

不同类型脑血管支架材料的特点及临床应用

梅敏杰 (沈阳市苏家屯区中心医院, 辽宁省沈阳市 110101)

文章亮点:

- 1 此问题已知的信息: 脑血管介入治疗具有微创和恢复快的优点, 已愈来愈多的被临床采用。血管支架置入后的反应主要包括血液反应、免疫反应和组织反应, 血液反应如血小板血栓、白血球减少等, 免疫反应如抗原-抗体反应、免疫细胞的激活等, 组织反应如炎症反应、纤维化和钙化等。
- 2 文章增加的新信息: 支架置入治疗的围手术期并发症主要有过度灌注综合征、急性血栓形成、血管破裂和远端血管栓塞、血管痉挛和穿刺相关并发症, 远期并发症主要是支架置入后再狭窄问题。
- 3 临床应用的意义: 在临床进行血管内支架置入操作时, 首先需要行血管造影, 明确病变的性质、部位及程度, 选择合适的适应证后, 根据病变特点选择适当的支架, 包括支架的类型、直径及长度等指标, 以最大限度降低并发症发生率。相信随着科技的进步, 支架材料和制作工艺的不断改进, 血管支架置入治疗将更加安全有效。

关键词:

生物材料; 材料相容性; 脑血管; 支架置入; 支架材料; 生物相容性

主题词:

脑血管损伤; 支架; 综述

摘要

背景: 随着基础研究、临床应用, 以及血管支架材料的不断发展, 血管内支架置入治疗已被广泛应用于脑血管疾病治疗中。

目的: 综述这几种支架材料的特点及临床应用情况。

方法: 应用计算机检索 CNKI 数据库、万方数据库、PubMed 数据库从建库到 2014 年 3 月的相关文献, 中文检索关键词为“脑血管病, 支架, 生物相容性”, 英文检索关键词为“cerebrovascular disease, stents, biocompatibility”。

结果与结论: 按释放方式可将脑血管支架分为球囊扩张式支架与自膨式支架。最初应用的支架材料主要为裸金属材料, 由记忆合金、医用不锈钢、钽、钴、镍钛合金等制成。由于金属支架置入后会释放金属离子, 易致血栓形成, 再狭窄率高, 后来对其表面进行改性, 出现了涂层支架与覆膜支架。支架置入治疗的围手术期并发症主要有过度灌注综合征、急性血栓形成、血管破裂和远端血管栓塞、血管痉挛和穿刺相关并发症, 远期并发症主要是支架置入后再狭窄问题。相信随着科技的进步, 支架材料和制作工艺的不断改进, 血管支架置入治疗将更加安全有效。

梅敏杰. 不同类型脑血管支架材料的特点及临床应用[J]. 中国组织工程研究, 2014, 18(25):4057-4061.

Characteristics and clinical application of different types of cerebral vascular scaffolds

Mei Min-jie (Central Hospital of Sujiatun, Shenyang 110101, Liaoning Province, China)

Abstract

BACKGROUND: With the development of the basic research and clinical application, as well as stent materials, endovascular stent therapy has been widely used in cerebrovascular disease treatment.

OBJECTIVE: To review the characteristics and clinical application of several kinds of stent materials.

METHODS: A computer-based search of CNKI, Wanfang, and PubMed databases was performed for relevant articles published before March 2014 using the keywords of “cerebrovascular disease, stents, biocompatibility” in Chinese and English.

RESULTS AND CONCLUSION: According to release methods, cerebrovascular stents can be divided into balloon expanding stents and self-expanding stents. The original materials are mainly bare metal materials, made of memory alloy, medical stainless steel, tantalum, cobalt, nickel and titanium alloy. Because the metallic stent after implantation will release metal ions that are easy to cause thrombosis and the restenosis rate is high, the coating stents and covered stents appear. Perioperative complications of stent implantation mainly include excessive perfusion syndrome, acute thrombosis, and vascular rupture and distal vascular embolization, vasospasm and puncture-related complications; the long-term complications are mainly restenosis after stent implantation. With the continuous improvement of stent materials and production techniques, vascular stent implantation will be more safe and effective.

