

Y 形支架辅助栓塞颅内动脉分叉部宽颈动脉瘤临床效果分析

徐远杰, 管 生, 袁永杰, 郭新宾, 范 锋, 徐浩文, 王子博, 陈 振

【摘要】 目的 探讨 Y 形支架辅助栓塞治疗颅内动脉分叉部宽颈动脉瘤的可行性、安全性及有效性。**方法** 回顾性分析 2013 年 4 月至 2017 年 8 月采用 Y 形支架辅助栓塞治疗的 28 例分叉部宽颈动脉瘤患者临床资料。根据 Raymond 分级评估术后即刻动脉瘤栓塞效果, 出院时评估改良 Rankin 量表(mRS)评分。影像学 and 临床随访 4~24 个月, 平均 9.5 个月。**结果** 28 例患者 28 枚宽颈动脉瘤, 其中破裂动脉瘤 15 枚(Hunt-Hess I 级 5 例, II 级 8 例, III 级 1 例, IV 级 1 例)。Y 型支架辅助弹簧圈栓塞技术成功 27 例, 失败 1 例。术后即刻 Raymond 分级 I 级 13 例(48.2%), II 级 8 例(29.6%), III 级 6 例(22.2%); 4 例(14.8%)发生手术相关并发症, 其中 2 例经治疗后完全恢复, 1 例遗留神经功能缺失, 1 例非手术区域血肿; 出院时 mRS 评分 0~1 分 24 例, 4 分 3 例。平均随访 9.5 个月, 影像学复查 17 例(63%)(DSA 15 例, MRA 1 例, CTA 1 例); Raymond 分级 I 级 11 例(64.7%), II 级 6 例(35.3%), 栓塞好转率为 41.2%, 1 例瘤颈口复发; mRS 评分 0~1 分 24 例, 3 分 1 例, 4 分 2 例。**结论** Y 形支架辅助弹簧圈栓塞治疗颅内动脉分叉部宽颈动脉瘤安全有效, 近期疗效满意, 远期疗效有待进一步随访观察。

【关键词】 宽颈动脉瘤; 血管内治疗; Y 形支架; 弹簧圈栓塞

中图分类号: R743.3 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2018)-07-0608-06

Y-shaped stent-assisted embolization for wide-necked aneurysms located at bifurcation of intracranial artery: analysis of clinical results XU Yuanjie, GUAN Sheng, YUAN Yongjie, GUO Xinbin, FAN Feng, XU Haowen, WANG Zibo, CHEN Zhen. Department of Neurointervention, First Affiliated Hospital, Zhengzhou University, Zhengzhou, Henan Province 450052, China

Corresponding author: GUAN Sheng, E-mail: gsradio@126.com

【Abstract】 Objective To evaluate the feasibility, safety and efficacy of Y-shaped stent-assisted embolization in treating wide-necked aneurysms located at bifurcation of intracranial artery. **Methods** The clinical data of 28 patents with wide-necked aneurysms located at bifurcation of intracranial artery, who received Y-shaped stent-assisted embolization therapy during the period from April 2013 to August 2017, were retrospectively analyzed. Raymond grading criterion was used to evaluate the immediate embolization effect of aneurysms after treatment, and at the time of discharge from hospital the curative effect was assessed by using modified Rankin scale (mRS). Imaging and clinical follow-up was conducted for 4–24 months, with a mean of 9.5 months. **Results** A total of 28 aneurysms were detected in 28 patents. Among the 28 aneurysms, 15 aneurysms were ruptured, which, according to Hunt-Hess classification, included grade I ($n=5$), grade II ($n=8$), grade III ($n=1$) and grade IV ($n=1$). The Y-shaped stent-assisted embolization was successfully accomplished in 27 patients, and failed in one patient. Immediate postoperative Raymond classification showed that grade I was seen in 13 patients (48.2%), grade II in 8 patients (29.6%), and grade III in 6 patients (22.2%). Procedure-related complications occurred in 4 patients (14.8%), complete recovery after medication was obtained in two of them, residual neurologic dysfunction was seen in one patient, and hematoma at non-operative area was seen in one patient. At the time of discharge, mRS score of

