

· 论 著 ·

# 支架半释放辅助栓塞对急性破裂性 颅内微小动脉瘤的疗效

梁超<sup>1</sup>, 李翠<sup>2</sup>, 冯利飞<sup>1</sup>, 孙晶晶<sup>1</sup>, 陈芳鑫<sup>3</sup>

1. 邢台市人民医院神经外科, 河北 邢台 054001; 2. 邢台市人民医院手术室, 河北 邢台 054001;

3. 邢台市人民医院院感科, 河北 邢台 054001

**摘要:** **目的** 探讨支架半释放辅助栓塞对急性破裂性颅内微小动脉瘤(VSAs)患者手术并发症、改良 Rankin 量表(mRS)评分及复发率的影响。**方法** 回顾性选取2009年2月至2019年6月邢台市人民医院收治的296例急性破裂性颅内VSAs患者作为研究对象,以采用单纯弹簧圈栓塞治疗的148例为对照组,采用支架半释放辅助弹簧圈栓塞治疗的148例为观察组,两组均在起病72h内进行介入手术治疗。比较两组Raymond标准的栓塞效果、mRS评分、脑血流动力学指标[局部血容量(rCBV)、局部血流量(rCBF)、达峰时间(TTP)、平均通过时间(MTT)]、手术并发症以及复发率。**结果** 观察组患者栓塞效果I级135例、II级10例、III级3例,对照组I级119例、II级20例、III级9例,观察组的栓塞效果优于对照组( $U=2.690, P<0.01$ );观察组术后1、2、3年的mRS评分低于对照组( $P<0.01$ )。观察组预后良好率高于对照组(97.30% vs 90.54%,  $P<0.05$ );术后6个月,观察组rCBV、rCBF水平高于对照组,TTP、MTT水平低于对照组( $P<0.01$ );观察组术后并发症总发生率低于对照组(4.37% vs 11.49%,  $P<0.05$ );观察组术后1年、2年,尤其3年(6.76% vs 16.22%)的复发率低于对照组( $P<0.05$ )。**结论** 支架半释放辅助栓塞对急性破裂性VSAs患者的栓塞效果较好,可显著改善脑血流动力学,降低术后并发症以及复发率,进而改善预后。

**关键词:** 颅内微小动脉瘤; 支架半释放; 栓塞; 改良 Rankin 量表评分; 脑血流动力学指标; 术后并发症; 复发

中图分类号: R651.1<sup>+</sup>2 文献标识码: A 文章编号: 1674-8182(2023)03-0329-05

## Effects of semi-release stent assisted embolization in patients with acute ruptured very small intracranial aneurysm

LIANG Chao\*, LI Cui, FENG Li-fei, SUN Jing-jing, CHEN Fang-xin

\* Second Department of Neurosurgery, Xingtai People's Hospital, Xingtai, Hebei 054001, China

**Abstract:** **Objective** To investigate the effect of stent semi-release assisted embolization on the surgical complications, modified Rankin scale (mRS) and recurrence rate of patients with acute ruptured very small intracranial aneurysm (VSAs). **Methods** A total of 296 patients with acute ruptured VSAs admitted to Xingtai People's Hospital were retrospectively enrolled as the research objects from February 2009 to June 2019. According to the different treatment method, they were divided into observation group ( $n=148$ , treated with semi-release stent assisted coil embolization) and control group ( $n=148$ , treated with simple coil embolization). Both groups received interventional therapy within 72 hours after the onset of the disease. The embolic effect, mRS score, cerebral hemodynamic indexes [regional cerebral blood volume (rCBV), regional cerebral blood flow (rCBF), time to peak (TTP), mean transit time (MTT)], surgical complications and recurrence rate were compared between the two groups. **Results** In observation group, there were 135 cases with embolization effect at grade I, 10 cases at grade II and 3 cases at grade III. In control group, there were 119 cases with embolization effect at grade I, 20 cases at grade II and 9 cases at grade III. The embolic effect of

DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2023.03.003

基金项目: 河北省卫生健康委科研项目课题 (20210592)

