

颅内动脉瘤内支架辅助治疗的并发症分析

田红岸, 赵卫, 易根发

【摘要】 目的 分析内支架辅助治疗颅内动脉瘤的并发症,探讨降低并发症的方法。**方法** 2009 年 6 月至 2012 年 3 月收治 38 例颅内动脉瘤患者,其中曾有蛛网膜下腔出血 17 例,无出血史 21 例;颅内单发动脉瘤 26 例,多发动脉瘤 12 例,总计 50 枚动脉瘤中,位于前交通动脉 11 枚,后交通动脉 17 枚,大脑中动脉 8 枚,椎动脉 5 枚,颈内动脉床突段 9 枚。在对 38 例 50 枚动脉瘤的介入治疗中,采用单纯弹簧圈栓塞 4 枚,单纯支架覆盖 12 枚,支架辅助弹簧圈栓塞 34 枚,其中使用 LEO 支架 27 枚,Neuroform 支架 16 枚,Solitaire 支架 3 枚。**结果** 38 例患者的 50 枚动脉瘤中,对 46 枚行支架治疗,动脉瘤内支架辅助治疗的总并发症率为 19.6%(9/46),包括术中动脉瘤破裂出血 3 例,支架诱发血栓形成 5 例(均为 LEO 支架),致支架移位 1 例,术后发生脑梗死致偏瘫 2 例,因并发肺部感染死亡 1 例;术中支架打开不良 1 例。**结论** 颅内动脉瘤的内支架辅助治疗有较高的脑血管并发症,需要加强内支架辅助治疗的围手术期管理,以降低并发症发生率和改善并发症患者的预后。

【关键词】 颅内动脉瘤; 支架; 并发症

中图分类号:R543.4 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2012)-11-0885-05

Endovascular stent-assited management for the treatment of intracranial aneurysms: an analysis of complications TIAN Hong-an, ZHAO Wei, YI Geng-fa. Medical Imaging Center, the First Affiliated Hospital, Kunming Medical University, Kunming 650031, China

Corresponding author: ZHAO Wei, E-mail: kyyzhaowei@vip.km169.net

【Abstract】 Objective To analyze the complications of endovascular stent-assited management for intracranial aneurysms, and to discuss the practical way to reduce the complications. **Methods** During the period from Jun. 2009 to Mar. 2012, a total of 38 patients with intracranial aneurysms were admitted to authors' hospital. Of the 38 patients, 17 had a history of subarachnoid hemorrhage and 21 had no subarachnoid hemorrhage before. The lesions included single intracranial aneurysm ($n = 26$) and multiple intracranial aneurysms ($n = 12$). A total of 50 intracranial aneurysm were detected, which were located at anterior communicating artery ($n = 11$), posterior communicating artery ($n = 17$), middle cerebral artery ($n = 8$) vertebral artery ($n = 5$) and the clinoid process segment of internal carotid artery ($n = 9$). In the whole interventional management for 38 patients, pure coils ($n = 4$), pure stent implantation ($n = 12$) or stent-assited coils ($n = 34$) were employed. The stents used included LEO ($n = 27$), Neuroform ($n = 16$) and Solitaire ($n = 3$). The complications were recorded and the results were analyzed. **Results** Of the 50 aneurysms in the 38 patients, stenting treatment was carried out in 46. The total incidence of complications in stent-assited management for intracranial aneurysms was 19.6% (9/46). The complications included intracranial bleeding due to aneurysm rupture occurring during operation ($n = 3$), stent-induced thrombosis ($n = 5$), stent displacement ($n = 1$), postoperative hemiparalysis caused by cerebral infarction ($n = 2$), death due to pulmonary infection ($n = 1$) and poor opening of the stent ($n = 1$). **Conclusion** Stent-assited management for intracranial aneurysms carries rather high incidence of cerebrovascular complications. Therefore, careful perioperative management is essentially needed in order to reduce the occurrence of complications as well as to improve the patient's prognosis.(J Intervent Radiol, 2012, 21: 885-889)