0-1 point was obtained in 24 patients, and 4 points in 3 patients. The patients were followed up for a mean of 9.5 months. Imaging re-examination was employed in 17 patients (63%), including DSA ($n=15$), MRA ($n=1$) and CTA ($n=1$). Raymond classification revealed that grade I was seen in 11 patients (64.7%) and grade II in 6 patients (35.3%). The improvement rate was 41.2%, recurrence of aneurysm neck occurred in one patient. The mRS score of 0-1 point was obtained in 24 patients, 3 points in one patient, and 4 points in 2 patients. **Conclusion** For the treatment of wide-necked aneurysms located at bifurcation of intracranial artery, Y-shaped stent-assisted embolization therapy is safe and effective with satisfactory short-term curative effect, although the long-term effect needs to be further followed up. (J Intervent Radiol, 2018, 27: 608-613)

【Key words】 wide-necked aneurysm; endovascular treatment; Y-shaped stent; coil embolization

颅内动脉瘤在人群中发病率约为 3.2%^[1],蛛网膜下腔出血是其常见死亡原因之一。血管内治疗逐渐成为该病首选方案。但颅内动脉分叉部宽颈动脉瘤仍是血管内治疗难题之一。2004 年报道首例 Y 形支架^[2]以来,越来越多分叉部处宽颈动脉瘤接受交叉或平行双支架辅助栓塞治疗。本研究回顾采用 Y 形支架辅助栓塞治疗的 28 例分叉部宽颈动脉瘤患者临床资料,分析该技术可行性、安全性及有效性。

1 材料与方法

1.1 临床资料

选取 2013 年 4 月至 2017 年 8 月接受 Y 形支架辅助栓塞治疗的 28 例颅内分叉部宽颈动脉瘤患者(包括术前计划或术中临时改行双支架辅助栓塞的补救性手术)。其中男 12 例,女 16 例;年龄 41~69 岁,平均 58.6 岁;入选动脉瘤:瘤颈 >4 mm 或体/颈比 <2 ,瘤囊累及 2 支流出道;小型动脉瘤(<5 mm) 10 枚、中型(5~10 mm)12 枚、大型(10~25 mm) 6 枚;13 枚未破裂,15 枚破裂(Hunt-Hess 1 级 5 例,2 级 8 例,3 级 1 例,4 级 1 例);动脉瘤位置:前交通动脉 7 枚,大脑中动脉 14 枚,基底动脉分叉部 6 枚,后交通动脉起始部 1 枚。

1.2 术前准备

对动脉瘤未破裂患者,术前至少 5 d 常规给予口服氯吡格雷(75 mg/d)和阿司匹林(100 mg/d);对动脉瘤破裂患者,术中支架释放前或释放时给予替罗非班($10 \mu\text{g/kg}$)静脉推注,微量泵($0.15 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)持续泵入,50 mL 泵完前 2 h 给予口服负荷量氯吡格雷和阿司匹林各 300 mg。术前对部分患者作 CYP2C19 基因代谢型检查,明确对氯吡格雷等抗血小板药物敏感性,同时作血小板功能或血栓弹力图检查,观察血小板抑制率是否达标,若不达标则增加剂量或更换药物种类。

