

# 组织工程及缓释体系中聚乳酸类医用材料的应用\*

张文龙, 王 勇, 鲍玉成, 章津津

## Application of polylactic acid based medical materials in tissue engineering and controlled release system

Zhang Wen-long, Wang Yong, Bao Yu-cheng, Zhang Jin-jin

### Abstract

**BACKGROUND:** Polylactic acid (PLA) and its copolymers have good biocompatibility and biodegradability, because of good physico-mechanical properties and good thermal forming properties, as well as final degradation product is H<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub>, PLA has been widely studied and applied in tissue engineering and drug delivery areas.

**OBJECTIVE:** Although the PLA and its copolymers have been studied and applied in tissue engineering and drug delivery area of sustained-release preparations. This study aims to investigate the application as a scaffold and a drug carrier material in bone defects caused by bone tuberculosis through reviewing the documents.

**METHODS:** A computer-based online search of Medline database (1993-01/2010-06) and CNKI Database was performed using the key words of "Tissue engineering, drug delivery, sustained release degradation, lactic acid, glycolic acid, bone tuberculosis" in English and in Chinese.

**RESULTS AND CONCLUSION:** A total of 157 documents were screened out. Repetitive research was excluded, after reading titles and abstracts, 31 literatures were included in analysis. PLA and its copolymers as bone tissue engineering scaffolds are conducive to the growth of osteocytes, and are superior to traditional materials of bone repair. As a drug carrier, they sustained-release degrade in vivo to play the best efficacy, can reduce the toxicity of drugs to the body especially liver and kidney. But few studies report its role as both a scaffold and a drug carrier.

Zhang WL, Wang Y, Bao YC, Zhang JJ. Application of polylactic acid based medical materials in tissue engineering and controlled release system. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2011;15(3):503-506. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

### 摘要

**背景:** 聚乳酸及其共聚物是一种有良好的生物相容性和可降解性材料, 由于具有较好的物理机械性能和热成型性且它的最终降解产物是 H<sub>2</sub>O 和 CO<sub>2</sub>。因此在组织工程、药物载体缓释制剂等领域中被广泛研究和应用。

**目的:** 尽管聚乳酸及其共聚物, 已分别在组织工程支架、药物载体缓释制剂领域中被广泛研究和应用。希望通过复习相关文献, 研究其同时既为支架材料, 又为药物载体材料在骨结核疾病造成骨缺损临床中的应用。

**方法:** 应用计算机检索 Medline 数据库(1993-01/2010-06), 及中国知网数据库。英文检索词为 "Tissue engineering、 drug delivery、 sustained release degradation、 lactic acid、 glycolic acid、 bone tuberculosis", 中文检索词为 "组织工程、 药物载体、 缓释降解、 聚乳酸、 聚羟基乙酸、 骨结核等"。

**结果与结论:** 初检得到 157 篇文献, 排除重复性研究, 阅读标题和摘要进行初筛, 保留 31 篇进行归纳总结。聚乳酸及其共聚物作为骨组织工程支架, 有利于骨细胞生长, 优于传统的骨修复材料。作为药物载体, 在体内的缓释降解发挥最佳药效, 能够减少药物对全身特别是肝、肾的毒副作用。但是其既作为支架材料又同时作为药物载体的研究文献不多。

**关键词:** 聚乳酸; 组织工程; 药物载体; 缓释降解; 聚羟基乙酸; 骨结核

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2011.03.030

张文龙, 王勇, 鲍玉成, 章津津. 组织工程及缓释体系中聚乳酸类医用材料的应用[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(3):503-506. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

## 0 引言

生物降解类医用材料目前应用研究已遍及整个生物医学领域, 广泛用作组织工程材料、人体器官、药物控制释放材料、三维多孔支架、仿生智能材料等<sup>[1-9]</sup>。聚乳酸(poly-lactic acid, PLA)及其共聚物是一种具有良好的生物相容性和可降解的聚合物, 是美国食品药品监督管理局(FDA)认可的一类生物降解材料, 它具有较好的机械强度、弹性模量和热成型性, 在骨组织工

