

Solitaire AB 支架辅助栓塞颅内动脉瘤 临床随访研究

黄志伟, 李学东, 覃 军, 陆建吾, 黄河清

【摘要】 目的 观察 Solitaire AB 支架辅助弹簧圈栓塞治疗颅内宽颈动脉瘤初中期效果。**方法** 回顾性分析 2009 年至 2012 年期间采用 Solitaire AB 支架辅助弹簧圈栓塞治疗的 49 例颅内宽颈动脉瘤患者 49 个动脉瘤, 其中 41 例患者 41 个动脉瘤(26 个破裂出血, 15 个未破裂)术后随访 12~48 个月, 根据改良 Rankin 评分、DSA、CTA 或 MRA 检查评价颅内动脉瘤影像学及临床结果。**结果** 栓塞术后有 2 例动脉瘤再次破裂出血, 3 例脑梗死, 1 例载瘤动脉闭塞, 死亡 1 例, 并发症发生率为 14.2%。栓塞术后 12 个月 DSA、MRA 或 CTA 检查显示, 32 个动脉瘤(32/41, 78.0%)完全栓塞, 明显高于术后即刻(21 个, 42.9%) ($P=0.02$); 瘤颈残留 7 个(17.1%), 部分栓塞 2 个(4.9%), 均较术后即刻有改善。24 个动脉瘤(58.5%)稳定而无变化, 复发 4 个(9.7%)。末次随访时改良 Rankin 评分显示 0 分 18 例(43.9%), 1 分 10 例(24.4%), 2 分 5 例(12.2%), 3 分 4 例(9.8%), 4 分 2 例(4.85%), 5 分 2 例(4.85%)。患者日常活动能力自理率为 80.5%, 预后良好。**结论** Solitaire AB 支架辅助弹簧圈栓塞治疗颅内宽颈动脉瘤安全有效, 有助于提高完全栓塞率, 降低操作相关并发症。

【关键词】 颅内动脉瘤; 支架; 弹簧圈; 栓塞; 随访研究

中图分类号: R743.3 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2015)-04-0282-05

SolitaireAB stent-assisted endovascular embolization of intracranial wide-necked aneurysms: a clinical follow-up study HUANG Zhi-wei, LI Xue-dong, QING Jun, LU Jian-wu, HUANG He-qing. Department of Neurosurgery, Fourth Affiliated Hospital, Guangxi Medical University, Liuzhou, Guangxi Province 545005, China

Corresponding author: HUANG He-qing, E-mail: neurosurgeryhz@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the mid-term effect of SolitaireAB stent-assisted interventional embolization with spring coils for the treatment of intracranial wide-necked aneurysms. **Methods** During the period from May 2009 to April 2013, a total of 49 patients with intracranial wide-necked aneurysm (49 aneurysms in total) received SolitaireAB stent-assisted interventional embolization treatment at authors' hospital. In 41 patients, a total of 41 aneurysms were detected, of which ruptured aneurysm with bleeding was confirmed in 26 and un-ruptured aneurysm in 15. These 41 patients were followed up for 12–48 months. Based on modified Rankin scoring and DSA, CTA or MRA manifestations, the clinical results were evaluated. **Results** After the embolization treatment, re-bleeding of the aneurysm occurred in 2 cases, cerebral infarction in 3 cases, occlusion of the parent artery in one case and death in one case; the occurrence rate of complications was 14.2%. DSA, MRA or CTA performed at 12 months after the embolization treatment, showed that 32 aneurysms (78.0%) were completely obstructed, which was obviously higher than that observed on DSA performed immediately after the embolization procedure (21 aneurysms, 42.9%), the difference was statistically significant ($P=0.02$); residue of aneurysmal neck was seen in 7 cases (17.1%) and partial occlusion in 2 cases (4.9%), which were much better than those observed on DSA that was performed immediately after the embolization procedure. Twenty-four aneurysms (58.5%) remained stable, showing no any change, and recurrence of aneurysm was observed in 4 cases (9.7%). At the last follow-up exam, the modified Rankin

scoring showed that 0 point was seen in 18 cases (43.9%), one point in 10 cases (24.4%), 2 points in 5 cases (12.2%), 3 points in 4 cases (9.8%), 4 points in 2 cases (4.85%) and 5 points in 2 cases (4.85%). The self-care rate for daily activities was 80.5%, the prognosis was good. **Conclusion** For the treatment of intracranial wide-necked aneurysms, Solitaire AB stent-assisted interventional embolization with spring coils is safe and effective. This technique can improve the embolization rate and reduce the procedure-related complications. (J Intervent Radiol, 2015, 24: 282-286)