【Key words】 intracranial aneurysm;

stent; complication

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2012.11.001

作者单位: 650031 昆明医科大学第一附属医院医学影像中心

通信作者: 赵卫 E-mail: kyyzhaowei@vip.km169.net

颅内动脉瘤是蛛网膜下腔出血(SAH)最常见的病因,约 80%的自发性 SAH 是由动脉瘤破裂引起,其发病率为 0.4% ~ 6%,致死率高达 77.2%^[1]。因此,及时正确的诊断及有效的治疗将直接影响患者的生存率。随着介入放射学和材料学的发展,血管内介入治疗颅内动脉瘤逐渐成为治疗颅内动脉瘤的首选方法,但对于宽颈、巨大、梭形及夹层动脉瘤而言,仍是难点^[2]。血管内支架的出现及应用,为其提供了一种辅助成形方法,它不仅可以保持载瘤动脉的通畅,防止弹簧圈的脱出及逃逸,而且显著提高了治疗的安全性。然而,随着这项技术的广泛应用,所带来的并发症也日益增多。现对我科行介入治疗的动脉瘤患者的临床资料进行回顾性总结分析,报告如下。

1 材料和方法

1.1 一般资料

2009 年 6 月至 2012 年 3 月,我院收治 38 例颅内动脉瘤患者,在放射科介入室行内支架辅助治疗,其中男性 18 例,女性 20 例;年龄 31 ~ 66 岁,平均 50 岁。

1.2 临床表现

按 Hent-Hess 分级:0 级 21 例,Ⅰ级 3 例,Ⅱ级 7 例,Ⅲ级 4 例,Ⅳ级 2 例,Ⅴ级 1 例。38 例中 17 例动脉瘤破裂,均表现为突发剧烈头痛,3 例昏迷,2 例轻度偏瘫,1 例失语;21 例动脉瘤未破裂者中,1 例表现为动眼神经麻痹,7 例表现为头痛,无症状者 13 例。

1.3 影像学资料

所有患者术前均行全脑 DSA 确诊,并行 3D-DSA 术前评估,准确了解动脉瘤位置、形态、大小、瘤颈宽度以及与载瘤动脉及穿支血管的空间关系等。38 例中单发动脉瘤 26 例,多发动脉瘤 12 例,总计动脉瘤 50 枚,其中位于前交通动脉 11 枚,后交通动脉 17 枚,大脑中动脉 8 枚,椎动脉 5 枚,颈内动脉床突段 9 枚。根据动脉瘤形态分为梭行动脉瘤 8 枚,宽颈动脉瘤 33 枚,夹层动脉瘤 3 枚,假性动脉瘤 2 枚,窄颈囊状动脉瘤 4 枚。

1.4 围手术期处理

术前检查三大常规、肝肾功能、凝血功能、心电图等。对动脉瘤未破裂者术前 3 d 开始口服氯吡格雷 75 mg/d 和阿司匹林 100 mg/d;对曾有 SAH 者于术前 1 h 给予氯吡格雷 300 mg 或阿司匹林 300 mg 顿服。为防止脑血管痉挛致脑缺血,术前 1 d 开始静

脉持续泵入尼莫地平 3 ~ 5 ml/h。术中用肝素钠行全身肝素化(45 u/kg 体重),并每隔 1 h 加注肝素钠 1 000 u。术后 3 d 给予低分子肝素 4 000 u (每 12 小时 1 次)皮下注射;并嘱口服氯吡格雷 75 mg/d 或阿司匹林 100 mg/d,持续 6 个月。

