

# 颈内动脉-后交通动脉瘤常规支架辅助弹簧圈栓塞治疗临床结果及复发因素分析

白京岳, 孟庆斌, 王子博, 管 生

**【摘要】 目的** 分析常规支架辅助弹簧圈栓塞治疗颈内动脉(ICA)-后交通动脉(PCoA)动脉瘤的效果及复发的危险因素。**方法** 收集 2013 年 1 月至 2019 年 12 月在郑州大学第一附属医院接受常规支架辅助弹簧圈栓塞治疗的 ICA-PCoA 动脉瘤患者临床资料。采用单因素和多因素 logistics 回归分析确定常规支架辅助弹簧圈栓塞术后动脉瘤复发的危险因素。**结果** 共入组患者 199 例(224 枚动脉瘤), 平均年龄为 57 岁, 女性 168 例(84.4%)。平均随访时间 12 个月, 20 例患者 20 枚(8.9%)动脉瘤复发。单因素分析结果显示, 术后动脉瘤复发和未复发患者伴高血压、动脉瘤位于大弯侧、破裂动脉瘤、动脉瘤直径、瘤颈宽、瘤颈口有优势 PCoA、流入道未致密栓塞、第 1 枚弹簧圈成篮即刻造影差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。多因素 logistics 回归分析显示, 伴高血压、动脉瘤破裂、动脉瘤直径  $\geq 5$  mm、瘤颈口有优势 PCoA、流入道未致密填塞、第 1 枚弹簧圈成篮未覆盖瘤颈口是术后动脉瘤复发的危险因素。**结论** 伴高血压、动脉瘤破裂、动脉瘤直径  $\geq 5$  mm、瘤颈口有优势 PCoA、流入道未致密填塞、第 1 枚弹簧圈成篮未覆盖瘤颈口的 ICA-PCoA 动脉瘤患者, 常规支架辅助弹簧圈栓塞术后复发风险较高。

**【关键词】** 支架辅助弹簧圈栓塞; 颈内动脉-后交通动脉动脉瘤; 复发; 危险因素

中图分类号: R743 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2021)-11-1095-05

**Conventional stent-assisted coil embolization for internal carotid artery-posterior communicating artery aneurysms: analysis of clinical results and recurrence factors** BAI Jingyue, MENG Qingbin, WANG Zibo, GUAN Sheng. Department of Neurointervention, First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou, Henan Province 450052, China

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

**【Abstract】 Objective** To analyze the risk factors for the recurrence of internal carotid artery-posterior communicating artery(ICA-PcoA) aneurysms after conventional stent-assisted coil embolization. **Methods** The clinical data of patients with ICA-PcoA aneurysms, who were admitted to the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University between January 2013 and December 2019 to receive conventional stent-assisted coil embolization, were retrospectively analyzed. Univariate and multivariate logistic regression analyses were used to evaluate the risk factors of postoperative aneurysm recurrence. **Results** A total of 199 consecutive patients (224 ICA-PcoA aneurysms in total) were enrolled in this study. The mean age of patients was 57 years, and 168 patients (84.4%) were females. The mean follow-up time was 12 months. Recurrence of aneurysm was observed in 20 aneurysms (8.9%) among 20 patients. Univariate analysis showed that statistically significant differences in coexisting hypertension, aneurysm located at the large bend side, rupture of aneurysm, aneurysm diameter, wide-necked aneurysm, dominant PcoA at aneurysm neck, no compact embolization of aneurysm in-flow tract and immediate angiography findings after release of the first coil existed between the patients with recurrence and the patients with no recurrence ( $P < 0.05$  in all). Multivariate logistic regression analysis indicated that coexisting hypertension, rupture of aneurysm, aneurysm diameter  $\geq 5$  mm, dominant PcoA at aneurysm neck, no compact embolization of aneurysm in-flow tract and uncovered aneurysm neck after the first coil release were the risk factors for postoperative aneurysm recurrence. **Conclusion** Patients with ICA-

