

冠状动脉支架材料类型与置入后的效果评价

龙腾河, 廖明壮, 罗焕江, 董刚志

Material type and treatment effect of coronary stents implantation

Long Teng-he, Liao Ming-zhuang, Luo Huan-jiang, Dong Gang-zhi

Abstract

OBJECTIVE: Coronary stents include bare metal stents, drug-eluting stents, biodegradable stents and new types of stents such as radioactive stents, vein-covered stents and gene stents. How to choose the appropriate stent to achieve the best therapeutic effect is the medical research focus.

OBJECTIVE: To describe the clinical application of coronary stents, and to investigate the treatment effect of coronary stent implantation.

METHODS: Using "coronary stents, bare metal stents, drug eluting stents, biodegradable stent, cardiovascular new stent, blood coagulation system, inflammatory response" in Chinese as the key words, a computer search was performed in Chinese Journal Full-text Database (CNKI: 2002/2010). Meta analysis and reproducible study were excluded. A total of 27 articles were screened out, focusing on the coronary stent types, research progress and their biocompatibility, blood coagulation system changes after implantation of coronary stents, and inflammation reaction after coronary stents implantation.

RESULTS: ① No matter bare metal stents, drug-eluting stents, biodegradable stents or new stents, the cardiovascular stents are modified in order to improve the biocompatibility and biomechanical properties. ② The biocompatibility of cardiovascular stents is a complex process, blood compatibility and tissue compatibility are two basic compositions for the assessment of the biocompatibility. ③ The mechanical properties of cardiovascular stents analyzed using finite element analysis can provide useful help for the optimal design.

CONCLUSION: The present cardiovascular stents have not completely solved the biocompatible problem, an ideal cardiovascular stent deserves further development and research.

Long TH, Liao MZ, Luo HJ, Dong GZ. Material type and treatment effect of coronary stents implantation. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2010;14(25):4725-4728. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

Department of Radiology, Fourth Affiliated Hospital of Guangxi Medical University (Liuzhou Workers Hospital), Liuzhou 545001, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

Long Teng-he, Attending physician, Department of Radiology, Fourth Affiliated Hospital of Guangxi Medical University (Liuzhou Workers Hospital), Liuzhou 545001, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China
longtenhe1965@yahoo.com.cn

Received: 2010-04-20
Accepted: 2010-05-13

摘要

目的: 冠状动脉内支架有金属裸支架、药物涂层支架、生物降解支架以及新型支架如放射性血管支架、静脉覆盖支架和基因支架等多种。如何选择适宜的支架, 以取得最佳的治疗效果, 是目前医学界研究的热点。

目的: 阐述冠状动脉支架的临床应用进展, 并探讨冠状动脉支架置入后的治疗效果。

方法: 作者以“冠状动脉内支架, 金属裸支架, 药物涂层支架, 生物降解支架, 心血管新型支架, 凝血系统, 炎症反应”为检索词, 在中国期刊全文数据库(CNKI: 2002/2010)中, 采用电子检索的方式进行文献检索。排除 Meta 分析及重复性研究, 共检索到 27 篇文献, 从冠状动脉支架的种类、研究进展及其生物相容性, 冠状动脉支架置入后凝血系统的变化, 以及冠状动脉支架置入后炎症反应等方面进行探讨。

结果: ①不论是金属裸支架、药物涂层支架、生物降解支架以及新型支架, 其支架材料的改进更新均以改善生物相容性和生物力学性能为目标。②心血管支架的生物相容性是一个复杂的连锁过程, 血液相容性和组织相容性是评定生物相容性的两项基本内容。③利用有限元分析心血管支架材料的力学特性可为未来支架的优化设计提供有益的帮助。

结论: 现行的心血管支架尚未完全解决生物相容性问题, 理想的心血管支架还有待进一步的深入开发与研究。

关键词: 冠状动脉内支架; 金属裸支架; 药物涂层支架; 生物降解支架; 心血管新型支架; 凝血系统; 炎症反应

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2010.25.041

龙腾河, 廖明壮, 罗焕江, 董刚志. 冠状动脉支架材料类型与置入后的效果评价[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(25):4725-4728. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

广西医科大学第四附属医院(柳州市工人医院)放射科, 广西壮族自治区柳州市 545001

龙腾河, 男, 1965年生, 广西壮族自治州融安县人, 汉族, 2004年广西医科大学毕业, 主治医师, 主要从事心血管疾病的影像研究。
longtenhe1965@yahoo.com.cn

