

可吸收内固定材料L/DL-聚乳酸的体外降解特性☆

张 力¹, 熊成东², 吕春堂³

Degradation of bioabsorbable fracture-fixation materials of poly (L/DL-lactide) *in vitro*

Zhang Li¹, Xiong Cheng-dong², Lü Chun-tang³

Abstract

BACKGROUND: Several absorbable polymers for fracture internal fixation are in use nowadays predominantly. The best-known is L-poly(lactic acid), which is biocompatible and biodegradable and has good mechanical properties. Problems arising from insufficient strength and foreign body reaction are reasons why up till now these devices are not used more extensively in oral maxillofacial surgery.

OBJECTIVE: To evaluate the biodegradation of absorbable L/DL-poly(lactic acid) (P(L/DL) LA) *in vitro*.

METHODS: The samples were subjected to aging at 37 °C in the phosphate buffered saline and instilled solution for 2, 4, 8, 12, 20 and 28 weeks. The macroscopic observation and scanning microscope were performed to evaluate the degradation of samples. The molecular weight, three-point bending strength and pH value were measured. The degradation rate was also investigated.

RESULTS AND CONCLUSION: There were 74.29% reduction of the molecular weight and 60.99% loss of mechanical property at 8 weeks. Double variables analysis was used to analyze the degradation rate of the molecular weight and the attenuation rate of the bending strength, results showed that the two were positively correlated ($r=0.958, P < 0.05$). Change of the pH was seen obviously after 20 weeks. Degradation of the samples was almost simultaneous on the out surface and in the center. It seems that the P(L/DL) LA has better mechanical properties and biodegradation. It is worth further medical research in oral maxillofacial surgery.

Zhang L, Xiong CD, Lü CT. Degradation of bioabsorbable fracture-fixation materials of poly (L/DL-lactide) *in vitro*. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2011;15(29):5347-5351. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

摘要

背景: 目前以左旋聚乳酸为代表的可吸收骨折内固定物已应用于临床, 这种人工合成的高分子聚合物充分展示了其优越性, 但同时也存在不足, 限制了其广泛应用。

目的: 评价可吸收内固定材料L/DL-聚乳酸的体外降解情况。

方法: 将L/DL-聚乳酸试件置于37 °C恒温的磷酸盐缓冲液中, 在2, 4, 8, 12, 20, 28周时间点取材, 进行大体观察、扫描电镜观察、三点弯曲强度测定、重均分子量检测并计算其降解率。另将相同试件置于蒸馏水中, 于不同时间点测其pH值变化。

结果与结论: 降解早期试件重均分子质量和机械强度下降较快, 8周时重均分子质量降解了74.29%, 机械强度衰减了60.99%, 随后趋于平缓; 对试件降解过程中抗弯强度衰减率和重均分子量降解率进行双变量相关性分析, 结果表明两者呈正相关性 ($r=0.958, P < 0.05$); pH值在20周后有较明显下降; L/DL-聚乳酸的降解腐蚀在其表面和内部几乎同时发生。提示L/DL-聚乳酸符合骨折内固定物的生物降解性和机械性能要求, 有望在颌面外科领域应用。

关键词: 骨折内固定; 可降解; 聚乳酸; 可吸收; 生物材料

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2011.29.007

张力, 熊成东, 吕春堂. 可吸收内固定材料L/DL-聚乳酸的体外降解特性[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(29):5347-5351. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

0 引言

以聚乳酸为代表的生物降解骨折内固定材料的优越性表现在可以避免机体对金属内固定物的不良反应, 如高弹性模量的金属板具有应力遮挡作用, 影响骨的愈合和改建; 机体对金属材料的组织排斥和金属腐蚀性可能引起的毒副作用, 并且避免骨折愈合后二次手术取出的弊病^[1-3]。现有的可吸收骨折内固定物也存在不足, 如机械强度有待进一步提高, 降解时间过长, 可能发生迟发性异物反应等并发症, 使其临床应用受到一定限制^[4-6]。为此, 作者与中