出版日期: 2023-03-20

the observation group was better than that of the control group ( $U=2.690, P<0.01$ ); The mRS score of the observation group was lower than that of the control group at 1, 2, 3 years after operation ( $P<0.01$ ). The rate of good prognosis in the observation group was higher than that in the control group (97.30% vs 90.54%,  $P<0.05$ ). Six months after operation, the levels of rCBV and rCBF in the observation group were higher than those in the control group, while the levels of TTP and MTT were lower than those in the control group ( $P<0.01$ ). The total incidence of postoperative complications in the observation group was lower than that in the control group (4.37% vs 11.49%,  $P<0.05$ ). The recurrence rate in the observation group was lower than that in the control group at 1 year, 2 years, especially 3 years after operation (6.76% vs 16.22%,  $P<0.05$ ). **Conclusion** Semi-release stent assisted embolization has a good effect on patients with acute ruptured VSAs. It can significantly improve cerebral hemodynamics, reduce postoperative complications and recurrence rate, and improve prognosis.

**Keywords:** Very small intracranial aneurysm; Semi-release stent; Embolization; Modified Rankin scale; Cerebral hemodynamic indexes; Postoperative complication; Recrudescence

**Fund program:** Research Fund Project of Hebei Provincial Health Commission(20210592)

颅内微小动脉瘤(very small intracranial aneurysm, VSAs)是动脉瘤中一种较为难治的类型,以宽颈动脉瘤为主。据统计,VSAs 占有颅内动脉瘤的13.2%~15.1%,其在术中破裂的风险是较大动脉瘤的2倍<sup>[1-2]</sup>。研究显示,由于VSAs 瘤壁较薄,且缺乏内弹力层,一旦发生破裂,则会导致蛛网膜下腔出血(SAH)、脑积水、脑缺血等严重并发症,其2 d内死亡的概率高达30%以上<sup>[3]</sup>。对破裂的动脉瘤进行早期治疗是防止再出血并改善预后的主要方法。弹簧圈栓塞已经成为急性破裂颅内动脉瘤的一线治疗方法,相较于夹闭术,其治疗效果更好,且存活率更高<sup>[4-5]</sup>。但由于VSAs的空间狭小,弹簧圈易发生移位,其治疗仍存在技术困难。此外,颅内动脉瘤的破裂机率与动脉瘤的位置以及大小之间存在有相关性<sup>[6]</sup>。多项研究发现,通过支架辅助栓塞可显著提高弹簧圈的稳定性,进而显著降低术后复发率<sup>[7]</sup>。此外,支架还可以改善载瘤血管的血流动力学,并为内皮细胞的生长提供支架<sup>[8]</sup>。但目前临床关于支架半释放辅助栓塞治疗VSAs的安全性存在争议。基于此,本研究分析支架半释放辅助栓塞对急性破裂VSAs患者手术并发症、改良Rankin量表(mRS)评分及复发率的影响。现报告如下。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性选取2009年2月至2019年6月邢台市人民医院收治的296例急性破裂性VSAs患者作为研究对象。纳入标准:符合VSAs诊断标准<sup>[9]</sup>,并经过头颅CTA/MRA检测确诊;本研究经过医院医学伦理委员会审批(2020[030]),患者知情并签署同意书;动脉瘤直径 $\leq 3$  mm;年龄 $> 18$ 岁;动脉瘤为单发者;起病时间 $< 72$  h。排除标准:出血前mRS

评分 $> 3$ 分;合并其他颅内病变;严重全身性疾病者;恶性肿瘤者;急性心肌梗死;处于妊娠期或哺乳期。以采用单纯弹簧圈栓塞治疗的148例为对照组,采用支架半释放辅助弹簧圈栓塞治疗的148例为观察组。观察组年龄46~73(57.73 $\pm$ 7.25)岁,男87例,女61例; Hunt-Hess分级: I级13例, II级88例, III级47例。对照组年龄47~73(56.40 $\pm$ 6.88)岁,男91例,女57例; Hunt-Hess分级: I级16例, II级81例, III级51例。两组一般资料比较差异无统计学意义( $P> 0.05$ )。

