

# 生物止血敷料及纱布在外科伤口中的应用评价\*

周忠笑<sup>1</sup>, 魏晰麟<sup>1</sup>, 姚建茹<sup>2</sup>, 张健<sup>1</sup>, 边刚<sup>1</sup>, 李金晖<sup>1</sup>

## Evaluation of biological hemostatic dressings and gauzes in surgical wounds

Zhou Zhong-xiao<sup>1</sup>, Wei Xi-lin<sup>1</sup>, Yao Jian-ru<sup>2</sup>, Zhang Jian<sup>1</sup>, Bian Gang<sup>1</sup>, Li Jin-hui<sup>1</sup>

### Abstract

**OBJECTIVE:** To evaluate the performance and application prospects of hernia patch materials, and to look for a reasonable hernia repair material.

**METHODS:** Wanfang database (<http://www.wanfangdata.com.cn/>) from January 1999 to December 2009 was retrieved on computer for articles related with the biomaterials used in hernia repair, using keywords of "tissue engineering, abdominal hernia, biomaterials" in Chinese. The repeated study, general review or Meta analysis were excluded, totally 25 articles were involved in evaluation.

**RESULTS:** The traditional non-degradable biomaterials are only be used as hernia filling materials, with the development of medicine and tissue engineered techniques, various synthetic biomaterials have emerged. Currently used hernia repair materials include non-absorbing materials such as polypropylene, and absorbable material, such as polyglycolic acid mesh and composite materials. Through the stimulation between the organism and the patch, these materials produce different reactions, alternative repair materials may occur in future, that is to repair various wounds according to different materials. It is one of hot spots in research of biomedical engineering that to use autologous cells and dermal materials to complete hernia repair.

**CONCLUSION:** Although polypropylene and polyglycolic acid mesh are commonly applied in clinical practice for hernia repair, hernia repair materials need further development because of their inevitable shortcomings.

Zhou ZX, Wei XL, Yao JR, Zhang J, Bian G, Li JH. Evaluation of biological hemostatic dressings and gauzes in surgical wounds. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2010;14(51):9635-9638. [<http://www.crter.cn> <http://en.zglckf.com>]

### 摘要

**背景:** 近年来,随着生物医用高分子材料如纤维素、甲壳素等天然高分子材料以及聚乙烯醇、胶原等合成高分子材料的研发,多种外科止血生物材料应用于临床。

**目的:** 评价不同生物止血敷料及纱布的材料学性能及应用于外科伤口的生物相容性,寻找符合不同伤口创面需要的止血材料。

**方法:** 以“生物材料,止血敷料,纱布,胶原/壳聚糖,生物相容性”为中文关键词;以“biomaterial; hemostatic material; bioresorbable material; hemostasis effect; hemostatic mechanism”为英文关键词,采用计算机检索 2000-01/2010-06 相关文章。纳入与生物敷料、纱布在伤口止血方面应用及这些材料与人体相容性的文章;排除重复研究或 Meta 分析类文章。以 33 篇文献为主重点进行讨论不同生物止血材料性能及生物相容性。

**结果与结论:** 近几年国内外生物医用可吸收止血材料主要包括纤维蛋白胶、壳聚糖、明胶海绵、氰基丙烯酸酯类组织胶、氧化纤维素和氧化再生纤维素等。各种止血性伤口急救材料都有各自的特点,但在临床应用的选择上,应考虑多方面因素,包括手术部位、出血部位、伤口形态大小、不同渗/出血情况的填塞要求、不同止血材料的自身性能及与机体的相容性等。但因目前尚无完全符合理想标准的材料,因此开发新的快速止血和与宿主相容性良好的止血材料及复合材料势在必行。

**关键词:** 生物材料;止血;敷料;纱布;胶原/壳聚糖;纳米;生物相容性

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2010.51.031

周忠笑,魏晰麟,姚建茹,张健,边刚,李金晖.生物止血敷料及纱布在外科伤口中的应用评价[J].中国组织工程研究与临床康复,2010,14(51):9635-9638. [<http://www.crter.org> <http://cn.zglckf.com>]

