

LVIS 支架在颈内动脉-后交通段动脉瘤中的应用

朱辰路,明智绪,冯进,乔艳玲,万定,杨振兴,黄德俊,李宗正

【摘要】 目的 探讨 LVIS 支架辅助弹簧圈栓塞术治疗颈内动脉后交通动脉瘤的可行性、安全性及效果。方法 回顾性分析 2014 年 7 月—2017 年 12 月,宁夏医科大学总医院神经外科收治的 47 例颈内动脉后交通动脉瘤患者的临床资料。共有动脉瘤 51 个,均行 LVIS 支架辅助栓塞或单纯 LVIS 支架贴覆术治疗。结果 本组 47 例患者的动脉瘤均栓塞成功。术中支架完全释放者 35 例,近全释放者 1 例,半释放者 11 例;其中 4 枚微小动脉瘤(1.5 mm × 1.2 mm ~ 2.3 mm × 2.1 mm)无法置入弹簧圈,进行单纯 LVIS 支架贴覆术。术后即刻 Roymand 分级,其中 34 枚完全栓塞,12 枚近全栓塞,1 枚部分栓塞(瘤腔内有少量造影剂显影)。患者于术后 4 个月—2 年行颅脑 DSA 复查示,12 例近全栓塞患者转变为完全栓塞,1 例部分栓塞患者转变为近全栓塞,无复发的病例。结论 采用 LVIS 支架辅助弹簧圈栓塞治疗颈内动脉后交通动脉瘤创伤小、安全性高、疗效好。

【关键词】 动脉瘤; LVIS 支架; 栓塞疗效

【中图分类号】 R739.4 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1672-7770(2019)01-0045-05

Application of LVIS stents in treatment of carotid artery-posterior segment aneurysms ZHU Chen-lu, MING Zhi-xu, FENG Jin, et al. Department of Neurosurgery, General Hospital of Ningxia Medical University, Yinchuan 750004, China

Corresponding author: LI Zong-zheng

Abstract: Objective To explore the feasibility, safety and efficacy of LVIS stent-assisted coil embolization in the treatment of posterior carotid artery aneurysms. **Methods** The clinical data of 47 patients with 51 posterior communicating artery aneurysms treated by LVIS stent assisted embolization in General Hospital of Ningxia Medical University from July 2014 to December 2017 were analyzed retrospectively. **Result** All the 47 patients were discharged successfully. Of 47 patients, there were 35 of complete release of the stent, 1 of near total release and 11 cases of partial release. Immediate Roymand grading was performed, of which 34 cases were completely embolised, 12 were nearly complete embolization, and 1 had partial embolization (a small number of contrast agents were developed in the lumen cavity). The other four small aneurysms (2.5 mm × 1.7 mm, 2.2 mm × 1.5 mm, 1.5 mm × 1.2 mm, 2.2 mm × 2.1 mm) could not be placed in the spring coil, and the simple LVIS support was performed. In 47 patients, the DSA reexamination performed from 4 months to 2 years after surgery showed 12 cases of near-total embolism were converted to complete embolization and 1 case of partial embolization was converted to near-total embolization without recurrence. **Conclusion** LVIS stent is used for the treatment of posterior carotid artery aneurysms with low trauma, high safety and good efficacy.

Key words: aneurysm; LVIS stent; embolism efficacy

基金项目:宁夏医科大学科学研究基金资助一般项目
(XN2016075)

