

# 颅内动脉瘤栓塞术中及术后出血原因分析

周雷 王中 李吻 朱巍巍

**【摘要】** **目的** 探讨颅内动脉瘤栓塞术中及术后出血原因。**方法与结果** 选择 2015 年 1 月至 2017 年 4 月采用血管内介入栓塞术共治疗 153 例颅内动脉瘤患者,其中影像学 Raymond I 级者 91 例 (59.48%)、II 级 25 例 (16.34%)、III 级 37 例 (24.18%);宽颈动脉瘤 73 例 (47.71%);支架辅助栓塞 63 例 (41.18%)。术中出血率为 1.31% (2/153),出血原因分别为反复超选后弹簧圈微导管到位时破裂 (1 例)、支架打开后释放首枚弹簧圈时动脉瘤破裂 (1 例), 2 例均死亡;术后出血率为 1.31% (2/153),均为 Raymond III 级栓塞,其中 1 例因再出血死亡,另 1 例再出血行血肿清除术联合动脉瘤夹闭术,随访 1 年病情稳定。**结论** 颅内动脉瘤栓塞术中微导丝或微导管操作不当致动脉瘤壁破裂是术中出血的主要原因,而 Raymond 分级可能为栓塞术后再出血的影响因素。

**【关键词】** 颅内动脉瘤; 栓塞,治疗性; 失血,手术; 手术后出血

## Causes of bleeding during and after embolization of cerebral aneurysms

ZHOU Lei, WANG Zhong, LI Wen, ZHU Wei-wei

Department of Neurosurgery, the First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215006, Jiangsu, China

Corresponding author: ZHOU Lei (Email: 936996899@qq.com)

**【Abstract】 Objective** To investigate the causes of the hemorrhage during and after embolization of cerebral aneurysms. **Methods and Results** We retrospectively analyzed 153 patients who underwent embolization of cerebral aneurysms from January 2015 to April 2017. Raymond Classification following initial treatment indicated 91 cases (59.48%) were in Raymond grade I, 25 cases (16.34%) in Raymond grade II, 37 cases (24.18%) in Raymond grade III. Wide-necked aneurysms were seen in 73 cases (47.71%). Stent assisted embolization was done in 63 cases (41.18%). Intraoperative bleeding rate was 1.31% (2/153), causes of bleeding were rupture after repeated over-selection of coil micro-catheter in place (one case), rupture of aneurysm when release of the first coil after stent opening (one case) and the 2 cases all died. Postoperative rebleeding rate was 1.31% (2/153), both patients were Raymond grade III, one of them died after rebleeding, one with cerebral hematoma clearance and aneurysm clipping, the patient was followed up for one year in a stable condition. **Conclusions** Rupture of aneurysm wall by improper operation of micro-catheter or micro-guidewire during intracranial aneurysm embolization is the main cause of intraoperative bleeding, and Raymond Classification may be the influencing factor for rebleeding after embolization of cerebral aneurysms.

**【Key words】** Intracranial aneurysm; Embolization, therapeutic; Blood loss, surgical; Postoperative hemorrhage

**Conflicts of interest:** none declared

自 1995 年美国食品与药品管理局 (FDA) 批准电解脱弹簧圈用于治疗颅内血管性疾病以来,颅内动脉瘤弹簧圈栓塞术即被认为是一种安全、有效的介入治疗方式。根据流行病学调查显示,完全性颅

内动脉瘤致密栓塞术后发生再次破裂出血的概率极低,而动脉瘤栓塞术中或术后再次出血事件则更为常见,术中出血或栓塞术后 1 年内再出血发生率分别为 1% 和 0.90% ~ 2.70%,死亡率可高达 80%,患者预后不良<sup>[1-5]</sup>。因此,探询并分析动脉瘤栓塞术中或术后出血机制,对提高手术安全、降低死亡率和病残率具有重要意义。本研究拟对苏州大学附属第一医院神经外科近年采用栓塞术治疗的颅内动

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2020.11.012

作者单位:215006 苏州大学附属第一医院神经外科

通讯作者:周雷,Email:936996899@qq.com

肿瘤患者的临床资料进行回顾,并对术中及术后再出血发生率和出血原因进行分析,以为降低术中及术后再出血发生率、提高手术成功率提供参考。

## 对象与方法

### 一、观察对象

1. 纳入标准 (1)术前经头部CT或腰椎穿刺脑脊液检查证实为自发性蛛网膜下腔出血,且经全脑血管造影明确出血原因为颅内动脉瘤破裂所致。(2)术前CTA、MRA或全脑血管造影发现未破裂动脉瘤,术中经全脑血管造影明确诊断。(3)确诊后行颅内动脉瘤栓塞术。(4)术中动脉瘤破裂出血或于首次栓塞术后3个月内症状加重,并经头部CT证实栓塞的动脉瘤相邻区域出血量较术后即刻增多或可见新发出血灶。(5)患者及其家属对动脉瘤栓塞术可能发生的风险知情并签署知情同意书。

2. 排除标准 (1)头部CT和CTA提示蛛网膜下腔出血,但全脑血管造影呈阴性。(2)虽经各项检查确诊为颅内动脉瘤,但未行血管内介入治疗。(3)术前发生再次出血。(4)首次栓塞术后因脑梗死、高血压、脑室外引流术穿刺引起出血。

3. 一般资料 选择2015年1月至2017年4月在我院行颅内动脉瘤栓塞术患者共153例,其中男性56例,女性97例;年龄24~80岁,平均 $(56.64 \pm 13.39)$ 岁。既往史包括高血压病史者66例(43.14%),伴有颅内出血9例(5.88%)、脑室内出血12例(7.84%)。(1)动脉瘤部位:前交通动脉瘤20例(13.07%)、后交通动脉瘤27例(17.65%)、颈内动脉海绵窦段动脉瘤7例(4.58%)、颈内床突旁动脉瘤35例(22.88%)、颈内分叉部动脉瘤4例(2.61%)、大脑中动脉动脉瘤4例(2.61%)、椎基底动脉动脉瘤37例(24.18%)、大脑前动脉动脉瘤2例(1.31%),以及多发性动脉瘤17例[共35个动脉瘤(11.11%)]。(2)神经功能分级:采用Hunt-Hess分级进行神经功能状态评价,1级119例(77.78%)、2级23例(15.03%)、3级9例(5.88%)、4级2例(1.31%),以及5级0例。(3)动脉瘤体积:<5 mm者102例(66.67%)、5~10 mm者37例(24.18%)、>10 mm者14例(9.15%)。

