

# 蚕丝/PGA 针织医用支架的体外降解行为研究

郭正<sup>1,2,3</sup>, 谢娟<sup>1,2,3</sup>

(1.中原工学院 纺织学院, 河南 郑州 451191; 2.河南省功能性纺织材料重点实验室, 河南 郑州 451191)

(3.纺织服装产业河南省协同创新中心, 河南 郑州 451191)

**摘要:** 采用蚕丝和聚羟基乙酸(PGA)长丝以0:6和3:3两种不同比例制备了2种编织线,再以这2种编织线为原料在小口径针织机上制备针织支架。将两种支架浸入PBS(pH为7.4)中,放入培养箱,在温度为37℃的条件下,放置0、1、2、3周拍摄扫描电镜照片来观察其表面结构形态,放置0、0.5、1、1.5、2、2.5、3周测试其失重和断裂强力。研究表明:在3周降解过程中,3 PGA/3 蚕丝比6 PGA 支架降解的速度慢,3 PGA/3蚕丝支架的质量损失率低于6 PGA 编织线,3 PGA/3蚕丝支架强力保持率高于6 PGA 支架。

**关键词:** 蚕丝; 聚羟基乙酸; 针织; 支架; 降解

中图分类号: TS186

文献标识码: B

文章编号: 1001-2044(2018)01-0019-02

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.01.006

## In vitro degradation behavior of PGA/silk knitted scaffold

GUO Zheng<sup>1,2,3</sup>, XIE Juan<sup>1,2,3</sup>

(1.College of Textile, Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou 451191, China)

(2.Henan Key Laboratory of Functional Textiles Materials, Zhengzhou 451191, China)

(3.Henan Collaborative Innovation Center of Textile and Garment Industry, Zhengzhou 451191, China)

**Abstract:** Two kinds of braided yarns are prepared by weaving silk with different proportions of silk and polyglycolic acid (PGA) filaments of 0:6 and 3:3. The two kinds of scaffolds are immersed in PBS (pH 7.4) and placed in the incubator at 37°C. The surface morphology is observed in 0, 1, 2 and 3 weeks and scanned in 0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3 weeks respectively to test its weight loss and breaking strength. The results show that the degradation rate of PGA/silk scaffold is slower than that of pure PGA scaffold during 3 weeks. The quality loss rate of pure PGA scaffold is more than that of PGA/silk scaffold, and the strength retention rate of PGA/silk scaffold is higher than that of pure PGA scaffold.

**Key words:** silk; polyglycolic acid; knitting; scaffold; degradation

近年来,组织工程学成为一门新兴学科,它是细胞生物学和材料科学的结合体。目前,组织工程技术在肌腱、韧带等修复领域的运用尚不成熟,组织工程支架成为研究热点<sup>[1-3]</sup>。合适的支架暂时无法制备,因为这些支架不但需要具有良好的生物相容性,而且降解速率与组织的再生长速率应保持一致,才能得到较好的修复效果<sup>[4]</sup>。

蚕丝纤维作为一种天然生物材料,具有优异的性能<sup>[5]</sup>。蚕丝蛋白具有良好的生物相容性、透氧性、无毒性以及无刺激性<sup>[6]</sup>。聚羟基乙酸(PGA)也属于可降解的生物医用高分子聚酯材料,具有良好的生物相容性。本文通过研究蚕丝/聚羟基乙酸支架的体外降解行为,探究其在组织工程中应用的可能性。

## 1 试验部分

### 1.1 试验材料

试验过程中使用的PGA长丝由上海天清生物材

料有限公司提供,细度为6.4 tex;蚕丝由上海弘度新材料科技有限公司提供,细度为15 tex。

### 1.2 试验仪器

HH.CP-T型二氧化碳培养箱(上海一恒科学仪器有限公司)、FD-1D-50型冷冻干燥机(北京博医康实验仪器有限公司)、BS124S型电子天平(北京赛多利斯仪器系统有限公司)、HD026N型电子织物强力仪(南通宏大实验仪器有限公司)、JSM-5600LV型扫描电子显微镜(日本JEOL公司)。