作者单位:750004 银川,宁夏医科大学总医院神经外科
通信作者:李宗正

颈内动脉-后交通段动脉瘤的介入栓塞治疗包括常规的单纯弹簧圈栓塞术和球囊辅助栓塞术、支架(包括传统型支架和新型 LVIS 支架)辅助栓塞术。单纯弹簧圈栓塞动脉瘤常因弹簧圈移位阻塞载瘤动脉而引起脑水肿、脑梗死等。球囊及支架辅助技术的出现扩大了介入栓塞治疗的适应证,解决了弹簧圈突入载瘤动脉、成篮不佳等问题^[1-2]。但是,球囊和传统型支架栓塞仍存在复发率高、栓塞不致密等缺点,而新型密织 LVIS 支架的应用克服了上述缺点,为颈内动脉后交通动脉瘤的介入栓塞治疗提供了新的解决途径。尤其是对于微小动脉瘤和宽颈动脉瘤的治疗, LVIS 支架充分展现了血管贴壁性、通过性、顺应性较好的优势^[3-5]。宁夏医科大学总医院神经外科 2014 年 7 月—2017 年 12 月,应用 LVIS 支架辅助栓塞治疗或单纯 LVIS 支架贴覆术治疗 47 例(共计 51 枚动脉瘤)颈内动脉-后交通段动脉瘤患者。本研究对患者的临床资料进行回顾性分析,探讨 LVIS 支架辅助弹簧圈栓塞术治疗颈内动脉后交通动脉瘤的方法及效果。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本组患者中,男 17 例,女 30 例,年龄 32~74 岁,平均年龄 53 岁。41 枚动脉瘤发生动脉瘤破裂,出现蛛网膜下腔出血。患者首发症状均为头痛、头晕,29 例患者出现意识障碍,其中 5 例患者中度昏迷、14 例患者浅昏迷、10 例患者嗜睡状态;12 例患者轻度头痛。10 枚动脉瘤未发生动脉瘤破裂,无明显症状。入院后对 41 例出现原发性蛛网膜下腔出血的患者进行 Hunt-Hess 分级: I 级 12 例, II 级 10 例, III 级 14 例, IV 级 5 例。其中单纯微小动脉瘤 13 枚,单纯宽颈动脉瘤 37 枚,微小并宽颈动脉瘤 10 枚,双侧颈内动脉后交通动脉瘤 2 例。动脉瘤以分叶状、靴形、不规则形为主。

1.2 术前检查与治疗 本组患者术前均行 CTA 和全脑数字减影血管造影(DSA)检查,确定动脉瘤的位置、大小、形态及毗邻关系(图 1A、B)。术前均进行抗凝治疗:动脉瘤未破裂者术前 3~5 d,每天口服或鼻饲波立维 75 mg 和阿司匹林肠溶片 100 mg;动脉瘤破裂者术前 2 h 口服或鼻饲波立维和阿司匹林肠溶片各 300 mg。

1.3 手术治疗方法 患者全麻成功后,取仰卧位;采用 Seldinger 法于右侧腹股沟股动脉入路穿刺,并置入 6F 动脉鞘,行脑血管造影;并经 3D-DSA 成像

再次确认动脉瘤的位置、大小及形态。全身肝素化,在 150 cm 泥鳅导丝引导下,将 6F 导引管置入到动脉瘤所在侧的颈内动脉内。首先选择一枚大小最为合适的 LVIS 支架置入颈内动脉后交通段;将微导管塑型后,在微导丝引导下缓慢置入动脉瘤腔内;撤出微导丝,平行完全释放或半释放支架。如微导管于瘤腔内未发生移动,且经造影证实支架将瘤颈完全覆盖,选择一枚电解可脱性弹簧圈置入到瘤腔内,待成篮良好,继续放入其余弹簧圈;尽量达到致密栓塞。再次造影观察瘤腔内是否有明显造影剂显影,如无残留造影剂,且载瘤动脉通畅则证明手术成功,结束手术(图 1C-H)。

