

## ·神经介入 Neurointervention·

## 血流导向装置在后循环夹层动脉瘤的应用

杨震, 郭新宾, 邓鑫, 范锋, 管生

**【摘要】目的** 分析血流导向装置(FD)治疗后循环夹层动脉瘤的安全性和有效性。**方法** 回顾性分析 2014 年 1 月至 2020 年 12 月郑州大学第一附属医院采用 FD 治疗的 59 例颅内后循环夹层动脉瘤患者临床资料。根据动脉瘤位置将患者分为椎动脉组( $n=33$ )和基底动脉组( $n=26$ ),根据应用 FD 数分为单 FD 和多 FD 治疗。采用 O'Kelly-Marotta(OKM)分级评估 DSA 影像,改良 Rankin 量表(mRS)评分评估患者临床预后。**结果** 59 例患者手术技术成功率为 100%,共植入 75 枚 FD(椎动脉组 42 枚,基底动脉组 33 枚)。围手术期发生缺血性并发症 7 例(11.9%),出血性并发症 2 例(3.4%),术后病死 3 例(5.1%)。43 例患者随访 6(2~19)个月,完全愈合率为 69.8%(30 例),预后良好率为 97.7%(42 例)。椎动脉组、基底动脉组分别随访 6.5(2~17)个月、6(3~19)个月,完全愈合率分别为 70.8%、68.4%(均  $P>0.05$ ),预后良好率分别为 100%、94.7%(均  $P>0.05$ )。**结论** FD 治疗椎动脉夹层动脉瘤相对安全有效,治疗基底动脉夹层动脉瘤的缺血性并发症发生率相对较高,多 FD 应用于基底动脉夹层动脉瘤可能增加缺血性并发症发生率和病死率。

**【关键词】** 后循环;动脉瘤;夹层;血流导向装置;血管内治疗

中图分类号:R743 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2022)-08-0751-05

**Application of flow diverter in treating posterior circulation dissecting aneurysms** YANG Zhen, GUO Xinbin, DENG Xin, FAN Feng, GUAN Sheng. Department of Neurological Intervention, First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou, Henan Province 450052, China

Corresponding author: GUO Xinbin, E-mail: gxb3906080@sina.com

**【Abstract】Objective** To evaluate the safety and effectiveness of flow diverter(FD) in treating posterior circulation dissecting aneurysms. **Methods** The clinical data of 59 patients with intracranial posterior circulation dissecting aneurysm, who were treated with flow diverter between January 2014 and December 2020 at the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University of China, were retrospectively analyzed. According to the location of the aneurysm, the patients were divided into vertebral artery group( $n=33$ ) and basilar artery group( $n=26$ ). Based on the number of used FD, the patients were divided into single-FD therapy group and multiple-FD therapy group. O'Kelly-Marotta(OKM) grading scale was used to evaluate DSA images, and the modified Rankin scale(mRS) was used to assess the clinical prognosis of patients. **Results** The technical success rate of 59 patients was 100%. A total of 75 FD stents were implanted, including 42 FD stents in the vertebral artery group and 33 FD stents in the basilar artery group. Perioperative ischemic complications occurred in 7 patients(11.86%), hemorrhagic complications in 2 patients(3.4%), and death in 2 patients(5.1%). Forty-three patients were followed up for a median time of 6 months(2-19 months), the complete cure rate was 69.8% ( $n=30$ ), and the good prognosis rate was 97.7% ( $n=42$ ). The patients of vertebral artery group and basilar artery group were followed up for 6.5 months(2-17 months) and 6 months(3-19 months) respectively, their complete cure rates were 70.8% and 68.4% respectively( $P>0.05$ ), and the good prognosis rates were 100% and 94.74% respectively( $P>0.05$ ). **Conclusion** For the treatment of dissecting aneurysms of vertebral artery, FD is relatively safe and effective. For the treatment of dissecting aneurysms of basilar artery, FD carries relative high incidence of ischemic complications. In treating dissecting aneurysms of basilar artery, the use of multiple FD stents may increase the incidence of ischemic complications and the mortality. (J Intervent Radiol, 2022, 31: 751-755)