## 0 引言

止血是外科基本操作技术的核心之一,人体任何部位的外科操作几乎无一例外地涉及到出血与止血,止血技术已由过去单纯的器械止血措施发展为现代外科条件下的纷繁复杂的技术体系。其中止血材料的应用成为这个过程中重要的一部分<sup>[1-2]</sup>。传统的结扎、缝合、电凝、填压等方法在继承的基础上又有新发展,如腹腔内填充止

血因易诱发感染、腹内腔室综合征、继发性出血等而一度被放弃,但只有处置得当,仍是有效的早期救命措施。为防止撤除敷料或纱布因粘连所致继发性出血,现采用无菌塑料薄膜隔离创面与可吸收生物材料敷垫。

良好的生物敷料或纱布可直接促进凝血过程,不仅可用于广泛渗血创面,且在一些常用的外科术中能有效降低渗血率。新型伤口急救止血材料往往来自于创面止血材料在创伤急救领域的应用且与人体伤口能够有效的复合。目前已经

<sup>1</sup>Department of General Surgery, <sup>2</sup>Central Operation Room, Fengtian Hospital of Shenyang Medical College, Shenyang 110024, Liaoning Province, China

Zhou Zhong-xiao\*, Master, Associate chief physician, Department of General Surgery, Fengtian Hospital of Shenyang Medical College, Shenyang 110024, Liaoning Province, China  
Zhouzhong\_xiao@126.com

Correspondence to: Wei Xi-lin, Master, Physician, Department of General Surgery, Fengtian Hospital of Shenyang Medical College, Shenyang 110024, Liaoning Province, China  
Weixilin2008@sina.com

Received: 2010-09-25  
Accepted: 2010-10-26

沈阳医学院奉天医院, <sup>1</sup>普外三科, <sup>2</sup>中央手术室, 辽宁省沈阳市 110024

周忠笑\*, 男, 1973年生, 河北省宁河县人, 汉族, 2007年中国医科大学毕业, 硕士, 副主任医师, 主要从事普外科临床及消化道肿瘤治疗方面的研究。  
Zhouzhong\_xiao@126.com

通讯作者: 魏晰麟, 硕士, 医师, 沈阳医学院奉天医院普外三科, 辽宁省沈阳市 110024  
Weixilin2008@sina.com

中图分类号: R318  
文献标识码: B  
文章编号: 1673-8225 (2010)51-09635-04

收稿日期: 2010-09-25  
修回日期: 2010-10-26  
(20101126012/W·Y)

开发出许多种类的创面可吸收止血材料, 主要有: 纤维蛋白胶、胶原蛋白、壳聚糖、多微孔类无机材料如沸石等、羧甲基纤维素(可溶性止血纱布)、 $\alpha$ -氰基丙烯酸酯类组织胶等<sup>[3-4]</sup>。理想的生物止血材料应具备以下特点: 止血迅速、无毒性、无抗原性、不增加感染概率、不影响组织愈合、价格便宜等<sup>[5]</sup>。那么目前, 在临床上哪种材料最具应用价值及与宿主好的形容性呢? 本文就不同止血材料在临床外科伤口中的应用特点, 评价其生物相容性, 寻找止血性能最好最适合应用于伤口的材料。

## 1 资料和方法

### 1.1 资料的纳入与排除标准

**纳入标准:** ①不同止血材料在伤口或创面止血过程应用的相关文献。②生物敷料或止血纱布特点的相关文献。③组织工程可吸收止血材料开发与应用进展的相关文献。

**排除标准:** 重复研究或Meta分析类文章。

### 1.2 资料提取策略

**检索人相关内容:** 第一、第二作者共同完成。

**检索时间范围:** 2000-01/2010-06。

**关键词:** 中文关键词: “生物材料, 止血敷料, 纱布, 胶原/壳聚糖, 生物相容性” 英文关键词: “biomaterial; hemostatic material; bioresorbable material; hemostasis effect; hemostatic mechanism”。