PcomA, who has coexisting hypertension, rupture of aneurysm, aneurysm diameter  $\geq 5$  mm, dominant PcomA at aneurysm neck, no compact embolization of aneurysm in-flow tract and uncovered aneurysm neck after the first coil release, have high risks of postoperative recurrence after receiving conventional stent-assisted coiling embolization. (J Intervent Radiol, 2021, 30: 1095-1099)

【Key words】 stent-assisted coil embolization; internal carotid artery-posterior communicating artery aneurysm; recurrence; risk factor

颈内动脉(internal carotid artery, ICA)-后交通动脉(posterior communicating artery, PComA)动脉瘤包括 ICA 与 PComA 交界处动脉瘤、实性 PComA 动脉瘤和 PComA 与大脑后动脉交界处动脉瘤<sup>[1-2]</sup>, 约占颅内动脉瘤 25%<sup>[3-5]</sup>, 血管内介入治疗已成为常规首选治疗手段<sup>[6-9]</sup>。由于特殊的解剖学位置、易破裂出血且瘤颈口常伴有 PComA 发出, 其治疗难度增加, 术后复发率较高<sup>[10-12]</sup>。文献报道 ICA-PComA 动脉瘤复发率明显高于其他部位动脉瘤, 支架辅助栓塞术后复发率为 29.6%<sup>[13]</sup>, 密网支架和常规支架治疗后不完全闭塞率为 29.4%, 再治疗率为 11.8%<sup>[14]</sup>; 有优势 PComA 发出时复发率甚至高达 41.7%<sup>[7]</sup>。复发动脉瘤面临进一步破裂风险, 再次治疗选择有限且可能存在风险。本研究回顾性分析单中心采用常规支架辅助弹簧圈栓塞治疗 ICA-PComA 动脉瘤的临床结果及术后复发的危险因素。

## 1 材料与方法

### 1.1 一般资料

收集 2013 年 1 月至 2019 年 12 月在郑州大学第一附属医院接受常规支架辅助弹簧圈栓塞术治疗的 1 556 例 ICA-PComA 动脉瘤患者临床资料。纳入标准: ①脑血管 DSA 造影确诊 ICA-PComA 动脉瘤; ②接受 Neuroform(美国 Stryker 公司)、Enterprise(美国 Codman 公司)、Solitaire(美国 Medtronic 公司)支架, 低剖面可视化腔内支撑装置(LVIS)(美国 MicroVention 公司)辅助弹簧圈治疗; ③术后脑血管造影随访至少有一次 $\geq 6$ 个月。排除标准: ①夹层动脉瘤或梭形动脉瘤; ②接受血流导向装置(Pipeline、Tubridge)等治疗; ③随访时间不足 6 个月; ④临床或影像学资料不全。

收集患者性别、年龄、伴高血压、伴糖尿病、吸烟史、动脉瘤破裂与否、动脉瘤大小、瘤颈大小、瘤颈类型、是否有优势 PComA、支架选择、弹簧圈选择、术后即刻闭塞状态、随访时间以及是否复发等数据。动脉瘤构型和动脉结构均通过脑血管造影和 3D 旋转重建进行测量。研究终点为支架辅助弹簧

圈栓塞术后复发。

### 1.2 手术过程

手术在全身麻醉下进行, 股动脉穿刺后全身肝素化, 先行全脑血管造影, 选择合适的工作投照位; 路图下将 6~8 F 导引导管送入近段血管提供支撑, 经微导丝配合支架微导管超选至载瘤动脉远端, 撤出微导丝; 经支架微导管输送支架至头端, 路图下准确定位并缓慢回撤微导管, 释放支架; 弹簧圈填塞过程: 弹簧圈导管头端塑形后送至动脉瘤腔内, 同时半释放支架, 缓慢填塞动脉瘤直至栓塞满意。动脉瘤未破裂患者术前至少口服氯吡格雷(75 mg/d)+阿司匹林(100 mg/d)5 d, 破裂患者在支架植入时接受负荷量并维持微量泵泵入替罗非班, 术后替罗非班泵完前 1 h 接受阿司匹林和氯吡格雷各 300 mg。术后患者继续双抗药物治疗至少 3 个月, 根据复查结果调整抗血小板药物。