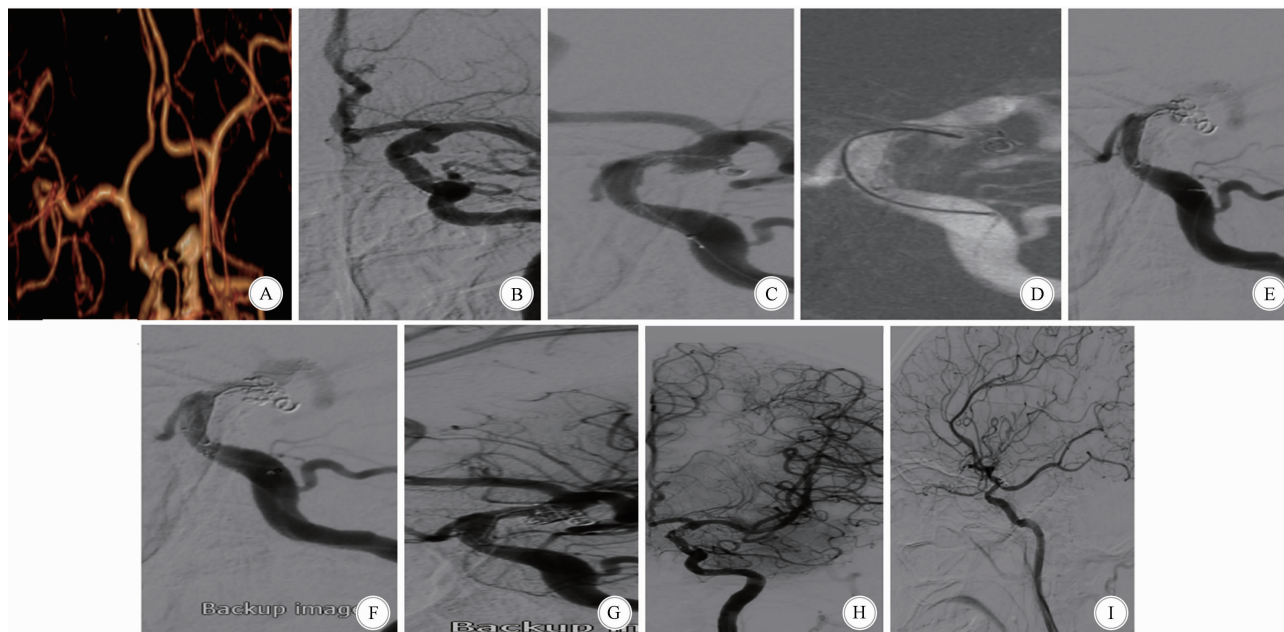
1.4 栓塞评估标准 采用 Raymond 分级评估栓塞程度。完全栓塞者为 I 级,近全栓塞者为 II 级,部分栓塞者为 III 级。Raymond I 级与 II 级为有效栓塞,计算有效率。

1.5 随访及预后评估 患者术后随访 4 个月—2 年(门诊观察或电话询问),并入院行颅脑 DSA 复查。用格拉斯哥预后量表(Glasgow outcome scale, GOS)评分评估患者的预后;GOS 评分 5 分,恢复正常生活(尽管有轻度缺陷);4 分,轻度残疾但可以独立生活(能在保护下工作);3 分,重度残疾(清醒,但日常生活需要照料);2 分,植物生存(仅有最小反应);1 分,死亡。GOS 评分 4~5 分者为预后良好,计算预后良好率。

2 结果

2.1 手术效果 本组 47 例患者共 51 枚动脉瘤的术后 Raymond 分级,其中 I 级栓塞 34 枚,完全栓塞率 66.7%; II 级栓塞 12 枚,近全栓塞率 23.5%; III 级栓塞者 1 枚,部分栓塞率 2.0%。因 4 枚微小动脉瘤无法置入弹簧圈,行单纯 LVIS 支架贴覆术;故栓塞有效率为 90.2%。其中 1 例完全栓塞的患者于术中出现支架内血栓形成,经及时抗凝治疗,血栓消失;术后第 1 d 原栓塞动脉瘤顶部发生二次破裂,新栓塞动脉瘤未见明显异常;急诊行单侧额颞顶开颅去大骨瓣减压术+颅内压探头置入术,术后恢复良好,GOS 评分 4 分。

2.2 随访结果 本组患者术后随访 4 个月—2 年,经门诊观察或电话询问了解,其中 GOS 评分 4 分者 15 例,5 分者 26 例,预后良好率为 87.2%。颅脑 DSA 复查示,动脉瘤腔内弹簧圈稳定,支架位置同前,无明显移位(图 1I)。其中 12 例近全栓塞者转变为完全栓塞,1 例部分栓塞者转变为近全栓塞。无复发病例。



A: 术前 CTA 示,左侧颈内动脉-后交通段动脉瘤; B: 术前颅脑 DSA 示,动脉瘤位于左侧颈内动脉-后交通段,不规则,动脉瘤颈部宽约 6 mm,动脉瘤有 2 个分叶,大小分别约 4 mm × 2.5 mm 和 2 mm × 3 mm,局部载瘤动脉粗细不均; C: 术中 DSA,在微导丝引导下将动脉支架微导管顺利送达左侧大脑中动脉 M2 段; D: 术中 DSA,将另一枚微导管塑形后在微导丝引导下成功置入动脉瘤腔一相对小的子囊内,撤出微导丝; E: 术中 DSA,首先选用一枚 2 mm × 4 cm -2D 电解可脱性弹簧圈,经微导管成功置入瘤腔一子囊内(考虑破口位置),成篮良好; F: 术中 DSA,将一枚颅内动脉支架(LVIS 4.5 mm × 20 mm)经支架微导管顺利送达动脉瘤处,并完全覆盖动脉瘤颈部,顺利释放支架,造影证实支架完全覆盖动脉瘤颈部(支架与微导管平行释放); G: 术中 DSA,再依次填入 8 枚弹簧圈(2 mm × 4 cm 3 枚,3 mm × 6 cm 2 枚,2 mm × 6 cm 2 枚,2 mm × 3 cm 1 枚),均顺利解脱,达到完全填塞; H: 栓塞后 DSA 示,左侧大脑前动脉及中动脉均显影良好; I: 术后 1 年 DSA 复查示,动脉瘤腔内弹簧圈稳定性良好,支架位置同前,无明显移位