【Key words】 intracranial aneurysm; stent; steel coil; embolization; follow-up study

介入微弹簧圈栓塞治疗颅内动脉瘤已获得临床广泛认可。对于宽颈动脉瘤,弹簧圈有可能脱出进入载瘤动脉,而球囊再塑形技术可通过球囊暂时保护动脉瘤颈口,避免弹簧圈脱出。但球囊再塑形技术对一些颈宽较大的动脉瘤效果仍不佳,并发症发生率及动脉瘤复发率均较高^[1]。支架辅助微弹簧圈栓塞颅内动脉瘤的优点在于将支架植于瘤颈口,既可起机械阻挡作用,避免微弹簧圈突入载瘤动脉,提高栓塞密度,促进瘤颈解剖愈合,又可改变血流方向,促进瘤内血栓形成^[2]。Solitaire AB 支架(美国 EV3 Neurovascular 公司)是一种新型闭环设计、可完全释放后再回收的镍钛合金自膨式支架,优点是顺应性好,可到达迂曲的远端血管,并允许术中反复调整、精确植入^[3],但植入术后中远期有效性和安全性有待观察。本文回顾我院 2009 年至 2012 年期间采用 Solitaire AB 支架辅助微弹簧圈栓塞治疗 49 例宽颈颅内动脉瘤患者 49 个动脉瘤,中期随访观察患者临床症状及影像学检查结果。现将相关资料分析报告如下。

1 材料与方法

1.1 临床资料及影像学检查结果

2009 年至 2012 年期间栓塞治疗 49 例颅内动脉瘤患者 52 个动脉瘤,采用 Solitaire AB 支架辅助微弹簧圈栓塞治疗 49 例患者 49 个宽颈动脉瘤。有完整随访资料的患者 41 例(男 16 例,女 25 例,年龄 32~78 岁,平均 51.5 岁)41 个动脉瘤中突发破裂致蛛网膜下腔出血 26 个(Hunt-Hess I 级 9 个,II 级 7 个,III 级 6 个,IV 级 3 个,V 级 1 个),未破裂 15 个(4 个为动眼神经麻痹患者,1 个为癫痫患者,2 个为头痛患者,5 个于体检时发现)。

动脉瘤栓塞治疗前均接受脑血管 DSA 检查,提示前交通动脉瘤 13 个,后交通动脉瘤 16 个,脉络膜前动脉瘤 1 个,大脑中动脉瘤 5 个,眼动脉瘤 6 个,海绵窦段颈内动脉瘤 2 个,椎动脉瘤 3 个,基底动脉瘤 2 个和小脑后下动脉瘤 1 个。动脉瘤最大直

径 15 mm,最小直径 2 mm,平均 5.4 mm;25 个 < 5 mm,18 个 5~10 mm,6 个 > 10 mm。

1.2 术前抗血小板治疗

常规择期手术:术前 3 d 口服硫酸氯吡格雷片(75 mg/d)、阿司匹林(300 mg/d);急诊手术:术前 4 h 使用负荷剂量硫酸氯吡格雷片(300 mg)、阿司匹林(300 mg 胃管内给药)。术中给予全身肝素化。术后给予低分子肝素钠 4 000 U 皮下注射(2 次/d,共 3 d),术后 1 d 开始口服硫酸氯吡格雷片(75 mg/d)持续 3 个月、阿司匹林(100 mg/d)持续 6 个月以上。

1.3 介入操作技术

经股动脉穿刺后置入 6 F 导管鞘,插入 5 F 造影管行双侧颈内动脉、双侧椎动脉 DSA 造影,明确动脉瘤大小及部位,标记物精确测量动脉瘤直径、瘤颈宽度及载瘤动脉远近端直径,并据此选择合适的 Solitaire AB 支架。将 6 F 指引管置入病变侧颈内动脉或椎动脉。根据动脉瘤大小,采用不同支架植入技术:①支架稳定微导管技术(stent-jack technique),经微导丝引导将微导管置入动脉瘤瘤囊内,再经同一指引管将 Rebar-18 微导管置入载瘤动脉并经 Rebar 微导管送入支架;部分回撤 Rebar 微导管,使支架部分释放并覆盖动脉瘤瘤颈,经动脉瘤瘤囊内微导管输送微弹簧圈,选择适当尺寸微弹簧圈逐渐填塞至满意为止;完全回撤 Rebar 微导管,使支架完全释放,最后电解脱支架^[4]。②支架半释放技术(stent semi-deploying technique),即在微导丝引导下输送支架跨越动脉瘤瘤颈,随后将微导管置入动脉瘤并半释放支架至动脉瘤瘤颈处,通过微导管用微弹簧圈填塞动脉瘤,最后完全释放支架^[5]。③微导管穿越支架技术,即在支架充分释放后,将微导管经支架网眼超选择送入动脉瘤并完成栓塞^[1]。④挽救性支架植入技术(salvaging stent placement),即先通过微导管用微弹簧圈填塞动脉瘤,若弹簧圈突入载瘤动脉则回收弹簧圈,立即输送并释放支架覆盖瘤颈,再次填塞微弹簧圈。栓塞完毕后留动脉鞘管,术后 6 h 拔除,常规皮下注射低分子肝素钠 4 000 U