Subject headings: cerebrovascular trauma; stents; review

梅敏杰, 男, 1980 年生, 辽宁省葫芦岛市人, 汉族, 2009 年新疆医科大学毕业, 硕士, 主要从事脑血管病研究。

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.

2014.25.021

[http://www.crter.org]

中图分类号:R318

文献标识码:A

文章编号:2095-4344

(2014)25-04057-05

稿件接受: 2014-05-16

Mei Min-jie, Master, Central Hospital of Sujiatun, Shenyang 110101, Liaoning Province, China

Accepted: 2014-05-16

Mei MJ. Characteristics and clinical application of different types of cerebral vascular scaffolds. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2014;18(25):4057-4061.

0 引言 Introduction

近年来,随着人们生活水平的提高,脑血管疾病发病率逐年增高。脑血管病又称脑血管意外、脑中风或脑卒中,是由脑部血液循环障碍导致以局部神经功能缺失为特征的一组疾病,高血压、动脉硬化为本病的主要致病因素,多见于中老年人^[1-2]。脑血管病具有发病率高、致残率高、致死率高等特点,因此如何预防脑血管病的初发、防止脑血管病的再发是目前研究的热点^[3]。传统的内科保守治疗效果非常有限,随着介入技术与介入材料的发展,脑血管介入治疗技术逐渐成熟,并且一般情况下治疗效果优于传统内科保守治疗。

脑血管介入治疗具有微创和恢复快的优点,已愈来愈多的被临床采用。其中的血管内支架概念在1964年由国外学者Dotter首次提出,到目前血管内支架置入治疗已被广泛应用于脑血管疾病治疗中。但任何一种材料置入人体后都会与人体发生复杂的反应,血管支架置入后的反应主要包括血液反应、免疫反应和组织反应,血液反应如血小板血栓、白血球减少等,免疫反应如抗原-抗体反应、免疫细胞的激活等,组织反应如炎症反应、纤维化和钙化等。这些反应的机制非常复杂,是决定血管支架材料置入后成败的关键。为了提高血管内支架的生物相容性,研究者不断对支架材料进行改进,脑血管支架材料经历了从金属支架-涂层支架-覆膜支架的发展历程,文章主要对这几种支架材料的特点及临床应用情况作一综述。

1 资料和方法 Data and methods

1.1 资料来源 由第一作者应用计算机检索CNKI数据库、万方数据库、PubMed数据库从建库到2014年3月的相关文献,中文检索关键词为“脑血管病,支架,生物相容性”,英文检索关键词为“cerebrovascular disease, stents, biocompatibility”。

1.2 入选标准

纳入标准: ①金属支架治疗脑血管疾病的基础与临床研究。②涂层支架治疗脑血管疾病的基础与临床研究。③覆膜支架治疗脑血管疾病的基础与临床研究。④根据时效性相同内容优先选择近期文献。

排除标准: 重复研究、综述或Meta分析类文献。

1.3 数据提取 初检文献1 020篇,阅读文献标题和摘要进行初筛,排除与本文研究目的无内容及内容重复的研究,共保留36篇文献归纳总结。

1.4 质量评估 符合纳入标准的36篇文献中,文献[1-3]介绍了脑血管病的特点,文献[4-5]介绍了脑血管支架置入方法,文献[6-22]介绍了球囊扩张式支架与自膨式支架的特点及临床应用情况,文献[23-33]介绍了不同血管支架材