### 1.3 观察指标

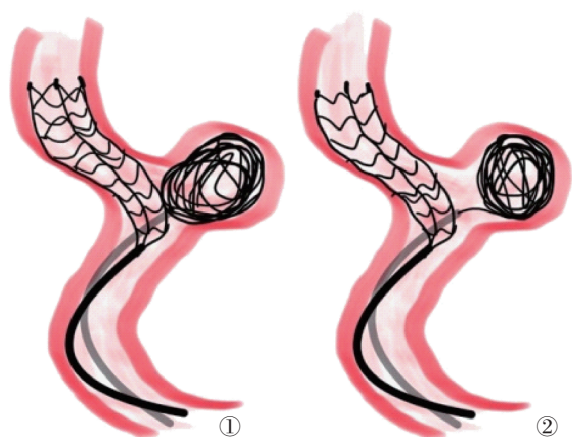
术中第 1 枚弹簧圈填塞后即刻造影结果: 瘤囊内成篮的同时覆盖瘤颈口, 或仅在瘤囊内成篮, 未覆盖瘤颈口, 见图 1。术后即刻和随访期脑血管造影结果: Raymond 分级 I 级为完全闭塞, II 级为瘤颈残余, III 级为不完全闭塞。术后 6、12、36 个月随访复查, 至少行 1 次脑血管造影评估。动脉瘤复发定义: 完全闭塞的动脉瘤在颈部或囊部部分再通(Raymond II 级或 III 级), 或术后即刻不完全闭塞的动脉瘤(II 级或 III 级)残余部分增大。

### 1.4 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。各组分析用独立样本 *t* 检验、卡方检验、Fisher 精确检验。分类变量和连续变量分别表示为频数和均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ ), 单因素和多因素 logistics 回归分析确定常规支架辅助弹簧圈栓塞术后动脉瘤复发的危险因素。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

共入组患者 199 例(224 枚动脉瘤), 平均年龄为 57 岁, 女性 168 例(84.4%)。199 例患者中伴有高



①弹簧圈瘤囊内成篮的同时覆盖瘤颈口;②弹簧圈仅在瘤囊内成篮

图1 第1枚弹簧圈成篮情况示意

血压 94 例(47.2%)、糖尿病 18 例(9.0%)、吸烟史 11 例(5.5%);破裂动脉瘤有 93 枚(41.5%);动脉瘤位于载瘤动脉大弯侧 123 枚(54.9%);动脉瘤平均直径 5.40 mm, <5 mm 有 104 枚(46.4%);瘤颈宽平均 4.02 mm;瘤颈口有优势 PComA 发出 61 枚(27.2%);瘤颈口流入道致密堵塞有 106 枚(47.3%);第 1 枚弹簧圈成篮即刻造影显示填充 I 级有 115 枚(51.3%), II 级 109 枚(48.7%);弹簧圈平均应用 5 枚;应用 Neuroform 支架 18 枚(8.0%), Enterprise 支架 99 枚(44.2%), Solitaire 支架 18 枚(8.0%), LVIS 支架 89 枚(39.7%);术后即刻 Raymond 分级 I 级有 191 枚(85.3%), II 级 29 枚(12.9%), III 级 4 枚(1.8%), 见表 1。脑血管造影随访平均 12 个月, 20 例患者 20 枚(8.9%)动脉瘤复发(图 2)。

单因素分析结果显示, 常规支架辅助弹簧圈栓塞术后动脉瘤复发和未复发患者性别、年龄、伴糖尿病、吸烟史、支架应用、术后即刻 Raymond 分级以及随访时间比较, 差异均无统计学意义( $P>0.05$ );伴高血压、动脉瘤位于大弯侧、破裂动脉瘤、动脉瘤直径、瘤颈宽、瘤颈口有优势 PComA、流入道未致密