程、软骨组织的再生与修复、药物缓释制剂载体等领域中基本能满足不同的临床要求。通过调节相对分子质量、结构和组成等手段可改善聚乳酸类共聚物的力学性能和降解速度, 由于它的最终降解产物是 H<sub>2</sub>O 和 CO<sub>2</sub>, 中间产物乳酸也是体内正常糖代谢产物, 所以不会在重要器官聚集<sup>[10]</sup>。近年来, 国内外对其在组织工程及缓释体系方面重点领域进行了深入的研究。本文复习相关文献, 希望同时利用聚乳酸类共聚物既为支架材料, 又为药物载体材料临床上应用在骨结核造成骨缺损疾病的治疗。

Department of Orthopaedics, Tianjin Haihe Hospital, Tianjin 300350, China

Zhang Wen-long, Chief physician, Department of Orthopaedics, Tianjin Haihe Hospital, Tianjin 300350, China  
hhykj@126.com

Correspondence to: Wang Yong, Senior engineer, Department of Orthopaedics, Tianjin Haihe Hospital, Tianjin 300350, China  
tjs.hhywy@yahoo.com.cn

Supported by: a grant by Tianjin Municipal Health Bureau, No. 2010KY10\*

Received:2010-07-21  
Accepted:2010-09-20

天津市海河医院骨科, 天津市 300350

张文龙, 男, 1962年生, 黑龙江省齐齐哈尔市人, 汉族, 主任医师, 主要从事骨结核与组织工程方面的研究。  
hhykj@126.com

通讯作者: 王勇, 高级工程师, 天津市海河医院 300350  
tjs.hhywy@yahoo.com.cn

中图分类号:R318  
文献标识码:A  
文章编号:1673-8225  
(2011)03-00503-04

收稿日期: 2010-07-21  
修回日期: 2010-09-20  
(20100812015/ZY·Y)

## 1 资料和方法

资料来源: 由第一作者检索1993/2010 PubMed数据库 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed>)及中国知网数据库 (<http://www.cnki.net/>)。英文检索词为“Tissue engineering、drug delivery、sustained release degradation、lactic acid、glycolic acid、bone tuberculosis”, 中文检索词为“组织工程、药物载体、缓释降解、聚乳酸、聚羟基乙酸、骨结核”。

纳入标准: ①文章所述内容需与聚乳酸及其共聚物在组织工程支架、降解、药物载体等方面的研究密切相关。②同一领域研究选择近期发表或在权威杂志上发表的文章。

排除标准: 重复性研究。

数据的提取: 计算机初检得到157篇文章, 阅读标题和摘要进行初筛, 排除因研究目的与本文无关及内容重复的研究126篇, 共保留其中的31篇归纳总结。

质量评估: 符合纳入标准的31篇文献中, 文献[1,5,9-16]探讨了聚乳酸及其共聚物药物缓释体系中的应用, 文献[2-8,17-31]探讨了聚乳酸及其共聚物组织工程方面的应用。

## 2 结果

**2.1 聚乳酸及其共聚物在药物缓释体系中的应用** 缓释释放就是将药物或其他生物活性物质和基质结合在一起使药物通过扩散等方式, 在一定时间内, 以某一速率释放到环境中。以生物降解材料聚乳酸为载体的缓释药物释放, 可通过在体内载体的缓慢降解逐渐释放药物, 发挥最佳疗效。聚乳酸及其共聚物被用作一些半衰期短、稳定性差、易降解及毒副作用大的药物缓释制剂的载体, 有效地拓宽了给药途径, 减少了给药次数和给药量, 提高了药物的有效浓度, 最大限度减少药物对全身特别是肝、肾的毒副作用<sup>[11-12]</sup>。

通过聚乳酸包埋制备成载药微球或微囊目的是为了 提高药物的吸收程度、靶向性等。不同粒径微球靶向部位不同, 如5 μm以下的微球易达肝、脾脏, 粒径在7~10 μm的微球可被肺摄取, 大于12 μm的微球用于癌变部位的动脉血管<sup>[13]</sup>。

聚乳酸作为药物控释载体已被应用到许多药物的控制释放中, 主要包括生物活性分子(如生长素, 牛血清白蛋白)、抗癌药物(如顺氯氨铂, 阿霉素, 博来霉素等)、抗生素(如氟霉素, 青霉素等)、麻醉剂、麻醉剂拮抗物、避孕药以及其他药物的释放<sup>[14]</sup>。已商品化的有促黄体激素释放激素LHRH类药物戈舍瑞林皮下植入剂、亮丙瑞林肌肉注射混悬剂、促甲状腺激素释放激素TRH类药物曲普瑞林、抗生素苯唑西林等。正在研究的药物很多, 主要有抗