(2 次/d, 共 3 d)扩容, 尼莫地平抗脑血管痉挛。

1.4 术后随访

血管内栓塞术后 3、6、12、24 个月随访时作改良 Rankin 评分、有条件脑血管 DSA 或 CTA、MRA 检查^[2], 观察患者临床症状恢复情况。随访内容: ① Raymond 栓塞分级: I 级为动脉瘤完全栓塞, II 级为瘤颈残留, III 级为动脉瘤部分栓塞。② 12 个月 DSA、CTA、MRA 复查结果评估: a、稳定无变化; b、瘤颈残留或部分栓塞较前好转; c、轻度复发, 无需再治疗; d、复发, 需再次栓塞。③ 支架有无移位或狭窄。④ 载瘤动脉有无狭窄或闭塞。⑤ 动脉瘤栓塞后有无并发症, 如脑梗死、脑出血、脑积水等。⑥ 患者生活能力有无改善 (改良 Rankin 评分 0~2 分为日

常生活能自理, 3~5 分为需部分或完全需要帮助)。

2 结果

采用 Solitaire AB 支架辅助微弹簧圈栓塞治疗 49 例患者 49 个宽颈颅内动脉瘤 (图 1), 共使用 4 mm×15 mm 支架 20 枚, 4 mm×20 mm 支架 28 枚, 6×20 mm 支架 1 枚。支架成功释放占 98%。1 枚支架释放时因未完全打开而未解脱, 撤回更换后再次植入。根据动脉瘤大小不同, 接受支架稳定微导管技术、支架半释放技术、微导管穿越支架技术、挽救性支架植入技术介入的动脉瘤分别为 20、18、3、8 个 (表 1)。

49 例患者栓塞术后再出血 2 例 (4.1%), 其中 1



① 颈内动脉眼动脉段动脉瘤 (2.5 mm × 3 mm) 已破裂出血, 瘤颈宽 3 mm (体/颈 = 1); ② 采用 Solitaire AB 支架 (6 mm × 20 mm) 和 2 枚微弹簧圈 (2 mm × 6 cm, 2 mm × 4 cm) 填塞, 脑血管 DSA 显示动脉瘤部分栓塞, 有少量对比剂进入瘤腔; ③ 术后 12 个月 DSA 显示动脉瘤致密填塞, 无对比剂进入瘤腔

图 1 Solitaire AB 支架辅助微弹簧圈栓塞治疗宽颈颅内动脉瘤

表 1 采用不同支架植入技术栓塞不同大小动脉瘤

动脉瘤大小和数目	<5 mm	5~10 mm	>10 mm	总数/个
支架稳定微导管技术	6	12	2	20
支架半释放技术	14	3	1	18
微导管穿越支架技术	1	1	1	3
挽救性支架植入技术	4	2	2	8
总计/个	25	18	6	49

例死亡 (2%), 系小脑后下动脉梭形动脉瘤, 栓塞术后当天再出血继发脑干缺血, 呼吸停止, 1 例经后交通动脉瘤栓塞后再出血, 治疗后遗留肢体偏瘫。围手术期并发脑梗死 3 例 (6.12%), 表现为术后 2~4 d 一侧肢体肌力减退, 经积极扩容、扩张血管、抗血小

板聚集及高压氧治疗, 其中 1 例肌力完全回复, 2 例遗留轻偏瘫。远期载瘤动脉闭塞 1 例, 系术后 1 个月自行停止口服阿司匹林及硫酸氯吡格雷所致, 支架血管血栓形成, 一侧肢体偏瘫。动眼神经麻痹 1 例, 系后交通动脉瘤患者, 术后出现同侧动眼神经麻痹, 随访 1 年后动眼神经麻痹消失。 (表 2)