中图分类号:R318
文献标识码:B
文章编号:1673-8225(2010)25-04725-04

收稿日期: 2010-04-20
修回日期: 2010-05-13
(20100531007/M-Y)

0 引言

21世纪人口老龄化日益加速, 心血管疾病的防治已成为国内外医学界关注的重点。于1969年Dottert首次利用金属环在动物体内作血管支架以保持血管内血流畅通。1987年Sigwart等成功地实施了第一例冠状动脉支架手术。之后, 冠状动脉支架作为冠状动脉粥样硬化性心脏病(冠心病)支架治疗史上的第二个里程碑而被广泛接

受。到21世纪初, 以Cypher和TAXUS为代表的药物洗脱支架则被誉为第三个里程碑。支架置入术目前已被广泛应用于心血管疾病的治疗。文章总结了近年来国内相关文献, 介绍了冠状动脉内支架的临床应用进展, 探讨了冠状动脉支架的材料类型对置入后治疗效果的影响。

1 资料和方法

1.1 入选标准 纳入标准: 不同材料、类型冠状

动脉支架置入后的治疗效果。排除标准: ①Meta分析。

②重复性研究。

1.2 资料提取策略 以“冠状动脉内支架, 金属裸支架, 药物涂层支架, 生物降解支架, 心血管新型支架, 凝血系统, 炎症反应”为检索词, 在中国期刊全文数据库(CNKI: 2002/2010)及Medline 数据库(Pubmed: 1974/2009)中, 采用电子检索的方式进行文献检索。

1.3 检索结果及评价 共检索到27篇文章, 包括研究类24篇, 综述3篇。

冠状动脉支架研究进展及生物相容性:

2 结果

2.1 冠状动脉支架类型、研究进展及其生物相容性 目前冠状动脉支架置入术已成为治疗冠心病、冠状动脉硬化等心血管系统疾病的重要手段, 冠状动脉支架有金属裸支架、药物涂层支架、生物降解支架以及新型支架如放射性血管支架、静脉覆盖支架和基因支架等多种^[1], 对其研究进展和生物相容性结合文献分析如下。