料的特点及临床应用,文献[34-36]介绍了脑血管支架置入的并发症问题。

2 结果 Results

2.1 脑血管支架置入方法 脑血管支架置入过程为^[4-5]:在局部麻醉下经股动脉穿刺,选择性造影,明确颈总动脉和颈内动脉狭窄部位、程度、范围、形态学特征并评估侧支循环途径。通过导管导丝交换,送入7F导引导管至狭窄处下方1.0-2.0 cm。使用远端脑保护装置超越狭窄远端 2 cm后释放,严重狭窄者先用小球囊预扩,将支架送至狭窄段,经导引导管造影证实位置无误后释放支架。支架置入后若残余狭窄超过20%,可用球囊做后扩张,回收保护装置后造影判断疗效和再评估侧支循环途径。

2.2 血管内支架的分类 按释放方式可将脑血管支架分为球囊扩张式支架与自膨式支架。球囊扩张式支架(如AVE、BX、S670等)由316L不锈钢管激光雕刻而成,本身无弹性,其设计是将支架预装在球囊上,通过球囊导管将支架输送至血管病变处,球囊扩张到拟定直径后,依靠血管壁回缩力贴附于血管壁,对血管壁不产生持续膨胀张力^[6-9]。球囊扩张式支架顺应性佳,通过病变能力强,支撑力强,但受外力作用易变形,部分为钴铬合金支架。球囊扩张支架治疗颅内动脉狭窄取得了很大成功,曹铭华等^[7]分别采用球囊扩张血管内支架置入与单纯内科药物治疗症状性大脑中动脉狭窄50例,25例均成功置入支架,支架置入后狭窄程度均明显改善,6个月后缺血性脑卒中再发生率、NIHSS评分低于内科药物组($P < 0.05$),Barther指数高于内科药物组($P < 0.05$),证实采用球囊扩张血管内支架置入治疗症状性大脑中动脉M1段中重度狭窄是一种有效、可行的方法,其效果优于单纯内科药物治疗。武国德等^[6]研究显示球囊扩张支架治疗症状性大脑中动脉狭窄是安全的且短期疗效肯定,但中远期再狭窄或闭塞的发生率较高,有一定比例的脑卒中复发。高坤等^[10]应用Apollo球囊扩张支架治疗症状性颅内椎-基底动脉重度动脉粥样硬化性狭窄42例,41例成功置入支架,1例因支架无法到位而未能完成手术,术后30 d内的并发症发生率为4.9%(2/41),其中脑卒中率为2.4%(1/41),短暂性脑缺血发作为2.4%(1/41),41例手术成功患者临床随访2-8个月效果良好,证实应用Apollo球囊扩张支架治疗症状性颅内椎-基底动脉重度动脉粥样硬化性狭窄是安全有效的。虽然球囊扩张支架治疗颅内动脉狭窄的短期疗效是肯定的,但仍有一定的脑卒中及再狭窄发生率,国外文献报道Wingspan支架置入后支架内再狭窄发生率约为30%,球囊扩张式支架为20%^[11-15]。据Jiang等^[16]报道应用

Apollo支架治疗46例患者共48支颅内动脉狭窄,手术成功率达91.67%(44/48),围手术期并发症发生率6.52%(3/46)。球囊扩张支架的远期疗效尚需进一步建立长期的大样本多中心随机对照研究。

自膨式支架的释放机制与球囊扩张式支架不同,是将支架压缩于输送鞘管内并输送到血管病变处,鞘管外撤释放支架,依赖支架自身膨胀张力和血管壁弹性间的相互限制取得平衡关系,从而贴附血管壁,其优点是柔韧性较好,有利于通过扭曲血管和钙化病变,能顺应血管壁的自然曲度,不易受压变形、甚至可跨越活动关节释放,但后扩时有连接点断裂的危险。自膨式支架也被广泛应用于颅内血管狭窄治疗中。黄渊智等^[8]采用自膨式支架置入治疗颈动脉狭窄78例,术中共置入自膨式支架83个,成功率为100%,治疗后血管狭窄程度明显降低,无支架断裂、脑卒中、死亡等严重并发症发生,随访3-24个月,发生短暂性脑缺血发作和支架内再狭窄各1例,证实膨式支架置入治疗颈动脉狭窄安全、有效。逢锦峰等^[17]应用新型颅内自膨支架Neuroform治疗症状性椎-基底动脉狭窄37例,全部例患者椎动脉狭窄和基底动脉狭窄的狭窄率从术前平均84%下降到24%,随访6-22个月病变动脉的狭窄程度纠正50%-90%,无血管撕裂、急性动脉闭塞、远端血管栓塞事件等并发症出现,证实Neuroform自膨式颅内专用支架的应用有效缓解了椎-基底动脉狭窄患者缺血症状,提高了支架置入的安全性和成功率,但长期疗效需要进一步观察。自膨式支架置入治疗也同样不可能完全避免并发症的出现。