图 1 颈内动脉-后交通段动脉瘤患者术前、术中及术后影像学检查

3 讨论

颅内动脉瘤是一种脑动脉异常瘤样凸起所致的脑血管疾病,多呈囊性膨出;其主要病因为年龄、高血压、吸烟和饮酒所导致的血管壁本身缺陷,以及血管腔内压力长期或急剧的升高。颈内动脉后交通段是颅内动脉瘤的高发部位,杨承佑等^[6]研究发现,颈内动脉眼动脉段与后交通动脉长轴方向的夹角(Apcom)、颈内动脉眼动脉段和后交通段的夹角(Aica)大小,与颈内动脉-后交通动脉动脉瘤形成具有相关性;Apcom、Aica 最佳诊断阈值分别是 100.2° 和 113.3°,Apcom、Aica 越接近最佳诊断阈值,越易引起动脉瘤的发生。Theodotou 等^[7]认为除了血流动力学的因素,颈内动脉后交通段动脉瘤的形成与遗传也具有一定的相关性。

作为 MicroVention 最新一代支架,LVIS 支架的形成理念基础是“血流导向”,实现了由传统型支架主张的载瘤动脉重建到改变血流方向的飞跃。与其他支架相比,LVIS 支架具有更好的血管支撑性、顺应性、贴壁性、通过性和血流导向性^[8-9]。支架的使用对载瘤动脉直径大小有一定的要求,载瘤动脉直径过小难以置入支架完成辅助栓塞。Kuhn 等^[10]研究表明对于直径 < 2 mm 的载瘤动脉,传统型支架技术的成功率为 93.2%。而曹伟等^[11]报道载瘤动脉

直径为 1.6 ~ 2.4 mm 的 30 个动脉瘤,LVIS 支架置入的成功率达 100%。LVIS 支架的网眼直径仅为 1 mm,可有效地解决了弹簧圈逸出瘤腔的问题。

LVIS 支架提高了介入栓塞的治疗效果,通过更有效地保障致密栓塞,成功地降低了动脉瘤再次破裂出血的风险。LVIS 支架颈部金属覆盖率优于 Solitaire 支架和 Enterprise 支架^[12]。并且使用灯笼技术可以提高动脉瘤颈部金属覆盖率;该技术主要是因为 LVIS 支架可以使自身扩张,改变规格大小而得名^[2]。LVIS 支架的使用避免了因可解脱性弹簧圈脱出瘤腔阻塞载瘤动脉,而导致局部脑组织缺血事件的发生;尤其是对于微小动脉瘤和宽颈动脉瘤的治疗,LVIS 支架充分显现了自身的优势^[15]。本组患者中,4 枚微小动脉瘤无法置入弹簧圈,而行单纯 LVIS 支架贴覆术;其余 9 枚微小动脉瘤采用 LVIS 支架辅助弹簧圈栓塞治疗,均取得了较好的效果。

单纯采用弹簧圈治疗颈内动脉后交通动脉瘤具有致密栓塞率低、疗效差的缺点,完全栓塞成功率较低,仅为 30% ~ 40%^[20]。LVIS 支架治疗宽颈动脉瘤的效果明显高于单纯使用弹簧圈栓塞治疗,可有效地防止线圈突出,并提高了完全堵塞的成功率^[13-14]。本组患者的 51 枚颈内动脉后交通段动脉瘤中,有宽颈动脉瘤 37 枚,采用 LVIS 支架治疗均痊