### 1.3 支架的制备

在编织机上制备2种编织线:一种由6根PGA长丝编成,另一种由3根PGA长丝和3根蚕丝编成,两种原料在6个锭子上—隔—排列。再以2种编织线为原料,在小口径针织机上制备针织支架。

### 1.4 支架的降解

将两种支架分别浸入PBS(pH 7.4)中,放入培养箱,箱内温度为37℃。在0、1、2、3周拍摄扫描电镜照片,在0、0.5、1、1.5、2、2.5、3周分别测试其失重及断裂强力。

收稿日期: 2017-11-15

基金项目: 河南省高等学校青年骨干教师资助计划

作者简介: 郭正(1981-),男,博士,副教授,主要从事针织及产业用纺织品的开发研究。

## 2 结果与讨论

### 2.1 表面形态变化

3 蚕丝/3 PGA 和 6PGA 编织线支架在降解过程中的结构形态变化见图 1、2。

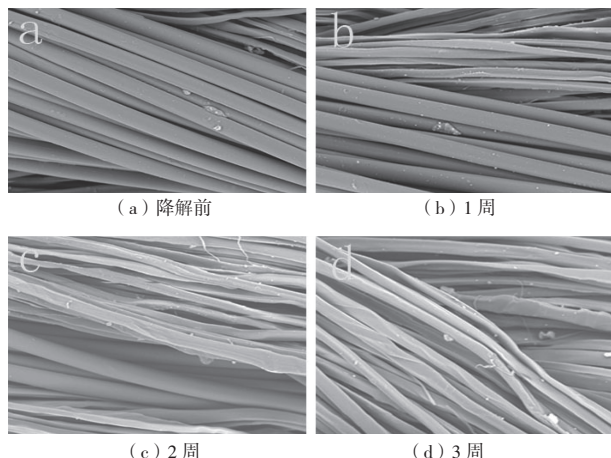


图 1 3 蚕丝/3 PGA 编织线支架在降解过程中的结构形态变化

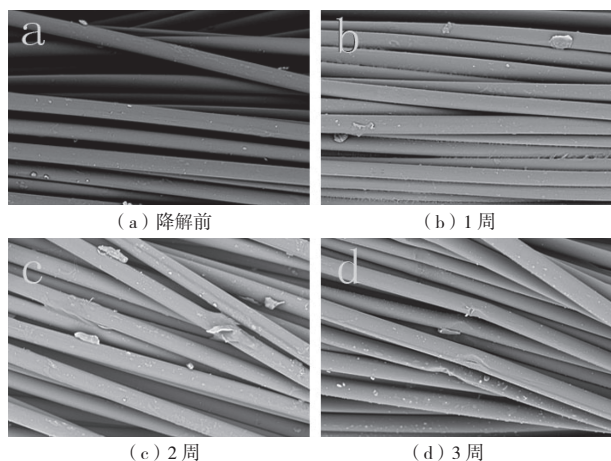


图 2 6 PGA 支架在降解过程中的结构形态变化

由图 1 可见,较粗的纤维为蚕丝纤维长丝,较细的纤维为 PGA 长丝。未降解前,3 蚕丝/3 PGA 编制的支架结构完整,表面光滑,每根长丝接触紧密;降解 1~2 周后,蚕丝纤维表面未出现明显的变化,但 PGA 长丝已经出现降解现象,其表面疏松,一根长丝分裂成多根细小的长丝;降解 3 周后,支架表面疏松,此时的蚕丝也开始降解。

由图 2 可见,6 PGA 支架粗细均匀;在降解 1 周后,PGA 长丝表面已经出现白色颗粒状物质,其他部分表面仍比较光滑;在 2~3 周降解过程中,PGA 长丝出现了凹槽,纤维有断裂的痕迹。