迄今还没有自膨式支架和球囊扩张式支架直接比较的结果^[18-21]。有Meta分析显示Wingspan自膨式支架再狭窄率高于球囊扩张式支架,但再发脑卒中事件无明显差异,这可能是由于侧支循环代偿的结果。还有研究通过对比球囊扩张支架和自膨式支架(Wingspan支架)治疗症状性基底动脉狭窄患者围手术期的并发症情况,得出自膨式支架较球囊扩张支架围手术期并发症的发生率低于球囊扩张支架,但术后残余狭窄率高于球囊扩张支架^[22]。

2.3 血管内支架材料 目前临床血管支架材料主要有金属裸支架、涂层支架与覆膜支架^[23]。

2.3.1 金属裸支架 制作金属裸支架的材料主要有记忆合金、医用不锈钢、钽、钴、镍钛合金等。金属支架在进入临床治疗后取得了令人瞩目的疗效,但经过10多年的应用也逐渐暴露出一些不足和弊病,金属支架置入后会释放金属离子,易致血栓形成,再狭窄率高,造成血管壁损伤及永久保留体内等。虽然目前金属裸支架的应用受到很大限制,但其并不是无用武之地,依然可以应用于以下情况:血管病变简单,如血管直径大于3 mm,病变长度在20 mm以内;患者不能耐受长期强化抗栓治疗;近期拟行迫切的、择期的非心脏手术,如肿瘤手术

等;某些全身状况差,期望寿命不长(一般小于2年)患者的姑息性治疗。

2.3.2 涂层支架 为了提高金属支架材料的血液相容性,可对其表面进行改性处理。涂层血管内支架是在金属裸支架表面涂以氧化钛、类金刚石、纤维涂层、碳化硅涂层及药物等物质,利用在金属裸支架表面涂以致密惰性薄膜的原理,既可以提高涂层支架的抗血栓性,又可以提高涂层支架材料的耐腐蚀性,防止金属离子的溶出,避免金属裸支架与宿主发生复杂的血液反应、免疫反应和组织反应等^[24-26]。

刘萌等^[24]采用静电吸引层层自组装的方法,在Ni-Ti合金表面组装 Fe^{3+} /肝素多层薄膜,使得材料表面形成稳定的糖铁络合物涂层,紫外可见光光度计、原子力显微镜和傅里叶变换红外光谱证实 Fe^{3+} /肝素能够在Ni-Ti合金表面上交替沉积形成均匀的多层膜,并且具有很好的稳定性。研究结果说明该涂层可以用作血管内支架材料的表面修饰改性,在支架置入早期阻止血栓形成。李源等^[25]利用静电自组装技术在钛合金表面制备以肝素为最外层的聚乙烯亚胺/肝素聚电解质多层膜,对该聚电解质多层膜进行物理表征分析,再进行体外溶血实验、凝血时间测定、蛋白吸附实验、血小板黏附实验和兔颈动脉腔内植入实验,评价其血液相容性,与裸钛合金和(或)膨体聚四氟乙烯作平行对照。结果显示钛合金表面聚乙烯亚胺/肝素聚电解质多层膜的体外溶血率为0.690%,该涂层可以延长活化部分凝血酶原时间到 (51.33 ± 2.87) s,减少白蛋白的吸附量,尤其减少纤维蛋白原的吸附量,并且减少血小板的黏附与激活;体内动物实验中进一步证实聚乙烯亚胺/肝素聚电解质多层膜可以有效减少材料表面血栓的形成,结果表明聚乙烯亚胺/肝素聚电解质多层膜为一种新型的生物化膜,可以显著提高钛合金的血液相容性。