1.5 治疗方法

38 例患者全部采用气管插管全身麻醉,术中全身肝素化,经股动脉穿刺置入 5 ~ 8 F 动脉鞘,将 5 ~ 8 F 导引导管置入颈内动脉或椎动脉 C2 水平。根据动脉瘤形态,主要采用单纯弹簧圈栓塞、单纯支架覆盖以及支架辅助弹簧圈栓塞三种手术方式,其中支架辅助技术又可分为顺序式释放技术、平行式技术及支架半释放技术^[3]。本组 50 枚动脉瘤中,行单纯弹簧圈栓塞 4 枚,单纯支架覆盖 12 枚,支架辅助弹簧圈栓塞 34 枚,全部使用颅内专用自膨式支架,其中 BALT 的 LEO 支架 27 枚,BOSTON 的 Neuroform 支架 16 枚,EV3 的 Solitaire 支架 3 枚。所有患者治疗后即刻行造影复查,了解支架位置、动脉瘤栓塞情况及载瘤动脉及其分支通畅情况。

2 结果

38 例患者 50 枚动脉瘤共植入 46 枚支架。根据 Cognard (1989)判定动脉瘤栓塞的程度:动脉瘤腔完全闭塞不显影 37 枚,闭塞 95%以上 9 枚,闭塞 95%以下 4 枚。术中动脉瘤破裂出血 3 例,行致密栓塞术后恢复良好;支架诱发血栓栓塞 5 例,均为 LEO 支架,采用动脉灌注盐酸替罗非班溶解血栓并配合微导管、微导丝机械碎栓处理后,致支架移位 1 例,术后发生脑梗死致偏瘫 2 例,因并发肺部感染死亡 1 例;术中 LEO 支架膨胀不良 1 例,采用微导丝微导管撑顶后成功张开,术后恢复良好。

3 讨论

随着介入学的发展,窄颈囊状动脉瘤治疗方法已比较成熟,但对于宽颈、梭形、夹层等复杂动脉瘤而言,治疗难度仍然很大。尽管 Remodeling 技术的应用使部分宽颈动脉瘤得到了治疗的机会,但是对于夹层、梭形及颈体比超过 1 的宽颈动脉瘤而言,Remodeling 技术仍然无法使弹簧圈固定在瘤腔内。血管内支架为此提供了一种辅助成形方法。近年我科用内支架辅助治疗颅内动脉瘤的结果满意,但也出现了一些并发症。

3.1 血栓栓塞

支架植入后,急性或亚急性血栓的形成是致残

或致死的主要原因^[4]。研究表明,动脉瘤栓塞术中血栓栓塞并发症 (thromboembolic complication, TEC) 的发生率为 1% ~ 17%, 主要发生在术中、术后数小时甚至数天内, 易出现于载瘤动脉或其远端相对较细的动脉, 术中 TEC 多发生在大脑中动脉侧裂段分叉处、前交通动脉和基底动脉的顶端附近^[5]。动脉

瘤栓塞术中 TEC 的发生原因是多因素的, 主要与弹簧圈和支架的致栓性、植入术中操作时间过长、操作过程中内膜受损、支架贴壁不良、抗凝不充分、凝血系统被激活等因素有关, 导致血小板在支架上及被损伤的内膜上沉积, 形成血栓。见图 1。

为了预防 TEC 的发生, 充分抗凝尤为重要。术



1a 采用单纯弹簧圈致密栓塞前交通动脉, 继而使用 LEO 支架辅助弹簧圈栓塞大脑中动脉侧裂段分叉处, 致密性栓塞床宽颈动脉瘤
1b 造影示大脑中动脉显影缓慢, 支架内不规则充盈缺损, 血栓形成; 完全再通, 支架位置形态良好
1c 溶栓后立即造影示载瘤动脉突段动脉瘤后, 即刻将微导管到位血栓处, 靶向灌注盐酸替罗非班并配合微导管、微导丝机械碎栓
1d 术后 3 个月复查, 动脉瘤均完全闭塞未见显影, 大脑中动脉通畅, 支架位置形态良好; 患者恢复良好, 仅右下肢肌力欠佳(4 级)