院成都有机化学研究所合作研制了左旋聚乳酸 (poly L-lactic acid, PLLA) 与外消旋聚乳酸 (poly D, L-lactic acid, PDLLA) 共聚物——L/DL-聚乳酸 [P(L/DL)LA], 该材料为低结晶度、无定形物质, 以期在保证一定机械强度的前提下, 缩短降解时间, 减少并发症, 应用于颌面外科领域, 并对其性能进行了系列研究。本文观察了该材料在体外环境中的降解性能, 为进一步实验和临床应用提供依据。

1 材料和方法

设计: 对比观察实验。

¹Department of Oral and Maxillofacial Surgery, General Hospital of Shenyang Military Area Command, Shenyang 110016, Liaoning Province, China; ²Chengdu Institute of Organic Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, Sichuan Province, China; ³Department of Stomatology, Changhai Hospital, Second Military Medical University of Chinese PLA, Shanghai 200433, China

Zhang Li☆, Doctor, Attending physician, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, General Hospital of Shenyang Military Area Command, Shenyang 110016, Liaoning Province, China zhangli_024@yahoo.com.cn

Received: 2011-05-01
Accepted: 2011-06-17

¹解放军沈阳军区总医院口腔颌面外科, 辽宁省沈阳市110016; ²中科院成都有机化学研究所, 四川省成都市610041; ³解放军第二军医大学长海医院口腔科, 上海市200433

张力☆, 男, 1968年生, 辽宁省锦州市人, 汉族, 2006年中国医科大学毕业, 博士, 主治医师, 主要从事颌面部创伤及生物材料研究。zhangli_024@yahoo.com.cn

中图分类号:R318
文献标识码:B
文章编号:1673-8225
(2011)29-05347-05

收稿日期: 2011-05-01
修回日期: 2011-06-17
(20110601012/G·W)

时间及地点: 于2008-03/2009-05在解放军沈阳军区总医院实验室完成。

材料: P(L/DL)LA板材由中科院成都有机化学研究所合成, 初始重均分子质量(M_w)为 7.0×10^5 , 成分比 PLLA : PDLLA=65 : 35, 初始抗弯强度160 MPa, T_g 59 °C, 单体残留量0.7%, 其外观为无色透明状、表面光滑, 切割成长条状试件, 规格为30 mm×5 mm×2 mm, 真空干燥后, 称质量编号。

方法:

缓冲介质中降解: 配制0.1 mol/L pH 7.4磷酸盐缓冲液(PBS)300 mL, 平分装入6个容器中, 每个容器放入4个试件, 置于(37±1) °C的CO₂孵箱中, 每5 d更换一次PBS液, 保持pH值恒定。分别于2, 4, 8, 12, 20, 28周取4个试件, 滤纸吸去水份后, 真空干燥。

非缓冲介质中降解: 将相同试件浸泡于50 mL蒸馏水中(pH 6.4), 置(37±1) °C的CO₂孵箱中, 于处理后不同时间点测定浸泡液的pH值。

试件大体观察: 将不同时间点试件取出, 观察每组试件的形态、色泽和透明度变化。

试件扫描电镜观察: 取不同时间点试件, 按常规标准制备标本, 以扫描电镜(HITACHI S-2700; JEOL JSM-840)观察表面形貌变化。

试件抗弯强度测定: 采用岛津AG-5000A电子万能试验机进行三点弯曲强度检测, 测试条件为: 加载速度10 mm/min, 跨距20 mm, 测得最大断裂力值, 换算成试件的抗弯强度(MPa), 并根据如下公式计算出强度衰减率。

$$SDR = (S_0 - S_n) / S_0 \times 100\%$$

SDR为衰减率, S_{0w} 为试件初始抗弯强度, S_n 为降解中不同时间点试件抗弯强度。

试件 M_w 测定: 以四氢呋喃为溶剂, 浓度2 g/L, 室温下采用WATERS公司150 ALC/GPC仪测定试件的 M_w , 柱子为WATERS ULTRASTYRAGEL凝胶柱, 记录各组试件的重均分子质量, 并根据如下公式计算降解率。

$$BDR = (M_{w0} - M_{wn}) / M_{w0} \times 100\%$$

BDR为降解率, M_{w0} 为试件初始重均分子质量, M_{wn} 为降解中不同时间点试件重均分子质量。

主要观察指标: 观察各时间点试件的体外降解情况, 进行扫描电镜观察, 三点弯曲强度测定, 分子质量检测并计算其降解率。

统计学分析: 由第一作者采用SPSS 12.0软件对实验数据进行统计学分析, 多组间均数比较采用单因素方差分析, 两两比较用 q 检验, 试件抗弯强度与 M_w 间用双变量相关性分析, $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