### 二、研究方法

1. 围手术期处理 患者入院后即行体格检查和神经功能评价,对于术中需支架辅助的患者,术前予以负荷剂量阿司匹林300 mg + 氯吡格雷300 mg

口服或鼻饲,所有患者栓塞术前均须达到全身肝素化。术后穿刺部位局部压迫、加压包扎,下肢制动24 h,根据植入支架种类,继续予以口服阿司匹林100 mg/d和氯吡格雷75 mg/d,持续治疗3~6个月或终身服药,手术前后根据血栓弹性描记图指示和患者具体情况调整药物种类和剂量。

2. 颅内动脉瘤栓塞术 (1)设备与仪器: Philips Integris V3000型全脑血管造影仪购自荷兰Philips公司。其他术中所用材料包括6F鞘管、6F Chaperon或Navien导引导管,Headway 21或17微导管,Enchlon 10、Rebar 27和SL-10微导管,Transend PLATINUM、Transend Floppy、Transend SOFTTIP和0.010X-pedion微导丝,LVIS和Solitaire支架,以及Hyperform球囊分别购自美国Cordis、Microvention、Medtronic、Boston Scientific、EV3、Stryker和MTI公司;750型动脉瘤夹购自德国Aesculap公司。(2)手术过程:患者平卧位,全身麻醉,经单侧或双侧股动脉Seldinger穿刺,置入6F鞘管,DSA进一步明确诊断,并根据3D成像明确动脉瘤位置、大小、形状,以及与载瘤动脉之间的关系,确定支架释放及弹簧圈填塞角度。将6F Chaperon或Navien导引导管送至距动脉瘤最近的位置(颈内系统动脉瘤置于颈内动脉岩骨段水平),以Transend PLATINUM微导丝将支架Headway 21或17微导管送至动脉瘤远端备用。另外选择SL-10微导管于Transend PLATINUM微导丝引导下置于动脉瘤并调整至最佳位置。然后后撤支架微导管并缓慢半释放支架,使其完全覆盖动脉瘤颈部,再依据动脉瘤形状、大小首选3D弹簧圈成篮、再以2D弹簧圈致密栓塞,全脑血管造影或3D成像判断栓塞效果,最后完全释放支架解脱。对于支架打开不完全或贴壁不良者,可选择微导丝按摩支架或Hyperform球囊扩张,DSA评价血管通畅与否,以及动脉瘤栓塞程度。

3. 疗效评价 (1)术中出血:定义为动脉瘤栓塞治疗过程中对比剂外渗于动脉瘤壁之外。(2)栓塞率:根据Raymond分级标准(Raymond Classification)<sup>[6]</sup>,术后即刻DSA显示弹簧圈栓塞致密、动脉瘤达100%栓塞为I级;瘤颈残留、动脉瘤95%栓塞为II级;部分瘤体残留、动脉瘤栓塞<90%为III级。(3)术后出血:系指动脉瘤栓塞术后即刻至3个月内出现蛛网膜下腔、脑实质或脑室内出血,经CT或MRI证实栓塞动脉瘤相邻区域出血量较术前增加或可见新发出血灶,或腰椎穿刺呈新鲜血性脑

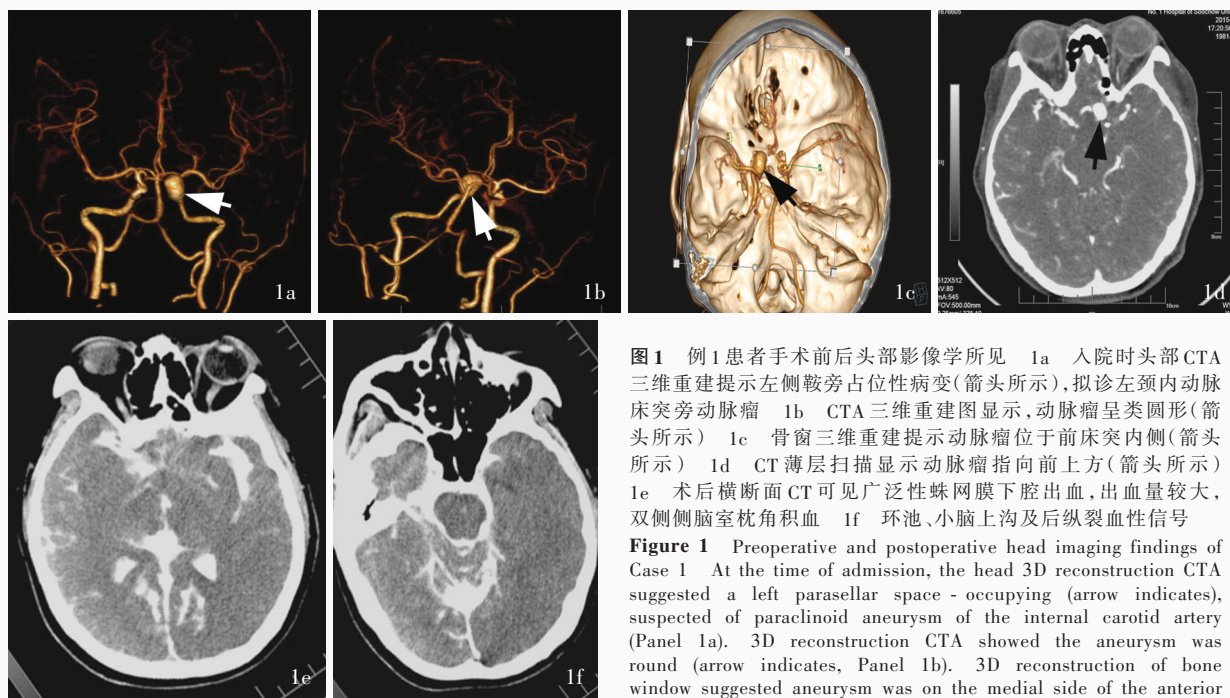


图1 例1患者手术前后头部影像学所见 1a 入院时头部CTA三维重建提示左侧鞍旁占位性病变(箭头所示),拟诊左颈内动脉床突旁动脉瘤 1b CTA三维重建图显示,动脉瘤呈类圆形(箭头所示) 1c 骨窗三维重建提示动脉瘤位于前床突内侧(箭头所示) 1d CT薄层扫描显示动脉瘤指向前上方(箭头所示) 1e 术后横断面CT可见广泛性蛛网膜下腔出血,出血量较大,双侧侧脑室枕角积血 1f 环池、小脑上沟及后纵裂血性信号

