2×10^6 cfu/mL 大肠杆菌和 4×10^3 cfu/mL 金黄色葡萄球菌。随海藻酸纤维上锌含量增加, 其抗菌能力提高; 加入少量银可明显地提高该类纤维的抗菌能力。

关键词:海藻酸纤维; 医用敷料; 氧化锌; 抗菌

中图分类号: TS102.2; TQ132.41; R979.7

文献标识码: A

海藻酸纤维以其高吸湿成胶性、生物相容性和生物降解吸收性等优异的性能在医疗行业作为医用纱布、敷料等得到广泛应用。将海藻酸纤维研制成具有高效抗菌功能的纤维, 并将其制备成具有消炎和促进伤口愈合作用的医用功能性敷料, 在临床上将具有广泛的应用范围和较高的应用价值。

海藻酸是由 α -L-古洛糖醛酸(简称 G)和 β -D-甘露糖醛酸(简称 M)通过 1,4 糖苷键连接起来的天然高分子, 其结构如图 1 所示。古洛糖醛酸特殊的化学结构使其易与金属离子结合, 所以古洛糖醛酸含量较高的海藻酸成胶性好, 形成的胶体强度大。

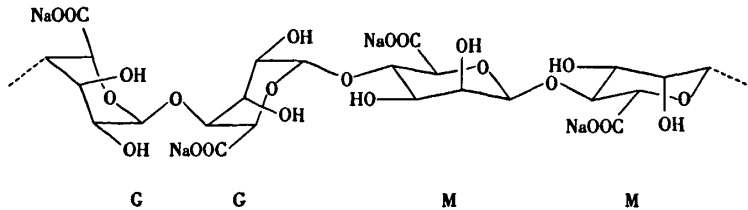


图 1 海藻酸的结构

Fig.1 Chemical structure of alginate

海藻酸纤维主要由水不溶性的海藻酸钙构成, 可通过溶液纺丝工艺制得^[1-2]。海藻酸纤维以其特有的促进伤口愈合, 吸湿、保湿、生物相容性好, 可被人体吸收等性能而备受青睐。海藻酸医用敷料更换时易于清洗, 避免了传统敷料在更换时与伤口粘连而引起的二次损伤^[3], 同时还具有活化巨噬细胞促进伤口愈合的作用^[4]。近年来, 具有特殊功能的海藻酸

纤维及其在医用敷料上的应用研究已成为一个热点课题^[5,6]。研究开发具有抗菌功能的海藻酸纤维及其敷料, 对于避免伤口在愈合过程中滋生细菌, 引起感染发炎, 具有重要的临床应用价值^[2,5]。海藻酸纤维与壳聚糖^[7]、纳米银^[8]等复合, 将赋予复合纤维较强的抗菌作用。本文研究了用海藻酸纤维与纳米氧化锌制备的敷料及其抗菌性能。

收稿日期:2010-05-04

作者简介:卢亢(1967—),男,广东普宁人,工程师,学士。

1 实验部分

1.1 试剂及仪器

自制纳米 ZnO 粉末;乙二醇(AR,广州化学试剂厂);海藻酸钙纤维(上海三乐卫生材料厂)。

灭菌器(XSF-280B,浙江新丰医疗器械有限公司)

1.2 实验方法

1.2.1 含锌海藻酸纤维的制备

将纳米 ZnO 粉末加入乙二醇水溶液中,并使其均匀分散在溶液中。将海藻酸钙纤维切成短纤维,进行无纺布生产。用喷雾器将含纳米 ZnO 的乙二醇溶液喷在纤维上,再经针刺、热压机干燥,制成含纳米 ZnO 的海藻酸钙无纺布。或将海藻酸钙纤维直接浸入纳米 ZnO 分散液中浸泡,然后离心脱水、干燥。将得到的海藻酸钙纤维切短成短纤维,经梳理、铺网、针刺等工序制成无纺布。控制每公斤纤维负载纳米 ZnO 溶液的量,可制得一系列纳米 ZnO 含量的海藻酸钙纤维无纺布。将所得无纺布切成数料片,进行包装、灭菌后即得成品。