药物洗脱支架的出现既可有效防止球囊成形术后早期血管弹性回缩和远期负性重构所致的再狭窄,又可明显降低内膜增殖所致的再狭窄。药物洗脱支架置入血管内病变部位后,包被于金属支架表面的聚合物载体所携带的抗平滑肌细胞增殖药物,自聚合物涂层中以洗脱方式有控制地释放于局部血管壁病变组织而发挥生物学效应。药物洗脱支架包括3个部分:金属支架平台、聚合物载体和抗增殖药物。抗增殖药物主要包括雷帕霉素和紫杉醇两大类。动物实验显示,雷帕霉素涂层支架可较普通支架减少35%-50%的新生内膜,局部炎症反应也明显减轻,几乎不影响新生内膜的细胞成分和内皮化过程,亦未发现中膜局部坏死或内膜出血。

黄清海等^[27]对53例反复发作性短暂脑缺血或脑梗死后恢复良好、狭窄程度>50%且常规药物治疗无效患者,进行药物洗脱支架置入治疗,51例共53处狭窄成功置入药物洗脱支架(Cypher支架51枚,Taxus支架2枚),

治疗后血管狭窄程度明显降低, 术后随访2-14个月仅1例因再狭窄复发短暂性脑缺血发作, 证实药物涂层支架治疗脑供血动脉狭窄是安全有效的, 与裸支架比较, 药物涂层支架能显著降低支架内再狭窄的危险, 但长期疗效有待于进一步观察。卢海涛等^[28]采用药物洗脱支架对24例因椎动脉开口狭窄引发脑卒中或短暂性脑缺血发作的患者行血管成形治疗, 所有患者手术均成功, 术后狭窄明显改善, 平均随访时间(19±2)个月, 2例有轻度的支架内再狭窄, 结果同样证实药物洗脱支架治疗症状性椎动脉开口狭窄安全、可行, 短期疗效满意。还有动物实验对比了壳聚糖/肝素雷帕霉素药物洗脱支架、壳聚糖/肝素涂层膜支架及裸金属支架的早期快速内皮化及抗血栓的作用, 结果发现壳聚糖/肝素雷帕霉素药物洗脱支架具有强大的抗血栓作用, 并且能够在极早期促进支架内皮化。

2.3.3 覆膜支架 覆膜支架是在金属支架上涂覆特殊膜性材料(聚四氟乙烯、涤纶、聚酯、聚氨基甲酸乙酯等)的支架。覆膜支架既保留了普通支架的支撑功能, 又能有效改善病变血管的异常血流动力学, 从而在外周血管畸形性病变和急慢性血管损伤等血管病变的治疗中得到了广泛应用^[29-31]。