Figure 1 Preoperative and postoperative head imaging findings of Case 1 At the time of admission, the head 3D reconstruction CTA suggested a left parasellar space - occupying (arrow indicates), suspected of paraclinoid aneurysm of the internal carotid artery (Panel 1a). 3D reconstruction CTA showed the aneurysm was round (arrow indicates, Panel 1b). 3D reconstruction of bone window suggested aneurysm was on the medial side of the anterior process (arrow indicates, Panel 1c). CT thin-layer scan suggested the aneurysm point anteriorly and upward (arrow indicates, Panel 1d). The postoperative axial CT showed a wide range of subarachnoid hemorrhage, and hemorrhage amount was large, hematocoele was seen in occipital angle of bilateral lateral ventricle (Panel 1e). Hemorrhagic signals were seen in ambient listern, cerebellum on groove, and back interhemispheric fissure (Panel 1f).

that the aneurysm point anteriorly and upward (arrow indicates, Panel 1d). The postoperative axial CT showed a wide range of subarachnoid hemorrhage, and hemorrhage amount was large, hematocoele was seen in occipital angle of bilateral lateral ventricle (Panel 1e). Hemorrhagic signals were seen in ambient listern, cerebellum on groove, and back interhemispheric fissure (Panel 1f).

脊液,满足以上任何一项即可确诊为术后出血。

4. 统计分析方法 采用SPSS 17.0统计软件进行数据处理与分析。采用单因素 Logistic 回归模型评价各种因素对再出血的影响,以  $P \leq 0.05$  为差异具有统计学意义。

### 结 果

依据 Raymond 分级标准,术后即刻 DSA 显示栓塞率呈 I 级者 91 例(59.48%)、II 级 25 例(16.34%)、III 级 37 例(24.18%)。其中,瘤颈  $> 4 \text{ mm}$  或瘤颈/瘤体  $\geq 0.50$  的宽颈动脉瘤 73 例(47.71%),支架辅助栓塞 63 例(41.18%)。栓塞术中出血 2 例,占 1.31% (2/153),1 例术后第 4 天自动出院,出院时 Glasgow 昏迷量表(GCS)评分 4 分,出院 4 h 死亡(图 1);1 例术后第 6 天死亡(图 2)。栓塞术后再出血 2 例占 1.31% (2/153),1 例再出血发生于术后 2 周,气管插管呼吸机辅助呼吸,升压药维持血压,术后第 22 天死亡(图 3);1 例术后第 22 天发生再出血,急诊行动脉瘤夹闭术并清除血肿,术后第 20 天出院,出院时 GCS 评分 13 分,1 个月后随访时 GCS 评分 15 分,6 个月后生活自理,12 个月随访时病情稳定(图 4)。单

因素 Logistic 回归分析显示,高血压病史、多发性动脉瘤、肿瘤位置、脑实质出血、脑室内出血,术前脑室外引流,瘤体最大径  $> 5 \text{ mm}$ 、宽瘤颈、致密栓塞、瘤颈残留、部分瘤体残留、支架应用等均非栓塞后再出血的危险因素(均  $P > 0.05$ ;表 1,2)。

### 典型病例

例 1 女性,34 岁。主因突发头晕伴恶心、呕吐 10 余天,于 2015 年 10 月 28 日入院。患者 10 余天前无明显诱因突发头晕,不能直立,伴恶心、呕吐,呕吐物为胃内容物,外院 MRA 提示左侧鞍旁类圆形流空信号,约  $2.50 \text{ mm} \times 2.10 \text{ mm}$ ,诊断为“左颈内动脉床突旁动脉瘤”,为求进一步治疗转入我院,门诊以“左颈内动脉床突旁动脉瘤”收入院。既往史、个人史及家族史无可述及。体格检查神志清楚,双侧瞳孔等大、等圆,直径约  $3 \text{ mm}$ ,四肢活动自如;实验室检查无特殊。入院后第 3 天(10 月 30 日)头部 CTA 及三维重建提示左颈内动脉床突旁动脉瘤(图 1a~1d)。全身麻醉下行左颈内动脉床突旁动脉瘤栓塞术(11 月 12 日),Transend SOFTTIP 微导丝导引将 Enchlon 10 微导管推送至床突旁动脉瘤远端的颈内





**图 2** 例 2 患者手术前后头部影像学所见 2a 入院时头部 CTA 三维重建提示左侧鞍旁占位性病变(箭头所示), 怀疑左颈内动脉床突旁动脉瘤 2b CTA 三维重建显示动脉瘤呈类圆形, 指向上方(箭头所示) 2c CT 薄层扫描提示左侧床突旁动脉瘤(箭头所示) 2d 术后复查头部横断面 CT 可见广泛性蛛网膜下腔出血

**Figure 2** Preoperative and postoperative head imaging findings of Case 2 At the time of admission, the head 3D reconstruction CTA suggested a left parasellar space-occupying, suspected of paraclinoid aneurysm of the internal carotid artery (arrow indicates, Panel 2a). 3D reconstruction CTA showed aneurysm was round, pointing to the upper posterior (arrow indicates, Panel 2b). CT thin-layer scan suggested a left paraclinoid aneurysm of the internal carotid artery (arrow indicates, Panel 2c). The postoperative axial head CT showed a wide range of subarachnoid hemorrhage (Panel 2d).