2 结果

2.1 试件大体观察结果 2周时P(L/DL)LA试件与浸泡前无明显变化。4周时试件透明度略降低, 呈白色雾状, 表面粗糙。8周时白色雾状斑片增多, 试件呈半透明状, 表面凹凸, 大体形状无变化。12周时试件呈白垩色, 不透明, 仍有原来外形。20周时表面无光泽, 粗糙, 边角圆钝。28周时试件表面呈点凹状, 边角有缺损, 外形不完整。

2.2 试件扫描电镜观察结果 初始材料表面光滑、平整和致密, 随着降解时间延长; 4周时表面凹凸不平, 蚕食样改变, 局部出现微孔、沟槽, 逐渐增多, 孔径变大, 有一定方向性; 28周时已呈蜂窝状, 见图1~3。

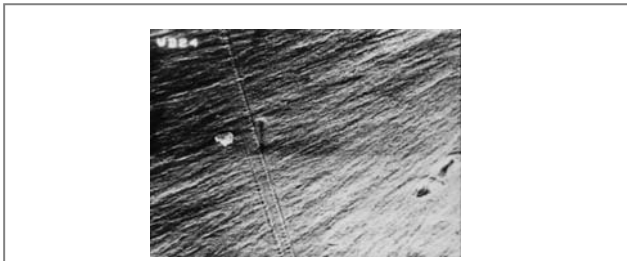


Figure 1 Observation results of poly (L/DL-lactide) initial primary material surface under scanning electron microscope (×1 000)
图1 L/DL-聚乳酸初始材料表面扫描电镜观察结果 (×1 000)

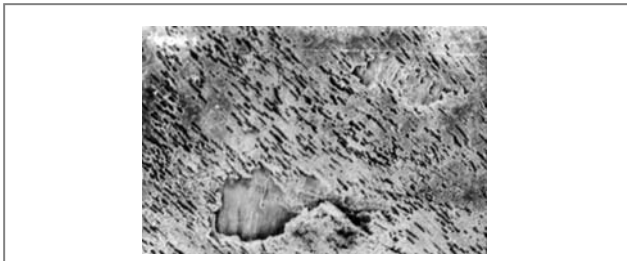


Figure 2 Observation results of poly (L/DL-lactide) initial degradation for 4 wk *in vitro* under scanning electron microscope (×1 000)
图2 L/DL-聚乳酸体外降解4周扫描电镜观察结果 (×1 000)

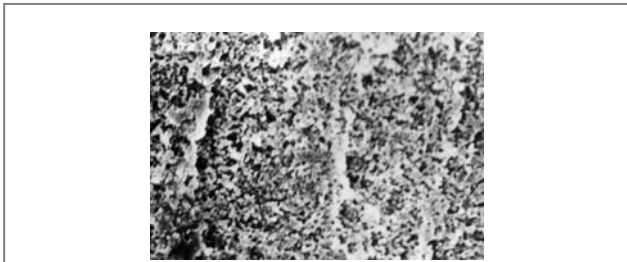


Figure 3 Observation results of poly (L/DL-lactide) initial degradation for 28 wk *in vitro* under scanning electron microscope (×1 000)
图3 L/DL-聚乳酸体外降解28周扫描电镜观察结果 (×1 000)

2.3 试件抗弯强度及衰减率 见表1。

表1 试件降解过程中抗弯强度及衰减率变化				
Table 1 Change in the bending strength and the rate of degradation of the samples (MPa)				
Item	Time (wk)			
	0	2	4	8
Bending strength				
NO.1	160	146.32	91.02	63.33
NO.2	160	141.06	90.34	63.65
NO.3	160	145.67	87.59	60.25
$\bar{x}\pm s$	160 ± 0	144.35 ± 2.87	89.65 ± 1.82	62.41 ± 1.88
Rate of degradation (%)				
	0	9.78	43.97	60.99
Item	Time (wk)			
	12	20	28	
Bending strength				
NO.1	37.83	28.16	21.80	
NO.2	37.02	30.96	23.57	
NO.3	35.82	27.34	22.04	
$\bar{x}\pm s$	36.89 ± 1.01	28.82 ± 1.90	22.47 ± 0.96	
Rate of degradation (%)				
	76.94	81.99	85.96	