**检索数据库:** Pubmed 数据库, 网址 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed>; CNKI数据库, 网址 <http://epub.cnki.net/grid2008/index.htm>。

**1.3 纳入文献的评价** 经检索共得到相关类文献150篇。经阅读标题、摘要、全文后, 排除内容陈旧、重复、普通综述类文章, 筛选纳入33篇文献进一步评价。文献的类型主要包括动物实验、临床试验20篇, 综述、述评类文献10篇。

## 2 结果

**2.1 纳入文献基本情况** 文章纳入33篇文献进行回顾总结分析。其中, 文献[6-8]总结了止血敷料和止血纱布的应用进展, 文献[9-22]评价了不同止血材料的临床应用价值, 文献[23-28]分析了不同可吸收止血材料的性能特点, 文献[29~33]总结并展望医用敷料的未来趋势。

### 2.2 结果描述

**2.2.1 止血材料的概述** 敷料作为止血材料, 是指盖在伤口或创面上、有保护作用的覆盖物, 可以协助控制出血, 防止感染并吸收分泌物, 止血敷料对于及时止血有着重要的意义。止血材料的种类繁多, 且经历了漫长的时代变迁<sup>[6]</sup>。①传统棉制品材料: 传统棉制品材料如简单

的脱脂棉、纱布等, 价格低廉, 使用方便, 但只对创面起物理保护作用, 没有凝血因子, 且容易粘连创面。②医用高分子材料: 属于一种特殊的功能高分子材料, 通常用于对生物体进行诊断、治疗以及替换或修复、合成或再生损伤组织和器官, 它分为天然生物材料和合成高分子材料。③人工纤维蛋白敷料: 是一种人工合成的纤维蛋白敷料, 纤维蛋白是一种高度不溶的蛋白质多聚体, 人工纤维蛋白含有凝血因子, 能够更好地起到止血的作用, 避免从人体血浆中提取纤维蛋白原<sup>[7]</sup>。④矿物质敷料: 是一种从天然矿物或人工合成物质中提取的分子筛物质, 如沸石、石墨、无机生物活性玻璃材料等<sup>[8]</sup>, 它具有优良的吸附性和引流性, 无毒、无害、无过敏反应, 能迅速止血, 中和渗出液并有抗炎、抑菌、抗菌的作用, 诱导上皮再生。⑤金属类敷料: 金属类敷料主要有银敷料、锌敷料和铝敷料。金属材料与伤口湿润环境接触时, 可不断释放金属离子, 形成一种有利于伤口愈合的生理环境, 不粘创面。

### 2.2.2 常用止血材料及各自特点

**壳聚糖止血材料及特点:** ①壳聚糖粉末: 壳聚糖粉末适用于皮肤损伤面积大但出血量小的急救处理, 用于处理纱布或是制成喷雾都能有效止血, 长时间使用止血效果更好<sup>[9]</sup>。②壳聚糖溶液: 常用明胶海绵注射到血管中, 使血管闭塞, 阻断血液向毛细血管的流动。高粘度壳聚糖溶液的使用效果要比明胶海绵好, 还能防止感染。③壳聚糖纤维: 壳聚糖溶解在醋酸溶液中, 经挤压、喷丝后再通过苛性凝固浴即可获得壳聚糖纤维。有助于皮肤组织的重生及抑制瘢痕的形成。有良好的细胞相容性和细胞黏附作用<sup>[10]</sup>。④壳聚糖水凝胶: 壳聚糖水溶液在紫外线照射60 s内, 发生光交联反应, 很容易形成柔韧的不溶性水凝胶, 可以促使其更好的与伤口有效接触, 提供一个良好的湿润环境, 对促进伤口愈合有很好的效果<sup>[11]</sup>。⑤壳聚糖多孔材料: 通过制孔技术, 在壳聚糖材料的表面与内部形成贯通的微孔道结构和多孔结构, 制成多孔微球、多孔纤维、多孔海绵, 或是以上几种类型的复合形态的止血材料<sup>[12]</sup>。