动脉,后更换为 Transend Floppy 微导丝及 Rebar 27 微导管,当微导管上行经过动脉瘤至远端时患者血压骤然升高,收缩压高达 215 mm Hg (1 mm Hg = 0.133 kPa),导引图下可见对比剂外溢,提示动脉瘤破裂,即刻以 0.010X-pedion 微导丝将 4 mm × 15 mm Hyperform 球囊置于动脉瘤近端,撑起球囊,临时阻断左颈内动脉,5 分钟后血压降至 130 mm Hg,提示出血停止,结束手术。术后对症支持治疗,患者呈深昏迷状态,无自主呼吸,气管插管呼吸机辅助通气,双侧瞳孔等大、等圆,直径 7 mm,对光反射消失。术后即刻头部 CT 提示弥漫性蛛网膜下腔出血(图 1e, 1f),术后 4 天(11 月 16 日)自行出院,4 小时后死亡。

**例 2** 女性,49 岁。主诉间断性头痛 2 年、加重 6 个月,于 2015 年 11 月 26 日入院。患者 2 年前无明显诱因出现额部胀痛,无明显规律性,自行服用止痛药(药物名称与剂量不详),近 6 个月以来症状加剧难以忍受,2013 年 12 月 5 日外院头部 CTA 三维重建提示“左颈内动脉床突旁动脉瘤”;为求进一步治疗,至我院就医,门诊以“左颈内动脉床突旁动脉瘤”收入院。既往史、个人史及家族史无可述及。入院后体格检查、实验室检查均未见特殊。2015 年 9 月 16 日头部 CTA 三维重建提示左颈内动脉床突旁动脉瘤(图 2a ~ 2c),2015 年 11 月 27 日于全身麻醉下行脑血管造影术并左颈内动脉床突旁动脉瘤栓塞术。术前脑血管造影提示瘤体位于眼动脉段,呈囊状、宽颈,大小 3.50 mm × 3.00 mm、瘤颈 3 mm;6F 长鞘和 6F Chaperon 导引导管置入左颈内动脉岩

骨段,分别采用 Transend SOFTTIP 和 Transend Platinum 微导丝,将 Rebar 18 和 SL-10 微导管分送至左颈内动脉后交通段和动脉瘤体,释放 1 枚 4 mm × 20 mm Solitaire 支架并覆盖瘤颈,未解脱支架,当缓慢填塞首枚 3 mm × 4 cm Axiom 弹簧圈时患者血压突然升高,收缩压达 150 mm Hg,于导引图下可见对比剂外溢,考虑动脉瘤发生破裂,稍撤出微导管,继续填塞 2 枚 Axiom 3D 弹簧圈(6 mm × 20 cm、7 mm × 30 cm),另选 1 枚 Enchlon 微导管进入左颈内动脉眼动脉段,填塞 2 枚 Axiom 3D 弹簧圈(6 mm × 20 cm),经 DSA 证实栓塞率达 Raymond I 级,结束手术。患者术后昏迷,双侧瞳孔不等大,左侧直径 6 mm、右侧 2 mm,对光反射消失,四肢刺痛无反应,术后即刻头部 CT 检查提示弥漫性蛛网膜下腔出血(图 2d)。术后 5 天(2015 年 12 月 2 日)血压逐渐下降,最低降至 65/44 mm Hg,心率缓慢,虽经去甲肾上腺素 10 mg/h 维持血压,终因心跳骤停,抢救无效死亡。

**例 3** 女性,40 岁。主诉头痛 3 天伴呕吐 10 余次,于 2016 年 1 月 26 日入院。患者 3 天前突发剧烈头痛伴呕吐,呕吐物为胃内容物,发作时不能直立;发病前 2 天出现视物模糊、视力减退,外院头部 CT 和 CTA 三维重建提示“蛛网膜下腔出血,左椎动脉动脉瘤”,予对症治疗(具体方案不详)。为求进一步治疗至我院就诊,门诊以“蛛网膜下腔出血,左椎动脉动脉瘤”收入院。既往史、个人史及家族史无可述及。入院后体格检查无特殊,实验室检查血白细胞计数  $26 \times 10^9/L$  [(3.50 ~ 9.50)  $\times 10^9/L$ ]、中性粒细胞  $24 \times 10^9/L$  [(1.80 ~ 6.30)  $\times 10^9/L$ ],血清钠离子

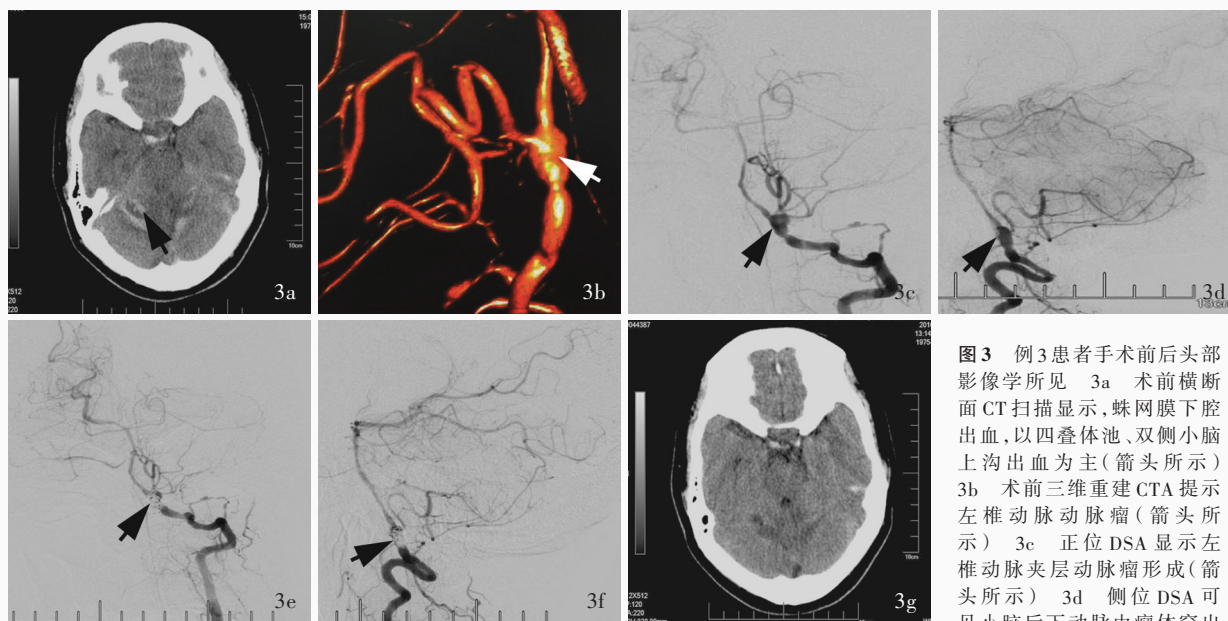


图3 例3患者手术前后头部影像学所见 3a 术前横断面CT扫描显示,蛛网膜下腔出血,以四叠体池、双侧小脑上沟出血为主(箭头所示) 3b 术前三维重建CTA提示左椎动脉动脉瘤(箭头所示) 3c 正位DSA显示左椎动脉夹层动脉瘤形成(箭头所示) 3d 侧位DSA可见小脑后下动脉由瘤体穿出(箭头所示) 3e 术后即刻左椎动脉DSA显示栓塞率达Raymond III级(箭头所示) 3f DSA显示小脑后下动脉血流通畅(箭头所示) 3g 术后第2天横断面CT提示蛛网膜下腔出血较术前明显减少