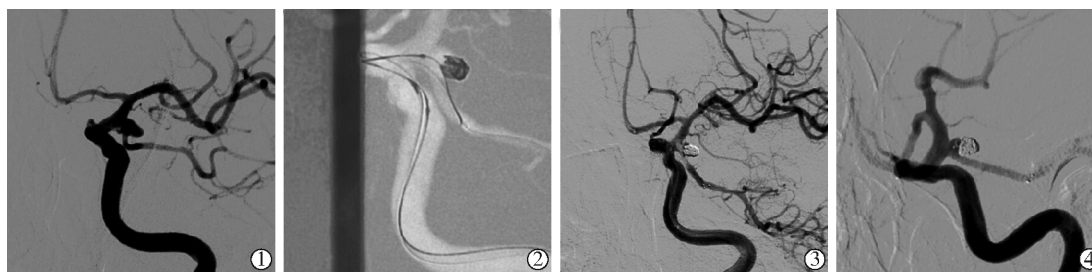
表1 入组患者临床资料

参数	数值(n=199)
女性/n(%)	168(84.4)
年龄/岁	57.3±9.1
伴高血压/n(%)	94(47.2)
伴糖尿病/n(%)	18(9.0)
吸烟史/n(%)	11(5.5)
动脉瘤/枚	224
动脉瘤位于大弯侧/枚(%)	123(54.9)
破裂动脉瘤/枚(%)	93(41.5)
动脉瘤平均直径/mm	5.40±2.25
<5 mm/枚(%)	104(46.4)
≥5 mm/枚(%)	120(53.6)
瘤颈宽/mm	4.02±1.37
瘤颈≥4 mm/枚(%)	107(47.8)
瘤颈口有优势 PComA/枚(%)	61(27.2)
瘤颈口流入道致密堵塞/枚(%)	106(47.3)
第1枚弹簧圈成篮即刻造影/枚(%)	
覆盖瘤颈口(I级填充)	115(51.3)
未覆盖瘤颈口(II级填充)	109(48.7)
弹簧圈平均应用/枚	5.1±2.3
弹簧圈平均应用/枚	
Neuroform	18(8.0)
Enterprise	99(44.2)
Solitaire	18(8.0)
LVIS	89(39.7)
术后即刻造影/枚(%)	
Raymond 分级 I 级	191(85.3)
Raymond 分级 II 级	29(12.9)
Raymond 分级 III 级	4(1.8)
随访时间/月	12.7±6.2
动脉瘤复发/枚(%)	20(8.9)

堵塞以及第 1 枚弹簧圈成篮即刻造影比较, 差异均有统计学意义( $P<0.05$ ), 见表 2。多因素 logistics 回归分析显示, ICA-PCoMA 动脉瘤患者伴高血压、动脉瘤破裂、动脉瘤直径≥5 mm、瘤颈口有优势 PComA、流入道未致密堵塞、第 1 枚弹簧圈成篮未覆盖瘤颈口, 是常规支架辅助弹簧圈栓塞术后动脉瘤复发的危险因素, 见表 3。

### 3 讨论

血管内介入治疗是 ICA-PCoMA 动脉瘤主要治



①术前脑血管 DSA 造影显示动脉瘤 5.73 mm×3.87 mm, 瘤颈宽 4.82 mm;②术中填入第 1 个弹簧圈(Target 360 Ultra)4 mm×8 cm, 成篮偏小;③术后即刻造影示瘤颈口略微残余;④术后 10 个月随访复查造影示弹簧圈被压缩, 动脉瘤复发