图 1 支架内血栓形成及治疗

前 3 d 开始服用阿司匹林 100 mg/d 和氯吡格雷 75 mg/d, 若急诊手术, 则顿服阿司匹林 300 mg 和氯吡格雷 300 mg; 术后阿司匹林 100 mg/d 或氯吡格雷 75 mg/d 维持半年, 对支架内亚急性血栓形成、支架再狭窄有着良好的预防作用。充分肝素化是动脉瘤栓塞术中必须采取的措施, 可以预防血栓形成导致脑梗死发生, 通常首剂 45 u/kg 体重, 之后每小时 1 000 u; 术中保持导引导管滴注通畅, 可以有效防止血栓形成。其次, 内支架的合理选择及弹簧圈的适度栓塞对预防 TEC 也有着重要的意义。本组有 5 例发生 TEC, 全部为 LEO 支架辅助, 其中大脑中动脉侧裂段分叉处 3 例, 前交通动脉 2 例。我们的研究发现, LEO 支架网孔细密、金属含量高, 致栓性较强; 二级以上血管分支, 因管腔相对较细, 血流量较低, 支架植入后大大影响了血流速度, 增加了血栓形成的风险。术中一旦确定 TEC 发生, 即刻溶栓治疗, 同时加强抗凝。我们采用经微导管动脉靶向灌注盐酸替罗非班溶解新鲜血栓, 同时配合微导管、微导丝机械碎栓^[6-7]。一般盐酸替罗非班使用量为 0.5 ~ 1.0 mg, 用 20 ~ 50 ml 生理盐水稀释, 灌注速率为 2 ~ 5 ml/min^[8]。成功再通 4 例, 1 例考虑栓

子来源血管斑块, 采用尿激酶 25 万 u 最终也无法溶解。

3.2 动脉瘤破裂

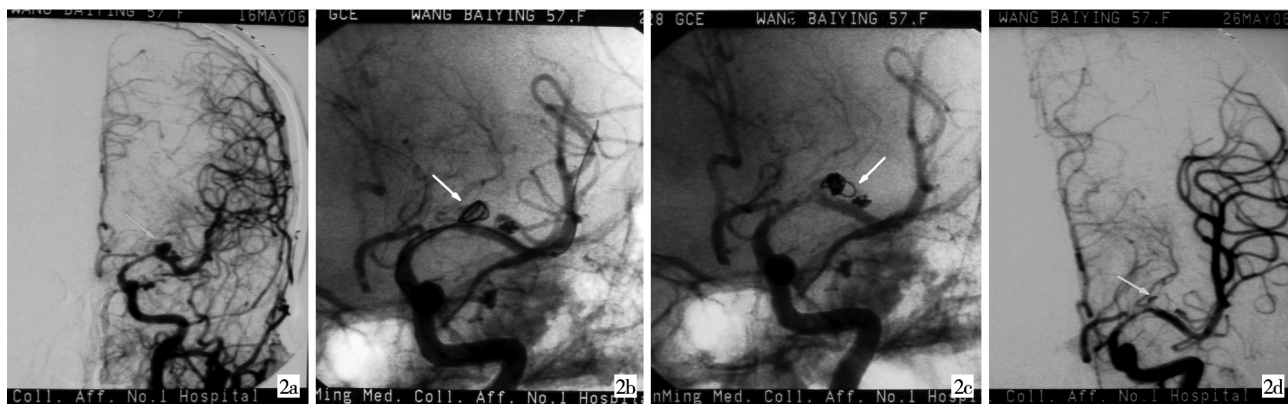
动脉瘤破裂是动脉瘤栓塞术中最严重的并发症, 据 Levy 等^[9]统计, 动脉瘤栓塞术中破裂出血的发生率为 2% ~ 4.4%。术中动脉瘤破裂原因: 微导丝、微导管通过虹吸段集聚张力在进入瘤腔后突然释放, 致微导管头直接戳穿动脉瘤壁; 选用的弹簧圈过大、过硬, 支架过大、径向力过强, 都可能导致支架释放时弹簧圈直接挤破动脉瘤壁; 支架辅助弹簧圈栓塞过程中, 微导管被支架压于瘤颈壁上, 填塞弹簧圈时微导管头失去安全的回缩空间, 增加了弹簧圈对动脉瘤壁的张力, 导致动脉瘤穿孔; 麻醉血压控制不够平稳; 动脉瘤反复多次出血, 形成假性动脉瘤, 增加了术中再出血的风险。