(箭头所示) 3e 术后即刻左椎动脉DSA显示栓塞率达Raymond III级(箭头所示) 3f DSA显示小脑后下动脉血流通畅(箭头所示) 3g 术后第2天横断面CT提示蛛网膜下腔出血较术前明显减少

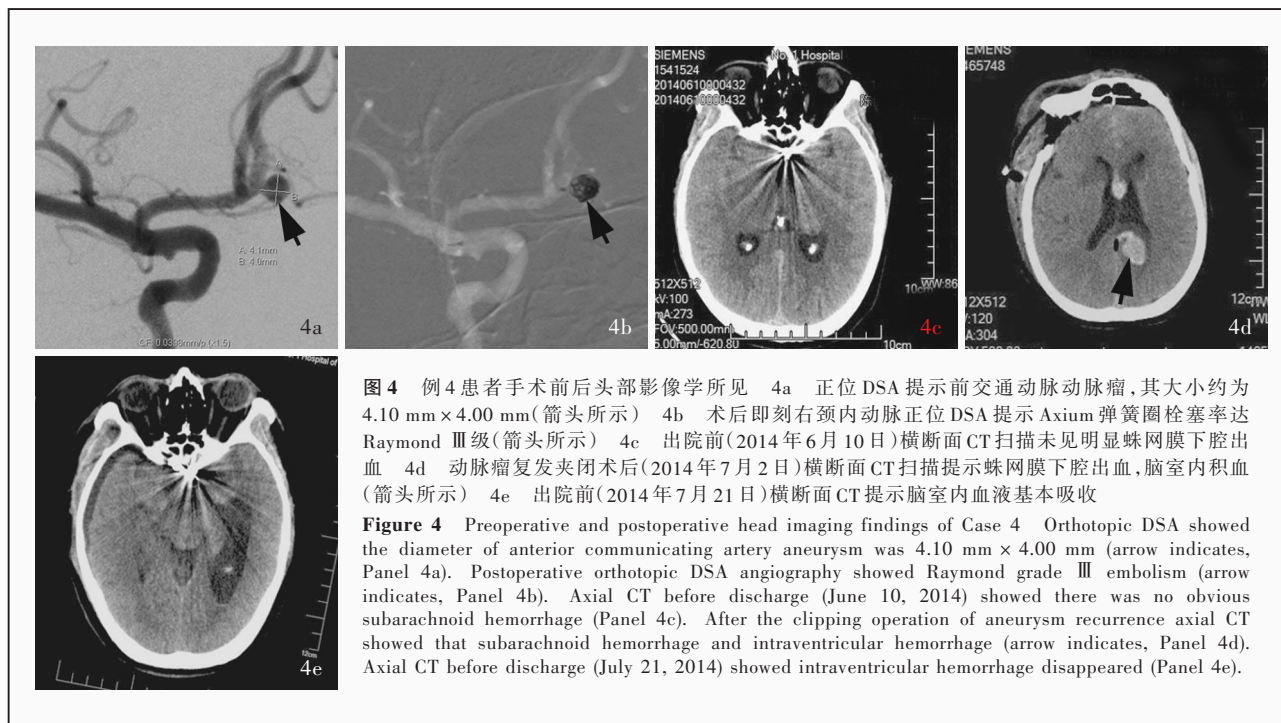
**Figure 3** Preoperative and postoperative head imaging findings of Case 3 Axial CT of preoperation showed subarachnoid hemorrhage, mainly at bilateral superior sulcus cerebellum and quadruple cistern (arrow indicates, Panel 3a). 3D reconstruction CTA of preoperation suggested left vertebral artery dissection aneurysm (arrow indicates, Panel 3b). Orthogonal DSA showed that the left vertebral artery dissecting aneurysm (arrow indicates, Panel 3c). Lateral DSA showed the posterior inferior cerebellar artery originated from the aneurysm (arrow indicates, Panel 3d). Raymond grade III embolism was performed immediately after operation (arrow indicates, Panel 3e). DSA showed that the posterior inferior cerebellar artery remained unobstructed (arrow indicates, Panel 3f). On the second day after operation, axial CT showed that subarachnoid hemorrhage was significantly decreased than that before operation (Panel 3g).

124 mmol/L(137~145 mmol/L),其余各项指标均于正常参考值范围。1月26日头部CT提示蛛网膜下腔出血(图3a),头部CTA三维重建可见左椎动脉夹层动脉瘤形成(图3b)。1月28日于全身麻醉下行左椎动脉夹层动脉瘤栓塞术,术前DSA造影于左椎动脉V4段可见一囊性突起,大小约为5.75 mm×7.50 mm,小脑后下动脉自瘤体发出(图3c,3d)。Rebar微导管在Transend PLATINUM 0.014微导丝引导下超选择送至椎动脉远端,再以SL-10微导管送至动脉瘤体深部约2/3处。首先以3D Axium弹簧圈(4 mm×8 cm)于瘤内成篮,然后选用1枚4 mm×20 mm Solitaire支架覆盖动脉瘤颈部,后再依次填入3 mm×6 cm(1枚)、2 mm×6 cm(3枚)和2 mm×4 cm(1枚)共6枚Axium弹簧圈,术后DSA提示栓塞率达Raymond III级,小脑后下动脉血流通畅(图3e,3f)。术后第2天行腰大池引流并复查头部CT提示蛛网膜下腔出血较前减少(图3g),可见淡红色脑脊液流出,引流量控制在100 ml/d。2月11日患者突然昏迷、呼之不应,脑脊液引流呈新鲜血性液体,考虑动脉瘤再次破裂出血。体格检查呈浅昏迷状态,双侧

瞳孔等大、等圆,直径2 mm,对光反射消失;双上肢刺痛无反应、双下肢屈曲;10分钟后转为中度昏迷,血氧饱和度<50%、血压70/40 mm Hg。采取面罩人工辅助呼吸,去甲肾上腺素10 mg/h静脉持续泵入以维持血压,经气管插管呼吸机辅助通气后生命体征平稳,继续对症支持治疗,偶有癫痫发作,2月20日突发心跳骤停,呼吸、循环衰竭死亡。