图2 左侧 ICA-PCoMA 动脉瘤破裂患者常规支架辅助弹簧圈栓塞术后复发影像



表 2 术后患者动脉瘤复发与未复发比较

因素	复发 (枚=20)	未复发 (枚=204)	$\chi^2$ 值	P 值
女性/枚(%)	18(90.0)	165(80.9)	1.013	0.543
年龄/岁	60.2±8.6	58.1±9.6	2.431	0.127
伴高血压/枚(%)	15(75.0)	89(43.6)	7.208	0.007*
伴糖尿病/枚(%)	3(15.0)	17(8.3)	0.344	0.557
吸烟史/枚(%)	2(10.0)	12(5.9)	0.059	0.809
动脉瘤位于大弯侧/枚(%)	16(80.0)	107(52.5)	5.583	0.018*
破裂动脉瘤/枚(%)	17(85.0)	86(42.2)	13.460	<0.001*
动脉瘤直径/枚(%)			6.167	0.013*
<5 mm	4(20.0)	100(49.0)		
≥5 mm	16(80.0)	104(51.0)		
瘤颈宽/枚(%)			2.691	0.006*
<4 mm	7(35.0)	110(53.9)		
≥4 mm	13(65.0)	94(46.1)		
瘤颈口有优势 PComA/枚(%)	11(55.0)	50(24.5)	8.545	0.003*
流入道未致密栓塞/枚(%)	15(75.0)	103(50.5)	4.389	0.036*
第 1 枚弹簧圈成篮即刻造影/枚(%)			11.608	0.001*
覆盖瘤颈口	3(15.0)	112(54.9)		
未覆盖瘤颈口	17(85.0)	81(39.7)		
弹簧圈数/个	7.3±3.4	5.2±2.1	2.214	0.173
支架应用/枚(%)			4.628	0.304
Neuroform	2(10.0)	16(7.8)		
Enterprise	8(40.0)	91(44.6)		
Solitaire	4(20.0)	14(6.9)		
LVIS	6(30.0)	83(40.7)		
术后即刻造影/枚(%)			4.028	0.234
Raymond 分级 I 级	17(85.0)	174(85.3)		
Raymond 分级 II 级	2(10.0)	27(13.2)		
Raymond 分级 III 级	1(5.0)	3(1.5)		
随访时间/月	13.6±6.8	12.3±5.2	1.312	0.619

\* 差异有统计学意义

表 3 术后动脉瘤复发多因素 logistic 回归分析结果

变量参数	P 值	OR 值	95%CI
伴高血压	0.016*	4.579	1.324~17.431
动脉瘤位于大弯侧	0.184	2.623	0.831~11.374
破裂动脉瘤	0.046*	4.175	1.171~17.573
动脉瘤直径≥5 mm	0.026*	5.425	1.213~19.713
瘤颈宽≥4 mm	0.318	1.793	0.427~7.169
瘤颈口有优势 PComA	0.044*	3.361	1.129~11.150
流入道未致密栓塞	0.018*	4.982	1.316~15.126
第 1 枚弹簧圈成篮未覆盖瘤颈口	0.035*	4.503	1.114~16.452

\* 差异有统计学意义

疗方式,但术后复发率较高。许多研究报道显示颅内动脉瘤患者伴高血压、动脉瘤直径、动脉瘤破裂、有无分支血管与支架辅助弹簧圈栓塞术后复发有关<sup>[15-19]</sup>。复发动脉瘤中伴高血压患者比例高达 75%(15/20),一些动物研究证实血流动力学异常与血管重构和动脉瘤发生有关<sup>[15]</sup>。虽然伴高血压与动脉瘤复发相关性有待进一步研究,但本研究提示术后有效控制血压很重要。动脉瘤破裂也是与复发相关的主要因素之一。大多数研究认为破裂动脉瘤复发风

险大于未破裂动脉瘤<sup>[16-17]</sup>。此外多项研究表明,动脉瘤直径与复发有关。尽管本组常规支架辅助弹簧圈治疗>10 mm ICA-PComA 动脉瘤患者较少,但≥5 mm 动脉瘤复发率明显升高(80.0%比 20.0%)。