生素及抗癌化疗用药、结核类药物、神经系统用药、激素及计划生育用药、多肽药物和疫苗等, 都处于实验室研究或动物实验阶段。赵耀明等<sup>[15]</sup>采用分散溶媒扩散法制备红霉素-聚乳酸微球, 其体外缓释半衰期为28 h, 175 h后累积释药百分率约为80%, 注射微球混悬剂的兔肺组织中药物含量为普通市售红霉素注射剂的6倍, 达到了肺靶向的目的。陈志奎等<sup>[16]</sup>采用复乳-溶剂挥发法制备了肿瘤内注射用眼镜蛇毒细胞毒素-聚乳酸/羟基乙酸微球, 具有较高包封率, 良好缓释效果, 保持了眼镜蛇毒细胞毒素完整的生物学活性, 通过超声引导肿瘤组织内注射, 可望提高肿瘤局部的药物浓度, 减少全身毒副作用, 具有一定的应用前景。

目前聚乳酸及其共聚物微球作为多肽、蛋白类药物的载体已广泛应用于免疫学、基因治疗、肿瘤治疗、骨缺损修复、眼科等众多领域中<sup>[17-19]</sup>。

作为药物载体, 聚乳酸微球具有良好的药物保护、缓控释性能。药物释出通过表面蚀解、骨架扩散、整体崩解、水合膨胀、解离扩散等几种方式进行, 刚开始是吸附在微球表面的药物快速释放, 随着载体逐步降解形成更多的释放孔道, 使药物逐渐溶出。初始阶段药物释放缓慢, 随着后期载体的迅速降解, 释药速度不断增加。应用聚乳酸作为载体材料制备多肽蛋白质微球的研究已取得重大进展。但当前研究多局限于相对分子质量较小的多肽, 研制的微球仍然存在着很多有待解决的问题, 比如药物蛋白分子的稳定性、体内给药模式、制剂体内外检测的准确度和精密度等。随着制备微球技术的不断更新、改进, 将有更多的药物制备成以PLA及其共聚物为载体的缓控释制剂, 聚乳酸药物缓释体系必将有着广阔的应用前景。

**2.2 聚乳酸及其共聚物在组织工程方面的应用** 美国科学家Langer与Vacanti提出了“组织工程”这一再生医学新概念, 将其定义为研究开发具有修复、改善、替代人体组织或功能的生物装置的生命科学技术<sup>[20]</sup>。

目前国内外学者对聚乳酸在骨科组织工程方面进行了深入的研究: 聚乳酸作为骨科组织工程材料, 与传统的金属材料制品相比具有以下特点: ①可降解吸收。②较好的力学性能。③压电特性: 聚乳酸材料受压后会产生电压, 刺激骨细胞的生长, 促进骨愈合。因为聚乳酸材料植入人体后具有一定的初始力学性能; 随着时间的增加, 可降解材料的力学性能下降速度与骨愈合速度相匹配; 骨完全愈合后, 可降解材料及时降解, 达到较好的骨愈合效果。徐国富等<sup>[21]</sup>依据仿生原理制备了一种新型的纳米羟基磷灰石与聚乳酸复合的骨框架材料, 用于骨组织工程。该材料的孔隙率为70%~95%, 孔径为100 μm, 其成分和结构都与天然骨非常相似。在保持高孔隙率(90%)的同时, 该复合材料的抗压强度达到2.07 MPa, 高于单纯的聚乳酸框架材料的抗压强度

(0.89 MPa)。分离成骨细胞并在三维框架材料上培养, 用扫描电镜进行观察, 结果表明该复合材料具有很好的细胞贴附性能。Pan等<sup>[22]</sup>制备了静电纺丝葡聚糖/聚乳酸-羟基乙酸(Dextran/PLGA)支架并对其在小鼠体内进行降解, 3 d后, 支架几乎减少到原来的一半, 3周后, 支架的3/4被吸收, 周围组织得到完全修复。

羟基磷灰石是人体骨骼的基本成分, 它能与胶原蛋白和细胞紧密结合, 促进骨骼的生长, 在硬和软组织的连接中起到关键的作用, 但是羟基磷灰石的明显缺点就是它缺乏机械强度, 特别是受到张力时表现得很脆。人们将羟基磷灰石与聚左旋乳酸复合, 希望生成一种新材料。有文献报道把高聚相分子引入左旋聚乳酸中, 能使其机械强度增高近5倍。在聚乳酸中加入某些有机或无机成分, 如骨形成蛋白或磷酸脂蛋白, 使材料既起到机械支撑作用, 又起到药物载体作用, 加速了骨折的愈合<sup>[24-25]</sup>。