P(L/DL)LA材料在体外降解中, 早期抗弯强度衰减较快, 4周时抗弯强度衰减了43.97%, 8周时抗弯强度丧失60.99%, 并且各组间差异均有显著性意义($P < 0.05$)。

2.4 试件 M_w 测定及降解率计算 P(L/DL)LA材料在体外降解中, 早期 M_w 下降较快, 4周时 M_w 降解了21.71%, 8周时 M_w 降解了74.29%, 之后趋于平缓, 见表2。

表2 试件降解过程中重均分子量及降解率变化				
Table 2 Change of molecular weight and the rate of degradation of the samples				
Item	Time (wk)			
	0	2	4	8
Bending strength				
NO.1	7	5.94	5.51	1.85
NO.2	7	5.91	5.51	1.79
NO.3	7	5.82	5.42	1.76
$\bar{x}\pm s$	7 ± 0	5.89 ± 0.06	5.48 ± 0.05	1.80 ± 0.05
Rate of degradation (%)				
	0	15.86	21.71	74.29
Item	Time (wk)			
	12	20	28	
Bending strength				
NO.1	1.22	0.95	0.90	
NO.2	1.19	0.93	0.84	
NO.3	1.28	0.90	0.81	
$\bar{x}\pm s$	1.23 ± 0.05	0.92 ± 0.03	0.85 ± 0.05	
Rate of degradation (%)				
	82.43	86.76	87.86	

另外, 对降解过程中试件 M_w 与抗弯强度两者间进行了双变量相关性分析, 结果显示二者成正相关性($r=0.958$, $P < 0.05$), 见图4。

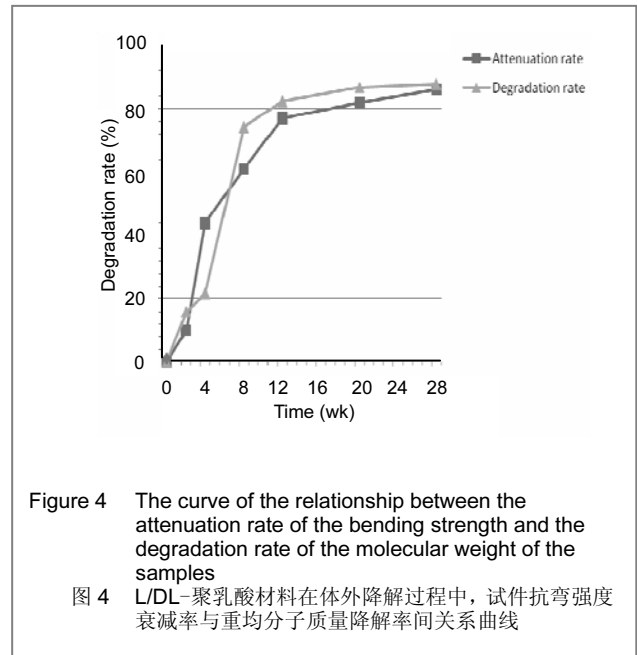


Figure 4 The curve of the relationship between the attenuation rate of the bending strength and the degradation rate of the molecular weight of the samples