有学者研究认为,由于常规支架没有血流导向装置充足的血流导向和瘤颈愈合能力,不能对瘤颈口异常血流起足够有效的扰流作用,不同支架的选择与动脉瘤术后复发有一定关系<sup>[20]</sup>。然而本研究中不同支架与动脉瘤术后复发间差异并无统计学意义。以往文献报道术后即刻造影结果与支架术后复发有关,术后即刻不完全栓塞的动脉瘤复发风险较高<sup>[21]</sup>。本研究样本量较少,并未发现术后即刻造影结果与支架术后复发相关。本组患者中部分动脉瘤术后即刻 Raymond 分级尽管达到 I 级,仍有部分动脉瘤复发,且多为瘤颈口弹簧圈被压缩。对这类复发动脉瘤术前术后造影图像分析发现,术中第 1 个成篮的弹簧圈选择偏小,且未能对流入道致密栓塞。

ICA-PComA 段有着特殊解剖位置,当有优势 PComA 自动脉瘤瘤颈口发出或动脉瘤位于大弯侧时,瘤颈口常受到持续血流正面冲击。有相关血流动力学研究发现,瘤颈口流入道高壁面切应力(WSS)和高血流速度的动脉瘤术后易复发;术中流入道未致密栓塞时瘤颈口异常血流往往得不到有效纠正,瘤颈口在长期血流冲击下易复发;第 1 个弹簧圈尺寸偏小,在瘤囊内成篮后未能完全覆盖瘤囊和瘤颈时,成篮弹簧圈不能在瘤囊内和瘤颈口起到足够的支撑力,尽管后续应用尺寸较小弹簧圈填塞达到致密栓塞,但在血流持续冲击下,术后即刻动脉瘤瘤腔即使致密均匀填塞,瘤颈口甚至采用 Ring 技术做到过度填塞,瘤颈口弹簧圈仍存在被压缩导致复发的可能<sup>[12,22]</sup>。因此,常规支架辅助弹簧圈治疗颅内动脉瘤时,选择合适的弹簧圈尤为重要。

瘤囊致密栓塞和瘤颈口密实处理是预防术后远期复发的关键。目前可采用双微导管技术实现瘤腔致密均匀填塞和瘤颈口密实处理,弹簧圈可采用大圈技术,始终或大部分采用超大超长弹簧圈填塞动脉瘤,甚至首枚弹簧圈直径超过常规规格,使成篮圈能紧贴动脉瘤壁向心性折叠、交织、盘旋,不仅有利于瘤腔致密填塞,提供足够的腔内支撑力,还能在瘤颈处形成足够的金属密度覆盖,同时结合 Ring 技术对流入道适当过度填充,增加瘤颈口流入道处支架和弹簧圈结合程度,有助于降低术后复发,但也可能会增加并发症发生率<sup>[23]</sup>。因此,弹簧圈

选择和应用技术需要进一步研究。

总之,伴高血压、动脉瘤破裂、动脉瘤直径 $\geq 5$  mm、瘤颈口有优势 PComA、流入道未致密填塞、第 1 枚弹簧圈成篮未覆盖瘤颈口的 ICA-PCoMA 动脉瘤患者,常规支架辅助弹簧圈栓塞术后复发风险较高。术中第 1 个弹簧圈选用较大尺寸,成篮时覆盖瘤囊的同时兼顾瘤颈,可能会降低术后复发率。本研究为单中心回顾性研究,样本量较小,动脉瘤相关数据有人为主观性,可能存在一定误差。期待本研究结果在更大的前瞻性研究中得到证实。