**例4** 男性,51岁。主因突发头痛伴恶心、呕吐5小时,于2014年6月3日入院。患者入院前一天(6月2日)夜间如厕时因突发剧烈头痛伴眩晕、黑蒙摔倒,随即出现左下肢抽搐,发作过程中意识清楚,伴大小便失禁。6月2日外院头部CT提示环池、鞍上池、纵裂池、外侧裂池及部分脑沟高密度影,诊断为“自发性蛛网膜下腔出血”。为求进一步治疗转至我院,门诊以“蛛网膜下腔出血”收入院。既往高血压病史10余年,个人史及家族史无可述及,入院后体格检查及实验室检查无特殊。6月3日头部CTA三维重建提示右前交通动脉动脉瘤,次日(6月4日)于全身麻醉下行前交通动脉动脉瘤栓塞术,术前DSA提示右前交通动脉处有一囊性凸起





**图 4** 例 4 患者手术前后头部影像学所见 4a 正位 DSA 提示前交通动脉动脉瘤,其大小约为 4.10 mm × 4.00 mm(箭头所示) 4b 术后即刻右颈内动脉正位 DSA 提示 Axiom 弹簧圈栓塞率达 Raymond Ⅲ级(箭头所示) 4c 出院前(2014 年 6 月 10 日)横断面 CT 扫描未见明显蛛网膜下腔出血 4d 动脉瘤复发夹闭术后(2014 年 7 月 2 日)横断面 CT 扫描提示蛛网膜下腔出血,脑室内积血(箭头所示) 4e 出院前(2014 年 7 月 21 日)横断面 CT 提示脑室内血液基本吸收

**Figure 4** Preoperative and postoperative head imaging findings of Case 4 Orthotopic DSA showed the diameter of anterior communicating artery aneurysm was 4.10 mm × 4.00 mm (arrow indicates, Panel 4a). Postoperative orthotopic DSA angiography showed Raymond grade III embolism (arrow indicates, Panel 4b). Axial CT before discharge (June 10, 2014) showed there was no obvious subarachnoid hemorrhage (Panel 4c). After the clipping operation of aneurysm recurrence axial CT showed that subarachnoid hemorrhage and intraventricular hemorrhage (arrow indicates, Panel 4d). Axial CT before discharge (July 21, 2014) showed intraventricular hemorrhage disappeared (Panel 4e).

(图 4a),大小约 4.10 mm × 4.00 mm。于 Transend PLATINUM 0.014 微导丝引导下,将 Echerlon-10 微导管超选送至动脉瘤体深部约 2/3 处,首先采用 1 枚 3 mm × 6 cm 3D Axiom 弹簧圈瘤内成篮,然后依次填入 2 mm × 4 cm(1 枚)、2 mm × 2 cm(3 枚)、2 mm × 2 cm(1 枚)共 5 枚 2D Axiom 弹簧圈,单纯弹簧圈栓塞未使用支架,术后右颈内动脉正位 DSA 提示栓塞率达 Raymond Ⅲ级(图 4b)。术后 1 小时清醒后拔除气管插管返回病房,予丙戊酸钠 500 mg/d 口服、20%甘露醇注射液 250 ml/次(2 次/d)静脉滴注、尼莫地平 10 mg/次(2 次/d)静脉泵入,以及埃索美拉唑 40 mg/d 静脉注射,疗程 3 至 7 天。术后 1 周出院,神志清楚,头痛症状明显改善,四肢活动自如,出院前(6 月 10 日)复查头部 CT 未见明显异常(图 4c)。出院后 2 周(7 月 1 日)因突发意识障碍伴右侧肢体活动障碍 10 小时再次入院,头部 CT 检查提示蛛网膜下腔出血,胼胝体区出血。体格检查:神志蒙眬、Hunt-Hess 分级 3 级;双侧瞳孔等大、等圆,直径约 2.50 mm,对光反射灵敏;左侧肢体肌力 5 级、右侧为 3 级,肌张力正常。7 月 2 日于全身麻醉下行血肿清除术并颅内动脉瘤夹闭术。术中可见一囊性凸起指向左侧前下方,周围组织被血肿包裹,考虑动脉瘤复发再次破裂所致;采用 Aesculap750 型动脉瘤夹夹闭动脉瘤颈,载瘤动脉通畅,手术顺利,术后即刻复查头部 CT 未见再出血(图 4d)。术后继续对症支

持治疗,病情好转于 7 月 21 日出院,呈嗜睡状态,四肢活动自如,GCS 评分 13 分;头部 CT 提示病情稳定(图 4e)。出院后于外院接受康复治疗,出院 1 个月后随访,GCS 评分 15 分;6 个月时生活能自理;12 个月随访时,病情稳定。

## 讨 论

颅内动脉瘤于栓塞术中破裂出血是最为严重的并发症,病死率及病残率极高,文献报道的发病率为 2%~5%<sup>[6]</sup>。本文 2 例术中出血患者均发生于动脉瘤栓塞过程中的“早期”,例 1 动脉瘤体积为 2.50 mm × 2.10 mm,微导管置入动脉瘤体时发生破裂出血,考虑与微导管推送操作不当有关;例 2 为小体积动脉瘤,大小约为 3.50 mm × 3.00 mm,支架释放后堵塞第 1 枚弹簧圈时动脉瘤破裂出血,术后总结出出血原因,可能与支架释放后使动脉瘤腔内的操作空间更为狭小,而且所选用的弹簧圈较大堵塞时致动脉瘤破裂出血。对于小体积的动脉瘤,应避免微导丝和微导管直接接触动脉瘤顶端,使其受力;对于支架释放后操作空间的缩小,可以选择较小且韧性良好的弹簧圈,提高安全系数。术中动脉破裂出血患者,应即刻以肝素中和并迅速完成动脉瘤栓塞,出血严重者可于术后施行脑室外引流。有研究显示,急性蛛网膜下腔出血或操作空间狭小的小体积动脉瘤是颅内动脉瘤栓塞术中出血相关危险因

**表 1** 栓塞后再出血影响因素变量赋值表

**Table 1.** Variable assignment of factors associated with bleeding after embolization

变量	赋值	
	0	1
高血压病史	否	是
多发性动脉瘤	否	是
前循环动脉瘤	否	是
后循环动脉瘤	否	是
术前脑实质出血	否	是
术前脑室内出血	否	是
术前脑室外引流	否	是
瘤体最大径 > 5 mm	否	是
宽瘤颈	否	是
致密栓塞	否	是
瘤颈残留	否	是
部分瘤体残留	否	是
支架应用	否	有