目前组织工程研究主要集中于以下几个方面: ①细胞外基质替代物的研究。②种子细胞的体外培养。③工程化组织对各种病损组织的替代研究。其中寻找一种理想的材料作为细胞外基质替代物是组织工程研究的一个重要问题<sup>[26]</sup>。作为一种理想的组织工程支架材料, 临床上应满足以下几点: ①组织相容性好, 无排斥反应。②生物可降解性、降解可调性及降解无毒性。③易于塑形。④适应种子细胞生长、繁殖需要的物理和化学特征。

对于PLA用于组织工程支架材料方面: 近两年, 有人采用聚乳酸作为体内、体外细胞培养的支架, 从牛、羊关节或肋软骨取软骨细胞, 以及微孔状左旋聚乳酸作为细胞生长的支架, 同时进行体内、体外平行对照实验。定期取样测定细胞数和新软骨基质发现, 新软骨细胞充满了同时降解的聚合物支架<sup>[27]</sup>。体内结果表明, 细胞在聚左旋乳酸上生长1~6个月, 在聚合物支架上的增长向三维空间发展。出现类似软骨组织的结构, 从而揭示出在可降解聚合物载体上培养软骨细胞具有生成新软骨的可能性。

在此基础上, Yen等<sup>[28]</sup>采用熔融沉积法PLGA(50 : 50)与胶原蛋白制成海绵样结构支架, 用于细胞和组织培养, 目的在于提供细胞增殖附着的空间支架。多孔态表面极大, 可用作细胞培养产生人工器官的基质, 而材料具有可降解性, 在一定时间内降解完全, 获得单一的人工器官组织。处理过的聚左旋乳酸圆片用于软骨细胞和肝细胞的培养, 细胞完全分布在多孔内, 培养的组织出现均一的细胞组成。

Miko等<sup>[29]</sup>将鼠的肝细胞种植于网状聚乳酸纤维支架上, 18 h已与聚乳酸纤维网表现出高程度的交流, 并没有发生不良反应, 1周后培养物中主要是细胞与细胞之间的交流而不是细胞与聚合物之间的交流。在体外肝组织工程研究时发现用聚乳酸生物可降解膜包被PET纤维网的一个部位能够诱导肝细胞的极性, 取得具有几何形状的生物肝支持系统, 且这一复合结构在生物膜降

解时能保持稳定。肝细胞聚集物的形成除依赖于支架的几何形状外, 还与支架的预处理和介质情况有关, 说明一个外部空间构型良好的支架结构可以使肝细胞聚集固定形成肝组织。

Nakanishi等<sup>[30]</sup>等以机械力将胶原海绵和凝胶分别引入聚乳酸共聚物织网内, 形成两种聚乳酸共聚物网-胶原复合支架。取猪膀胱壁的上皮和平滑肌细胞分别种到两种不同的介质上, 接种于聚乳酸共聚物网-胶原海绵上的膀胱上皮细胞形成了上皮的三维结构, 而平滑肌细胞接种到聚乳酸共聚物网-胶原凝胶上也形成了平滑肌层。这一利用自体细胞和可降解支架组织工程膀胱的方法简单可行, 将成为膀胱再生的有力工具。

Young等<sup>[31]</sup>分离了6个月龄猪的第三磨牙牙胚, 酶消化制成单细胞和细胞团的悬液种植于PLGA网状多孔支架上, 然后把“细胞-支架复合体”移植到宿主鼠的体内, 20~30周后, 形成了可辨认的牙齿结构, 即成本质细胞、牙本质、牙釉质、成釉细胞有序排列, 且有良好的牙冠外形。这为牙齿干细胞的研究提供了科学依据, 科学家们预言有望在未来10年研究出完全生物来源的组织工程化人工牙以替代缺失牙。此外, 多孔聚乳酸材料也已在人造角膜、人造皮肤等领域得到了广泛研究和一定程度的应用。