1.2 方法 两组患者均在起病72 h内进行介入术治疗,并在术前2 h给予阿司匹林(国药准字J20130078,拜耳)300 mg、氯吡格雷(国药准字J20180029,赛诺菲)300 mg治疗。术后常规使用阿司匹林(300 mg/d)和氯吡格雷(75 mg/d)6周后,改单用阿司匹林(300 mg/d)。(1)对照组采用单纯弹簧圈栓塞治疗:患者经皮穿刺技术经右侧股动脉进行穿刺,置入5F椎动脉管进行数字减影血管成像技术(DSA)检查,确定微小动脉瘤位置、大小、瘤颈等。更换6F指引导管,将弹簧圈微导管置于动脉瘤腔内,选择合适的弹簧圈(美国MicroVention)进行栓塞。将弹簧圈成篮,根据弹簧圈直径由大到小置入填塞,脑血管造影见动脉瘤不显影或造影剂瘤内滞留即可终止手术。(2)观察组采用支架半释放辅助栓塞治疗:患者术前治疗同对照组。行全身麻醉,经右侧股动脉进行穿刺,置入5F椎动脉管进行DSA检查,确定微小动脉瘤位置、大小、瘤颈等。更换6F指引导管,选择恰当的弹簧圈、支架并充分润滑。将支架导管送至载瘤动脉内动脉瘤远端位置,弹簧圈微导管置于动脉瘤腔内,先将支架释放一半覆盖住部分瘤颈,而后用弹簧圈将动脉瘤填满,完全释放支架。手术后通过

DSA 检测两组患者的栓塞效果。

1.3 观察指标 (1) 统计分析两组栓塞效果:采用 Raymond 标准<sup>[10]</sup>,栓塞后即刻 DSA 检查,对动脉瘤栓塞效果进行影像学评估,Ⅰ级为动脉瘤完全栓塞,Ⅱ级为瘤颈部有残余,Ⅲ级为瘤腔内有残余。(2) 统计分析两组 mRS<sup>[11]</sup>评分:该量表总分为 6 分,分数高低表明患者的神经功能恢复的状况,0~1 分为预后良好。(3) 统计分析两组术前、术后 6 个月脑血流动力学指标:采用 CT 灌注扫描检测局部脑血容量(rCBV)、局部脑血流量(rCBF)、达峰时间(TTP)、平均通过时间(MTT)。(4) 统计分析两组术后并发症。(5) 采用门诊的方式随访所有患者术后 3 年的复发情况,比较两组术后 3 年复发率。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 18.0 分析数据。计数资料以例(%)表示,两组栓塞效果比较采用秩和检验,术后并发症以及复发率比较采用 $\chi^2$ 检验;计量资料用 $\bar{x}\pm s$ 表示,两组 mRS 评分比较采用重复测量资料方差分析,血流动力学指标比较采用成组 *t* 检验。检验水准  $\alpha=0.05$ ,双侧检验。

## 2 结果

2.1 两组栓塞效果比较 观察组栓塞效果优于对照组,差异具有统计学意义( $P<0.01$ )。见表 1。

2.2 两组 mRS 评分比较 观察组术后 1、2、3 年的 mRS 评分低于对照组,差异有统计学意义( $P<0.01$ )。见表 2。观察组预后良好率为 97.30%(144/148),

高于对照组的 90.54%(134/148),差异有统计学意义( $\chi^2=5.914, P=0.015$ )。

2.3 两组脑血流动力学指标比较 术后 6 个月,观察组 rCBV、rCBF 水平高于对照组,TTP、MTT 水平低于对照组,差异具有统计学意义( $P<0.01$ )。见表 3。

2.4 两组术后并发症比较 观察组术后并发症总发生率低于对照组,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。见表 4。

2.5 两组复发情况比较 观察组术后 1、2、3 年的复发率低于对照组,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。见表 5。

表 1 两组栓塞效果比较 [n=148, 例(%)]

Tab. 1 Comparison of embolization effect between the two groups [n=148, case(%)]

组别	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级
观察组	135(91.22)	10(6.76)	3(2.03)
对照组	119(80.41)	20(13.51)	9(6.08)
U 值	2.690		
P 值	0.007		

表 2 两组 mRS 评分比较 (n=148, 分,  $\bar{x}\pm s$ )

Tab. 2 Comparison of mRS scores between the two groups (n=148, point,  $\bar{x}\pm s$ )