**表 2** 栓塞后再出血影响因素的单因素 Logistic 回归分析

**Table 2.** Univariate Logistic regression analysis of factors associated with bleeding after embolization

变量	<i>b</i>	<i>SE</i>	Wald $\chi^2$	<i>P</i> 值	<i>OR</i> 值	<i>OR</i> 95%CI
高血压病史	-17.527	4 803.979	0.000	0.997	0.000	0.000
多发性动脉瘤	-16.969	11 147.524	0.000	0.999	0.000	0.000
前循环动脉瘤	-17.769	4 260.446	0.000	0.997	0.000	0.000
后循环动脉瘤	1.090	1.427	0.584	0.445	2.974	0.182~48.709
术前脑实质出血	-16.933	14 210.361	0.000	0.999	0.000	0.000
术前脑室内出血	-16.962	11 602.711	0.000	0.999	0.000	0.000
术前脑室外引流	-16.892	28 420.722	0.000	1.000	0.000	0.000
瘤体最大径 > 5 mm	17.419	13 397.645	0.000	0.999	36 715 327.304	0.000
宽瘤颈	-17.196	6 277.087	0.000	0.998	0.000	0.000
致密栓塞	-17.407	5 104.512	0.000	0.997	0.000	0.000
瘤颈残留	-17.233	5 991.614	0.000	0.998	0.000	0.000
部分瘤体残留	18.135	3 867.570	0.000	0.996	75 138 361.170	0.000
支架应用	0.280	1.424	0.039	0.844	1.323	0.081~21.551

素<sup>[7]</sup>,究其原因可能与操作或选材失当有关,诸如微导丝、微导管推送操作不当或所用材料质地较硬致瘤体破裂,以及弹簧圈过度填塞,或所用弹簧圈为体积较大、质地较韧的3D弹簧圈<sup>[8]</sup>。若术中动脉瘤破裂出血后微导管尖端依然位于瘤体内,一般继续填塞即可达到止血目的,甚至部分弹簧圈可留在瘤体外、蛛网膜下腔内;也可另选一支微导管推送至瘤体内,然后继续填塞,仍可取得较好疗效<sup>[9-10]</sup>。有学者指出,动脉瘤破裂的时期对患者预后极为关键,于栓塞术早期发生的动脉瘤破裂出血致死性更高<sup>[11]</sup>;而栓塞术后期出现的出血,目前认为不必追求完全致密填塞,瘤颈残留更为安全,可通过二期手术再行致密栓塞<sup>[12]</sup>。栓塞术中动脉瘤破裂出血后,首先须明确诊断,然后即刻予肝素中和出血,并继续快速完成填塞,同时监测颅内压、血压变化,术后行脑室外引流<sup>[13]</sup>。

颅内动脉瘤栓塞术后再出血率为 0.90% ~ 2.70%,导致栓塞术后再出血的原因包括动脉瘤栓塞不完全、小体积动脉瘤(<6 mm)、前交通动脉瘤、入院时 Hunt-Hess 分级、宽颈动脉瘤术中是否使用支架、术后是否应用抗血小板药、循环血压控制不良等<sup>[14]</sup>。本组 153 例患者栓塞术后再出血率为 1.31%(2/153),与既往研究结果基本相一致<sup>[15]</sup>。我们尝试对患者年龄、性别、既往高血压病史、是否伴有颅内出血或脑室内出血,动脉瘤体积、瘤颈大小、

位置、栓塞程度,以及是否使用支架等因素对颅内动脉瘤栓塞术后再出血危险因素进行分析,但经统计分析未筛查出危险因素,精简上述因素进一步代入 Logistic 回归方程仍未显示出统计学意义,今后我们将进一步扩大样本量继续开展此方面的研究。既往文献提示,栓塞程度(Raymond 分级)与栓塞术后再出血存在一定关联性<sup>[16]</sup>,本组 2 例术后出血患者 Raymond 分级均为Ⅲ级,因此我们高度怀疑栓塞不完全是术后再出血的重要危险因素,根据流行病学调查显示,约有 50%行动脉瘤栓塞术的患者于术后 3 天内出现动脉瘤再出血。

目前关于动脉瘤是否必须进行致密栓塞仍存争议<sup>[17]</sup>,虽然大部分颅内动脉瘤再出血病例中以不完全性栓塞者居多,然而致密栓塞即达到 Raymond I 级者亦仍有再次出血发生。本文 2 例栓塞术后再出血患者均与动脉瘤栓塞不完全有关,其中 1 例(例 3)术前 CTA 和术中 DSA 均显示为左椎动脉夹层动脉瘤,“酒窝征”十分明显,提示动脉瘤体内有血栓形成,经支架辅助栓塞后,DSA 显示栓塞率为 Raymond Ⅲ级,瘤体内部分显影,导致该患者栓塞术后再出血原因主要为动脉瘤内血栓形成,无法达到致密栓塞,术后 14 天再出血。另 1 例患者(例 4)术前 CTA 提示右前交通动脉瘤,术中未选择支架辅助治疗,仅以 6 枚弹簧圈对动脉瘤进行栓塞,术后即刻 DSA 提示栓塞率为 Raymond Ⅲ级,瘤颈及部分瘤体

显影,提示非致密栓塞;患者住院 6 天出院,于术后 25 天发生再出血。在有些情况下,尽管影像学上达到致密栓塞即 Raymond I 级,但仍不能完全避免动脉瘤再次出血,这是由于弹簧圈分布不均匀使瘤腔内形成许多小通道,导致血流重新进入瘤体,或瘤腔内血栓溶解而诱发再出血<sup>[18]</sup>。动脉瘤破裂后瘤腔内血栓形成,此时影像学检查所显示的动脉瘤体积小于其实际体积,这种小体积动脉瘤是栓塞术后再出血的重要危险因素之一<sup>[19]</sup>,本文例 1 患者术后动脉瘤再次破裂出血即是由于瘤腔内血栓形成而无法致密栓塞所致。但也有学者认为,即使术后即刻 DSA 显示栓塞率达到 Raymond I 级,然而栓塞后弹簧圈持续压迫动脉瘤壁出血部位,导致其内膜营养供应减少、瘤壁变薄,最终破裂出血处瘤壁再破裂、弹簧圈脱出,发生再出血<sup>[20]</sup>。因此,对于非致密栓塞的患者术后应早期行 DSA 复查,及时发现危险、及时处理,改善患者预后。