术后随访 12~48 个月, 平均 25.6 个月。49 例患者中资料完整、随访时间达到 12 个月者 41 例, 随访时行脑血管 DSA (25 例)、MRA (13 例)、头颅增强 CTA (3 例)。失访 8 例患者中 2 例分别于术后 6 个月及 8 个月移居其它城市, 3 例分别死于肺癌、急性

表 2 栓塞治疗术后并发症

患者	性别	年龄/岁	Hunt-Hess 分级	动脉瘤部位	动脉瘤大小/mm	并发症类型
1	男	68	I	右侧小脑后下动脉	5	动脉瘤破裂出血
2	女	62	II	左侧后交通动脉	4	动脉瘤破裂出血
3	男	56	II	右侧大脑中动脉	5	脑梗死
4	女	65	III	左侧颈内动脉	3	脑梗死
5	女	72	III	右侧颈内动脉	3	脑梗死
6	男	52	II	右侧大脑中动脉	7	载瘤动脉闭塞
7	男	55	I	右侧后交通动脉	6	动眼神经麻痹

心肌梗死及车祸,3 例失去联系。随访率为 83.7%。

术后脑血管 DSA 造影显示动脉瘤大小见表 1。动脉瘤完全栓塞 (Raymond I 级)、瘤颈残留 (II 级) 和部分栓塞 (III 级) 在术后即刻分别为 21 个 (42.9%)、22 个 (44.9%) 和 6 个 (12.2%), 在术后 12 个月分别为 32 个 (78%)、7 个 (17.1%) 和 2 个 (4.9%) (表 3)。术后 12 个月动脉瘤稳定而无变化 24 个 (58.5%), 轻度复发而不需再治疗 3 个 (7.3%), 复发而需治疗 1 个 (2.4%)。术后 12 个月支架狭窄 2 个 (分别位于大脑中动脉和椎动脉), 均无临床症状。

表 3 栓塞术后即刻及术后 12 个月 DSA 造影结果

Raymond 分级	术后即刻/个	术后 12 个月/个
I 级 (完全栓塞)	21 (42.9%)	32 (78%)*
II 级 (瘤颈残留)	22 (44.9%)	7 (17.1%)
III 级 (部分栓塞)	6 (12.2%)	2 (4.9%)
动脉瘤总数	49	41

注: * 与栓塞术后即刻相比, $P = 0.02$

末次随访时改良 Rankin 评分显示 0 分 18 例 (43.9%), 1 分 10 例 (24.4%), 2 分 5 例 (12.2%), 3 分 4 例 (9.8%), 4 分 2 例 (4.85%), 5 分 2 例 (4.85%), 患者日常活动能力自理率为 80.5%, 预后良好。

3 讨论

目前临床上对单纯微弹簧圈栓塞治疗颅内宽颈动脉瘤及复杂动脉瘤仍是巨大挑战。随着介入治疗技术发展, 支架开始用作微弹簧圈栓塞治疗颅内巨大动脉瘤及宽颈动脉瘤的辅助装置。目前临床上常用的自膨式颅内支架有 Neuroform 支架 (美国 Stryker Neurovascular 公司)、Enterprise 支架 (美国 Cordis Neurovascular 公司) 等。本组病例均采用 Solitaire AB 支架 (美国 EV3 Neurovascular 公司), 该支架容易通过硬化或弯曲血管, 具有良好的输送能力、较高的径向支撑力, 标记可视性好, 支架可完全释放和完全回收, 提高了术中操作安全性^[6]。本组 Solitaire AB 支架释放成功率为 98%, 高于 Gentric 等^[7]报道 Neuroform 支架释放成功释放率 94.4% 及 Weber 等^[8]报道 Enterprise 支架释放成功率。

本组术后即刻脑血管 DSA 显示动脉瘤完全栓塞为 42.9%, 瘤颈残留 44.9%, 部分栓塞 12.2%, 高于 Biondi 等^[1]报道的 Neuroform 支架辅助栓塞动脉瘤术后结果 (完全栓塞 35%, 瘤颈残留 45%, 部分栓塞 20%)。本组随访 12 个月后完全栓塞为 78%, 瘤颈残留 17.1%, 部分栓塞 4.9%, 明显高于栓塞即刻的完全填塞率, 差别有统计学意义; 再通率为 9.7%, 明显低于文献报道单纯弹簧圈栓塞的复发率