组别	术前	术后 1 年	术后 2 年	术后 3 年
观察组	3.88±0.75	1.59±0.42 <sup>ab</sup>	0.93±0.28 <sup>ab</sup>	0.58±0.20 <sup>ab</sup>
对照组	3.82±0.71	1.86±0.57 <sup>b</sup>	1.12±0.31 <sup>b</sup>	0.66±0.21 <sup>b</sup>
<i>F</i> <sub>组间</sub> / <i>P</i> <sub>组间</sub>	18.720/<0.001			
<i>F</i> <sub>时间</sub> / <i>P</i> <sub>时间</sub>	2 567.599/<0.001			
<i>F</i> <sub>交互</sub> / <i>P</i> <sub>交互</sub>	6.510/<0.001			

注:与对照组相比,<sup>a</sup> $P<0.05$ ;与同组术前比较,<sup>b</sup> $P<0.05$ 。

表 3 两组脑血流动力学指标比较 (n=148,  $\bar{x}\pm s$ )

Tab. 3 Comparison of cerebral hemodynamics indexes between the two groups (n=148,  $\bar{x}\pm s$ )

组别	rCBV		rCBF		TTP		MTT	
	术前	术后 6 个月	术前	术后 6 个月	术前	术后 6 个月	术前	术后 6 个月
观察组	0.42±0.07	1.02±0.14	0.66±0.09	1.06±0.12	1.65±0.17	1.33±0.16	1.55±0.16	1.05±0.11
对照组	0.43±0.08	0.96±0.11	0.65±0.08	0.99±0.10	1.63±0.19	1.42±0.19	1.57±0.18	1.11±0.13
<i>t</i> 值	1.144	4.100	1.010	5.452	0.954	4.408	1.010	4.286
P 值	0.253	<0.001	0.313	<0.001	0.341	<0.001	0.313	<0.001

表 4 两组术后并发症比较 (例)

Tab. 4 Comparison of postoperative complications between the two groups (case)

组别	弹簧圈移位	载瘤动脉闭塞	动脉瘤再破裂出血	缺血性脑卒中	血管痉挛	血栓形成	合计 [例(%)]
观察组	1	1	2	1	1	1	7(4.73)
对照组	5	2	4	2	1	3	17(11.49)
$\chi^2$ 值	4.534						
P 值	0.033						

表 5 两组复发情况比较 [例(%)]

Tab. 5 Comparison of recurrence between the two groups [case(%)]

组别	例数	术后 1 年	术后 2 年	术后 3 年
观察组	148	3(2.03)	7(4.73)	10(6.76)
对照组	148	9(7.43)	19(12.84)	24(16.22)
$\chi^2$ 值	4.798			
P 值	0.028			

### 3 讨论

据统计,颅内动脉瘤的发病率为7%,由颅内动脉瘤破裂引起的SAH 30 d内的病死率高达45%<sup>[12]</sup>。血管内治疗已成为急性破裂动脉瘤的重要治疗方式,包括单纯弹簧圈栓塞、支架辅助弹簧圈栓塞、血流导向装置治疗等。多项研究结果表明,与显微外科夹闭术相比,血管内栓塞治疗破裂动脉瘤的1年死亡率和致残率显著降低<sup>[13-14]</sup>。然而,破裂的VSAs的血管内栓塞仍然具有挑战性,因为弹簧圈可能会弹出到载瘤动脉,进而导致严重的并发症<sup>[15]</sup>。本研究通过对急性破裂VSAs患者进行观察性研究,以期改善急性破裂VSAs的治疗方法和降低术后并发症提供参考。