1.3 手术方法

手术在全身麻醉下进行,经股动脉穿刺置鞘管,6 F/8 F Guiding 导管配合泥鳅导丝引入同侧颈内动脉 C1 段或椎动脉 V2 段,3D-DSA 造影明确动脉瘤及载瘤动脉形态;交叉 Y 形支架技术:路图下配合微导丝将支架导管引入一侧分支,栓塞导管头端引入瘤囊内,完全释放支架,支架导管穿越首枚支架置入对侧流出道,跨越瘤颈口半释放支架,密实填塞动脉瘤,完全释放支架并撤出支架导管及栓塞导管;平行 Y 形支架技术:路图下前循环经 8 F 鞘管、后循环经双侧 6 F 或单侧 8 F 鞘管同时引入 2 枚支架导管至双侧流出道,栓塞导管头端引入瘤囊后双支架跨越瘤颈口半释放,密实填塞动脉瘤,撤出栓塞导管,完全释放支架后撤出支架导管。术毕复查造影观察动脉瘤栓塞及载瘤动脉情况,缝合股动脉穿刺点。术中第 1 枚支架导管通常选送至与近端载瘤动脉成角难超选一侧,术后患者口服氯吡格雷 6~12 个月,阿司匹林建议长期服用,高血脂患者加服他汀类等降脂药。

1.4 术后评估及随访

术后即刻根据 Raymond 分级评估动脉瘤栓塞效果,出院时根据改良 Rankin 量表(mRS)评分评估患者生活能力。对部分住院期患者复查 MRI、CT,明确病情变化。影像学 and 临床随访 4~24 个月,平均 9.5 个月。

2 结果

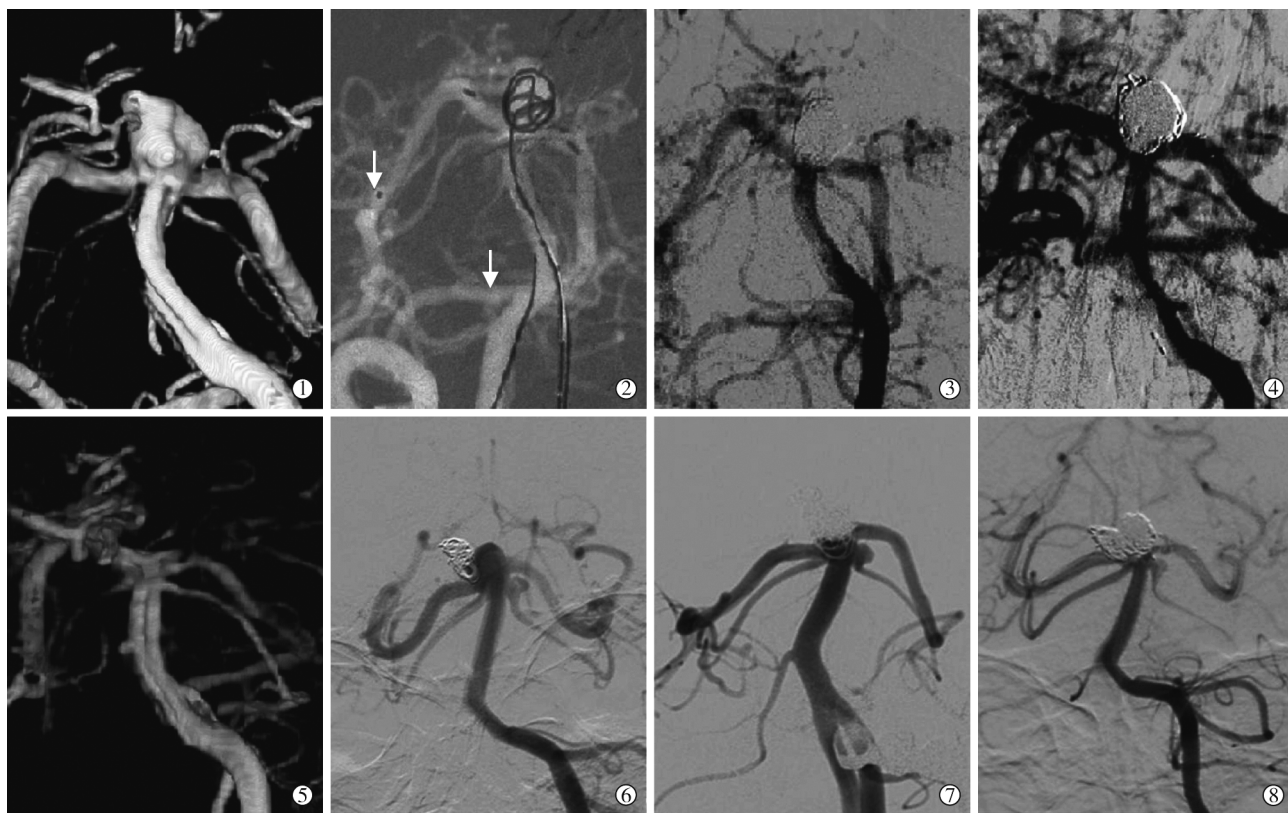
28 例颅内分叉部宽颈动脉瘤患者中 27 例经 Y 形支架辅助栓塞技术成功植入支架(表 1、图 1),其中 5 例为补救性计划外手术;1 例失败(右大脑中动脉分叉部动脉瘤,术中大脑中动脉下干与近端血管呈近 180°成角,改行单支架辅助配合微导管分区栓塞)。术后即刻 Raymond 分级 I 级 13 例(48.2%),II