图4 L/DL-聚乳酸材料在体外降解过程中, 试件抗弯强度衰减率与重均分子量降解率间关系曲线

2.5 P(L/DL)LA体外降解pH值变化 在P(L/DL)LA体外降解过程中, 16周以前pH值基本保持稳定, 20~24周pH值有一较明显下降, 随后至28周呈缓慢下降趋势, 见图5。

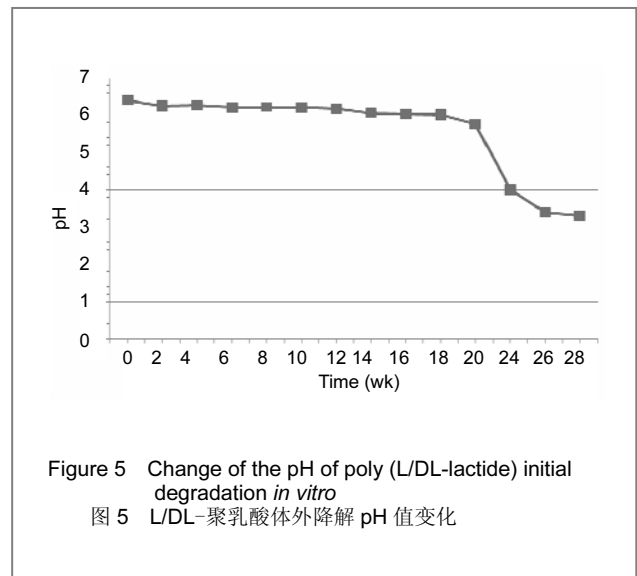


Figure 5 Change of the pH of poly (L/DL-lactide) initial degradation *in vitro*

图5 L/DL-聚乳酸体外降解 pH 值变化

3 讨论

聚乳酸有4种立体异构方式, 其中外消旋PDLLA为非晶态无定形物质, 左旋PLLA的结晶度较高^[7-9]。以往的研究表明, 无定形聚合物在体内应用时并发症少, 但由于强度较低、降解较快, 不足以保证骨折正常愈合^[10-11]。而结晶度高的聚合物虽然机械强度高, 但降解时间过长, 其晶体颗粒是术后局部肿胀等并发症的主要原因^[12-13]。已经证实通过改变聚合物中单体的结晶度和比例可以调节聚合物的机械强度和降解速度^[14]。为了弥补上述两种

材料的不足, 作者将高结晶度PLLA与非晶态PDLLA按一定比例聚合, 制成了新型高分子质量P(L/DL)LA共聚物, 期望与颌面部等非承重骨折愈合过程相匹配, 一方面具有较高的初始机械强度和强度保持期, 能够满足骨折正常愈合所需的力学性能要求, 另一方面骨折固定物又有适宜的降解吸收速度, 随着骨折愈合完成能够尽快被机体完全吸收, 减少并发症的发生。

可吸收高分子聚乳酸降解的主要方式为水解裂解^[15-17], 水进入高分子材料, 伴随着溶胀, 分子链上酯键随意性水解断裂, 大分子降解为小分子, 机械强度随之衰减, 当可溶于介质的小分子或单体释放时, 改变了物体的微细结构, 形成细孔, 孔径逐渐增大, 裂解成小的碎块, 最终完全降解被机体吸收。因此, 材料降解首先是分子质量下降, 机械强度的丧失, 然后有重量的减少。其中, 分子质量和机械强度是降解过程中重要的观察参数^[18-19]。

聚合物的特性是其降解规律的决定因素, 包括聚合物的分子质量、结晶度、分子链中化学键类型、共聚物成份以及介质的pH值等^[20]。实验证明, 可降解聚合物在体内、体外的降解规律具有很好的相似性, 体外降解结果通常可以用来预见体内的降解表现^[21-23]。因而, 一种可降解材料在应用于体内之前, 尤其在材料研制和筛选阶段需要进行体外降解实验。体外实验具有: ①简便, 准确。②可以长期、大样本观察。③实验条件可以控制等优点。另外, 体外降解模型大多采用恒定温度(37 °C)和pH的PBS缓冲液, 同时在没有缓冲能力的溶液中, 观察pH值变化^[24-25]。

从实验结果看, P(L/DL)LA体外降解早期分子质量和机械强度降解较快, 4周时分子质量降解了21.71%, 抗弯强度衰减了43.97%, 8周后趋于平缓。这是因为P(L/DL)LA分子链上酯键水解断裂是随意的, 每个酯键都可能被水解, 在早期聚乳酸的分子链长, 被水解部位多, 分子质量降低也快, 重均分子质量降低表明聚合物中酯键的断裂。而长链分子的降解断裂导致了聚合物的抗弯强度随之衰减, 二者呈正相关关系。国外学者对聚乳酸、聚乙醇酸和PDS的降解也有类似报道^[26-27]。本实验采用的P(L/DL)LA材料初始抗弯强度为160 MPa, 虽然降解早期强度下降较快, 但4周后抗弯强度仍有90 MPa, 8周时60 MPa。考虑到颌面部骨骼多为非承重骨, 承受力较小, 同时颌面部血运丰富, 骨折愈合和改建较快, 一般为4~8周。因此, 可以推测该材料能够满足大部分颌面部骨折愈合的固定要求, 有待动物体内实验证实。