目前壳聚糖的止血机制还没完全清楚, 对某些促进凝血的机制也存在争议<sup>[13]</sup>。而且, 壳聚糖止血材料的形态和种类多样, 可广泛应用于各类伤口出血治疗, 尽管对大出血的效果还不理想, 更高效的止血剂形态和种类还有待开发, 特别是壳聚糖衍生物复合止血材料的开发有广阔的前景<sup>[14]</sup>。此外, 壳聚糖衍生物能加速凝血, 但很难解释这些基因是如何发挥止血作用的, 需要进一步研究阐明其止血机制, 为开发高效止血材料提供理论依据。

**医用生物蛋白胶(纤维蛋白制剂):** 医用生物蛋白胶是模拟人体自身凝血反应最后阶段而起作用的一种现代生物工程产品, 其主要成分是纤维蛋白原、凝血酶、稳定剂等<sup>[15]</sup>。目前已制成了可吸收纤维蛋白胶干敷料和纤维蛋白胶止血绷带, 在选择性肝切除出血部位用纤维蛋白胶将

胶原片覆盖控制出血, 此法效果更好。使用可吸收纤维蛋白胶时必须注意不能进入血管内, 以防血栓形成。

**应用生物蛋白胶的注意事项<sup>[16]</sup>:** ①生物蛋白胶属于生物蛋白制剂, 所以在存放和使用时应避免高温, 以免发生变性, 影响使用效果。②对于较大的小动脉出血或活动性出血, 应先行结扎, 再用生物蛋白胶覆盖止血, 以免喷涂生物蛋白胶后被血流冲出而影响止血效果。

**生物蛋白胶的实验研究及评价:** Tuthil 等<sup>[17]</sup>以 5 组局部止血材料在老鼠肾脏出血模型的应用, 主要观察是止血能力、出血量、短期生存能力、动脉平均压力的维持。结果两组纤维蛋白胶比明胶海绵组有更少的出血量、更长的生存时间、维持了更高的动脉平均压力。Kheirabadi 等<sup>[18]</sup>对 4 种普通局部止血材料与纤维蛋白胶在兔子大动脉愈合中的比较, 进行血管组织学检测。结果纤维蛋白胶是最有效的止血材料, 对大动脉缝合处产生立即和持续的止血效果。这种高功效部分归因于材料有很强的组织黏附性能。

**$\alpha$ -氰基丙烯酸酯类组织胶:** 目前,  $\alpha$ -氰基丙烯酸酯类黏合剂已应用于血管外科的中小管径血管吻合、神经外科的中硬脑膜修补、各类软组织修补、骨科中骨折的黏合等, 并且成为介入栓塞治疗中的首选材料<sup>[19]</sup>。 $\alpha$ -氰基丙烯酸酯中有高负电性的腈基和酯基, 使单体中的双键具有极高的活性, 易受弱碱(如水、醇)的进攻, 快速引发阴离子聚合, 使该黏合剂有瞬时粘接的特点, 并具有较高的强度, 此外高级酯比低级酯粘合的速度更慢、更易于操作, 且毒性相对较小, 组织反应相对较弱, 但抗菌力和降解速度要差很多。但是,  $\alpha$ -氰基丙烯酸酯黏合剂对黏合组织的表面要求较高, 必须保证干燥、洁净, 不能有血液和消化液等存在。另外, 还应当避免与抗生素软膏或凡士林纱布联合使用, 否则会降低止血效果<sup>[20]</sup>。