愈出院。术后随访4个月—2年未见患者的动脉瘤复发和发生术后相关脑卒中事件。LVIS支架的应用提高了动脉瘤栓塞的成功率,增加了动脉瘤的填塞密度,降低了并发症的发生率。LVIS支架还具有改变血流动力学的作用,将进入瘤腔的涡流变成层流,从而减轻血流对瘤壁的冲击,促进瘤腔内血栓形成,以此降低动脉瘤破裂的风险。除此之外,为载瘤动脉内皮细胞提供载体促进血管内膜生长也是LVIS支架的优点。相关研究表明,为了更好地发挥LVIS支架治疗颈内动脉后交通段动脉瘤的优势,还应该掌握以下一些手术操作要点:(1)术前根据目标血管的弯曲度和弯曲半径初步评估选择LVIS支架的释放方法(包括先释放、半释放和后释放),以保证LVIS支架打开良好,否则易引起血流动力学改变,并致血栓形成。所以LVIS支架的释放技术尤为关键,有学者认为血管弯曲度大及血管弯曲半径小与打开不良有关^[5,16];(2)根据载瘤动脉远近段直径综合考虑选择LVIS支架的大小,通常以远端为主;(3)考虑到支架两端均有2 mm的无效区,由于支架释放过程中需应用推拉释放技术提高金属覆盖率,故支架两端在完全覆盖瘤颈的前提下应空余出一段长度,至少要超过瘤颈部各7 mm,确保弹簧圈不会脱出;(4)手术操作过程中要动作轻柔、缓慢,尽量避免损伤载瘤动脉内膜及引起血流动力学突然改变,而导致动脉瘤破裂。

LVIS支架也存在一定的局限性。主要包括支架内血栓形成、支架打开不良导致弹簧圈脱入载瘤动脉血管壁与支架之间、动脉瘤破裂、支架移位等。相关文献报道LVIS支架内血栓形成的发生率达0%~5%;一旦发现术中支架内血栓形成,应当及时给予抗凝、溶栓治疗^[17-18]。本组患者均于术后1~2个月常规服用阿司匹林肠溶片100 mg/d和波立维75 mg/d;1~2个月后终身服用阿司匹林肠溶片。其中1例患者于术中支架内形成微量血栓,予以静脉注射糖蛋白Ⅱb/Ⅲa受体拮抗剂(替罗非班)溶栓治疗后,血栓消失。术后发生相关部位脑卒中事件,考虑与支架本身的致栓性及较高的网孔覆盖率有一定关系。动脉瘤致密栓塞可以有效地降低出血风险,但一味地强调致密栓塞,而忽略瘤壁脆性程度,容易产生适得其反的结果。考虑弹簧圈本身属于金属材料,过度栓塞的弹簧圈长期受到支架的阻力作用,将会对瘤壁产生相应的力量,局部瘤壁有可能因弹簧圈的压迫而破裂。但此推测仍需要进行大量的实验证明。所以,在栓塞的过程中,应该结合

患者的年龄、既往史及血管病变情况,适量填塞;并且尽量使弹簧圈较小刺激瘤壁。有研究表明纤毛弹簧圈刺激性小,并且致栓性最好^[19];在血管耐受范围内,尽量致密栓塞,而不是盲目追求填塞的致密性。

[参 考 文 献]