### 2.2 质量损失变化

两种试样在 pH 为 7.4 的 PBS 中降解时的质量损失率随时间的变化曲线见图 3。

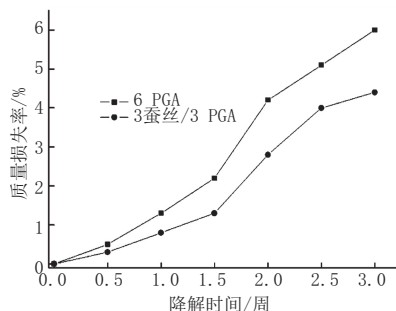


图 3 试样在 PBS 中降解的质量损失率随时间的变化曲线

由图 3 可知,在 3 周的降解过程中,6 PGA 和 3 蚕丝/3 PGA 支架的质量损失率都有所增加,6 PGA 支架比 3 蚕丝/3 PGA 支架的质量损失率高。这是因为在一定时间内,PGA 纤维降解速度较快,而蚕丝降解速度较慢。

### 2.3 力学性能变化

6 PGA 和 3 蚕丝/3 PGA 两种支架的强力保持率与时间关系见图 4。

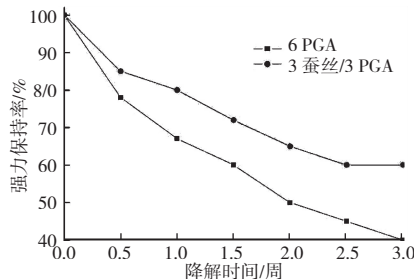


图 4 试样在 PBS 中降解的强力保持率随时间的变化曲线

由图 4 可见,未降解前,两种支架的强力保持率都为 100%。随着降解时间的延长,两种支架的强力保持率都逐渐降低。其中,在对应的时间内,3 蚕丝/3 PGA 支架的强力一直大于 6PGA 支架强力。因为,蚕丝具有一定的机械性能,且短期内其降解速度较慢。

## 3 结语

6 PGA 和 3 蚕丝/3 PGA 支架在 37℃、pH 7.4 的 PBS 缓冲液中体外降解 3 周,两种支架在结构表面形态、质量损失和力学性能方面都发生了较大变化。随着时间的增加,6 PGA 支架的表面粗糙度增加,质量损失率增加,强力保持率降低。与之相比,3 蚕丝/3 PGA 支架降解的速率较慢。因此,蚕丝与 PGA 纤维的混合使用可有效控制支架的降解速率。

### 参考文献:

[1] ZAVAN B, BRUN P, VINDIGNI V, et al. Extracellular matrix-enriched polymeric scaffolds as a substrate for hepatocyte cultures: in vitro and in vivo studies[J]. Biomaterials, 2005, 26(34): 7038-7045.

(松经)及 C29.2 tex 纬纱的导纱间距分别为 0.50、0.40、0.50、0.45 mm,张力盘质量分别为 15、10、14、13 g。同时,络筒速度偏小掌握,定为 650 m/min,以保证各类纱线筒子成形良好,以利于后道生产加工。

## 2.2 整经工艺

由于地经为 C18.2 tex×2 股线,可采用国产 GA121 型整经机分批整经后再进行上浆。毛经采用国产 H124 型分条整经机进行整经,整经时应控制好整经速度、各绞纱间距与张力,尽可能减少整经断头。具体整经工艺为:整经车速 500 m/min,张力设置为 4.5 g 的张力盘;整经条整带数为 5 绞,每绞 426 根;地经轴幅为 223 cm,毛经轴幅为 219 cm;定幅箱宽度为 32.4 cm。

## 2.3 浆纱工艺

地经纱采用国产 GA308 型浆纱机上浆,主浆料为变性淀粉。上浆时,应严格控制好上浆率、浆液温度和粘度,以确保浆纱的质量。浆液配方为:TB225 变性淀粉 45 kg、柔软剂 4 kg、蜡片 1 kg。主要上浆工艺参数为:调浆温度 98℃,浆槽温度 96℃,浆槽粘度 7 s 左右,蜡槽温度 80℃,前压浆辊加压 4 kN、后浆辊加压 3.5 kN,压出回潮率 120%;烘房烘筒温度 110℃,车速 50 m/min;上浆率 6%,回潮率 7%,伸长率小于 0.8%。