(33.5%)。Fiorella 等^[9]报道 Neuroform 支架辅助栓塞动脉瘤后 3~6 个月影像学随访结果, 提示 52% 病例动脉瘤内血栓形成, 25% 病例稳定 (填塞率无改变), 23% 病例动脉瘤复发。Solitaire AB 支架为闭环式设计, 其网眼稳定、径向支撑力高、贴壁性好, 可很好地覆盖瘤颈口。其促进动脉瘤内血栓形成的原因可能在于: ① 改变载瘤动脉-动脉瘤局部血流动力学, 利于瘤内血栓形成并减少治疗后复发; ② 支架植入弱化了瘤颈处涡流运动, 并减轻血液对瘤体侧壁的冲击; ③ 为血管内皮细胞生长提供了物理支架, 有利于瘤颈愈合。本组病例动脉瘤直径 <10 mm 者占 87.7%, 所以复发率较低, 随访结果也证实 Solitaire AB 支架良好的促进动脉瘤内血栓形成的能力。

本组栓塞术后并发症发生率为 14.3%, 动脉瘤再次破裂出血 2 例, 脑梗死 3 例, 载瘤动脉闭塞 1 例, 动眼神经麻痹 1 例 (死亡), 严重并发症发生率为 2.4%。Lee 等^[10]报道采用闭环式支架辅助栓塞 289 例动脉瘤患者, 围手术期并发症发生率为 13.8%。Gentric 等^[7]报道 Neuroform 支架植入的围手术期并发症发生率为 12.1%, 术后 12~18 个月后病死率为 1%, 而据 Weber 等^[8]报道 Enterprise 支架植入的围手术期并发症发生率为 10%, 病死率为 0%, 永久性神经功能损伤为 3.3%。本组发生载瘤动脉远期血栓形成 1 例, 死亡 1 例, 分别占随访者 2.44%。死亡 1 例为小脑后下动脉梭形动脉瘤, 支架辅助致密栓塞动脉瘤当天出现颅内再出血、昏迷, 最后死亡, 考虑有可能是小脑后下动脉较迂曲、管径细小 (<2 mm) 且为梭形动脉瘤, 血管壁薄, 致密填塞后支架自行膨胀将动脉瘤撑破的缘故。Lubicz 等^[6]也报道, 对于 <2 mm 血管, Solitaire AB 支架应用时需谨慎。

文献报道破裂动脉瘤接受支架辅助栓塞治疗的并发症发生率超过未破裂动脉瘤。本组并发症发生率与文献报道相比稍高, 原因为本组破裂动脉瘤有 26 例, 占 63.4%, 高于以往文献报道。本组并发症大部分发生于破裂动脉瘤。文献报道, 破裂动脉瘤急性期接受支架辅助栓塞治疗的并发症发生率高达 21%^[11]。对已破裂动脉瘤用支架辅助栓塞治疗, 必须平衡评估出血并发症及栓塞并发症风险。动脉瘤破裂急性期机体处于高凝状态, 发生栓塞风险增高。文献报道急性期支架辅助栓塞宽颈动脉瘤的并发症发生率 (17%) 高于出血并发症发生率 (0%)^[12]。本研究表明, 动脉瘤若未致密栓塞, 仍有破裂风险。因此, 对需支架辅助治疗的急性期破裂动脉瘤如何

进行抗血小板聚集、抗凝治疗及其应用时机,对未致密栓塞的动脉瘤是否需持续抗凝治疗及发生栓塞并发症风险,仍需进一步研究。

支架辅助栓塞动脉瘤的操作过程较单纯微弹簧圈栓塞复杂,引起脑梗死发生率增加,而严格的术前给予阿司匹林、硫酸氯吡格雷各 300 mg 可降低其发生率。如果术中行挽救性支架植入,可立即静脉注射盐酸替罗非班,以降低脑梗死发生率。Solitaire AB 支架传输性比较好,可较容易通过硬化弯曲的血管,释放后如果位置不满意可回收重新调整,如此减少了操作并发症,如支架移位、载瘤动脉闭塞、穿支血管闭塞等发生。本组病例中未发生支架移位、支架不打开、弹簧圈突入载瘤动脉等并发症。