- [1] 黄刚,徐静宜. 支架辅助弹簧圈栓塞治疗颅内宽颈动脉瘤的疗效及并发症分析[J]. 国际医药卫生导报,2017,23:3512.
- [2] 朱雷,冯大勤,周志宇. 不同类型支架辅助弹簧圈栓塞宽颈动脉瘤的效果分析[J]. 中国实用神经疾病杂志,2017,20:64.
- [3] Ponecyljusz W, Biliński P, Safranow K, *et al.* The LVIS/LVIS Jr. stents in the treatment of wide-neck intracranial aneurysms: multicentre registry[J]. J Neurointerv Surg,2015,7:524.
- [4] Benitez RP, Silva MT, Klem J, *et al.* Endovascular occlusion of wide-necked aneurysms with a new intracranial microstent (neuroform) and detachable coils [J]. Neurosurgery, 2004, 54:1359.
- [5] 冀方愿,宋英,杨新健. LVIS支架置入辅助弹簧圈栓塞治疗颅内宽颈动脉瘤[J]. 山东医药,2017,57:1.
- [6] 杨承佑,关敏,徐伟伟,等. 3D-DSA评估颈内动脉-后交通动脉瘤形成的形态学特征[J]. 中国微侵袭神经外科杂志,2016,21:53.
- [7] Theodotou CB, Snelling BM, Sur S, *et al.* Genetic associations of intracranial aneurysm formation and sub-arachnoid hemorrhage [J]. Asian J Neurosurg,2017,12:374.
- [8] Fiorella D, Derdeyn C, Turk A, *et al.* O-004 final results of the US humanitarian device exemption study of the low-profile visualised intraluminal support(LVIS) device[J]. J Neurointerv Surg,2015,1:A2.
- [9] Ponecyljusz W, Biliński P, Safranow K, *et al.* The LVIS/LVIS Jr. stents in the treatment of wide-neck intracranial aneurysms: multicentre registry[J]. J Neurointerv Surg,2015,7:524.
- [10] Kuhn AL, Hou SY, Puri AS, *et al.* Stent-assisted coil embolization of aneurysms with small parent vessels: safety and efficacy analysis [J]. J Neurointerv Surg,2016,8:581.
- [11] 李立,李天晓,王子亮,等. LVIS支架辅助栓塞小型颅内动脉瘤的初步经验[J]. 中华神经外科杂志,2016,32:373.
- [12] Ge H, Lv X, Yang X, *et al.* LVIS stent versus enterprise stent for the treatment of unruptured intracranial aneurysms [J]. World Neurosurg,2016,91:365.
- [13] Iosif C, Piotin M, Saleme S, *et al.* Safety and effectiveness of the Low Profile Visualized Intraluminal Support (LVIS and LVIS Jr) devices in the endovascular treatment of intracranial aneurysms: results of the TRAIL multicenter observational study [J]. J Neurointerv Surg,2018,10:675.
- [14] 陈振,刘朝,李冬冬,等. LVIS支架辅助栓塞颅内动脉瘤安全性及有效性分析[J]. 介入放射学杂志,2017,26:775.
- [15] Wei C, Li S, Wang C, *et al.* LVIS stents for the treatment of small intracranial aneurysms: an efficacy analysis [J]. Chinese J Cerebrovasc Dis,2017,14:235.

(下转第53页)

但其安全性仍需要大量病例证实。而传统的血管内治疗方法虽然存在一定的复发率,但是安全有效,仍值得推崇;但需要熟练掌握每种介入材料的特征,并结合动脉瘤的具体特点,制定最优化的治疗方案,术中做到尽量完全栓塞。此外,本组样本量尚小,且无长期临床及影像学随访结果;因此仍需长期、大样本的临床研究验证。

[参 考 文 献]