## 2.4 织造工艺

采用 SULZER G6200 型剑杆毛巾织机双轴织造,应严格控制好地经与毛经的送经比及上机张力,以确保织造时准确控制坯巾各部分的规格与毛倍。主要上机工艺参数为:车速 500 r/min,开口时间 330°,进剑时间 72°、退剑时间 287°,后梁高度 8 cm、后梁深度 3 cm,

上机张力 8 kN,毛倍 5.35,毛高 0.35 cm。

## 2.5 主要后整理工艺要点

后整理工艺流程为:半成品毛巾→退浆→缩水→烘干→割绒→解捻→染色→烘干→一针两线→刺绣→整理出货

后整理工序主要工艺要点为:缩水时将毛巾织物放到 80℃ 的热水中处理 10 min,以稳定毛巾的缩水率;割绒时采用 HX-DGD 型割绒机将毛圈割断修绒的同时,应将毛巾的表面绒毛剪短,使绒毛具有光泽且更容易吸湿;解捻时将毛巾织物放置在 100℃ 的热水里处理 10 min,使棉与可溶性 PVA 交捻纱中的可溶性 PVA 溶解,这样毛巾表面产生无捻绒圈,毛巾织物更加厚实,并可增加其蓬松感和柔软性。

## 3 结语

本文充分发挥了纯棉纱线及其无捻纱的特性,通过合理设计织物组织结构,控制生产工艺参数,采取有效的技术措施,获得了手感柔软、吸水性好、造型新奇的婴幼儿擦手巾。



## 参考文献:

- [1] 蔡陞霞,荆妙.织物组织与结构[M].3版.北京:中国纺织出版社,2004.
- [2] 蔡永东.纯棉色织半无捻凹凸提花剪绒手帕的生产技术[J].上海纺织科技,2016,43(3):42-44.
- [3] 邹晋升,高文波.竹/棉高矮毛粘胶丝提花缎割绒毛巾被的开发[J].山东纺织科技,2007(3):12-13.
- [4] 杜群,朱全文.浮雕提花割绒毛巾的设计[J].上海纺织科技,2007,27(1):48-49.
- [5] 夏建明.染整工艺学[M].北京:中国纺织出版社,2004.

(上接第 9 页)

- [2] 覃俊,王桦.聚芳酯液晶纤维的成形与热处理[J].纺织科技进展,2012(6):4-6.
- [3] 甘海啸,朱卫彪,王燕萍,等.热致性液晶聚芳酯纤维的制备与热处理[J].合成纤维,2011(5):1-5.
- [4] 万志敏,刘宇艳,宋杨,等.Vectran 纤维复合材料拉伸与撕裂性能研究[J].航天返回与遥感,2011,32(4):76-78.

- [5] 杜以军,蒋金华,陈南梁.Vectran 纤维复合材料抗破坏性能的研究[J].玻璃钢/复合材料,2014(2):27-31.
- [6] 王盛楠,侯利民.柔性复合材料梯形撕裂实验性研究及破坏机理分析[J].纤维复合材料,2012(1):29-31.
- [7] 葛振余.聚氨酯涂层织物撕裂性能的研究[D].上海:东华大学,2003.

(上接第 20 页)

- [2] GOTOH Y, NIIMI S, HAYAKAWA T, et al. Preparation of lactose-silk fibroin conjugates and their application as a scaffold for hepatocyte attachment[J]. Biomaterials, 2004, 25(6): 1131-1140.
- [3] LI K, QU X, WANG Y, et al. Improved performance of primary rat hepatocytes on blended natural polymers[J]. Journal of Biomedical Materials Research Part A, 2005, 75(2): 268.

- [4] WHANG K, THOMAS C H, HEALY K E, et al. A novel method to fabricate bioabsorbable scaffolds[J]. Polymer, 1995, 36(4): 837-842.
- [5] 颜文龙,孙恩杰.一种新型的组织工程支架材料——蚕丝[J].化学与生物工程,2004,21(2):43-46.
- [6] 徐亚梅,李明忠.蚕丝素蛋白材料的生物降解性能研究进展[J].丝绸,2011,48(5):19-22.