为此, 我们主张微导管在通过虹吸弯时, 应稍回撤微导丝和微导管, 让集聚的张力提前释放, 以增加微导管的稳定性。微导管头应尽量位于动脉瘤腔近心端 1/3 处, 这样在释放弹簧圈时对瘤壁的压力会相对减少, 从而降低动脉瘤破裂的风险, 同时弹簧圈优先填塞瘤腔近心端, 随着瘤腔的填塞, 微

导管头将向远心端偏移,有利于动脉瘤腔的致密性栓塞。选择合适的弹簧圈及支架尤其重要,支架的直径应选择大于载瘤动脉 20%为宜;弹簧圈除用于成篮作用的第 1 枚选择硬度稍强以外,均宜选择柔软性好的作填塞。动脉瘤腔的适度填塞也是避免术中破裂出血重要的预防方式,当支架植入后,动脉瘤被挤压缩小,因此需再次造影测量瘤腔大小,选

择大小合适的弹簧圈进行填塞^[10]。术中一旦确定动脉瘤破裂出血,应及时完成瘤腔的致密性栓塞,尽量减少血液外溢,同时用鱼精蛋白中和肝素,术后行 3H 治疗,必要时去骨瓣减压^[11]。本组中,3 例术中发生动脉瘤破裂再出血,但经及时有效的处理,患者恢复良好,无确切神经功能缺失。

3.3 支架异位



2a 左侧大脑中动脉-M1段宽颈动脉瘤

2b 微导管到位动脉瘤腔,解脱 1 枚弹簧圈后,引入支架系统释放,发现弹簧圈 1 个环穿出动脉瘤腔,发现弹簧圈 1 个环穿出动脉瘤腔

2c 继续经微导管致密填塞动脉瘤,发现弹簧圈 1 个环穿出动脉瘤腔,发现弹簧圈 1 个环穿出动脉瘤腔

2d 填塞完毕后,造影未发现对比剂外溢,给予鱼精蛋白中和肝素,并行瘤颈抗 SAH 治疗,术后患者恢复良好

图 2 术中动脉瘤破裂治疗

目前,国内颅内支架系统主要为自膨式支架,导致支架移位的主要原因有支架直径选择过小,释放后支架向远端移位;采用平行式支架辅助技术,微导管穿支架网孔填塞弹簧圈过程中,支架位置形态发生改变;动脉瘤位于血管弯曲段,如虹吸段,支架导管集聚的张力在释放支架过程中突然释放,会导致支架向远端的弹跳移位。

因此,我们要充分了解颅内支架的特性,根据动脉瘤的位置、形态合理的选择支架。目前常用的颅内支架中,LEO^[12]、Enterprise、Solitaire 支架为闭合式,而 Neuroform 支架^[13]为开放式,后者比前者更为柔软,顺应性及通过性好,但径向支撑力差。Solitaire 支架可以完全释放后回收重置 2 次,LEO 及 Enterprise 支架部分释放(70%)也可以回收,而 Neuroform 一旦释放不能重置。支架大小必须根据瘤颈宽度及载瘤动脉直径进行选择,一般来说,支架长度以覆盖瘤颈口两端且超过 4 mm 为宜,支架直径以大于载瘤动脉直径 20%为宜,而且必须充分估计支架的缩短率及载瘤动脉有无痉挛等情况,对于血管迂曲严重的载瘤动脉,应选择柔软性更好、更易贴壁的支架。术中选择最佳工作体位,可以在植入支架时更清楚地显示支架位置形态,采用支架