**可溶性止血纱布:** 医用止血材料包括止血粉、明胶海绵、

可溶性止血纱布等相继问世。其中可溶性止血纱布对水和盐水有较强的亲和力, 遇到血液时能快速吸收血液中的水分而溶解, 形成的胶体堵塞毛细血管末端, 并促进血液浓缩, 黏度增大, 减慢血流, 从而达到止血目的。由于它有良好的组织相容性, 柔软而菲薄, 易于包、敷、塞填等操作, 可以在体内吸收, 现被广泛应用于手术创面出血及渗血不易停止的部位<sup>[21]</sup>。目前临床上使用的可溶性止血纱布基本都是羧基或羧甲基纤维素产品, 由于是离子型纤维素衍生物, 分子偏酸性, 这类可溶性纱布在载药性能上受到一定限制。而羟乙基纤维素可溶性纱布由于是非离子纤维素衍生物, 分子呈中性, 因此, 可与多种药物配伍, 可扩大使用范围<sup>[22]</sup>。

**可溶性止血纱布独特的三重止血功效:** ①物理性止血: 可溶性止血纱布遇血后, 强力吸附血液中的水分, 使血液黏度与浓度增大, 流速减慢; 另一方面, 本品吸水后膨化, 覆盖创面, 最终溶解成为黏性体, 封闭出血点, 达到止血的目的。②化学性止血: 可溶性止血纱布带有大量的负离子, 能迅速结合或网络黏附血小板、红血球, 继而释放凝血相关因子, 发挥强大的止血作用。③生理性止血: 可溶性止血纱布可迅速激活凝血因子XII, 启动内源性凝血系统, 在凝血酶的作用下, 加固形成不溶性纤维蛋白多聚体, 发挥更加稳定的止血功效。

**2.2.3 止血敷料及纱布的生物相容性** 生物相容性是评价生物材料性质的重要指标之一, 是指材料在生物体内处于静动态变化过程中, 能耐受宿主各系统作用而保持相对稳定, 不被排斥和破坏的生物学性质<sup>[23]</sup>。生物相容性一般包括组织相容性和血液相容性, 二者之间既相互联系, 又各有侧重。一般止血敷料的生物相容性评估包括如下生物学检测: 细胞毒性试验(MTT法)、急性全身毒性试验、皮肤刺激试验、皮内刺激试验和溶血试验, 根据标准对实验数据进行分析 and 评估<sup>[24]</sup>。

**止血材料的相容性评价:**

作者及发表杂志	止血材料	实验方法	结果评价
陈耀富, 等 <sup>[25]</sup> 《第二军医大学学报》	可吸收止血敷料(纺织部纺织科学研究院合成纤维研究所提供)	NIH 小鼠体内实验。细胞增殖度试验、Ames 试验、细胞毒性试验、显性致死试验。	此种可吸收止血敷料符合医用材料关于细胞毒性和致突变试验的要求。
毕宏达, 等 <sup>[26]</sup> 《第四军医大学学报》	沸石粉(ZSM-5)大连理工大学提供)	健康家猪体内试验。血管出血创面即刻撒布沸石粉止血; 动脉血压变化及出血量分析。	沸石止血迅速, 在实验时间内保持了稳定的止血作用。同时, 沸石应用操作便捷, 适合用于创伤急救。由于原料来源广, 价格低廉, 耐储存等特点, 沸石有潜力成为新一代高性能止血材料。
郑颖, 等 <sup>[27]</sup> 《西南国防医药》	羟乙基可溶性止血纱布(云南德华生物药业有限公司)	利用小鼠鼠尾和兔肝、脾创面止血法, 观察其对动物创面的止血效果, 通过对凝血时间的影响、对皮肤的刺激和急性毒性试验等考察其安全性。	羟乙基改性纤维素可溶性止血纱布能明显缩短创面出血时间, 无急性毒性、过敏性和刺激性, 对动物凝血时间无显著影响, 植入后吸收良好, 是安全、良好的外科止血材料。
武继民, 等 <sup>[28]</sup> 《生物医学工程与临床》	就医用吸收性胶原海绵(简称胶原海绵)	按患者住院顺序和创面类型随机分为实验组和对照组。实验组采用胶原海绵治疗, 而对照组用普通明胶海绵。根据创面止血愈合时间及其疗效评价等级标准	实验组各类型出血创面的止血时间, 明显短于相应的对照组。由 I 型胶原组成的胶原海绵与含有较多低相对分子量组分的明胶海绵相比, 是临床上较优异的创面止血与修复材料。

