

# 颅内破裂动脉瘤夹闭术后并发急性缺血性卒中危险因素分析

赖湘 张文波 叶敏 梁明礼 刘晓平 张光宇 叶俊华

**【摘要】** 目的 探讨颅内破裂动脉瘤夹闭术后并发急性缺血性卒中的相关危险因素。方法 以 2013 年 1 月至 2018 年 1 月施行颅内动脉瘤夹闭术辅助脑室外引流术或去骨瓣减压术的颅内破裂动脉瘤患者为观察对象,单因素和多因素后退法 Logistic 回归分析筛查术后并发急性缺血性卒中的相关危险因素。结果 共 267 例患者中 62 例(23.22%)颅内动脉瘤夹闭术后并发急性缺血性卒中;单因素与多因素 Logistic 回归分析一致提示,合并高血压( $OR = 1.695, 95\%CI: 1.247 \sim 2.631; P = 0.006$ )、入院时血糖升高( $OR = 4.206, 95\%CI: 2.771 \sim 6.284; P = 0.000$ )、术前 Hunt-Hess 分级  $\geq$  III 级( $OR = 1.443, 95\%CI: 1.205 \sim 1.872; P = 0.017$ )、合并脑室出血( $OR = 1.947, 95\%CI: 1.465 \sim 2.973; P = 0.001$ )和急性脑积水( $OR = 3.221, 95\%CI: 2.218 \sim 4.960; P = 0.000$ )是颅内动脉瘤夹闭术后并发急性缺血性卒中的危险因素。结论 合并高血压、入院时血糖升高、术前 Hunt-Hess 分级  $\geq$  III 级、合并脑室出血和急性脑积水的颅内破裂动脉瘤患者夹闭术后易发生急性缺血性卒中。

**【关键词】** 颅内动脉瘤; 动脉瘤,破裂; 手术后并发症; 卒中; 脑缺血; 危险因素; Logistic 模型

## Analysis of related risk factors of acute ischemic stroke after surgical clipping of ruptured intracranial aneurysms

LAI Xiang, ZHANG Wen-bo, YE Min, LIANG Ming-li, LIU Xiao-ping, ZHANG Guang-yu, YE Jun-hua

Department of Neurosurgery, Meizhou City People's Hospital, Meizhou 514031, Guangdong, China

Corresponding author: ZHANG Wen-bo (Email: zhangwenb163@163.com)

**【Abstract】** **Objective** To analyze risk factors related to acute ischemic stroke after intracranial aneurysm clipping. **Methods** From January 2013 to January 2018, 267 cases of intracranial ruptured aneurysm in our hospital were collected retrospectively. All patients were given intracranial aneurysm clipping, ventricular drainage and decompression with bone flap removal. Univariate and multivariate backward Logistic regression analysis were used to analyze the risk factors for ischemic stroke after intracranial aneurysm clipping. **Results** There were 62 patients (23.22%) with acute ischemic stroke after intracranial aneurysm clipping. Logistic regression analysis showed that hypertension ( $OR = 1.695, 95\%CI: 1.247-2.631; P = 0.006$ ), blood glucose ( $OR = 4.206, 95\%CI: 2.771-6.284; P = 0.000$ ), Hunt-Hess grade  $\geq$  III ( $OR = 1.443, 95\%CI: 1.205-1.872; P = 0.017$ ), ventricular hemorrhage ( $OR = 1.947, 95\%CI: 1.465-2.973; P = 0.001$ ) and acute hydrocephalus ( $OR = 3.221, 95\%CI: 2.218-4.960; P = 0.000$ ) were risk factors for acute ischemic stroke after intracranial aneurysm clipping. **Conclusions** The hypertension, blood glucose increased on admission, preoperative Hunt - Hess grade  $\geq$  III, ventricular hemorrhage and acute hydrocephalus were risk factors for acute ischemic stroke after clipping of intracranial aneurysm rupture.

**【Key words】** Intracranial aneurysm; Aneurysm, ruptured; Postoperative complications; Stroke; Brain ischemia; Risk factors; Logistic models

This study was supported by Meizhou Social Development Science and Technology Project in Guangdong Province (No. 2018B022).

**Conflicts of interest:** none declared

doi: 10.3969/j.issn.1672-6731.2020.09.012

基金项目:广东省梅州市科技计划项目(项目编号:2018B022)

作者单位:514031 广东省梅州市人民医院神经外科

通讯作者:张文波,Email:zhangwenb163@163.com

颅内动脉瘤发病率为 0.2%~7.9%<sup>[1]</sup>,居脑血管病发病的前三位,破裂后病残率和病死率较高,是导致蛛网膜下腔出血的主要原因<sup>[2-3]</sup>。引起颅内动脉瘤的病因有多种,包括家族遗传性、基因多态性等先天性因素,以及动脉粥样硬化、高血压、外伤、感染等获得性因素,好发于中老年人群<sup>[4]</sup>。近年来,随着颅内动脉瘤夹闭技术日臻成熟和介入栓塞技术飞速发展,破裂后病死率明显下降,但病残率仍处于较高水平,尤其是术后并发急性缺血性卒中是预后不良的主要原因,发生率为 20%~40%<sup>[5]</sup>。本研究对颅内动脉瘤夹闭术后并发急性缺血性卒中的危险因素进行回顾分析,以期对可控性因素采取针对性预防措施,改善患者预后。