庞刚等^[32]回顾性分析13例使用覆膜支架置入治疗颅底血管病变患者(其中颈内动脉瘤8例, 颈内动脉海绵窦瘘4例, 海绵窦区硬脑膜动静脉瘘1例)的临床资料, 成功释放支架覆盖病变12例, 随访6-48个月, 临床症状均消失, 无新发神经功能缺损及血栓栓塞, 证实覆膜支架是治疗部分颅底复杂血管疾病的一种有效方法, 但有一定的局限性, 远期效果尚需长期大样本的观察。朱悦琦等^[33]对19枚和17枚复杂性颈内动脉脑池段动脉瘤分别使用Willis覆膜支架置入和弹簧圈填塞治疗, 即刻和随访血管造影评价动脉瘤复发、内漏和载瘤动脉狭窄情况, Kaplan-Meier生存分析曲线比较两组治疗动脉瘤的无复发率和载瘤动脉无再狭窄率。Willis覆膜支架组中13枚复杂性颈内动脉脑池段动脉瘤置入支架, 即刻造影完全闭塞, 有5枚复杂性颈内动脉脑池段动脉瘤存在少量内漏; 弹簧圈组中7枚复杂性颈内动脉脑池段动脉瘤弹簧圈填塞即刻达到完全和次完全闭塞, 8枚达到大部填塞, 2枚部分填塞; 在两组中各发生1例急性血栓形成, 1例弹簧圈填塞后发生再出血; Willis覆膜支架组随访造影显示16枚复杂性颈内动脉脑池段动脉瘤完全闭塞, 2支载瘤动脉有轻度狭窄; Kaplan-Meier曲线分析表明术后18个月两组病例中分别有93.3%和50%动脉瘤治疗后无复发, 分别有87.5%和100%载瘤动脉无狭窄; 临床症状随访研究表明Willis覆膜支架组和弹簧圈组病例中神经症状完全恢复分别为9例和9例, 明显改善分别为3例和5例, 无改变分别为2例和2例, 恶化进展分别为1例和0例, 结果证实应用Willis覆膜支架置入治疗复杂颈内动脉脑池段动脉瘤是一种可行的血管内治疗方法, 但

对于载瘤动脉极其弯曲和重要侧支覆盖风险的情况下, 覆膜支架技术不能作为第一选择。

3 讨论 Discussion

血管内支架置入已成为目前公认的治疗动脉狭窄引起缺血性脑血管病最有效的治疗方法, 一般认为动脉血管狭窄 $\geq 70\%$, 不论有无症状都需要行血管内支架置入治疗以消除狭窄, 预防脑卒中的发作; 血管狭窄 $< 70\%$, 只要有该血管病变引起的症状, 就应该行血管内支架置入治疗, 如果无症状, 可严密观察; 血管狭窄 $< 30\%$, 有溃疡性斑块, 不论有无症状均应及时行血管内支架置入治疗。

支架置入治疗的围手术期并发症主要有过度灌注综合征、急性血栓形成、血管破裂和远端血管栓塞、血管痉挛和穿刺相关并发症, 远期并发症主要是支架置入后再狭窄问题^[34-36]。目前对支架再狭窄的具体机制尚不清楚。因此在临床进行血管内支架置入操作时, 首先要行血管造影, 明确病变的性质、部位及程度, 选择合适的适应证后, 根据病变特点选择适当的支架, 包括支架的类型、直径及长度等指标, 以最大限度降低并发症发生率。相信随着科技的进步, 支架材料和制作工艺的不断改进, 血管支架置入治疗将更加安全有效。

作者贡献: 作者构思并设计本文, 分析并解析数据, 作者审校并对本文负责。

利益冲突: 文章及内容不涉及相关利益冲突。

伦理要求: 未涉及伦理冲突的内容。

学术术语: 药物洗脱支架—也称之为药物释放支架, 通过包被于金属支架表面的聚合物携带药物, 当支架置入血管内病变部位后, 药物自聚合物涂层中通过洗脱方式有控制地释放至血管壁组织而发挥生物学效应。