在P(L/DL)LA体外降解过程中, 试件浸泡液的pH值在20周之前仅有小幅降低, 可能是材料在降解早期主要表现为长链大分子的断裂, 而乳酸单体释放较少, 随着降解时间延长, 长链大分子水解成小分子逐渐增多, 乳酸单体释放增加^[28-29]。同时, 实验所用浸泡液为静止的

非缓冲介质, 乳酸单体的大量积聚导致了20周后介质pH有一较明显下降。这说明材料分子质量降解不等于同期内有大量乳酸释放, 提示在体内植入聚乳酸的降解释放不会对骨折初期愈合产生影响。由于体内组织是具有代谢能力的缓冲环境, P(L/DL)LA的酸性降解产物在体内的代谢情况需进一步的实验研究。扫描电镜结果显示, P(L/DL)LA在降解同时有材料形态结构的改变, 而且表面及内部结构几乎同步发生改变, 表现为有一定方向性微孔形成, 并逐渐增多、密集。这种降解腐蚀方式对初期强度保持不利, 国外已研制了多种涂料如羟基磷灰石等^[30], 包裹聚合物表面以延缓其早期降解, 体外实验取得较好效果。这为今后进行材料改进提供了有益的参考。

综上所述, 本文初步证实了P(L/DL)LA材料具有较理想的体外生物降解和机械强度特性, 具有一定的实验研究价值。

4 参考文献

- [1] Eppley BL, Morales L, Wood R, et al. Resorbable PLLA-PGA plate and screw fixation in pediatric craniofacial surgery: clinical experience in 1883 patients. *Plast Reconstr Surg.* 2004;114(4): 850-856.
- [2] Laine P, Kontio R, Lindqvist C, et al. Are there any complications with bioabsorbable fixation devices? *Int J Oral Maxillofacial Surg.* 2004;33:240-244.
- [3] Toro C, Robiony M, Zerman N. Resorbable plates in maxillary fixation. A 5-year experience. *Minerva Stomatol.* 2005;54(4): 199-206.
- [4] Yerit KC, Hainich S, Turhani D, et al. Stability of biodegradable implants in treatment of mandibular fractures. *Plast Reconstr Surg.* 2005;115(7):1863-1870.
- [5] Yerit KC, Enislidis G, Schopper C, et al. Fixation of mandibular fractures with biodegradable plates and screws. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002;94(3):294-300.
- [6] Gerlach KL. Treatment of zygomatic fractures with biodegradable poly(L-lactide)plates and screws. *Clinical Implant Material.* 1990: 573-578.
- [7] Zhu MH, Jiang L. Guowai Yixue: Shengwu Yixue Gongcheng Fence. 1996;19(6):343-346.
朱明华, 蒋丽. 高分子材料的降解及腐蚀机理[J]. 国外医学: 生物医学工程分册, 1996; 19(6): 343-346.
- [8] Pierre M, Raymond C, Sylwester G. Effect of in vivo and in vitro degradation on molecular and mechanical properties of various low molecular-weight poly lactides. *J Biomed Mater Res.* 1997; 36(3): 374-380.
- [9] Suuronen R, Pohjonen T, Hietanen J, et al. A five-year in vitro and in vivo study of the biodegradation of polylactide plates. *J Oral Maxillofac Surg.* 1998;56:604-614.
- [10] Landes C, Ballon A, Roth C. Maxillary and mandibular osteosyntheses with PLGA and P(L/DL)LA implants: a 5-year inpatient biocompatibility and degradation experience. *Plast Reconstr Surg.* 2006;117(7):2347-2360.
- [11] Chu CC, Lin HL, Grubb D, et al. Hydrolytic degradation of polyglycolic acid tensile strength and crystallinity study. *J App Poly Sci.* 1981;26(2):1727-1732.
- [12] Bergsma EJ. A 5-year in vitro and in vivo study of the Biodegradation of polylactide plates. Discussion. *J Oral Maxillofacial Surg.* 1998;56(3):614-615.
- [13] Hasegawa Y, Sakano S, Iwase T, et al. The long-term behavior of poly-L-lactide screws in a minipig fracture model: preliminary report. *J Biomed Mater Res.* 2002;63(6):679-85.
- [14] Lee HB, Oh JS, Kim SG, et al. Comparison of titanium and biodegradable miniplates for fixation of mandibular fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68(9):2065-2069.
- [15] Bayram B, Araz K, Uckan S, et al. Comparison of fixation stability of resorbable versus titanium plate and screws in mandibular angle fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(8):1644-1648.
- [16] Laughlin RM, Block MS, Wilk R, et al. Resorbable plates for the fixation of mandibular fractures: a prospective study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65(1):89-96.