级 8 例(29.6%),Ⅲ级 6 例(22.2%);mRS 评分 0~1 分 24 例,4 分 3 例。发生手术相关并发症 4 例,其中 2 例术中支架内急性血栓形成,予溶栓后无明显神经功能缺失;1 例围手术期脑梗死,治疗后右侧肢体永久性功能障碍;1 例非手术区右后交通动脉起始部破裂动脉瘤继发血肿,单支架辅助填塞术中发现弹簧圈突出瘤颈口,改用双支架辅助填塞,术后氯吡格雷高敏感性使头痛症状波动,复查 CT 提示右侧枕叶少量出血,停用阿司匹林,间歇复查 CT 出血

逐渐吸收,康复出院。

表 1 植入支架类型及方式

支架类型	交叉 Y 形 支架技术	平行 Y 形 支架技术	合计
Enterprise+Enterprise	5		5
Solitaire AB+Solitaire AB	4	6	10
Neuroform+Enterprise	1		1
Solitaire+Enterprise	8	1	9
Solitaire+LVIS	1		1
LVIS+LVIS	1		1
合计	20	7	27



▲患者 1,男 48 岁:①3D-DSA 造影示位于基底动脉分叉部宽颈(6.6 mm)动脉瘤;②双支架导管同时送至两侧大脑后动脉(箭头示导管头端),栓塞导管头端送入瘤囊内,弹簧圈填塞动脉瘤,双侧支架同时释放后密实填塞动脉瘤;③术毕造影示动脉瘤完全填塞, Raymond I 级,载瘤动脉通畅;④术后 4 个月复查造影示动脉瘤内弹簧圈形态稳定、载瘤动脉通畅,动脉瘤无复发;⑤术后 14 个月复查造影示动脉瘤无复发。
▲患者 2,女 48 岁:⑥基底动脉分叉部动脉瘤单纯栓塞术后 2 年复查 DSA 造影示动脉瘤复发;⑦Y 形支架辅助栓塞动脉瘤,造影复查示瘤颈口残留;⑧术后 24 个月复查造影示动脉瘤完全栓塞

图 1 Y 形支架辅助栓塞手术及复查影像

平均随访 9.5 个月,17 例(63%)复查 Raymond 分级,结果 I 级 11 例(64.7%),Ⅱ级 6 例(35.3%),其中 2 例Ⅱ级及 2 例Ⅲ级患者显示 I 级,3 例Ⅲ级患者显示Ⅱ级,栓塞好转率为 41.2%;1 例大脑中动脉分叉处梭形动脉瘤患者术后 7 个月复查提示瘤颈口少量复发。复查 mRS 评分显示 0~1 分 24 例,3 分 1 例,4 分 2 例。复查 Raymond II 级患者暂未二次手术,继续随访观察。