作者声明: 文章为原创作品, 无抄袭剽窃, 无泄密及署名和专利争议, 内容及数据真实, 文责自负。

4 参考文献 References

- [1] Sharma A, Soneji N, Farah G. Clinical and angiographic findings in Moya Moya. Am J Case Rep. 2014; 15:147-151.
- [2] Pandit A, Giri S, Hakim FA, et al. Shorter (≤ 6 months) Versus Longer (≥ 12 months) Duration Dual Anti-platelet Therapy After Drug Eluting Stents: A Meta-Analysis Of Randomized Clinical Trials. Catheter Cardiovasc Interv. 2014. doi: 10.1002/ccd.25520. [Epub ahead of print]
- [3] 梁柱楼, 刘琦, 欧阳珍. 脑血管介入治疗临床特点分析[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2013, 34(15):2229-2230.
- [4] 郭曼. 脑血管支架置入治疗缺血性脑血管病的临床观察与护理[J]. 全科护理, 2013, 11(12):1106-1107.
- [5] Monebenimp F, Tenefopa M, Mve Koh V, et al. Competence of health care providers on care of newborns at birth in a level-1 health facility in Yaoundé, Cameroon. Pan Afr Med J. 2012; 11: 45.

- [6] 武国德,李珍花,张振昶.等.球囊扩张支架成形术治疗症状性MCA狭窄的临床观察[J].甘肃医药,2013,32(90):646-649.
- [7] 曹铭华,张将,江顺福,等.症状性大脑中动脉狭窄球囊扩张血管内支架成形术的临床研究[J].实用临床医,2013,14(4):30-32,140.
- [8] 黄渊智,胡翠竹,黄载文.血管内支架成形术治疗颈动脉狭窄78例的效果观察[J].广西医学,2013,35(7):888-889.
- [9] 刘建峰,侯凯,李辉,等.颈动脉血管成形支架置入术治疗颈内动脉狭窄临床分析[J].中国全科医学,2014,17(5):588-590.
- [10] 高坤,马宁,缪中荣,等.应用Apollo球囊扩张支架治疗症状性颅内椎-基底动脉重度狭窄的临床研究[J].中国医药导报,2012,9(28):152-155.
- [11] Humphries MD,Armstrong E,Laird J,et al.Outcomes of covered versus bare-metal balloon-expandable stents for aortoiliac occlusive disease.J Vasc Surg. 2014 . pii: S0741-5214(14)00324-3.
- [12] Bratincsak A,Moore JW,Gulker B,et al.Breaking the Limit: Mechanical Characterization of Overexpanded Balloon Expandable Stents Used in Congenital Heart Disease. Congenit Heart Dis.2014 Apr 14. doi: 10.1111/chd.12175. [Epub ahead of print]
- [13] Tsygankov VN,Frantsevich AM,Petrushin KV,et al.Use of balloon-expandable stent graft for treatment of a false pseudoaneurysm of the proximal anastomosis of the iliac-femoral bypass graft.Angiol Sosud Khir.2014;20(1):75-79. Russian.
- [14] Chan CY,Wu EB,Yan BP.Self-Expanding Stent Peeling Away From Overlapping Balloon-Expandable Stent Causing Late Acquired Aneurysm Formation and Stent Malapposition.JACC Cardiovasc Interv.2014;7(4):e35-37.
- [15] Douglas GR,Phani AS,Gagnon J.Analyses and design of expansion mechanisms of balloon expandable vascular stents.J Biomech. 2014;47(6):1438-1446.
- [16] Jiang WJ,Xu XT,Jin M,et al.Apollo stent for symptomatic atherosclerotic intracranial stenosis: study results.AJNR Am J Neuroradiol. 2007;28(5):830-834.
- [17] 逢锦峰,赵长福,张爱荣,等.Neuroform自膨支架置入治疗症状性椎-基底动脉狭窄的疗效观察[J].中国组织工程研究与临床康复,2009,13(52):10369-10372.