支架半释放技术指在动脉瘤介入治疗时先将支架释放一半,以方便弹簧圈微导管调整位置,有利于提高弹簧圈微导管的稳定性<sup>[16]</sup>。相比于直径较大的动脉瘤,VSAs由于操作空间小、瘤壁薄,其发生破裂出血时出血量更大,因而其死亡率和致残率较高<sup>[17-18]</sup>。本研究结果可见,栓塞效果评价提示支架半释放辅助栓塞可有效提高对急性破裂VSAs的栓塞效果;术后6个月血流动力学和1、2、3年mRS评分预后评价提示该方法可有效改善患者脑血流动力学及预后;1、2、3年复发率评价提示该方法可有效降低复发率。分析原因,可能因支架半释放辅助栓塞通过利用支架的“压缩技术”,使宽颈动脉瘤重塑成窄颈,确保载瘤动脉通畅以及完全栓塞;支架半释放技术能提高对载瘤动脉的支撑力,有效减少瘤体血流,在促进破裂动脉瘤处血栓形成的同时提高血栓的稳定性<sup>[19]</sup>,进而降低动脉瘤复发的风险;且其有助于瘤颈部新生内膜形成致密栓塞,改善载瘤动脉血流,促进神经功能恢复,改善预后。此外,该技术能有效防止栓塞不完全对内皮功能的影响,减少细胞凋亡导致的血管变性,从而减少动脉瘤的再生和扩大<sup>[20-21]</sup>。

有研究认为,支架辅助虽然可提高弹簧圈的稳定性,但也会增加颅内缺血和出血事件<sup>[22-23]</sup>;Xue<sup>[24]</sup>及冯冠军<sup>[25]</sup>等回顾性分析发现,LVIS辅助弹簧圈栓塞可有效降低颅内动脉瘤的术后并发症。本研究并发症比较提示支架半释放辅助弹簧圈栓塞可有效降低术后(弹簧圈移位、载瘤动脉闭塞、动脉瘤再破裂出血等)并发症总发生率,与Xue等<sup>[24]</sup>研究结果一致。究其原因,可能因为该技术可有效提高弹簧圈的稳定性,进而显著降低弹簧圈移位而导致的出血事件。目前,支架辅助栓塞存在争议的主要为:(1)不充分的抗血小板治疗可能会增加脑梗死的风险<sup>[26]</sup>;(2)动

脉瘤急性破裂时处于高凝状态,支架的植入可能会导致缺血和出血事件的增加<sup>[27]</sup>。这是临床实践中应进一步探讨的问题。

综上所述,支架半释放辅助栓塞对急性破裂VSAs患者的栓塞效果较好,可显著改善脑血流动力学,降低术后并发症以及复发率。

利益冲突 无

### 参考文献

- [1] Park GT, Kim JH, Jung YJ, et al. Characteristics of patients with ruptured very small intracranial aneurysm sized less than 3 mm[J]. J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg, 2021, 23(1): 1-5.
- [2] Renowden S, Nelson R. Management of incidental unruptured intracranial aneurysms[J]. Pract Neurol, 2020, 20(5): 347-355.
- [3] 肖志朋,崔雨迪,潘耀华,等.血管内栓塞颅内微小动脉瘤的临床疗效分析:单中心前瞻性研究[J].中国脑血管病杂志,2021,18(1):25-29.  
Xiao ZP, Cui YD, Pan YH, et al. Clinical effect analysis of endovascular embolization for the intracranial microaneurysm: a single-center prospective study[J]. Chin J Cerebrovasc Dis, 2021, 18(1): 25-29.
- [4] 刘文晶,张昌伟,王均,等.开颅夹闭术与介入栓塞术治疗颅内微小动脉瘤效果比较研究[J].临床军医杂志,2019,47(2):139-141,145.  
Liu WJ, Zhang CW, Wang J, et al. Comparison of effects of neurosurgical clipping and interventional embolization in the treatment of patients with intracranial tiny aneurysms[J]. Clin J Med Off, 2019, 47(2): 139-141, 145.
- [5] 刘科峰,邹飞辉,鲍健南,等.支架辅助弹簧圈用于完全栓塞急性破裂颅内微小动脉瘤的疗效[J].江苏医药,2020,46(1):47-50.  
Liu KF, Zou FH, Bao JN, et al. Efficacy of stent-assisted coiling in completely occluding acute ruptured intracranial microaneurysm[J]. Jiangsu Med J, 2020, 46(1): 47-50.
- [6] 吕光涛,王海全,王德明,等.LVIS支架辅助栓塞颅内微小动脉瘤的疗效及预后随访分析[J].河北医学,2019,25(2):284-287.  
Lv GT, Wang HQ, Wang DM, et al. Efficacy and prognosis of LVIS stent assisted embolization for intracranial small aneurysms[J]. Hebei Med, 2019, 25(2): 284-287.
- [7] 程美雄,张天,刘冷.Lvis支架辅助弹簧圈栓塞颅内宽颈微小动脉瘤的疗效分析[J].中国脑血管病杂志,2019,16(11):597-600,617.  
Cheng MX, Zhang T, Liu L. Effect analysis of Lvis stent-assisted coiling embolization of intracranial wide-necked microaneurysms[J]. Chin J Cerebrovasc Dis, 2019, 16(11): 597-600, 617.
- [8] Tian Q, Dong W, Zhang W, et al. Embolization with stent-assisted technique for wide-necked extremely small intracranial aneurysm with diameter no more than 2 mm[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2020, 29(12): 105388.
- [9] 中国医师协会神经介入专业委员会,中国颅内动脉瘤计划研究组.中国颅内破裂动脉瘤诊疗指南2021[J].中国脑血管病杂志,