3 讨论

颅内动脉瘤治疗方法主要有外科手术夹闭及血管内治疗,外科手术创伤大、恢复周期长,血管内治疗逐渐成为首选方案。窄颈动脉瘤单纯栓塞即可达到良好手术效果,部分宽颈动脉瘤可选用单支架等辅助栓塞^[3-4],但分叉部动脉瘤解剖位置复杂、累及动脉较多,采用传统栓塞方法难以达到良好栓塞效果。

颅内动脉分叉部宽颈动脉瘤手术要保护流入

道及流出道通畅,降低动脉瘤复发率,Y形支架技术为之提供了新方法,并演化出T形、X形等结构支架。Brinjikji等^[5]研究发现,动脉瘤初次栓塞不完全、血流持续冲击及瘤颈口未完全内膜化是复发的重要因素。Kono等^[6]分析比较8种不同支架构型对平均血流速度的影响,发现平行Y形、交叉Y形支架技术分别降低瘤颈口及瘤囊内最大血流速度约48%、54%,明显优于单支架技术(19%)。Y形支架技术可预防瘤囊内弹簧圈被压缩,利于瘤囊内淤血形成血栓^[7]。Y形支架植入后能校正流出道与流入道夹角,缓解血流对瘤颈口冲击程度,减少血流对瘤颈口内膜化的影响,且术前夹角越小重塑效果越明显^[8]。Cekirge等^[9]报道采用双Enterprise支架Y形构筑治疗分叉部宽颈动脉瘤,大脑中动脉动脉瘤(直径<10 mm)治疗后取得良好栓塞效果,但基底动脉分叉部动脉瘤则有2/3复发率。本组有5例补救性计划外手术,术前计划用单支架辅助填塞,术中支架植入校正流出道角度后单支架对对侧流出道保护减弱,弹簧圈影响对侧流出道,遂及时植入第2枚支架保护对侧流出道。因此,双支架能够有效防止弹簧圈逃逸,密实填塞瘤颈口,同时保护双侧流出道,改变瘤颈口血流动力学,利于瘤颈口完全栓塞。

本组患者支架构型主要为交叉Y形和平行Y形。本中心早期报道交叉Y形支架辅助栓塞基底动脉动脉瘤^[10],后逐渐扩展应用于大脑中动脉分叉部,前交通、后交通段。Y形支架传统上多由开环+闭环支架构成^[11],根据患者不同血管条件,双开环或双闭环支架也逐渐应用于临床^[8,12-14]。本组患者多接受闭环Solitaire支架作为第1枚植入支架(20/27),与开环支架相比,其易于输送、适用条件广、贴壁性良好,支架头端无导丝,在支架解脱前可完全回收、调整支架位置。Solitaire支架可在不解脱情况下完全释放,以预防支架植入过程中移位;支架网眼较其它闭环支架大,以预防第2枚支架植入时支架内狭窄,尾端无效段可减少载瘤动脉内金属覆盖率,理论上降低缺血并发症。由于部分动脉瘤流入道流出道呈“↑”形,交叉Y形支架植入过程中易疝入瘤腔内,造成动脉瘤破裂,为降低出血风险并减少支架内狭窄率,平行Y形支架技术展现出优势^[15]。平行Y形支架不交叉,可降低支架发生移位及支架内狭窄概率^[16-17];技术操作相对简单,成功率高,本组患者应用无失败。但有体外试验及临床研究发现,双Enterprise或双Neuroform支架构筑平行Y形

支架游离金属较多,且3套微导管同时操作,可能增加细小血管中缺血并发症发生率^[8,13]。对于双侧A1段发育良好的前交通动脉动脉瘤,X形支架较Y形支架可更好地覆盖瘤颈口,理论上利于减少复发率。本中心也采用该技术成功地栓塞前交通段动脉瘤,但不能用于大脑中动脉及基底动脉分叉部动脉瘤^[18-19]。