- [17] Bayat M, Garajei A, Ghorbani K, et al. Treatment of mandibular angle fractures using a single bioresorbable miniplate. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68(7):1573-1577.
- [18] Ferretti C. A prospective trial of poly-L-lactic/polyglycolic acid co-polymer plates and screws for. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2008;37(3):242-248.
- [19] Bell RB, Kindsfater CS. The use of biodegradable plates and screws to stabilize facial fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006; 64(1):31-39.
- [20] Ylikontiola L, Sundqvist K, Sándor GK, et al. Self-reinforced bioresorbable poly-L/DL-lactide [SR-P(L/DL)LA] 70/30 miniplates and miniscrews are reliable for fixation of anterior mandibular fractures: a pilot study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;97(3):312-317.
- [21] Landes CA, Kriener S, Menzer M, et al. Resorbable plate osteosynthesis of dislocated or pathological mandibular fractures: a prospective clinical trial of two amorphous L-/DL-lactide copolymer 2-mm miniplate systems *Plast Reconstr Surg.* 2003; 111(2):601-610.
- [22] Suzuki T, Kawamura H, Kasahara T, et al. Resorbable poly-L-lactide plates and screws for the treatment of mandibular condylar process fractures: a clinical and radiologic follow-up study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004;62(8):919-924.
- [23] Eppley BL. Use of resorbable plates and screws in pediatric facial fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005;63(3):385-391.
- [24] Rasse M, Moser D, Zahl C, et al. Resorbable poly(D,L)lactide plates and screws for osteosynthesis of condylar neck fractures in sheep. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2007;45(1):35-40.
- [25] Agarwal S, Gupta A, Grevious M, et al. Use of resorbable implants for mandibular fixation: a systematic review. *J Craniofac Surg.* 2009; 20(2):331-339.
- [26] Leenslaq JW, Penninqs AJ, Bos RR, et al. Resorbable materials of poly(L-lactide). VII. In vivo and in vitro degradation. *Biomaterials.* 1987;8(4):311-314.
- [27] Ueki K, Marukawa K, Shimada M. Maxillary stability following Le Fort I osteotomy in combination with sagittal split ramus osteotomy and intraoral vertical ramus osteotomy: a comparative study between titanium miniplate and poly-L-lactic acid plate. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006;64(1):74-80.
- [28] Kotola T, Suuronen R, Kontio R, et al. Bioabsorbable plates and screws for fixation of mandibulotonies in Ablative Oral Cancer Surgery. *J Oral Maxillofacial Surg.* 2010;68:1753-1762.
- [29] Katsuhiko O, Koichiro U, Kohei M, et al. An experimental study of use of absorbable plate in combination with self-setting tricalcium phosphate for orthognathic surgery. *Oral Surg Ora Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010;110:560-569.
- [30] Pietrzak WS. Principles of development and use of absorbable internal fixation. *Tissue Eng.* 2000;6(4):413-424.