有人认为 Solitaire AB 支架网孔较大(2 mm),不适合辅助栓塞微小动脉瘤,直径为 2 mm 的弹簧圈有可能突入载瘤动脉。但该支架可完全释放完全回收的特点,使得一旦发现微弹簧圈脱出,可回收支架并调整位置,再次填塞微弹簧圈。支架半释放技术有利于宽颈微小动脉瘤(直径 ≤ 3 mm)的栓塞治疗^[5]。本组病例小动脉瘤占 51%,大部分适宜于该技术。对微小动脉瘤,尤其是最大径 ≤ 3 mm 动脉瘤,术中支架完全释放后可能无法再填塞微弹簧圈,若勉强填塞将增加动脉瘤破裂出血风险,采用支架半释放技术可使微导管头端不超选进入动脉瘤而仅在瘤口周围填塞弹簧圈,即逐渐释放支架与逐渐填塞弹簧圈相结合,将绝大部分弹簧圈压入动脉瘤体内,小部分弹簧圈挤在支架与载瘤动脉之间,使支架和弹簧圈覆盖病变血管段。

本组随访患者术后良好率为 80.5% (改良 Rankin 评分 ≤ 2 分),部分入院时 Hunt-Hess Ⅲ、Ⅳ级患者经治疗后较前好转。本组患者大部分为破裂动脉瘤(63.4%),入院时 Hunt-Hess Ⅲ~Ⅴ级占 24.1%,术后患者大部分能生活自理,显示了 Solitaire AB 支架辅助栓塞治疗颅内宽颈动脉瘤的有效性和安全性;随访期间无再次破裂出血,支架无移位;中期随访显示栓塞并发症仅 1 例。

总之,Solitaire AB 支架作为闭环式镍钛合金支架,辅助微弹簧圈栓塞治疗颅内宽颈动脉瘤安全有效,并发症发生率低,可促进动脉瘤内血栓形成,降低再通率。但长期疗效还需进一步随访观察。

[参考文献]

- [1] Biondi A, Janardhan V, Katz JM, et al. Neuroform stent-assisted coil embolization of wide-neck intracranial aneurysms: strategies in stent deployment and midterm follow-up [J]. *Neurosurgery*, 2007, 61: 460-468.
- [2] Gross BA, Frerichs KU. Stent usage in the treatment of intracranial aneurysms: past, present and future [J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2013, 84: 244-253.
- [3] Gory B, Klisch J, Bonafe A, et al. Solitaire AB stent-assisted coiling of wide-necked intracranial aneurysms: short-term results from a prospective, consecutive, European multicentric study [J]. *Neuroradiology*, 2013, 55: 1373-1378.
- [4] de Paula Lucas C, Piotin M, Spelle L, et al. Stent-jack technique in stent-assisted coiling of wide-neck aneurysms [J]. *Neurosurgery*, 2008, 62(5 Suppl 2): ONS414-ONS416.
- [5] 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.
- [6] Lubicz B, Collignon L, Raphaeli G, et al. Solitaire stent for endovascular treatment of intracranial aneurysms: immediate and mid-term results in 15 patients with 17 aneurysms [J]. *J Neuro-radiol*, 2010, 37: 83-88.
- [7] Gentric JC, Biondi A, Piotin M, et al. Safety and efficacy of neuroform for treatment of intracranial aneurysms: a prospective, consecutive, French multicentric study [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2013, 34: 1203-1208.
- [8] Weber W, Bendszus M, Kis B, et al. A new self-expanding nitinol stent (Enterprise) for the treatment of wide-necked intracranial aneurysms: initial clinical and angiographic results in 31 aneurysms [J]. *Neuroradiology*, 2007, 49: 555-561.
- [9] Fiorella D, Albuquerque FC, Deshmukh VR, et al. Usefulness of the neuroform stent for the treatment of cerebral aneurysms: results at initial (3-6-mo) follow-up [J]. *Neurosurgery*, 2005, 56: 1191-1201.
- [10] Lee SY, Chae KS, Rho SJ, et al. Clinical and angiographic outcomes of wide-necked aneurysms treated with the solitaire AB stent [J]. *J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg*, 2013, 15: 158-163.
- [11] Tahtinen OI, Vanninen RL, Manninen HI, et al. Wide-necked intracranial aneurysms: treatment with stent-assisted coil embolization during acute (< 72 hours) subarachnoid hemorrhage-experience in 61 consecutive patients [J]. *Radiology*, 2009, 253: 199-208.
- [12] Golshani K, Ferrel A, Lessne M, et al. Stent-assisted coil embolization of ruptured intracranial aneurysms: A retrospective multicenter review [J]. *Surg Neurol Int*, 2012, 3: 84.

(收稿日期:2014-08-04)

(本文编辑:边 信)