本组患者Y形支架技术成功率为96.4%(27/28),与其它文献报道基本一致;术后即刻Raymond分级I级、II级占77.8%,复查患者中I级占64.7%,II级占35.3%,整体栓塞好转率为41.2%。文献报道Y形支架术后即刻Raymond I级为25%~96%,随访I级为60%~98.5%,栓塞好转率为42.4%^[18,20-22]。Yavuz等^[20]报道Y形支架术后即刻I级栓塞率仅为25.4%(考虑Y形支架有较强的血流导向作用),复查时完全栓塞患者达95.7%。

支架辅助弹簧圈栓塞动脉瘤术中及术后面面对的主要问题,有颅内缺血并发症及动脉瘤复发。宽颈动脉瘤相对易复发,而双闭环支架在成角较小或迂曲血管内引起缺血风险较开环支架高。本组术后缺血并发症3例(11.1%),其中1例永久性肢体功能障碍,2例经短期抗凝、抗血小板聚集治疗后痊愈;复发1例。文献报道手术相关并发症及复发率因样本量不同有很大差异。有研究报道188例患者193枚动脉瘤,手术并发症发生率为2.7%,动脉瘤复发率为2.2%,其中大、巨大动脉瘤复发率分别为3.8%、40%^[17]。另有研究分析97例患者105枚动脉瘤,手术并发症发生率为19%,其中10%引起永久性神经功能障碍,死亡率为1%^[18]。一项纳入1517例患者的meta分析显示手术并发症为19%,9%与手术技术相关(支架不能完全打开为4%,支架移位或位置不佳为5%)^[21]。Fargen等^[23]报道多中心研究结果,相关临床疗效和并发症与支架构型、种类无明显相关性,可能与操作者技术、经验等有关。本组27例患者植入54枚支架未出现支架开放不良、移位及复查时支架内狭窄,但仍不能忽视因Y构型导致的支架狭窄或载瘤动脉闭塞情况。

Zhang等^[24]基于“双颈”理论发现,单支架或单支架配合另一侧微导管技术用于两瘤颈几近相同时,弹簧圈逃逸发生缺血事件可能性较高。本组5例补救性计划外手术针对此有所体现。Leo支架横行置放也能很好地处理分叉部宽颈动脉瘤,但对Willis环完整性要求较高,不能广泛应用于临床^[25]。有文献报道“灯笼”技术治疗分叉部宽颈动脉瘤,但

该技术置放支架时动脉瘤破裂风险较高,支架不能很好地覆盖瘤颈口,不能广泛推广应用^[26-28]。Aydin 等^[29]采用 Leo 支架 T 形植入动脉分叉部辅助栓塞动脉瘤,该技术对操作要求高,且第 2 枚短支架难以置于准确位置,近心端易疝入瘤腔内。新型辅助支架 PulseRider 较“灯笼”技术具有良好的覆盖瘤颈口能力,其金属覆盖率较少有助于降低手术相关缺血并发症发生率。Gory 等^[30]回顾性分析 19 例接受 PulseRider 支架治疗患者,术后 6 个月复查显示有效栓塞率达 94.7%(18/19, Raymond I 级 12 例, II 级 6 例),1 例瘤颈口复发,未见缺血并发症。与颅内支架相比,编织型腔内桥(WEB)作为新型瘤腔内抗流装置手术过程简单、术后患者不需口服抗血小板药物,对破裂动脉瘤诱导止血能力强。多中心前瞻性研究显示,153 例 WEB 装置手术后 1 年随访显示 Raymond I 级 52.9%, Raymond II 级 26.1%, 其中 6.9% 动脉瘤接受再次治疗;术后缺血并发症发生率为 14.4%, 永久性功能障碍发生率为 3%^[31-32]。但该装置对应用对象的选择较严格,否则还需弹簧圈或支架辅助填塞。