作者结合临床上多见的骨结核疾病, 利用PLGA的支架性能和包载药物缓释性能, 正在设计并制备PLGA(乳酸与羟基乙酸质量比75 : 25)分别包载利福平、异烟肼等一线抗结核药物, 制成50~100 μm小球, 将含不同药物小球用生物黏合剂采用压膜法制成具有一定强度和形状, 置于骨缺损部位, 微球的孔洞和微球之间间隙有利于骨细胞贴附生长, PLGA的缓释降解保证了病灶部位的药物浓度, 该方法有望提高骨结核的治愈率。

### 3 讨论

在生物活性大分子控释体系方面, 生物活性大分子的高级、甚至一级结构在制备和释放过程中受到物理、机械、化学等因素的作用产生了不可逆的变化。除控制药物释放靶区、释放量及速率外, 保持蛋白和多肽药物在制剂制备、释放过程中的生物活性仍然是需要解决的关键问题。在组织工程支架材料方面, 研究如何在可生物降解聚合物支架上引入生物学、化学、物理学和力学信号, 并在不同时期通过一种或多种信号的协同作用, 诱导多细胞定位分布、定向分化和协调扩增, 确保其沿预定的途径扩增、分化并最终形成特定的组织。

聚乳酸类高分子材料因其具有良好的生物降解性和生物相容性而受到高度重视, 无论是作为缓释药物载体还是作为组织工程材料或同时作为药物载体和组织

工程支架, 都将得到巨大的发展。

#### 4 参考文献

- [1] 李像, 魏坤, 罗云, 等. 聚乳酸羟基乙酸/纳米羟基磷灰石-5-氟尿嘧啶复合微球的制备及体外释放[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2009, 13(47):9282-9286.
- [2] Mareschi K, Ferrero I, Rustichelli D, et al. Expansion of mesenchymal stem cells isolated from pediatric and adult donor bone marrow. J Cell Biochem. 2006;97(4):744-754.
- [3] Nukavarapu SP, Kumbhar SG, Brown JL, et al. Polyphosphazene/nano-hydroxyapatite composite microsphere scaffolds for bone tissue engineering. Biomacromolecules. 2008 ;9(7):1818-1825.
- [4] Bini TB, Gao SJ, Wang S, et al. Poly(L-lactide-co-glycolide) biodegradable emicrofibers and electrospun nanofibers for nerve tissue engineering: an in vitro study. Journal of materials science, 2006, 41(19):6453-6459.
- [5] 吴承尧, 权静, 李树白, 等. 高分子药物载体的应用及研究趋势[J]. 化学世界, 2009, 9:561-563.
- [6] Zhang P, Hong ZK, Yu T, et al. In vivo mineralization and osteogenesis of nanocomposite scaffold of ploy(lactide-co-glycolide) and hydroxyapatite surface-grafted with ploy(L-Lactide). Bio materials. 2008 ;1:1-13.
- [7] Yang YF, Zhao YH, Tang GW, et al. In vitro degradation of porous ploy(lactide-co-glycolide)/β-tricalcium phosphate (PLGA/β-TCP) scaffolds under dynamic and static conditions. Ploy degradation and stability. 2008 ;9(3): 1838-1845.
- [8] Yao L, Wang S, Cui W, et al. Effect of functionalized micropatterned PLGA on guided neurite growth. Acta Biomater. 2009 ;5(2):580-588.
- [9] 樊国栋, 陈佑宁, 张光华. 医用聚乳酸类高分子材料的应用[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2007, 11(18):3617-3620.
- [10] 朱振宇, 骆光林, 任鹏刚. 聚乳酸降解机理及其方法探讨[J]. 材料导报: 网络版, 2007, 2(1)35-37
- [11] Wang L, Venkatraman S, Kleiner L. Drug release from injectable depots two different in vitro mechanisms. Control Release. 2004 ;99(2):207-216.
- [12] 张海龙, 高玲美, 邵洪伟. 聚乳酸载药微球的制备及应用研究进展 [J]. 西北药学杂志, 2010, 25(2):158-160.
- [13] 杨小玲, 王珊, 张卫红. 聚乳酸基生物降解性高分子材料在医学领域的研究进展[J]. 中国生化药物杂志, 2010, 31(1):59-62.
- [14] Wang X, Venkatraman SS, Boey FY, et al. Controlled release of sirolimus from a multilayered PLGA stent matrix. Bio mater. 2006;27(23):5588-5595.
- [15] 赵耀明, 汪朝阳, 麦杭珍, 等. 聚乳酸的直接合成及其红霉素肺靶向药物微球的应用[J]. 高分子材料科学与工程, 2003, 19(5):145-148.
- [16] 王丹. 药物控释载体材料的性质[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2008, 12(6):1107-1110.