**【Key words】** posterior circulation; aneurysm,dissection; flow diverter; endovascular treatment

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2022.08.003

作者单位: 450052 郑州大学第一附属医院神经介入科

通信作者: 郭新宾 E-mail: gxb3906080@sina.com

颅内夹层动脉瘤中后循环夹层动脉瘤占 20%~30%,瘤体破裂致死致残率高<sup>[12]</sup>。其位置较深,且与脑干等重要生命中枢相邻<sup>[3]</sup>,传统外科手术治疗存在暴露困难、手术风险高、对术者专业技术要求高等问题。血管内介入治疗与传统外科治疗相比不存在这些制约,且围手术期并发症发生率较低,目前已成为被广泛接受和认可的治疗方法<sup>[45]</sup>。有报道提出血流导向装置(flow diverter,FD)用于治疗后循环夹层动脉瘤,具有一定的可行性<sup>[67]</sup>。本文探讨 FD 治疗后循环夹层动脉瘤的安全性和有效性,现报道如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 临床资料

收集 2014 年 1 月至 2020 年 12 月在郑州大学第一附属医院接受 FD 治疗的后循环夹层动脉瘤患者临床资料。纳入标准:①脑血管 DSA 诊断为后循环夹层动脉瘤;②接受 FD 治疗。排除标准:①外伤性或医源性病史;②存在介入治疗禁忌证;③病历资料不完整。共入组患者 59 例,根据动脉瘤位置将患者分为椎动脉组( $n=33$ )和基底动脉组( $n=26$ ),根据应用 FD 数分为单 FD 和多 FD 治疗。收集患者年龄、性别、动脉瘤大小、位置及术前改良 Rankin 量表(mRS)评分等临床资料。所有患者或家属均签署手术知情同意书。所有数据收集及分析、保密流程均遵循郑州大学伦理委员会相关规定,本研究获伦理委员会批准。

### 1.2 治疗过程

手术在全身麻醉下进行,常规行右股动脉穿刺,置入 8 F 动脉鞘管,同轴引入 6 F Navien 中间导管(美国 Medtronic 公司),微导丝配合下将 FD 输送导管置于动脉瘤远端,通过导管输送 FD(Pipeline,美国 Medtronic 公司/Turbridge,上海微创神通医疗科技公司),按照操作规范释放 FD。如需使用第 2 枚 FD,再次引入支架导管,第 2 枚 FD 与第 1 枚重叠 1/3~1/2 释放,如还需更多 FD 则重复之前步骤。如需弹簧圈辅助栓塞,采用 FD 半释放技术进行栓塞治疗。手术操作完成后立即行 CT 检查 FD 内、动脉瘤腔内血流及颅内有无出血等情况。

### 1.3 围手术期用药

术前行血栓弹力图检测,评估血小板抑制情况。对于瘤体破裂患者,术中 FD 释放后静脉给予替罗非班,应用结束前 4 h 给予负荷量口服阿司匹林+氯吡格雷,后持续双抗药物治疗;对于瘤体未破裂患者,术前 5 d 给予阿司匹林+氯吡格雷。术后维持

双抗药物 3~6 个月,根据患者术后复查时具体情况进行药物调整。

### 1.4 疗效评估

通过脑血管 DSA 观察动脉瘤愈合程度。采用 O'Kelly-Marotta(OKM)分级评估 DSA 影像,A 级为动脉瘤瘤体显影 $>95\%$ ,B 级为 $5\%\leq$ 瘤体显影 $\leq 95\%$ ,C 级为瘤颈残余 $<5\%$ ,D 级为动脉瘤完全愈合。采用 mRS 评分评估患者临床预后,0~2 分为预后良好,3~6 分为预后不良。

### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。连续变量以均数 $\pm$ 标准差表示,组间比较用  $t$  检验;分类变量资料以构成比或百分比表示,组间比较用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率法,概率等级数据用 Kruskal-Wallis 检验, $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

59 例患者手术技术成功率为 100%,共植入 75 枚 FD(椎动脉组 42 枚,基底动脉组 33 枚)。59 例中男 35 例,女 24 例;年龄( $51.0\pm 14.2$ )岁,范围为 20~77 岁;瘤体破裂 7 例。临床症状:头痛 23 例,头晕 11 例,吞咽呛咳 4 例,肢体无力 9 例,无症状 12 例。两组和单、双 FD 治疗间患者性别、年龄、原发性高血压史、糖尿病史、破裂动脉瘤、弹簧圈辅助、术前 mRS 评分、术后即刻疗效等方面差异均无统计学意义(均  $P>0.05$ )。59 例中 OKM 分级 A 级 25 例(42.4%),B 级 20 例(33.9%),C 级 12 例(20.3%),D 级 2 例(3.4%),椎动脉组、基底动脉组单 FD 与多 FD 间术后即刻疗效差异均无统计学意义(均  $P>0.05$ );围手术期发生缺血性并发症 7 例(11.9%),出血性并发症 2 例(3.4%);术后死亡 3 例(5.1%),其中椎动脉组 1 例单 FD 治疗的破裂动脉瘤患者因术后二次出血,基底动脉组 2 例均因脑干梗死。见表 1。