- [18] Kim ST,Jeong HW,Jeong YG,et al.A Self-expanding Nitinol Stent (Enterprise) for the Treatment of Wide-necked Intracranial Aneurysms: Angiographic and Clinical Results in 40 Aneurysms. J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg. 2013;15(4):299-306.
- [19] Werner M,Paetzold A,Banning-Eichenseer U,et al.Treatment of complex atherosclerotic femoropopliteal artery disease with a self-expanding interwoven nitinol stent: midterm results from the Leipzig SUPERA 500 registry.EuroIntervention. 2014 Mar 31. pii: 20130502-05. [Epub ahead of print]
- [20] Grant RA,Quon JL,Bulsara KR.Oversized self-expanding stents as an alternative to flow-diverters for blister-like aneurysms.Neurol Res.2014;36(4):351-355.
- [21] Kaffes A,Griffin S,Vaughan R,et al.A randomized trial of a fully covered self-expandable metallic stent versus plastic stents in anastomotic biliary strictures after liver transplantation. Therap Adv Gastroenterol.2014;7(2):64-71.
- [22] 徐善才,许斌,吴培,等.球囊扩张支架与自膨式支架治疗症状性基底动脉狭窄患者围手术期并发症的分析[J].中国脑血管病杂志,2012,9(1):16-20.
- [23] 郭奕彤,谭志刚.血管内支架材料特点与缺血性脑卒中的治疗效果[J].中国组织工程研究,2013,17(12):2257-2264.
- [24] 刘萌,邢雷,戴志飞,等.新型肝素铁抗凝血涂层修饰血管内支架[J].中国组织工程研究与临床康复,2008,12(48):9478-9480.
- [25] 李源,程龙,王永生,等.钛合金表面聚乙烯亚胺/肝素聚电解质多层膜的体外和体内血液相容性研究[J].华中科技大学学报:医学版,2012,41(4):415-422.
- [26] 曹梅讯,李晓燕,蒋容静,等.肝素/壳聚糖聚合物涂层316L不锈钢的制备[J].中国组织工程研究与临床康复,2008,12(14):2652-2655.
- [27] 黄清海,刘建民,洪波,等.药物洗脱支架治疗颅内动脉及颅外椎动脉狭窄[J].中国微侵袭神经外科杂志,2006,11(2):55-57.
- [28] 卢海涛,张文川,黄清海,等.药物洗脱支架治疗症状性椎动脉开口狭窄[J].第二军医大学学报,2012,33(8):893-896.
- [29] Ichihashi S,Higashiura W,Itoh H,et al.Intravascular ultrasound assessment of acute expansion of the balloon expandable stent in heavy calcified iliac artery lesions or in lesions resistant to dilation by a self-expanding stent. Ann Vasc Surg. 2014 Feb 7. pii: S0890-5096(14)00070-3. doi: 10.1016/j.avsg.2014.01.010. [Epub ahead of print]
- [30] Levy EI,Turk AS,Albuquerque FC,et al.Wingspan in-stent restenosis and thrombosis: incidence, clinical presentation, and management.Neurosurgery. 2007;61(3):644-650; discussion 650-651.
- [31] Ma MM,Yin Q,Xu GL,et al.Predictors of Wingspan in-stent restenosis for the treatment of symptomatic intracranial arterial stenosis.Zhonghua Yi Xue Za Zhi. 2011;91(19):1303-1307.
- [32] 庞刚,肖泉,钟书,等.覆膜支架在治疗颅底血管疾病中的应用[J].中国微侵袭神经外科杂志,2011,16(1):28-29.
- [33] 朱悦琦,李明华,方淳,等.应用Willis覆膜支架治疗脑池段动脉瘤的临床对照研究和长期随访结果[J].介入放射学杂志,2010,19(4):275-280.
- [34] 刘博,吴邦理,张学虎,等.脑血管支架的临床应用及其并发症[J].中国组织工程研究与临床康复,2009,13(39):7747-7750.
- [35] 姚健楠,刘福全,缪中荣,等.颅外颈动脉狭窄支架成形术围手术期安全性分析[J].中国临床医学影像杂志,2012,23(4):267-269.
- [36] 符丽艳,杨传友,刘诗翔,等.脑血管支架置入治疗大脑中动脉狭窄所致短暂性脑缺血发作疗效观察[J].疑难病杂志,2012,11(1):48-49.