来自本文课题的更多信息——

作者贡献: 实验设计、实施、资料收集为第一作者; 材料制备第二作者; 评估为第一、三作者。

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。

本文创新性: 检索 CNKI, PubMed 数据库截止至 2011-04 的相关文献, 资料显示可吸收骨折内固定物具有良好的生物相容性和机械性能, 目前国外的可吸收骨折内固定物产品已经产业化, 主要有聚乙醇酸(或聚乙交酯)和聚乳酸(或聚丙交酯), 以及由不同成分比例混合组成的自加强复合物等, 并应用于临床。而国内这方面研究较少, 大多处于材料实验阶段, 仅有外消旋聚乳酸固定棒进入了临床试验应用。

作者研制的国产新型 L/DL-聚乳酸材料是按一定比例合成的左旋聚乳酸与外消旋聚乳酸共聚物, 旨在综合利用左旋聚乳酸和外消旋聚乳酸的各自特点, 在保证初始机械强度和强度保持期的前提下, 缩短降解时间, 减少并发症的发生, 开发出适用于颌面外科领域的微型接骨板。文章探讨了该材料在体外环境中的降解过程、力学强度变化和分子质量衰减情况, 为进一步实验和临床应用提供依据。

生物材料在普外科临床应用的相关文章摘要: 本刊学术部

主题: 可吸收生物缝合线在普外科中的应用

作者: 郭善敏, 方伟, 赫杰等.

关键词: 可吸收生物缝合线; 普外科手术; 缝合材料

发表时间: 2004.21(12): 1570-1571

摘要: 目的探讨可吸收生物缝合线在普外科手术中的应用价值。方法将120例施行普外科手术患者分为两组, 观察可吸收生物缝合线和普通丝线对切口愈合的影响。结果可吸收生物缝合线组患者切口并发症明显低于普通丝线缝合组($P < 0.05$)。结论可吸收生物缝合线是手术缝合材料的一种创新, 对减少切口并发症有重要的临床意义。

主题: 脐尿管肿瘤切除应用生物材料一期修补腹壁缺损一例

作者: 吴晓松.

关键词: 腹壁缺损; 生物材料; 脐尿管肿瘤; 修补

基金: 广东省科技攻关基金(2005B20401006); 广东省自然科学博士启动基金(05300170)

发表时间: 2007.1(02): 126

摘要: 正患者女, 52岁, 主因腹壁肿物切除术后3年, 切口下发现包块2年入院。3年前患者因“腹壁肿物”在外院行腹壁肿物切除术, 术后病理回报为良性肿物。2年前再次在手术部位出现相同性质肿物, 肿物逐渐形增大。入院查体: 腹部平坦, 右下腹瘢痕下可触及12 cm×8 cm大小包块, 质硬。B超提示: 右下腹实质性包块, 约8 cm×6.0 cm×5.0 cm, 边界不清。考虑诊断: 腹壁包块性质待查, 不能除外腹壁硬纤维。

主题: 聚乳酸凝胶预防腹腔粘连的研究

作者: 李幼林, 潘江华, 童晓春等.

关键词: 聚乳酸凝胶; 术后; 腹腔粘连

基金: 浙江省温州市科技局课

题: Y20060158

发表时间: 2008.43(05): 427-429

摘要: 目的探讨聚乳酸凝胶预防腹腔粘连的疗效。方法将大白兔随机分为实验组和对照组, 在全麻下于兔回盲部结肠人工形成创面并切除对应的壁层腹膜建立肠粘连动物模型, 实验组创面均匀涂布聚乳酸凝胶, 对照组创面不予处理, 分别于术后2周和12个月行大体、光镜和电镜观察。结果术后2周实验组粘连分级比对照组低($P < 0.05$); 术后12个月实验组粘连分级比对照组明显低($P < 0.01$)。结论聚乳酸凝胶可有效减少大白兔术后腹腔粘连的发生。

主题: 医用生物蛋白胶在普外科手术的应用——附153例临床分析

作者: 王海东, 郑进方, 邢贻雷等.

关键词: 生物蛋白胶; 出血; 消化道漏

发表时间: 2001.1(03): 133-134

摘要: 目的 评价医用生物蛋白胶在普外科手术中止血及预防消化道漏的疗效。方法 153例普外科手术中医用生物蛋白胶止血及防漏的应用效果, 并和对照组进行比较。结果治疗组术后出血明显减少, 且无1例出现消化道漏。结论 医用生物蛋白胶有良好的止血及防漏作用, 可被组织吸收, 未发现不良反应。