43 例患者随访 6(2~19)个月,完全愈合率为 69.8%(30 例),动脉瘤显影较前均无增大;预后良好率为 97.7%(42 例)。椎动脉组、基底动脉组分别随访 6.5(2~17)个月、6(3~19)个月,完全愈合率分别为 70.8%、68.4%,差异均无统计学意义(均  $P>0.05$ );预后良好率分别为 100%、为 94.7%,差异均无统计学意义(均  $P>0.05$ )。见表 2。

典型病例 1:男,40 岁,因头痛 10 d 入院。既往高血压史 5 年。脑血管 DSA 造影见动脉瘤位于基底动脉中段,大小 2.93 mm $\times$ 6.82 mm。完善术前检查,排除禁忌证,双联抗血小板聚集药物应用 5 d 后行

表 1 患者临床资料

参数	椎动脉组 (n=33)				基底动脉组 (n=26)			
	单 FD 治疗 (n=24)	多 FD 治疗 (n=9)	检验值	P 值	单 FD 治疗 (n=20)	多 FD 治疗 (n=6)	检验值	P 值
男性 [n(%)]	13 (54.17)	6		0.698		4		1.000
年龄 (岁)	47.9±14.6	52.7±12.9	t=-0.855	0.399		52.5±7.2	t=-0.016	0.988
原发性高血压史 [n(%)]	14 (58.33)	5		1.000		3		0.628
糖尿病史 [n(%)]	8 (33.33)	3		1.000		2		1.000
蛛网膜下腔出血 [n(%)]	3 (12.50)	1		1.000		0		1.000
弹簧圈辅助 [n(%)]	14 (58.33)	8		0.212		2		0.652
动脉瘤最大径 (mm)	11.89±7.60	32.64±5.16	t=-7.527	<0.01		30.98±7.06	t=-5.309	<0.01
术前 mRS 评分 [n(%)]				0.642				0.558
0~2 分	18 (75.00)	8				4		
3~6 分	6 (25.00)	1				2		
术后即刻疗效 [n(%)]			$\chi^2=1.095$				$\chi^2=0.329$	0.566
OKM 分级 A	10 (41.67)	1		0.295		4		
OKM 分级 B	7 (29.17)	5			7 (35.00)	1		
OKM 分级 C	6 (25.00)	3			2 (10.00)	1		
OKM 分级 D	1 (4.17)	0			1 (5.00)	0		
围手术期并发症 [n(%)]	2 (8.33)	0		1.000	3 (15.00)	4		0.046
缺血性	1 (4.17)	0		1.000	2 (10.00)	4		1.000
出血性	1 (4.17)	0		1.000	1 (5.00)	0		0.013
术后死亡 [n(%)]	1 (4.17)	0		1.000	0	2		0.028

表 2 随访患者临床资料

参数	椎动脉组 (n=33)				基底动脉组 (n=26)			
	单 FD 治疗 (n=24)	多 FD 治疗 (n=9)	检验值	P 值	单 FD 治疗 (n=20)	多 FD 治疗 (n=6)	检验值	P 值
随访时 mRS 评分								0.105
0~2 分	18	6			17	1		
3~6 分	0	0			0	1		
随访时疗效			$\chi^2=0.028$	0.867			$\chi^2=0.059$	0.809
OKM 分级 A	1	0			1	0		
OKM 分级 B	4	2			3	0		
OKM 分级 C	0	0			1	1		
OKM 分级 D	13	4			12	1		
FD 内狭窄	1	0		1.000	0	1		0.105