半释放技术可以避免微导管穿支架网孔时引起的支架移位^[2]。本组 1 例发生支架移位,分析原因,认为是术中溶栓操作所致。

3.4 支架膨张不良

支架塌陷及膨张不良是内支架辅助治疗颅内动脉瘤严重的并发症之一,其发生率不高。黄伟等^[12]曾报道 1 例椎-基底动脉夹层动脉瘤,使用 BX 双支架重叠置入,术后发生支架塌陷,椎动脉闭塞。支架塌陷多由于选用的支架过于柔软,径向撑力不够,或由于动脉瘤较大,填塞弹簧圈过多而导致支架塌陷。支架膨张不良多发生在严重迂曲的载瘤动脉上,支架近心端及远心端所成角度过小,释放后支架成角处无法完全膨张。为此,我们认为,在载瘤动脉迂曲不明显、支架容易到位的情况下,应尽量选择径向撑力强的支架,并适度填塞动脉瘤腔,以避免支架塌陷的发生;而对于载瘤动脉严重迂曲者,应选择顺应性好、径向撑力稍强的支架,以避免在释放过程中出现膨张不良。一旦术中发生支架塌陷或支架膨张不良,可先试用微导丝、微导管撑顶,必要时行球囊扩张或支架植入。本组病例中,位于床突上段的 1 枚动脉瘤因虹吸段膝部角度过小,植入的 LEO 支架膨张不良,但采用微导管、微导丝撑顶

后,支架顺利张开,术后患者恢复良好。

3.5 血管痉挛

血管痉挛是血管内介入术中常见的并发症,其发生率约 10%^[13]。其发生机制与出血后血液分解产物刺激脑血管有关,而术中微导管、微导丝、栓塞材料等对血管壁的机械刺激也是直接诱因。严重的血管痉挛可致手术失败,甚至引起永久性神经功能缺失、死亡。因此,强调围手术期抗血管痉挛治疗,降低术中脑血管痉挛的发生率,如尼莫地平术前 1 d 持续泵入。同时,术中规范化操作、动作柔和,可减少脑血管痉挛的发生。术中一旦发生,应及时使用解痉药物灌注,如罂粟碱,术后尼莫地平持续泵入可使痉挛血管得到明显的缓解。本组病例中发生脑血管痉挛 6 例,术中及时灌注罂粟碱,成功解痉。

3.6 穿支动脉闭塞

颅内动脉尤其是大脑中动脉有许多穿支动脉向基底节区和脑干供血,而且这些动脉多为终末动脉,一旦闭塞可引起严重的脑梗死。分析导致穿支血管受影响的机制主要包括“雪崩效应”、支架封堵、支架内新生内膜增殖等。“雪崩效应”是指支架植入使动脉壁上的粥样硬化斑块沿动脉壁纵向重新分布,导致分支血管急性堵塞或慢性闭塞^[14]。支架封堵是指支架的网丝压迫、覆盖穿支动脉开口,影响穿支动脉的血流。支架内新生内膜增殖是内膜损伤后的愈合反应,是一系列血管活性物质和生长因子介导的复杂生物学过程,有研究表明,支架特性对内膜增殖有着重要的影响,网丝越粗所致的内膜增殖越明显^[15]。但也有研究发现,即使支架网丝覆盖穿支动脉开口 50%,穿支动脉依然保持通畅。Lopes 等^[16]对 10 例支架植入覆盖穿支血管的患者进行 4 ~ 35 个月的造影随访,这些支架覆盖不同的穿支血管,结果表明,所有支架覆盖的穿支血管均保持通畅,临床随访没有支架覆盖穿支血管供血区有关的神经功能障碍发生。因此,在有着重要穿支的载瘤动脉上,应尽量选择网孔较大、网丝较细的支架,尽可能的降低此并发症的发生。