利益冲突 无

#### 参 考 文 献

- [1] Yu J, Deng JP, Zhang DW, Li J, Zhang T, Chen H, Fang W, Yan ZJ, Zhao ZW. Clinical effect of LVIS stent-assisted coiling of unruptured intracranial aneurysms[J]. Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi, 2017, 33:775-779.[于嘉, 邓剑平, 张登文, 李江, 张涛, 陈虎, 方伟, 闫忠军, 赵振伟. LVIS 支架辅助栓塞颅内未破裂动脉瘤的临床效果[J]. 中华神经外科杂志, 2017, 33:775-779.]
- [2] Liu D, Lü M, Li YX, Yang XJ, Jang CH, Wu ZX. Local heparinization in endovascular embolization of ruptured intracranial aneurysms at acute stage[J]. Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi, 2014, 30:1081-1084.[刘东, 吕明, 李佑祥, 杨新健, 姜除寒, 吴中学. 急性出血期颅内动脉瘤血管内栓塞术中局部肝素化的应用[J]. 中华神经外科杂志, 2014, 30:1081-1084.]
- [3] Zhu Y, Li J, Yang M, Chen G, Pan L, Jin EL, Ma LT. Antiplatelet regimen following stent-assisted embolization for intracranial aneurysms[J]. Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi, 2017, 33:728-732.[祝源, 李俊, 杨铭, 陈刚, 潘力, 金二亮, 马廉亭. 支架辅助弹簧圈栓塞颅内动脉瘤抗血小板聚集的治疗方案[J]. 中华神经外科杂志, 2017, 33:728-732.]
- [4] Kang DH, Kim YS, Baik SK, Park SH, Park J, Hamm IS. Acute serious rebleeding after angiographically successful coil embolization of ruptured cerebral aneurysms[J]. Acta Neurochir (Wien), 2010, 152:771-781.
- [5] Li K, Guo Y, Zhao Y, Xu B, Xu K, Yu J. Acute rerupture after coil embolization of ruptured intracranial saccular aneurysms: a literature review[J]. Interv Neuroradiol, 2018, 24:117-124.
- [6] Piotin M, Blanc R, Spelle L, Mounayer C, Piantino R, Schmidt PJ, Moret J. Stent-assisted coiling of intracranial aneurysms: clinical and angiographic results in 216 consecutive aneurysms[J]. Stroke, 2010, 41:110-115.
- [7] Ryu CW, Park S, Shin HS, Koh JS. Complications in stent-assisted endovascular therapy of ruptured intracranial aneurysms and relevance to antiplatelet administration: a systematic review[J]. AJNR Am J Neurodiol, 2015, 36:1682-1688.
- [8] Brinjikji W, Lanzino G, Cloft HJ, Rabinstein A, Kallmes DF. Endovascular treatment of very small (3 mm or smaller) intracranial aneurysms: report of a consecutive series and a meta-analysis[J]. Stroke, 2010, 41:116-121.
- [9] Santillan A, Gobin YP, Greenberg ED, Leng LZ, Riina HA, Stieg PE, Patsalides A. Intraoperative aneurysmal rupture during coil embolization of brain aneurysms: role of balloon-assisted coiling[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2012, 33:2017-2021.
- [10] Tang C, Zhang TS, Zhou LF. Risk factors for rebleeding of aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a meta-analysis[J]. PLoS One, 2014, 9:E99536.
- [11] Munich SA, Cress MC, Rangel-Castilla L, Sonig A, Ogilvy CS, Lanzino G, Petr O, Mocco J, Morone PJ, Snyder KV, Hopkins LN, Siddiqui AH, Levy EI. Neck remnants and the risk of aneurysm rupture after endovascular treatment with coiling or stent-assisted coiling: much ado about nothing [J]? Neurosurgery, 2019, 84:421-427.
- [12] Khattak YJ, Sibaie AA, Anwar M, Sayani R. Stents and stent mimickers in endovascular management of wide-neck intracranial aneurysms[J]. Cureus, 2018, 10:e3420.
- [13] Ngoepe MN, Frangi AF, Byrne JV, Ventikos Y. Thrombosis in cerebral aneurysms and the computational modeling thereof: a review[J]. Front Physiol, 2018, 9:306.
- [14] Lazareska M, Aliji V, Stojovska-Jovanovska E, Businovska J, Mircevski V, Kostov M, Papazova M. Endovascular treatment of wide neck aneurysms[J]. Open Access Maced J Med Sci, 2018, 6:2316-2322.
- [15] Gawlitza M, Soize S, Barbe C, le Clainche A, White P, Spelle L, Pierot L. Aneurysm characteristics, study population, and endovascular techniques for the treatment of intracranial aneurysms in a large, prospective, multicenter cohort: results of the analysis of recanalization after endovascular Treatment of Intracranial Aneurysm Study [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2019, 40:517-523.
- [16] White AC, Roark CD, Case DE, Kumpe DA, Seinfeld J. Factors associated with rerupture of intracranial aneurysms after endovascular treatment: a retrospective review of 11 years experience at a single institution and review of the literature [J]. J Clin Neurosci, 2017, 44:53-62.
- [17] Johnston SC, Dowd CF, Higashida RT, Lawton MT, Duckwiler GR, Gress DR; CARAT Investigators. Predictors of rehemorrhage after treatment of ruptured intracranial aneurysms: the cerebral aneurysm rerupture after treatment (CARAT) study[J]. Stroke, 2008, 39:120-125.
- [18] Fleming JB, Hoh BL, Simon SD, Welch BG, Mericle RA, Fargen KM, Pride GL, Purdy PD, Shannon CN, Harrigan MR. Rebleeding risk after treatment of ruptured intracranial aneurysms[J]. J Neurosurg, 2011, 114:1778-1784.
- [19] Fountas KN, Kapsalaki EZ, Machinis T, Karampelas I, Smisson HF, Robinson JS. Review of the literature regarding the relationship of rebleeding and external ventricular drainage in patients with subarachnoid hemorrhage of aneurysmal origin[J]. Neurosurg Rev, 2006, 29:14-18.
- [20] Plowman RS, Clarke A, Clarke M, Byrne JV. Sixteen-year single-surgeon experience with coil embolization for ruptured intracranial aneurysms: recurrence rates and incidence of late rebleeding[J]. J Neurosurg, 2011, 114:863-874.

(收稿日期:2020-10-10)

(本文编辑:袁云)