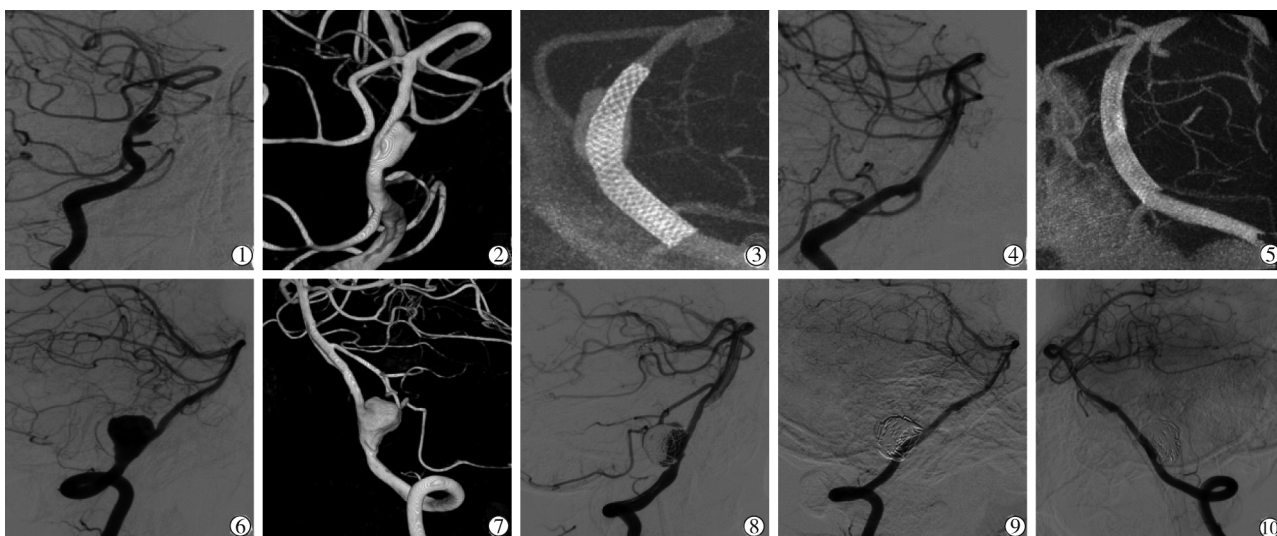
血栓弹力图检测,血小板功能达到标准后行 FD 手术治疗。术后即刻 DSA 可见瘤腔内对比剂淤滞,CT 显示支架贴壁良好。术后继续双抗药物治疗,出院时头痛症状消失。3 个月后复查 DSA 动脉瘤明显缩小,载瘤动脉通畅,CT 显示支架未见短缩及移位。典型病例 2:男,30 岁,因间断头晕、视物模糊 4 d 入院。脑血管 DSA 造影见左椎动脉动脉瘤,大小 13.51 mm×10.56 mm。完善术前检查,排除禁忌证,双联抗血小板聚集药物应用 5 d 后行血栓弹力图检测,血小板功能达到标准后行 FD+弹簧圈手术治疗。术后即刻 DSA 可见瘤腔远端填塞密实,瘤颈显影。术后继续双抗药物治疗,出院时头晕、视物模糊症状未再发作。6 个月后复查 DSA 动脉瘤完全愈合,载瘤动脉通畅。见图 1。

### 3 讨论

随着技术发展和治疗经验不断积累,载瘤动脉

血流动力学重建的理念已逐渐深入后循环夹层动脉瘤治疗领域,FD 逐渐被应用于治疗大型、梭型、夹层及后循环复杂动脉瘤等<sup>[6,8,9]</sup>。本研究中后循环夹层动脉瘤 FD 治疗术后并发症发生率为 15.3%,与以往报道基本相当<sup>[10]</sup>;病死率为 5.1%,低于以往文献报道的 11.2%<sup>[11]</sup>,其原因可能是严格把握后循环 FD 应用适应证,瘤体破裂伴颅内血肿或符合外科干预指征患者大多转外科手术治疗,对 7 例瘤体破裂患者均予 FD 结合弹簧圈治疗。术后中位随访时间为 6 个月,完全愈合率为 69.8%,与以往报道基本相当<sup>[11]</sup>,但与传统血管内介入治疗相比较低<sup>[12]</sup>,这可能是由于术后随访时间较短,而 FD 治疗动脉瘤的完全愈合率可随时间延长而持续提高<sup>[13]</sup>。传统介入治疗后循环夹层动脉瘤复发率为 19.6%,二次手术率可达 4.9%<sup>[14]</sup>。本研究中均未出现动脉瘤复发或瘤体增大情况,提示应用 FD 治疗后循环夹层动脉瘤相较于传统介入术后的复发率、二次手术率可能