### 3 小结

目前止血纤维的发展及其成果还不能满足实际应用的需 要, 开发新型止血纤维很有必要<sup>[29]</sup>。从止血纤维材料角度来看, 主要的研究方向包括: ①开发生物相容性更好的材料。②加大对生物体降解材料的研究。③研究高透气性、透水性、高吸液性、引流性良好的止血纤维。④止血纤维的原材料广泛存在、合成简单、价格低廉、适合广泛应用推广。⑤可根据各种止血材料不同的性能, 采用多种止血材料联用的方法, 使材料发挥更好的止血性能<sup>[30]</sup>。

创面积血和坏死组织液化是引起感染的重要原因, 因消炎抗菌止血纱布有显著的止血效果, 并且有广谱抗菌作用, 两者协同作用, 可以有效解决这一难题。消炎抗菌可溶止血敷料或纱布在体内使用要有高度的安全性, 可吸收材料与宿主相容性要求较高, 术后无需取出, 可以显著简化手术过程, 并减少患者痛苦<sup>[31-32]</sup>。从应用的情况看, 消炎抗菌可溶止血纱布应用于出血创面或伤口方法简便、安全, 组织相容性好, 止血消炎效果确切有效, 值得在临床上进一步去开发、推广和使用<sup>[33]</sup>。