#### [参 考 文 献]

- [1] Akimura T, Abiko S, Ito H. True posterior communicating artery aneurysm[J]. Acta Neurol Scand, 1991, 84:207-209.
- [2] Muneda K, Yoshizu H, Terada H. True posterior communicating artery aneurysm[J]. No Shinkei Geka, 2001, 29:163-168.
- [3] Golshani K, Ferrell A, Zomorodi A, et al. A review of the management of posterior communicating artery aneurysms in the modern era[J]. Surg Neurol Int, 2010, 1:88.
- [4] Zhang X, Zuo Q, Tang H, et al. Stent assisted coiling versus non-stent assisted coiling for the management of ruptured intracranial aneurysms: a meta-analysis and systematic review[J]. J Neurointerv Surg, 2019, 11:489-496.
- [5] Taweesomboonyat C, Tunthanathip T, Kaewborisutsakul A, et al. Outcome of ruptured posterior communicating artery aneurysm treatment comparing between clipping and coiling techniques[J]. World Neurosurg, 2019, 125:e183-e188.
- [6] 王怡博,冯广森. 后交通动脉瘤介入栓塞术与夹闭术疗效分析[J]. 介入放射学杂志, 2015, 24:1095-1097.
- [7] Kawabata Y, Nakazawa T, Fukuda S, et al. Endovascular embolization of branch-incorporated cerebral aneurysms[J]. Neuroradiol J, 2017, 30:600-606.
- [8] Yang Y, Su W, Meng Q. Endovascular treatment of ruptured true posterior communicating artery aneurysms[J]. Turk Neurosurg, 2015, 25:73-77.
- [9] Kim BM, Park SI, Kim DJ, et al. Endovascular coil embolization of aneurysms with a branch incorporated into the sac[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2010, 31:145-151.
- [10] Molyneux A, Kerr R, Stratton I, et al. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised trial[J]. Lancet, 2002, 360:1267-1274.
- [11] Choi HH, Cho YD, Yoo DH, et al. Comparative analysis of coil embolization in posterior and anterior communicating artery aneurysms[J]. J Neurointerv Surg, 2019, 11:790-795.
- [12] Luo B, Yang X, Wang S, et al. High shear stress and flow velocity in partially occluded aneurysms prone to recanalization[J]. Stroke, 2011, 42:745-753.
- [13] Cho YD, Kang HS, Kim JE, et al. Modified protection using far proximal portion of self-expandable closed-cell stents for embolization of wide-necked intracranial aneurysms[J]. Neuroradiology, 2014, 56:851-857.
- [14] Enriquez-Marulanda A, Salem MM, Ascanio LC, et al. No differences in effectiveness and safety between pipeline embolization device and stent-assisted coiling for the treatment of communicating segment internal carotid artery aneurysms[J]. Neuroradiol J, 2019, 32:344-352.
- [15] Nguyen TN, Hoh BL, Amin-Hanjani S, et al. Comparison of ruptured vs unruptured aneurysms in recanalization after coil embolization[J]. Surg Neurol, 2007, 68:19-23.
- [16] Lü N, Zhao R, Yang P, et al. Predictors of recurrence after stent-assisted coil embolization of paraclinoid aneurysms[J]. J Clin Neurosci, 2016, 33:173-176.
- [17] Choi HH, Lee SH, Yeon EK, et al. Determination of aneurysm volume critical for stability after coil embolization: a retrospective study of 3530 aneurysms[J]. World Neurosurg, 2019, 132:e766-e774.
- [18] Raymond J, Guilbert F, Weill A, et al. Long-term angiographic recurrences after selective endovascular treatment of aneurysms with detachable coils[J]. Stroke, 2003, 34:1398-1403.
- [19] Campi A, Ramzi N, Molyneux AJ, et al. Retreatment of ruptured cerebral aneurysms in patients randomized by coiling or clipping in the International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT)[J]. Stroke, 2007, 38:1538-1544.
- [20] King B, Vaziri S, Singla A, et al. Clinical and angiographic outcomes after stent-assisted coiling of cerebral aneurysms with Enterprise and Neuroform stents: a comparative analysis of the literature[J]. J Neurointerv Surg, 2015, 7:905-909.
- [21] Pötin M, Blanc R, Spelle L, et al. Stent-assisted coiling of intracranial aneurysms: clinical and angiographic results in 216 consecutive aneurysms[J]. Stroke, 2010, 41:110-115.
- [22] 江国权,方兴根,徐善水,等. 颅内动脉瘤破裂的血流动力学和形态学因素[J]. 介入放射学杂志, 2014, 23:1109-1113.
- [23] Zhang G, Liu Y, Liu Y, et al. Safety and efficacy of complete versus near-complete coiling in treatment of intracranial aneurysms[J]. J Intervent Med, 2020, 3:136-141.

(收稿日期:2020-10-18)

(本文编辑:边 倩)