▲病例 1: ①②脑血管 DSA 造影显示基底动脉中段夹层动脉瘤; ③植入 1 枚 FD 完全覆盖动脉瘤; ④术后 3 个月复查造影显示动脉瘤明显缩小; ⑤CT 检查示 FD 贴壁良好, FD 内未见明显狭窄 ▲病例 2: ⑥⑦脑血管造影显示左椎动脉 V4 段夹层动脉瘤; ⑧植入 FD+弹簧圈治疗动脉瘤; ⑨⑩术后 6 个月复查造影显示动脉瘤完全愈合, 载瘤动脉未见狭窄

图 1 FD 治疗后循环夹层动脉瘤影像

更低。

本研究中椎动脉组发生围手术期并发症 2 例, 与以往报道相近<sup>[15-16]</sup>。其中 1 例缺血性并发症患者伴左大脑中动脉 M1 段狭窄, 术后出现右肢体无力症状, 复查 MRI 提示左基底节区梗死, 考虑与术后控制血压引起脑组织低灌注相关, 经扩容补液等对症治疗, 出院时未遗留临床症状; 1 例出血性并发症患者为瘤体破裂, 入院时 Hunt-Hess 评分为 3 分, 有高血压病史, 术后瘤体再次破裂出血死亡, 考虑与 Hunt-Hess 评分较高和术后血压波动相关<sup>[17]</sup>。椎动脉组完全愈合率为 70.8%, 与以往文献报道的 83.3% 相近<sup>[18]</sup>。目前对于瘤颈极宽的大型、巨大型动脉瘤及较长径夹层动脉瘤, 不可避免地需给予 2 枚甚至多枚 FD 桥接治疗。多 FD 治疗的动脉瘤最大径较长于单 FD 治疗者, 椎动脉组单 FD、多 FD 治疗的动脉瘤完全愈合率、围手术期并发症发生率、病死率差异均无统计学意义, 提示对于单 FD 无法覆盖的椎动脉夹层动脉瘤, 予以多 FD 桥接治疗并不会增加围手术期并发症发生率。

本研究中基底动脉组发生围手术期缺血性并发症 6 例, 与以往报道基本相当<sup>[19]</sup>; 多 FD 治疗患者缺血性并发症发生率高于单 FD 治疗, 原因可能是 FD 金属覆盖较高, 通过桥接多 FD 使金属覆盖率进一步增加, 基底动脉又有较丰富的细小穿支, 其血管开口被 FD 覆盖, 从而引起缺血性并发症发生<sup>[20]</sup>。Ertl 等<sup>[21]</sup>报道应用多 FD 治疗 6 例大型椎基底动脉瘤, 其中 4 例死亡。本研究中基底动脉组术后因脑

干梗死死亡 2 例, 均为多 FD 治疗。基底动脉瘤治疗过程中应用多 FD 桥接治疗较单 FD 会增加缺血性并发症发生率和病死率。基底动脉组发生出血性并发症 1 例为瘤体破裂患者, 经脱水降颅压等治疗后出院时未遗留临床症状, 考虑出血与术后血压波动相关<sup>[17]</sup>。基底动脉组完全愈合率为 68.4%, 与以往报道相近<sup>[11]</sup>; 多 FD 与单 FD 治疗有效性差异无统计学意义, 但多 FD 治疗会增加围手术期缺血性并发症发生率及病死率。

本研究为单中心回顾性研究, 存在患者例数偏少、随访时间较短等局限性, 远期疗效仍待随访观察, 后期将扩大样本量并设计前瞻性研究进一步证实 FD 治疗后循环夹层动脉瘤的有效性和安全性。

#### [参考文献]

- [1] Fusco MR, Harrigan MR. Cerebrovascular dissections: a review part I: spontaneous dissections[J]. Neurosurgery, 2011, 68: 242-257.
- [2] Guan J, Li G, Kong X, et al. Endovascular treatment for ruptured and unruptured vertebral artery dissecting aneurysms: a meta-analysis[J]. J Neurointerv Surg, 2017, 9: 558-563.
- [3] 刘一之, 金泳海, 朱晓黎, 等. 后循环动脉瘤破裂急性期介入治疗的应用[J]. 中国医学影像技术, 2007, 23: 49-51.
- [4] Bohnstedt BN, Ziemba-Davis M, Sethia R, et al. Comparison of endovascular and microsurgical management of 208 basilar apex aneurysms[J]. J Neurosurg, 2017, 127: 1342-1352.
- [5] 黄清海, 杨鹏飞. 颅内动脉瘤血管内介入治疗中国专家共识 (2013)[J]. 中国脑血管病杂志, 2013, 10: 606-616.