- [1] Federica B, Norberto A, Mario Z, *et al.* Aneurysms of the ophthalmic (C6) segment of the internal carotid artery [J]. *Surg Neurosurgery*, 2005, 15:79.
- [2] Chen LK, Kato Y, Karagiozov KL, *et al.* Usefulness of a simplified management scheme for paraclinoid aneurysms based on a modified classification [J]. *Cerebrovasc Dis*, 2008, 26:388.
- [3] Jin SC, Kwon DH, Ahn JS, *et al.* Clinical and radiological outcomes of endovascular detachable coil embolization in paraclinoid aneurysm: a 10-year experience [J]. *J Korean Neurosurg*, 2009, 45:5.
- [4] Kim JM, Romano A, Sanan A, *et al.* Microsurgical anatomic features and nomenclature of the paraclinoid region [J]. *Neurosurgery* 2000, 46:670; discussion 680.
- [5] Roy D, Raymond J, Bouthillier A, *et al.* Endovascular treatment of ophthalmic segment aneurysms with Guglielmi detachable coils [J]. *Am J Neuroradiol*, 1997, 18:1207.
- [6] 李明华. 一种新型的脑动脉瘤血管内治疗技术-脑血管覆膜支架的问世 [J]. *介入放射学杂志*, 2010, 19:253.
- [7] Lubicz B, Jy G, Leclerc X, *et al.* Giant aneurysms of the internal carotid artery: endovascular treatment and long-term follow-up [J]. *Neuroradiology*, 2003, 45:650.
- [8] Ding D. Visual outcomes after treatment of paraclinoid aneurysms: comparison of surgical and endovascular interventions [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2015, 157:773.
- [9] Vincent F, Weill A, Roy D, *et al.* Carotid ophthalmic aneurysm rupture after parent vessel occlusion [J]. *Am J Neuroradiol*, 2005, 26:1372.
- [10] Brilstra EH, Rinkel GJ, Klijn CJ, *et al.* Excimer laser-assisted bypass in aneurysm treatment: short-term outcomes [J]. *J Neurosurg*, 2002, 97:1029.
- [11] Chalouhi N, Zanaty M, Whiting A, *et al.* Treatment of ruptured intracranial aneurysms with the pipeline embolization device [J]. *Neurosurgery*, 2015, 76:165; discussion 172.
- [12] Lylyk P, Miranda C, Ceratto R, *et al.* Curative endovascular Reconstruction of cerebral aneurysms with the pipeline embolization device: the Buenos Aires experience [J]. *Neurosurgery*, 2009, 64:632.
- [13] Aydin K, Arat A, Sencer S, *et al.* Treatment of ruptured blood Blister-like aneurysms with flow Diverter SILK stent [J]. *J Neurointery Surg*, 2015, 7:202.
- [14] D'urso PI, Karadeli HH, Kallmes DF, *et al.* Coiling for paraclinoid aneurysms: time to make way for flow diverters? [J]. *Am J Neuroradiol*, 2012, 33:1470.
- [15] 梁正, 马骏. 颅内微小动脉瘤的影像学诊断 [J]. *临床神经外科杂志*, 2015, 12:153.
- [16] Jeon JS, Ahn JH, Huh W, *et al.* A retrospective analysis on the natural history of incidental small paraclinoid unruptured aneurysm [J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2014, 85:289.
- [17] Ajay Malhotra, Xiao Wu, Howard P, *et al.* Management of tiny unruptured intracranial aneurysm: A comparative effectiveness analysis [J]. *JAMA Neurol*, 2018, 75:27.
- [18] 张鸿祺. 颅内未破裂微小动脉瘤是否需要治疗? [J]. *中国脑血管病杂志*, 2013, 10:1.
- [19] Brinjikji W, Lanzino G, Cloft HJ, *et al.* Endovascular treatment of very small (3 mm or smaller) intracranial aneurysms report of a consecutive series and a meta-analysis [J]. *Stroke*, 2010, 41:116.
- [20] Doerfler A, Becker W, Wan Ice I, *et al.* Endovascular treatment of cerebrovascular disease [J]. *Curr Opin Neurol*, 2004, 17:481.
- [21] Kirkpatrick P. Aneurysm recurrence after treatment of paraclinoid/ophthalmic segment aneurysms—a treatment-modality assessment [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2005, 147:611.
- [22] Raymond J, Guilbert F, Weill A, *et al.* Long-term angiographic recurrences after selective endovascular treatment of aneurysms with detachable coils [J]. *Stroke* 2003, 34:1398.
- [23] Feng MT, Wen WL, Feng ZZ, *et al.* Endovascular embolization of intracranial aneurysm: To use stent (s) or not? systematic review and meta-analysis [J]. *World Neurosurg*, 2016, 93:271.
- [24] Higashida RT, Halbach VV, Dowd CF, *et al.* Initial clinical experience with a new self-expanding nitinol stent for the treatment of intracranial cerebral aneurysms: the Cordis Enterprise stent [J]. *Am J Neuroradiol*, 2005, 26:1751.
- [25] Florella D, Albuquerque FC, McDougall CG. Durability of aneurysmal embolization with matrix detachable coils [J]. *Neurosurgery*, 2006, 58:51.

(收稿 2018-07-21 修回 2018-09-28)

(上接第 48 页)

- [16] 肖贾伟, 赵瑞, 李嘉楠, 等. LVIS 支架在颈内动脉海绵窦段打开不良与血管弯曲的关系 [J]. *中国脑血管病杂志*, 2017, 14:118.
- [17] Möhlenbruch M, Herweh C, Behrens L, *et al.* The LVIS Jr. microstent to assist coil embolization of wide-neck intracranial aneurysms: clinical study to assess safety and efficacy [J]. *Neuroradiology*, 2014, 56:389.
- [18] 彭汤明, 陈义天, 董劲虎, 等. LVIS 单支架辅助栓塞颅内多发动脉瘤的临床体会 [J]. *中华神经外科杂志*, 2017, 33:285.
- [19] 赵林, 梁朝辉, 杨明, 等. 颅内动脉瘤栓塞术中“三圈模式”对瘤颈闭合的应用研究 [J]. *脑与神经疾病杂志*, 2017, 25:1.
- [20] Beretta F, Andaluz N, Zuccarello M. Aneurysms of the ophthalmic (C6) segment of the internal carotid artery: treatment options and strategies based on a clinical series [J]. *J Neurosurg Sci*, 2004, 48:149.

(收稿 2018-09-11 修回 2018-12-04)