作者及发表杂志	实验材料	实验方法	实验结果与结论
赵燕超等 ^[2] , 《中国生物医学工程学报》	二环己基碳化二亚胺; 肝素; 具有官能侧基的脱保护聚乳酸; 吗啉二酮衍生物共聚物	采用共价键连接技术	通过共价键成功的将肝素接枝到吗啉二酮衍生物与聚乳酸的共聚物材料上。实验证明, 这种材料可以对肝素的释放进行控制。将这种材料喷涂到心血管金属裸支架上, 表面光滑, 扩张后无撕裂。体内实验研究表明, 这种材料具有很好的生物相容性, 无血栓和再狭窄情况的发生。所以该共聚物材料可以作为药物洗脱支架的良好载体材料, 且有着广阔的应用前景
袁晋青等 ^[3] , 《中国循环杂志》	金属支架由 316 L 医用不锈钢丝编织而成, 将该支架浸入含有交联剂的明胶溶液一定时间后, 经干燥制成蛋白涂层	蛋白涂层支架植入 13 只小型猪冠状动脉前降支中段	在小型猪冠状动脉模型中, 通过球囊导管系统植入蛋白涂层支架在技术上简便可行。该涂层支架不引起严重局部组织反应, 因此交联蛋白做为金属支架的涂层具有良好的生物相容性且无致血栓性
刁繁荣等 ^[4] , 《心脏杂志》	支架主体为直径 2.5~3.0 mm、长度 18 mm 的 316L 医用不锈钢支架, 预装在球囊导管上。涂层材料为生物相容性好的高分子聚合材料 (PBMA/PEVA); 采用微喷法制备聚合材料及雷帕霉素涂层支架, 聚合材料及雷帕霉素-替罗非班复合药物涂层支架, 载药量分别为携带雷帕霉素 1.2 μg/mm ² 、雷帕霉素 1.2 μg/mm ² 和替罗非班 0.7 μg/mm ² , 涂层厚度为 6~10 μm, 应用封装型载药方式, 即在最外层涂覆一层不可降解的药物释放控制层	8 只小型猪随机分为单纯雷帕霉素涂层支架组和雷帕霉素-替罗非班复合药物涂层支架组, 每只动物于冠状动脉中置入支架 2 枚	雷帕霉素-替罗非班复合药物涂层支架可有效预防 PCI 术后支架内血栓形成。雷帕霉素-替罗非班复合药物涂层支架防治支架内再狭窄的疗效与单纯雷帕霉素支架无差异
钱杰等 ^[5] , 《中国循环杂志》	金属支架由 316L 不锈钢丝编织而成, 其涂层是通过把支架放入有交联剂的明胶溶液中浸泡而成。基因载体为 PcDNA 2 质粒, 并携带有 β-半乳糖苷酶标记基因, 该基因编码核特异性 β-半乳糖苷酶	首先将蛋白涂层支架分别固定在 3.0 mm 或 3.5 mm 经皮冠状动脉腔内成形术球囊上并在浓度为 8 g/L 的基因原液中浸泡 3 min, 然后通过 8F 大腔引导导管将支架送入小型猪冠状动脉前降支中段 (转基因组), 另外把没有浸泡过基因的支架也送入小型猪冠状动脉前降支中段 (对照组)	所有转基因动物均有基因表达。转基因表达出现在内膜、中层和外膜。中层平滑肌细胞转染率为 3.0%。远处器官和对照组冠状动脉均未显示核特异性 β-半乳糖苷酶阳性表达。结果表明蛋白涂层支架在质粒介向下向血管内转基因有效、可行, 因此, 它有可能成为冠状动脉腔内成形术后再狭窄基因治疗的有效转基因系统
刘斌等 ^[6] , 《中国实验诊断学》	以多聚物为载体应用 SPDP 方法制成内皮前体细胞 CD34 抗体洗脱支架	将紫杉醇支架、CD34 抗体支架、裸支架分别植入到犬的冠状动脉狭窄段, 4 周后处死取出支架段血管行病理学观察及计算机图像分析血管总面积、内膜增生面积以及内膜增生面积百分比	CD34 抗体支架组内膜增生面积及内膜增生百分比比较裸支架组减低, 紫杉醇支架组内膜增生面积及内膜增生百分比比较裸支架组也减低, 但较 CD34 抗体支架组无明显差别。结论: 生物可降解载体内皮前体细胞 CD34 抗体支架较裸支架, 可明显加速内皮修复, 明显降低再狭窄的发生。

作者及发表杂志	实验材料	实验方法	实验结果与结论
黄远等 ^[7] , 《天津大学学报》	一种新结构的316L不锈钢心血管支架	采用激光切割和电化学抛光去除尖角的加工方法,通过313细胞和小鼠骨髓基质细胞培养以及人体外周血的溶血实验,研究了加工工艺对该心血管支架生物相容性的影响	采用激光切割和电化学抛光工艺,获得了设计的支架形状并消除了支架边缘的尖角;细胞的形状、数量相同,其活性和生长未受支架影响,支架没有引起溶血反应,加工工艺是合理的,没有产生细胞毒性
陈立娟等 ^[9] , 《现代医学》	川芎嗪涂层支架(内层为甲基丙烯酸甲酯共聚物及川芎嗪颗粒,质量比为50:50,涂层厚度为2.0~3.0 μm,外层为聚乙酸),金属裸支架	实验组于猪冠状动脉左前降支或右冠状动脉置入川芎嗪涂层支架,对照组则置入金属裸支架,支架与血管直径比为1.1~1.2/1.0	术后第28天复查冠状动脉造影及血管内超声证实,两组局部血管壁完整、无溃疡、血管瘤及中层坏死;均无血管痉挛;未见血栓形成。组织病理学检查提示心、肾、肝、肺无明显损害。第28天冠状动脉造影显示,对照组支架段血管直径与实验组相比明显减小($P < 0.01$),血管内超声显示实验组新生内膜面积比对照组小,差异有显著性。结果表明川芎嗪涂层支架能抑制内膜增殖,无致栓性,具有良好的生物相容性