- [17] Bini TB, Gao SJ, Wang S, et al. Poly(L-lactide-co-glycolide) biodegradable emicrofibers and electrospun nanofibers for nerve tissue engineering: an in vitro study. Journal of material science. 2006;41(19):6453-6459.
- [18] Wang CH, Hsiue GH. New amphiphilic poly(2-ethyl-2-oxazoline) poly(L-lactide) triblock copolymers. Biomacromolecules. 2003; 4(6):1487-1490.
- [19] Basarkar A, Devineni D, Palaniappan R, et al. Preparation, characterization, cytotoxicity and transfection efficiency of poly(DL-lactide-co-glycolide) and poly(DL-lactic acid) cationic nanoparticles for controlled delivery of plasmid DNA. Int J Pharm. 2007 ;343(1-2):247-254.
- [20] Langer R, Vacanti JP. Tissue engineering. Science .1993;260 (5110):920-926.
- [21] 徐国富, 牟申周, 周灵平, 等. 仿生增强制备聚乳酸基骨组织工程复合材料[J]. 湖南大学学报: 自然科学版, 2006, 33(2):86-89.
- [22] Pan H, Jiang HL, Chen WL. The biodegrad-ability of electrospun Dextran/PLGA scaffold in a fibroblast/macroc co-culture. Biomaterials. 2008; (29):1583-1592.
- [23] Wang XY, Shan XZ, Wei M, et al. Bioactivity and biocompatibility of hydroxyapatite/DL-poly(lactic acid) composite: In-vitro implantation. Journal of Clinical Rehabilitative Tissue Eng Res. 2007; 35(11):7094-7097.
- [24] Itoh S, Kikuchi M, Koyama Y, et al. Development of a novel biomaterial hydroxyapatite/collagen composite for medical use. Biomed Mater Eng. 2005;15(1): 29-41.
- [25] Liao S, Wang W, Uo M, et al. A three-layered nano-carbonated Hydroxyapatite/collagen/PLGA composite membrane for guided tissue regeneration. Bio materials. 2005;26(36): 7564-7571.
- [26] 周红星. 组织工程中种子细胞粘附的研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2004, 19(8):630-633.
- [27] 刘明, 项舟, 裴福兴, 等. BMSCs种植双相复合支架修复兔关节软骨及软骨下骨缺损[J]. 中国修复重建外科杂志, 2010, 24(1):87-92.
- [28] Yen HJ, Tseng CS, Hsu SH, et al. Evaluation of chondrocyte growth in the highly porous scaffolds made by fused deposition manufacturing (FDM) filled with type II collagen. Biomed Microdevices. 2009;11:615-624.
- [29] Miko AG, Bao Y, Cima L G, et al. Preparation of poly (glycolic acid) bonded fiber structures for cell attachment and trans-plantation. Biomed Mater Res, 1993;27:183-189.
- [30] Nakanishi Y, Chen G, Komuro H, et al. Tissue-engineered urinary bladder wall using PLGA mesh-collagen hybrid scaffolds : a comparison study of collagen sponge and gel as a scaffold. Pediatr Surg .2003;38 (2): 1781-1784.
- [31] Young CS, Terada S, Vacanti J P, et al. Tissue engineering of complex tooth structures on biodegradable polymer scaffolds. Dent Res. 2002;181(10):695-700.

**关于作者:** 第一作者和通讯作者构思并设计本综述, 第一作者分析并解释数据, 经通讯作者审核, 所有作者共同起草, 第一作者对本文负责。

**基金资助:** 课题为天津市卫生局基金项目 (2010KY10)。

**利益冲突:** 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

**伦理批准:** 无涉及伦理冲突的内容

**此问题的已知信息:** 聚乳酸及其共聚物在组织工程支架细胞再生及药物载体缓释剂领域中被广泛研究和应用。

**本综述增加的新信息:** 聚乳酸及其共聚物既为支架材料, 又为药物载体材料在骨结核疾病造成骨缺损临床中的应用。

**临床应用的意义:** 由骨结核造成的骨缺损疾病, 临床上有望利用 PLGA 的支架性能和包载药物缓释性能, 提高骨结核的治愈率。