1.2.2 抗菌试验

将制备的含锌海藻酸纤维试样称取 50 mg,洗涤至中性置于三角瓶中,然后分别加入 10 mL 1/10AAATCC 营养肉汤和 10 ml 缓冲生理盐水(pH=7.0~7.2),在高压蒸汽灭菌器中灭菌后冷却至室温,接人大肠杆菌菌种,置于 37 °C 恒温摇床振荡,一定时间后取溶液 0.1 ml 涂于营养琼脂培养基上,在 37 °C 的恒温箱中培养 24 h,进行活菌计数。每次抗菌试验均同时进行空白对照试验。

2 结果与讨论

2.1 纳米 ZnO 用量对海藻酸纤维抗菌能力的影响

在大肠杆菌初始计数为 2×10^6 cfu/mL,溶液 pH=7.0,接触时间 24 h 的条件下,负载纳米 ZnO 不同量的海藻酸纤维的抗菌实验结果列于表 1。由表 1 可知,随 ZnO 用量的增加,杀灭大肠杆菌的能力增强;当载锌量达到 6.63% 时,几乎可将大肠杆菌完全杀灭,说明载锌海藻酸纤维对大肠杆菌具有较强的杀灭能力。有文献报道,采用树脂负载 ZnO 来测试其抗菌效果,结果其抗菌能力随 ZnO 含量的

增加而增强^[9]。海藻酸纤维上的氧化锌粒度小,比表面积大,颗粒表面的原子数多,表面原子数与颗粒的总原子数的比值大,所以其表面能大。在空气和水的体系中,即使没有光的存在,也能在其表面形成过氧化氢(H₂O₂),有利于破坏细菌内的有机物,将细菌杀灭^[10]。因此,其抗菌能力不仅与载锌量有关,与载锌粒度、光照射等因素也有一定关系。

表 1 不同载锌量的海藻酸纤维对大肠杆菌的的抗菌能力
Table 1 The antibacterial activity of ZnO-alginate fibers with different Zn content against E. coli

样品名称	载锌量 w(ZnO)/%	抗菌试验后活菌计数 (cfu · mL ⁻¹)
AL-F1	8.14	0
AL-F2	6.63	0
AL-F3	3.84	230
AL-F4	1.50	510
AL-F5	0.85	460

2.2 纳米 ZnO 负载方式对海藻酸纤维抗菌性能的影响

在金黄色葡萄球菌初始计数分别为 4×10^3 , 4×10^4 cfu/mL,接触时间 24 h 的条件下,采用不同方式制备的负载纳米 ZnO 的海藻酸纤维的抗菌实验结果列于表 2。由表 2 可知,用喷洒法和浸渍法制得的载锌海藻酸纤维,对金黄色葡萄球菌均有一定的抑制作用,可在 24 h 内杀灭溶液中 4×10^3 cfu/mL 金黄色葡萄球菌。用这两种方式制备的海藻酸纤维的抗菌能力差异不明显。

表 2 不同方式制备的含锌海藻酸纤维的抗菌能力
Table 2 Comparison of antibacterial activity of alginate fibers supported ZnO prepared with different methods against S. aureus

方法	金黄色葡萄球菌初始计数/(cfu · mL ⁻¹)	
	4×10^4	4×10^3
喷洒法	∞ ¹⁾	0
浸渍法	∞	0
空白	∞	∞

注:1)∞指活菌太多,无法计数

2.3 负载纳米氧化锌和银的海藻酸纤维的抗菌性能比较

将负载纳米 ZnO 的海藻酸纤维(ZnO-ALF),再喷洒上少量银,可得到负载纳米 ZnO 和 Ag 的海藻酸纤维(ZnO-ALF-Ag).在大肠杆菌初始计数为 1×10^8 cfu/mL 时,ZnO-ALF-Ag 和 ZnO-ALF 两种海藻酸纤维对大肠杆菌的抗菌能力实验结果列于表 3.由表 3 可知,在海藻酸纤维上复合少量银,可以显著提高海藻酸纤维的抗菌能力,其抗菌效果比未载银的 ZnO-海藻酸纤维好很多.