2.2 冠状动脉支架置入后凝血系统的变化 支架材料作为人体组织之外的异物自置入之日起,即开始对机体组织细胞产生不同程度的物理化学因素的刺激影响,如引起炎症反应、导致细胞黏附和增生、形成伪内膜等。而另一方面是机体的神经、体液系统内环境,对植入的生物材料也会产生一系列侵蚀影响和排异反应,这是机体固有的一种防御机制。贾永平等^[9]研究表明介入治疗可能造成冠状动脉机械损伤、心肌缺血再灌注损伤、边支受累或慢血流状态而导致心肌缺血损伤,以及血流动力学改变而导致的切应力改变等情况,这些情况均可使得血浆偶联因子6表达和释放增加。富萍等^[10]研究表明支架置入后,冠心病患者血浆中血栓调节蛋白和纤溶酶原激活抑制剂-1水平降低,提示血栓调节蛋白水平在一定程度上可以反映冠状动脉粥样硬化内皮损伤的范围和程度,其作用机制可能与纤溶酶原激活抑制剂-1水平有关。谭锋等^[11]研究显示支架置入组术后5 min血浆血栓调节蛋白浓度较术前有显著升高;血栓调节蛋白的升高可能与经皮冠状动脉腔内成形术+支架植入术中内膜机械撕裂及斑块挤压破裂有关。田立群等^[12]探讨替罗非班对冠状动脉介入术后血管内皮细胞功能的影响和其可能的作用机制,结果显示替罗非班对血管内皮细胞有明显的保护作用,可改善内皮功能。

近年来研究表明心肌损伤检测生化标志物中肌钙蛋白I有较好的敏感性和特异性。曾学寨等^[13]探讨冠状动脉支架置入术后肌钙蛋白I的释放及相关临床因素,结果表明冠状动脉支架置入术有约60%的微小心肌损伤率,肌钙蛋白I较CK-MB有更高的敏感性,肌钙蛋白I及CK-MB均升高提示心肌损伤的程度更大。丁昱珺等^[14]单因素分析显示冠状动脉支架植入术后再狭窄组的高密度脂蛋白胆固醇水平显著低于非再狭窄组,二分类多因素Logistic回归分析显示低高密度脂蛋白胆固醇水平为冠状动脉内再狭窄的独立危险因素。张高峰等^[15]将临床特征相似的急性冠状动脉综合征患者分成置入药物支架组和非药物支架组两组,测定置入支架前、置入后即刻、24 h后、48 h后血液

中对组织因子(TF)和组织因子途径抑制物(TFPI)的浓度。结果显示药物支架组和非药物支架组患者在置入支架后组织因子浓度均显著升高;非药物支架组介入后即刻组织因子途径抑制物升高,以后降低至基线值以下,药物支架组也有类似趋势,但两组间对应时点组织因子和组织因子途径抑制物浓度差别无显著性意义;在现有的药物治疗基础上,置入药物支架和非药物支架对凝血和抗凝系统的影响类似,并不促进系统高凝状态的发生。

2.3 冠状动脉支架置入与炎症反应 冠状动脉支架置入后炎症反应的机制可能是:①支架植入术中机械损伤及支架对血管壁的持续伸展均可诱导炎症因子释放入血。②球囊扩张,支架置入的机械挤压损伤血管内膜,诱导或加剧炎症反应,导致炎症因子释放,同时可能与支架对局部组织刺激使炎症因子分泌增多有关。李虎等^[16]研究表明直接支架术对白细胞激活较预扩张后置入支架弱,提示直接支架术对血管内皮损伤较轻。李璇等^[17]在6只小型猪冠状动脉分别置入川芎嗪洗脱支架与金属裸支架,术后第28天处死动物,用组织病理学方法检测内膜增殖情况,结果表明:与金属裸支架相比,川芎嗪洗脱支架可明显降低支架内再狭窄,显著抑制平滑肌细胞增殖、迁移并促进平滑肌细胞凋亡。贡军丽等^[18]研究显示血管内皮因子(肿瘤坏死因子、内皮素1、血小板源性生长因子)可能参与动脉硬化形成,冠脉介入术可能损伤血管内皮,导致血管内皮因子水平的升高。章敏等^[19]观察冠状动脉内支架置入后血清白细胞介素6与肿瘤坏死因子α水平的变化及黄芪注射液的干预作用。结果表明:白细胞介素6和肿瘤坏死因子α是反映支架置入术后早期炎症反应的敏感指标,黄芪注射液可明显降低老年冠心病支架置入术后血清白细胞介素6和肿瘤坏死因子α含量。冯克福等^[20]研究显示冠状动脉支架置入后各种炎症因子的表达存在差异,其中基质金属蛋白酶9在冠心病合并糖尿病患者支架置入后存在较长时间持续增高的现象,其可能与糖尿病患者支架置入术后不良事件增加有关。王子超等^[21]研究显示雷帕霉素洗脱支架置入后