- 2021, 18(8):546-574.
- Chinese Federation of Interventional Clinical Neurosciences (CFITN); China Intracranial Aneurysm Project (CIAP) Study Group. Chinese guidelines for diagnosis and treatment of ruptured intracranial aneurysm 2021 [J]. Chin J Cerebrovasc Dis, 2021, 18(8): 546-574.
- [10] 徐建军,王宏磊,乔萌,等.血管内介入治疗合并单侧烟雾病的前交通动脉瘤[J].中华神经创伤外科电子杂志,2022,8(1):39-43.
- Xu JJ, Wang HL, Qiao M, et al. Endovascular interventional treatment of anterior communicating aneurysm with unilateral moyamoya disease[J]. Chin J Neurotraumatic Surg Electron Ed, 2022, 8(1): 39-43.
- [11] Quinn TJ, Dawson J, Walters MR, et al. Exploring the reliability of the modified rankin scale[J]. Stroke, 2009, 40(3): 762-766.
- [12] Bsat S, Bsat A, Tamim H, et al. Safety of stent-assisted coiling for the treatment of wide-necked ruptured aneurysm: a systematic literature review and meta-analysis of prevalence[J]. Interv Neuroradiol, 2020, 26(5): 547-556.
- [13] Li GZ, Han YQ, Ding SH, et al. Stent-assisted coiling of acutely ruptured cerebral aneurysm: a multicenter prospective registry study (SAVE) [J]. BMC Neurol, 2022, 22(1): 264.
- [14] 罗来兵,陈光贵,叶沛,等.血管介入栓塞术和显微外科夹闭术对颅内动脉瘤的临床疗效及血清 MCP-1 水平的影响[J].医学综述,2020,26(17):3527-3531,3536.
- Luo LB, Chen GG, Ye P, et al. Effect of vascular embolization and microsurgical clipping on clinical efficacy and serum MCP-1 level of patients with intracranial aneurysms[J]. Med Recapitul, 2020, 26(17): 3527-3531, 3536.
- [15] 蒙宏亮,李振均,曾恒,等.支架辅助弹簧圈栓塞治疗急性颅内破裂宽颈动脉瘤的安全性和有效性观察[J].中华神经医学杂志,2021,20(6):584-589.
- Meng HL, Li ZJ, Zeng H, et al. Safety and effectiveness of stent-assisted coil embolization in treatment of acute intracranial rupture wide-necked aneurysms[J]. Chin J Neuromedicine, 2021, 20(6): 584-589.
- [16] 唐朝,沈俊辉,高薇,等.Solitaire 支架半释放保护技术联合局部溶栓治疗重型颅内静脉窦血栓形成临床研究[J].河北医学,2022,28(4):655-660.
- Tang C, Shen JH, Gao W, et al. Combined with local thrombolysis in the treatment of severe intracranial venous sinus thrombosis [J]. Hebei Med, 2022, 28(4): 655-660.
- [17] 武文,林强,车树圣,等.LVIS 支架在颅内微小动脉瘤治疗中的应用[J].中国临床神经外科杂志,2019,24(11):690-691.
- Wu W, Lin Q, Che SS, et al. Application of LVIS stent in the treatment of intracranial microaneurysms [J]. Chin J Clin Neurosurg, 2019, 24(11): 690-691.
- [18] 朱青峰,朱义霞,李燕,等.Axium™Prime 系列弹簧圈在颅内破裂微小动脉瘤栓塞中的应用体会[J].中国临床神经外科杂志,2019,24(11):696-698.
- Zhu QF, Zhu YX, Li Y, et al. Application experience of Axium™ (TM) Prime coil in embolization of ruptured intracranial microaneurysms [J]. Chin J Clin Neurosurg, 2019, 24(11): 696-698.