综上所述,随着神经介入技术的发展及材料的不断更新,支架辅助治疗颅内动脉瘤取得了很好的近、远期疗效,逐渐成为治疗颅内动脉瘤的首选方式,但支架并发症也应引起广泛重视。掌握各种支架的特性、术前充分评估、个体化选择合适支架及其栓塞材料的配合、熟练掌握神经介入操作技巧,对降低并发症的发生有着重要的意义;掌握并发症的有效处理方法,术中及时有效的处理是影响患者

预后的关键。

[参考文献]

- [1] Audibert G, Bousquet S, Charpentier C, et al. Subarachnoid haemorrhage: epidemiology, genomic, clinical presentation [J]. Ann Fr Anesth Reanim, 2007, 26: 943 - 947.
- [2] Luo CB, Teng MM, Chang FC, et al. Stent - assisted coil embolization of intracranial aneurysms: A single center experience [J]. J Chin Med Assoc, 2012, 75: 322 - 328.
- [3] 杨鹏飞, 刘建民, 洪 波, 等. 支架半释放技术辅助栓塞颅内复杂动脉瘤 [J]. 介入放射学杂志, 2009, 18: 723 - 726.
- [4] 陈 涓, 刘银红, 赵 斌, 等. 超急性期脑梗死的多层螺旋 CT 灌注成像与脑卒中评分及预后相关性的研究 [J]. 中华放射学杂志, 2005, 39: 413 - 417.
- [5] 马朝晖, 李铁林. 支架辅助弹簧圈栓塞治疗颅内动脉瘤并发病的文献回顾 [J]. 中国脑血管病杂志, 2010, 7: 557 - 560.
- [6] Baik SK, Oh SJ, Park KP, et al. Intra - arterial tirofiban infusion for partial recanalization with stagnant flow in hyperacute cerebral ischemic stroke [J]. Interv Neuroradiol, 2011, 17: 442 - 451.
- [7] Kang HS, Kwon BJ, Roh HG, et al. Intra - arterial tirofiban infusion for thromboembolism during endovascular treatment of intracranial aneurysms [J]. Neurosurgery, 2008, 63: 230 - 237.
- [8] Bruening R, Mueller - Schunk S, Morhard D, et al. Intraprocedural thrombus formation during coil placement in ruptured intracranial aneurysms: treatment with systemic application of the glycoprotein II b/III a antagonist tirofiban [J]. Am J Neuroradiol, 2006, 27: 1326 - 1331.
- [9] Levy E, Koebbe CJ, Horowitz MB, et al. Rupture of intracranial aneurysms during endovascular coiling: management and outcomes [J]. Neurosurgery, 2001, 49: 807 - 811.
- [10] 肖 兵, 刘春平, 赵 卫. 复杂颅内动脉瘤介入治疗并发症分析 [J]. 西部医学, 2009, 21: 1964 - 1966.
- [11] 吴中学, 王忠诚, 刘爱华, 等. 106 例颅内复杂动脉瘤的支架应用 [J]. 中华神经外科杂志, 2005, 21: 71 - 74.
- [12] 黄 伟, 刘建民, 许 奕, 等. 血管内治疗椎基底动脉夹层动脉瘤 (附 45 例分析) [J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2008, 94: 307 - 309.
- [13] Jabbour PM, Tjoumakaris SI, Rosenwasser RH. Endovascular management of intracranial aneurysms [J]. Neurosurg Clin N Am, 2009, 20: 383 - 398.
- [14] Caputo RP, Chafizadeh ER, Stoler RC, et al. Stent jail: a minimum - security prison [J]. Am J Cardiol, 1996, 77: 1226 - 1229.
- [15] 李 吻, 刘建民. 颅内支架置入对穿支血管的影响 [J]. 中华神经外科杂志, 2007, 23: 636 - 638.
- [16] Lopes DK, Ringer AJ, Boulos AS, et al. Fate of branch arteries after intracranial stenting [J]. Neurosurgery, 2003, 52: 1275 - 1278.

(收稿日期:2012-04-20)

(本文编辑:侯虹鲁)