本研究结论认为,Y 形支架辅助弹簧圈栓塞治疗颅内动脉分叉部宽颈动脉瘤可行、安全有效,但需由经验丰富的神经介入医师操作完成,根据不同血管条件选择合适支架种类及构筑,不能忽视缺血等并发症。本研究属回顾性研究,近期疗效满意,但样本量较小,远期疗效有待进一步随访观察。

[参 考 文 献]

- [1] Vlak MH, Algra A, Brandenburg R, et al. Prevalence of unruptured intracranial aneurysms, with emphasis on sex, age, comorbidity, country, and time period: a systematic review and meta-analysis[J]. *Lancet Neurol*, 2011, 10: 626-636.
- [2] Chow MM, Woo HH, Masaryk TJ, et al. A novel endovascular treatment of a wide-necked basilar apex aneurysm by using a Y-configuration, double-stent technique[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2004, 25: 509-512.
- [3] 巴华君, 蔡建勇, 陆 川, 等. 支架辅助下弹簧圈栓塞颅内宽颈动脉瘤长期随访分析[J]. *介入放射学杂志*, 2015, 24: 5-9.
- [4] Mühl-Benninghaus R, Simgen A, Reith W, et al. The barrel stent: new treatment option for stent-assisted coiling of wide-necked bifurcation aneurysms: results of a single-center study [J]. *J Neurointerv Surg*, 2017, 9: 1219-1222.
- [5] Brinjikji W, Kallmes DF, Kadirvel R. Mechanisms of healing in coiled intracranial aneurysms: a review of the literature [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2015, 36: 1216-1222.
- [6] Kono K, Terada T. Hemodynamics of 8 different configurations of stenting for bifurcation aneurysms[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2013, 34: 1980-1986.
- [7] Babiker MH, Gonzalez LF, Ryan J, et al. Influence of stent configuration on cerebral aneurysm fluid dynamics[J]. *J Biomech*, 2012, 45: 440-447.
- [8] Melber K, Meila D, Draheim P, et al. Vascular angular remodeling by kissing-Y stenting in wide necked intracranial bifurcation aneurysms[J]. *J Neurointerv Surg*, 2017, 9: 1233-1237.
- [9] Cekirge HS, Yavuz K, Geyik S, et al. A novel “Y” stent flow diversion technique for the endovascular treatment of bifurcation aneurysms without endosaccular coiling[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2011, 32: 1262-1268.
- [10] 徐浩文, 李明华, 管 生, 等. “Y”型支架技术辅助弹簧圈栓塞基底动脉尖部宽颈动脉瘤[J]. *介入放射学杂志*, 2011, 20: 352-356.
- [11] Akgul E, Balli T, Aksungur EH. Hybrid, Y-configured, dual stent-assisted coil embolization in the treatment of wide-necked bifurcation aneurysms[J]. *Interv Neuroradiol*, 2015, 21: 29-39.
- [12] Lee K, Park H, Park I, et al. Y-configuration stent-assisted coil embolization for wide-necked intracranial bifurcation aneurysms[J]. *J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg*, 2016, 18: 355-362.
- [13] Limbucci N, Renieri L, Nappini S, et al. Y-stent assisted coiling of bifurcation aneurysms with enterprise stent: long-term follow-up[J]. *J Neurointerv Surg*, 2016, 8: 158-162.
- [14] Martinez-Galdamez M, Saura P, Saura J, et al. Y-stent-assisted coil embolization of anterior circulation aneurysms using two solitaire AB devices: a single center experience[J]. *Intervent Neuroradiol*, 2012, 18: 158-163.
- [15] Zhao KJ, Yang PF, Huang QH, et al. Y-configuration stent placement (crossing and kissing) for endovascular treatment of wide-neck cerebral aneurysms located at 4 different bifurcation sites[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2012, 33: 1310-1316.
- [16] Henkes H, Kirsch M, Mariushi W, et al. Coil treatment of a fusiform upper basilar trunk aneurysm with a combination of “kissing” neuroform stents, TriSpan-, 3D- and fibered coils, and permanent implantation of the microguidewires [J]. *Neuroradiology*, 2004, 46: 464-468.
- [17] Jankowitz BT, Thomas A, Jovin T, et al. Y stenting using kissing stents for the treatment of bifurcation aneurysms[J]. *J Neurointerv Surg*, 2012, 4: 16-21.
- [18] Bartolini B, Blanc R, Pistocchi S, et al. “Y” and “X” stent-assisted coiling of complex and wide-neck intracranial bifurcation aneurysms[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2014, 35: 2153-2158.
- [19] Saatci I, Geyik S, Yavuz K, et al. X-configured stent-assisted coiling in the endovascular treatment of complex anterior communicating artery aneurysms: a novel reconstructive technique [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2011, 32: E113-E117.
- [20] Yavuz K, Geyik S, Cekirge S, et al. Double stent-assisted coil embolization treatment for bifurcation aneurysms: immediate treatment results and long-term angiographic outcome[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2013, 34: 1778-1784.