- [6] Kan P, Sweid A, Srivatsan A, et al. Expanding indications for flow diverters: ruptured aneurysms, blister aneurysms, and dissecting aneurysms[J]. *Neurosurgery*, 2020, 86(Suppl 1): S96-S103.
- [7] 吴桥伟,李立,邵秋季,等. Pipeline Flex 血流导向装置治疗后循环大型动脉瘤单中心临床经验[J]. *介入放射学杂志*, 2021, 30:1-4.
- [8] 孙世蒙,李天晓,李立,等. 国产 Tubridge 血流导向装置治疗椎动脉夹层动脉瘤的初步应用[J]. *中华介入放射学电子杂志*, 2021, 9:160-164.
- [9] Deng Q, Feng W, Hai H, et al. Evaluation of the safety and efficacy of a Pipeline Flex embolization device for treatment of large, wide-necked intracranial aneurysms[J]. *J Interv Med*, 2018, 1: 229-233.
- [10] Adeeb N, Griessenauer CJ, Dmytriw AA, et al. Risk of branch occlusion and ischemic complications with the pipeline embolization device in the treatment of posterior circulation aneurysms[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2018, 39: 1303-1309.
- [11] Griessenauer CJ, Ogilvy CS, Adeeb N, et al. Pipeline embolization of posterior circulation aneurysms: a multicenter study of 131 aneurysms[J]. *J Neurosurg*, 2018, 130: 923-935.
- [12] Zhang X, Zhong J, Gao H, et al. Endovascular treatment of intracranial aneurysms with the LVIS device: a systematic review[J]. *J Neurointerv Surg*, 2017, 9: 553-557.
- [13] Kallmes DF, Brinjikji W, Cekirge S, et al. Safety and efficacy of the Pipeline embolization device for treatment of intracranial aneurysms: a pooled analysis of 3 large studies[J]. *J Neurosurg*, 2017, 127: 775-780.
- [14] Pandey AS, Koebbe C, Rosenwasser RH, et al. Endovascular coil embolization of ruptured and unruptured posterior circulation aneurysms: review of a 10-year experience[J]. *Neurosurgery*, 2007, 60: 626-636.
- [15] Chalouhi N, Tjoumakaris S, Dumont AS, et al. Treatment of posterior circulation aneurysms with the pipeline embolization device[J]. *Neurosurgery*, 2013, 72: 883-889.
- [16] Guerrero WR, Ortega-Gutierrez S, Hayakawa M, et al. Endovascular treatment of ruptured vertebrobasilar dissecting aneurysms using flow diversion embolization devices: single-institution experience[J]. *World Neurosurg*, 2018, 109: E164-E169.
- [17] Zhao B, Fan Y, Xiong Y, et al. Aneurysm rebleeding after poor-grade aneurysmal subarachnoid hemorrhage: predictors and impact on clinical outcomes[J]. *J Neurol Sci*, 2016, 371: 62-66.
- [18] Fang YB, Wen WL, Yang PF, et al. Long-term outcome of tubridge flow diverter in treating large vertebral artery dissecting aneurysms: a pilot study[J]. *Clin Neuroradiol*, 2017, 27: 345-350.
- [19] Kulcsar Z, Ernemann U, Wetzel SG, et al. High-profile flow diverter(silk) implantation in the basilar artery: efficacy in the treatment of aneurysms and the role of the perforators[J]. *Stroke*, 2010, 41: 1690-1696.
- [20] Brinjikji W, Murad MH, Lanzino G, et al. Endovascular treatment of intracranial aneurysms with flow diverters: a meta-analysis[J]. *Stroke*, 2013, 44: 442-447.
- [21] Ertl L, Holtmannspotter M, Patzig M, et al. Use of flow-diverting devices in fusiform vertebrobasilar giant aneurysms: a report on periprocedural course and long-term follow-up[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2014, 35: 1346-1352.

(收稿日期:2021-09-16)

(本文编辑:边 皓)