表 3 海藻酸复合纤维抗大肠杆菌性能的比较

Table 3 Comparison of antibacterial activity of alginate fibers supported ZnO-Ag and ZnO against E. coli

样品	w(ZnO)/%	w(Ag)/%	试验后活菌计数 (cfu · mL ⁻¹)
ZnO-ALF-Ag	4.99	0.05	120
ZnO-ALF	5.23	0	∞
空白	0	0	∞

3 结论

采用喷洒或浸渍的方法,可以有效地将纳米氧化锌负载与海藻酸纤维上.海藻酸纤维负载纳米氧化锌后,能够在 24 h 内杀灭溶液中 2×10^6 cfu/mL 大肠杆菌和 4×10^3 cfu/mL 金黄色葡萄球菌.随海藻酸纤维上锌含量增加,其抗菌能力提高,锌的负载方式对其抗菌能力影响不大.当载锌海藻酸纤维上复合少量银时,材料的抗菌性能得到很大提高.

本文介绍的技术工艺,在从天然海藻中提取制作的海藻酸钙纤维分子中引入锌,使其成为海藻酸锌、钙复盐,并加工成纤维,制成敷料,经灭菌后即可供临床应用,具有抗感染性、无需经常更换等优点,临床应用和市场推广空间十分广阔.

参考文献:

- [1] 张许,王建坤.海藻纤维在医疗保健纺织品中的应用[J].纺织科技,2008(6):11-16.
- [2] 秦益民.海藻酸纤维在医用敷料中的应用[J].合成纤维,2003,4,11-16.
- [3] QIN Y M, AGBOH C, WANG X D, et al. Alginate fibers and dressings [J]. Text Les Magazine, 1996, 25 (4): 22-25.
- [4] THOMAS A, HARDING K G, MOORE K. Alginates from wound dressings activate human macrophages to secrete tumour necrosis factor 2α [J]. Biomaterial, 2000, 21(17):1797-1802.
- [5] 赵雪,何瑾馨,朱平,等.海藻纤维的性能和最新研究进展[J].国际纺织导报,2008,36(11):24-30.
- [6] 展义臻.海藻纤维在医疗和防护纺织品中的应用[J].染整技术,2006,28,1-8.
- [7] 张瑞文.甲壳素纤维制备工艺研究进展[J].化纤与纺织技术,2007,1,32-52.
- [8] 徐水凌.纳米银海丝纤维抗菌性能和细胞毒作用的研究[J].纺织学报,2009,30,13-17.
- [9] YAMAMOTO O, NAKAKOSHI K, SASAMOTO T, et al. Adsorption and growth inhibition of bacteria on carbon materials containing zinc oxide[J]. Carbon, 2001, 39: 1643-1651.
- [10] 祖庸,吴金龙.新型无机抗菌剂——超微细氧化锌[J].化工时刊,1999,13(1):7-9.

The preparation and antibacterial property of alginate fibers supported zinc oxide nanoparticles

LU Kang

(Guangdong Taibao Technological Medical Product Co. Ltd., Guangzhou 510610, China)

Abstract: Some kinds of alginate fibers supported zinc oxide nanoparticles were prepared. The growth inhibition of bacteria on the samples was studied. These samples showed antibacterial activity against E. coli with the concentration of 2×10^6 cfu/ml and S. aureus with the concentration of 4×10^3 cfu/ml in 24 hours. The antibacterial activity showed obvious relation with the contents of ZnO on the fibers. A small quantity of silver supported to ZnO-alginate fibers will greatly improve the antibacterial activity of the sample.

Key words: alginate fibers; medical dressing; zinc oxide; antibacterial