### 4 参考文献

- [1] Franchini M. The use of desmopressin as a hemostatic agent: a concise review. *Am J Hematol.* 2007;82(8):731-735.
- [2] Hedner U, Brun NC. Recombinant factor VIIa (rFVIIa): its potential role as a hemostatic agent. *Neuroradiology.* 2007; 49(10):789-793.
- [3] Casati V, Romano A, Novelli E, et al. Tranexamic acid for trauma. *Lancet.* 2010;376(9746):1049-1050.
- [4] Abzaeva KA, Voronkov MG, Zhilitskaya LV, et al. Hemostatic and antimicrobial activities of metallic salts of polyacrylic acid with group I metals. *Dokl Biochem Biophys.* 2010;432:131-132.
- [5] Kim IY, Eichel L, Edwards R et al. Effects of commonly used hemostatic agents on the porcine collecting system. *J Endourol.* 2007;21(6):652-654.
- [6] 张德兴, 何忠杰. 伤口止血材料研究进展[J]. *中国急救医学*, 2005, 5(25): 353-355.
- [7] 汪向飞, 张晓丹, 周汉新. 生物医用可吸收止血材料的研究与临床应用[J]. *中国组织工程研究与临床康复*, 2010, 14(21):3973-3976.
- [8] Vaiman M, Eviatar E, Shlamkovich N et al. Use of fibrin glue as a hemostatic in endoscopic sinus surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2005;114(3):237-241.
- [9] Muzzarelli RAA, Morganti P, Morganti G, et al. Chitin nanofibrils/ chitosan glycolate composites as wound medicaments. *Carbohydr Polym.* 2007;70(3):274-284.
- [10] Pillai CKS, Paul W, Sharma CP. Chitin and chitosan polymers: Chemistry, solubility and fiber formation. *Prog Polym Sci.* 2009; 34(7):641-678.
- [11] Ishihara M, Ono K, Sait Y. Photocrosslinkable chitosan: an effective adhesive with surgical applications. *International Congress Series.* 2001;1223(12):251-257.
- [12] Wang XH, Yan YN, Zhang RJ. A comparison of chitosan and collagen sponges as hemostatic dressings. *J Bioact Compat Polym.* 2006;21(1):39-54.
- [13] Tirindelli MC, Flammia G, Sergi F et al. Fibrin glue for refractory hemorrhagic cystitis after unrelated marrow, cord blood, and haploidentical hematopoietic stem cell transplantation. *Transfusion.* 2009;49(1):170-175.
- [14] Dong W, Han B, Feng Y, et al. Pharmacokinetics and biodegradation mechanisms of a versatile carboxymethyl derivative of chitosan in rats: in vivo and in vitro evaluation. *Biomacromolecules.* 2010;11(6):1527-1533.
- [15] Suzuki Y, Vellinga TT, Istre O, et al. Small bowel obstruction associated with use of a gelatin-thrombin matrix sealant (FloSeal) after laparoscopic gynecologic surgery. *J Minim Invasive Gynecol.* 2010;17(5):641-645.
- [16] 庞迪, 张亚新. 新型生物止血材料-医用生物蛋白胶临床应用的效果观察[J]. *山东生物医学工程*, 2003, 1:44-45.
- [17] Tuthil d. Assessment of topical hemostats in a renal hemorrhage model in heparinized rats. *J Surgical Research.* 2001;95:126-131.
- [18] Kheirabadi BS, Aida FR, Pearson R. Comparative study of the efficacy of the common topical hemostatic agents with fibrin sealant in a rabbit aortic anastomosis model. *J Surgical Research.* 2002, 106:99-103.
- [19] 谷红波, 黄玉东, 贺金梅, 等. 生物医用可吸收止血材料的研究现状[J]. *现代化工*, 2009, 10(2):6-8.
- [20] 汪向飞, 张晓丹, 周汉新. 生物医用可吸收止血材料的研究与临床应用[J]. *中国组织工程研究与临床康复*, 2010, 14(21):3973-3976.
- [21] 张德兴, 何忠杰. 伤口止血材料研究进展[J]. *中国急救医学*, 2005, 25(5):353-354.
- [22] 史立新. 全溶性止血纱布及防止手术粘连膜应用前景展望[J]. *中国医疗器械*, 2000, 24(2):77.
- [23] 曹谊林. 组织工程学[M]. 北京: 科学出版社, 2008:378-410.
- [24] 赵雄, 曹晓涵, 马玉媛, 等. 纤维蛋白止血敷料的生物相容性研究[J]. *中国输血杂志*, 2010, 23(4):247-249.
- [25] 陈耀富, 印木泉, 贺清玉. 可吸收止血敷料的细胞毒性和致突变性研究[J]. *第二军医大学学报*, 1997, 18(2):166-169.
- [26] 毕宏达, 李学拥, 王玉, 等. 沸石对猪血管损伤止血的作用及对组织影响的初步研究[J]. *第四军医大学学报*, 2006, 27(9):851-854.
- [27] 郑颖, 郑明义, 吴迁, 等. 羟乙基可溶性止血纱布的止血性能及安全性实验研究[J]. *西南国防医药*, 2009, 19(1):13-15.
- [28] 武继民, 李荣, 王岩. 胶原海绵作为止血和创面敷料的临床实验[J]. *生物医学工程与临床*, 2003, 7(3):152-154.
- [29] 林奕. 两种可溶性纱布止血效果和安全性比较[J]. *临床工程*, 2010, 25(05):83-85.
- [30] 于美丽, 杜智. 可吸收止血材料的研究现状及临床应用[J]. *北京生物医学工程*, 2008, 27(2):208-211.
- [31] Scarano A, Carinci F, Cimorelli E, et al. Application of calcium sulfate in surgical-orthodontic treatment of impacted teeth: a new procedure to control hemostasis. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68(5):964-968.
- [32] Noval-Padillo JA, León-Justel A, Mellado-Miras P, et al. Introduction of fibrinogen in the treatment of hemostatic disorders during orthotopic liver transplantation: implications in the use of allogenic blood. *Transplant Proc.* 2010;42(8): 2973-2974.
- [33] 赵雄, 曹晓涵, 马玉媛, 等. 纤维蛋白止血敷料的生物相容性研究[J]. *中国输血杂志*, 2010, 23(4):247-249.