- [19] 高宇海,周育苗,陈亮,等.血管内治疗颅内微小动脉瘤的安全性和有效性分析[J].心脑血管病防治,2020,20(3):249-251,301.
- Gao YH, Zhou YM, Chen L, et al. Analysis of the security and effectiveness of endovascular treatment of intracranial very small aneurysm [J]. Cardio Cerebrovasc Dis Prev Treat, 2020, 20(3): 249-251, 301.
- [20] Damiano RJ, Tutino VM, Paliwal N, et al. Aneurysm characteristics, coil packing, and post-coiling hemodynamics affect long-term treatment outcome[J]. J Neurointerv Surg, 2020, 12(7): 706-713.
- [21] Schönfeld MH, Forkert ND, Fiehler J, et al. Hemodynamic differences between recurrent and nonrecurrent intracranial aneurysms: fluid dynamics simulations based on MR angiography [J]. J Neuroimaging, 2019, 29(4): 447-453.
- [22] 褚闻来,田和平,张李涛,等.LVIS 支架辅助血管内介入治疗急性破裂出血的复杂颅内动脉瘤疗效观察[J].浙江医学,2020,42(1):67-69,72.
- Chu WL, Tian HP, Zhang LT, et al. Effect of LVIS stent assisted endovascular intervention in the treatment of complex intracranial aneurysms with acute ruptured bleeding [J]. Zhejiang Med J, 2020, 42(1): 67-69, 72.
- [23] 罗妙泉,王以舟,陈连辉.LVIS 密网支架辅助弹簧圈栓塞治疗颅内宽颈小动脉瘤的临床研究 [J].海南医学,2021,32(5): 610-613.
- Luo MQ, Wang YZ, Chen LH. Clinical study of intracranial wide-necked small aneurysms treated with LVIS dense mesh stent assisted coil embolization [J]. Hainan Med J, 2021, 32(5): 610-613.
- [24] Xue GC, Zuo Q, Tang HS, et al. Comparison of low-profiled visualized intraluminal support stent-assisted coiling and coiling only for acutely ruptured intracranial aneurysms: safety and efficacy based on a propensity score-matched cohort study [J]. Neurosurgery, 2020, 87(3): 584-591.
- [25] 冯冠军,黄啸元,王东海,等.LVIS 支架辅助弹簧圈栓塞治疗急性期破裂出血后交通动脉瘤的疗效观察[J].中华实用诊断与治疗杂志,2022,36(9):921-924.
- Feng GJ, Huang XY, Wang DH, et al. Efficacy of LVIS stent-assisted coil embolization on posterior communicating aneurysms with acute ruptured hemorrhage [J]. J Chin Pract Diagn Ther, 2022, 36(9): 921-924.
- [26] 田志华,李敏,张浩,等.急性期颅内破裂动脉瘤支架辅助栓塞术中抗血小板药物使用的临床研究[J].中国药物与临床,2020,20(20):3419-3421.
- Tian ZH, Li M, Zhang H, et al. Clinical study on the use of anti-platelet drugs in stent-assisted embolization of intracranial ruptured aneurysms in acute stage [J]. Chin Remedies & Clin, 2020, 20(20): 3419-3421.
- [27] 师林,战扬.支架辅助弹簧圈栓塞治疗前循环破裂动脉瘤:与非支架辅助弹簧圈栓塞比较 [J].国际脑血管病杂志,2019,27(8):603-608.
- Lin S, Yang Z. Stent-assisted coil embolization for ruptured anterior circulation intracranial aneurysms: comparison with non-stent-assisted coil embolization [J]. Int J Cerebrovasc Dis, 2019, 27(8): 603-608.