C-反应蛋白水平逐渐升高, 白细胞介素2水平逐渐降低; C-反应蛋白与白细胞介素2均可作为冠状动脉支架置入后炎症反应强弱的指标, 两者具有一定的相关性。Cypher支架与Firebird支架对C-反应蛋白与白细胞介素2的影响无统计学上的差异。高宇平等^[22]研究显示冠状动脉分叉病变支架置入时, 高敏C-反应蛋白水平与边支血管累及程度密切相关。陆程翔等^[23]将冠心病患者分支架组与造影组, 结果支架组中反映炎症状态的指标CD II b、超敏C-反应蛋白在支架置入后30 min高于置入前, 并以置入后1 d为高峰期; 支架组反映内膜细胞增殖和凋亡的指标血管紧张素II, FasL在支架置入后30 min高于置入前。其中血管紧张素II于支架置入后持续增高, 而FasL于支架置入后1 d达到高峰。支架组置入后30 min, 1, 3 d各指标水平高于同期造影组; 说明支架置入在早期即能够诱发明显的炎症反应, 并能通过促使血管紧张素II水平增高及Fas-FasL系统激活, 使得支架置入后的内膜细胞增殖和凋亡在相当一段时间内维持于高水平。张金盈等^[24]研究显示择期冠状动脉支架置入患者术后外周血内皮祖细胞数量明显增加, 且与血清粒细胞集落刺激因子改变相关。急诊冠状动脉支架置入患者术后血清粒细胞集落刺激因子浓度明显升高但与外周血内皮祖细胞数量增加无明显相关。夏思良等^[25]研究表明冠脉支架置入后白细胞介素8、髓过氧化物酶、L-选择素、超敏C-反应蛋白表达增加, 触发多形核白细胞的聚集和局部的炎症反应。

3 讨论

随着心血管支架材料的发展, 不同种类支架的各有优势与不足。心血管支架的机械性能主要与材料的质量特性有关, 而生物相容性主要与材料的表面特性有关^[26]。血液相容性和组织相容性是评定支架材料生物相容性的两个基本内容。心脑血管支架是要长期放置在患者体内, 经常要受到血管的交变压力、以及弯曲、扭曲等各种外力左右, 需要保证支架在此过程中不会破碎和损坏, 所以支架的力学性能对支架置入影响深远。随着冠状动脉支架置入成为治疗冠心病、冠状动脉硬化等心血管系统疾病的重要手段, 对心血管支架的研究成为解决支架置入的一项技术瓶颈。尽管不少报道的支架具有较好的生物相容性, 但离理想的血管支架的要求还存在较大距离, 且均无法抑制支架再狭窄进程, 具有生物完全可吸收、药物涂层、小型化、组织工程化等更高性能的支架材料有待研究工作者的进一步发展^[27]。