- [21] Shapiro M, Becks T, Sahlein D, et al. Stent-supported aneurysm coiling: a literature survey of treatment and follow-up [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2012, 33: 159-163.
- [22] Lubicz B, Morais R, Bruyere PJ, et al. Stent-assisted coiling of wide-neck bifurcation aneurysms with a branch incorporated in the aneurysm base: long-term follow-up in 49 patients with 53 aneurysms[J]. Neuroradiology, 2017, 59: 619-624.
- [23] Fargen KM, Mocco J, Neal D, et al. A multicenter study of stent-assisted coiling of cerebral aneurysms with a Y configuration [J]. Neurosurgery, 2013, 73: 466-472.
- [24] Zhang JZ, Yang PF, Huang QH, et al. Stent-assisted coiling strategies for the treatment of wide-necked basilar artery bifurcation aneurysms[J]. J Clin Neurosci, 2014, 21: 962-967.
- [25] Lubicz B. Linear stent-assisted coiling: another way to treat very wide-necked intracranial aneurysms[J]. Neuroradiology, 2011, 53: 457-459.
- [26] Rahal JP, Dandamudi VS, Safain MG, et al. Double waffle-cone technique using twin solitaire detachable stents for treatment of an ultra-wide necked aneurysm[J]. J Clin Neurosci, 2014, 21: 1019-1023.
- [27] Limbucci N, Nappini S, Renieri L, et al. Hybrid y stenting with the waffle-cone. A technical note[J]. Interv Neuroradiol, 2014, 20: 677-685.
- [28] 郭新宾, 陈 振, 王子博, 等. Waffle cone 技术栓塞颅内动脉瘤初步经验探讨[J]. 中华医学杂志, 2014, 94: 1346-1348.
- [29] Aydin K, Sencer S, Barbuoglu MA, et al. Midterm results of T-stent-assisted coiling of wide-necked and complex intracranial bifurcation aneurysms using low-profile stents[J]. J Neurosurg, 2017, 127: 1288-1296.
- [30] Gory B, Spiotta AM, Di Paola F, et al. PulseRider for treatment of wide-neck bifurcation intracranial aneurysms: 6-month results [J]. World Neurosurg, 2017, 99: 605-609.
- [31] Pierot L, Moret J, Barreau X, et al. Safety and efficacy of aneurysm treatment with WEB in the cumulative population of three prospective, multicenter series[J]. J Neurointerv Surg, 2018, 10: 553-559.
- [32] Popielski J, Berlis A, Weber W, et al. Two-center experience in the endovascular treatment of ruptured and unruptured intracranial aneurysms using the WEB device: a retrospective analysis [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2018, 39: 111-117.

(收稿日期:2017-11-24)

(本文编辑:边 皓)

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告