总之, 现行的心血管支架尚未完全解决生物相容性问题, 理想的心血管支架还有待进一步的深入开发与研究。

4 参考文献

- [1] 曾伟杰, 凌友, 支晓兴. 心血管支架材料生物力学及生物相容性特征[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2008, 12(13): 2531-2534.
- [2] 赵燕超, 刘学波, 葛均, 等. 新型生物可降解心导管涂层支架的制备及其生物相容性的研究[J]. 中国生物医学工程学报, 2008, 27(3): 438-442.
- [3] 袁晋青, 高润霖, 史瑞文, 等. 猪冠状动脉内金属支架蛋白涂层的生物相容性研究[J]. 中国循环杂志, 1998, 13(5): 271-273.
- [4] 刁繁荣, 吕安林, 李军杰, 等. 雷帕霉素-替罗非班复合药物涂层支架预防支架内血栓和再狭窄的实验研究[J]. 心脏杂志, 2007, 19(4): 384-387.
- [5] 钱杰, 高润霖, 史瑞文, 等. 金属蛋白涂层支架用于小型猪冠状动脉质粒介导下转基因研究[J]. 中国循环杂志, 1999, 14(3): 152-154.
- [6] 刘斌, 李淑梅, 张基昌, 等. 生物可降解高分子材料载内皮前体细胞CD34抗体涂层支架防治犬冠脉再狭窄的研究[J]. 中国实验诊断学, 2007, 11(3): 369-371.
- [7] 黄远, 田箴, 刘文西, 等. 加工工艺对医用心血管支架生物相容性的影响[J]. 天津大学学报, 2003, 36(3): 372-379.
- [8] 陈立娟, 马根山, 陈忠, 等. 川芎嗪涂层支架生物相容性的实验研究[J]. 现代医学, 2006, 34(6): 371-374.
- [9] 贾永平, 孙晋亮, 吕吉元, 等. 介入治疗对冠心病患者血浆偶联因子6的影响及其机制分析[J]. 中国心血管病研究, 2008, 6(8): 264-266.
- [10] 富萍, 裴晓冬, 胡静, 等. 冠心病患者支架置入术后血浆中TM和PAI-1的变化[J]. 沈阳医学院学报, 2008, 10(1): 19-21.
- [11] 谭锋, 段军仓, 张望强, 等. 冠心病介入治疗前后患者血浆中血栓调节蛋白的变化[J]. 临床研究, 2008, 5(3): 54-55.
- [12] 田立群, 雷健, 郑琼莉, 等. 替罗非班对急性冠脉综合征冠脉介入术后血管内皮细胞功能的影响[J]. 医药导报, 2007, 26(9): 1021-1023.
- [13] 曾学寨, 何青, 王玻, 等. 冠状动脉支架置入术肌钙蛋白I的释放及相关临床因素[J]. 中国心血管杂志, 2002, 7(4): 245-247, 276.
- [14] 丁曼瑶, 刘建平, 江柳月, 等. 高密度脂蛋白与冠状动脉支架置入术后再狭窄的关系[J]. 中国动脉硬化杂志, 2007, 15(10): 783-785.
- [15] 张高峰, 许澎, 伍旭升, 等. 冠状动脉内药物支架与非药物支架置入对组织因子和组织因子途径抑制物的影响[J]. 中国循环杂志, 2006, 21(5): 330-332.
- [16] 李虎, 秦涛, 贾国良, 等. 直接支架植入术对冠脉循环白细胞及血小板功能的影响[J]. 中国现代医学杂志, 2007, 15(13): 1989-1991.
- [17] 李璇, 马根山, 陈忠, 等. 川芎嗪洗脱支架对猪冠状动脉平滑肌细胞增殖和凋亡的影响[J]. 现代医学, 2008, 36(4): 236-239.
- [18] 贡军丽, 王瑛, 杨德琼, 等. 冠状动脉介入治疗后相关细胞因子含量的变化及其意义[J]. 心血管康复医学杂志, 2008, 17(5): 428-430.
- [19] 章敏, 蒋红丽. 老年冠心病支架置入术后血清IL-6与TNF- α 水平改变及黄芪注射液的干预作用[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2008, 22(11): 832-834.
- [20] 冯克福, 严激, 马礼坤, 等. 冠心病合并糖尿病患者冠状动脉支架术后炎症因子的变化及临床意义[J]. 中国介入心脏病杂志, 2008, 16(3): 159-162.
- [21] 王子超, 刘静, 高传玉, 等. 冠状动脉雷帕霉素洗脱支架置入术对患者血清CRP及IL-2水平的临床价值[J]. 心脑血管病防治, 2008, 8(1): 31-32.
- [22] 高宇平, 吕吉元, 贾永平, 等. 高敏C反应蛋白与冠状动脉支架置入时边支血管累及程度的关系[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2007, 5(12): 1192-1193.
- [23] 陆程翔, 陈炳煌, 江宏飞, 等. 冠状动脉支架置入早期炎症及内膜增殖反应的指标变化[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2008, 12(35): 6811-6814.
- [24] 张金盈, 张力, 王永奎, 等. 支架置入对ACS患者外周血EPCs数量和血清G-CSF浓度的影响[J]. 河南大学学报: 医学版, 2008, 27(3): 1-4, 45.
- [25] 夏思良, 周建松, 郭振峰, 等. 冠状动脉支架置入术后多形核白细胞活化的相关分子的表达[J]. 临床心血管病杂志, 2008, 24(8): 583-585.
- [26] 黄远, 田箴, 刘文西, 等. 加工工艺对医用心血管支架生物相容性的影响[J]. 天津大学学报, 2003, 36(3): 374-379.
- [27] 李凤香. 冠状动脉金属支架术后再狭窄的研究进展[J]. 国际生物医学工程杂志, 2006, 29(4): 225-228.