## 对象与方法

### 一、研究对象

1. 纳入与排除标准 (1) 头部 CT 显示为蛛网膜下腔出血,并经 CTA 和(或)DSA 证实为颅内动脉瘤破裂所致。(2) 于发病 1 周内施行动脉瘤夹闭术,同时辅助脑室外引流术(脑积水者)或去骨瓣减压术(合并颅内血肿或明显脑肿胀者)。(3) 术后 CT 和(或)MRI 提示新发梗死灶。(4) 凡存在以下情况者均非本研究观察对象:颅内动脉瘤合并动-静脉畸形者;行动脉瘤栓塞术或合并颅内血肿需急诊行开颅手术者;近 1 个月内曾发生脑出血或蛛网膜下腔出血;既往有脑出血、缺血性卒中或颅脑创伤病史。

2. 一般资料 选择 2013 年 1 月至 2018 年 1 月在广东省梅州市人民医院神经外科行颅内动脉瘤夹闭术的颅内动脉瘤破裂出血患者共计 267 例,男性 103 例,女性 164 例;年龄 41~77 岁,平均(57.69±12.16)岁;病程 2~7 h,平均(4.29±0.84)h。

### 二、研究方法

1. 资料采集 (1) 详细记录患者性别、年龄、病程、合并高血压、吸烟,实验室测定血糖(空腹血糖 ≤ 6.90 mmol/L、餐后 2 h 血糖 ≤ 7.80 mmol/L)。(2) Hunt-Hess 分级:0 级,未破裂动脉瘤;I 级,临床表现有轻微头痛或无症状;II 级,中至重度头痛,脑神经麻痹、脑膜刺激征阳性;III 级,意识模糊、嗜睡,伴轻度局灶性神经功能缺损体征;IV 级,昏迷,自主神经功能紊乱或早期去大脑强直,中至重度偏瘫;V 级,濒死状态,深度昏迷,去大脑强直。(3) 影像学检查:CT 和 CTA 明确动脉瘤大小、破裂部位,是否发生脑室出血、急性脑积水或颅内血肿等并发症。

2. 颅内动脉瘤夹闭术 (1) 手术器械:Yasargil 型动脉瘤夹购自德国 Aesculap 公司,型号包括微型(724, 726)、弯型(742, 744)、枪型(748)、直型(740)、跨血管型(644)和薄刃型(682)。(2) 手术方法:患者仰卧位,气管插管全身麻醉,头后仰 10°~15°、偏向健侧 30°,以颧弓为最高点,采用改良翼点入路开颅,显露额骨颧突,显微镜下顺序切开侧裂池、颈内动脉池和视交叉池,根据夹闭需要显露对侧颈内动脉和视神经,从侧方达到动脉瘤,便于分离和保全动脉瘤后面的穿动脉,谨慎分离周围正常脑组织和蛛网膜,直视下夹闭后交通动脉瘤,进一步分离同侧大脑前动脉或大脑中动脉,直视下夹闭前交通动脉或大脑中动脉动脉瘤。对于合并脑积水者行脑室外引流术,于动脉瘤夹闭成功后,清除脑实质内血肿和蛛网膜下腔积血,然后以质量分数为 0.3% 罂粟碱溶液冲洗蛛网膜下腔,留置脑室外引流管,缝合硬脑膜、回纳骨瓣,依次缝合皮下各层组织及头皮。而合并颅内血肿或脑肿胀明显的患者须行去骨瓣减压术,自颧弓上耳屏前 1 cm 处至前额部发际下做“T”形切口,显露颅骨额颞顶区,根据 CT 等影像学检查结果钻孔 5 或 6 个,形成游离骨瓣,骨窗面积约 12 cm×15 cm,位置为可充分处理出血来源;悬吊硬脑膜,清除脑内血肿及损伤的失活脑组织后,减张缝合硬脑膜,去除骨瓣后缝合切口,术后 3 个月,根据患者需求和恢复情况再行颅骨修补术。(3) 急性缺血性卒中确诊标准:患者术后若出现不同程度神经功能缺损症状,诸如偏瘫、失语、认知功能障碍、意识障碍加重甚至昏迷等,同时 CT、MRI 或 DSA 证实存在新发梗死灶,即可诊断为急性缺血性卒中。

3. 统计分析方法 采用 SPSS 18.0 统计软件进行数据处理与分析。计数资料以相对数构成比(%)或率(%)表示,采用  $\chi^2$  检验;呈正态分布的计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用两独立样本的 *t* 检验;等级资料的比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。术后并发急性缺血性卒中相关危险因素的筛查采用单因素和多因素后退法 Logistic 回归分析( $\alpha_{\lambda} = 0.05, \alpha_{\text{II}} = 0.10$ )。以  $P \leq 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

根据颅内动脉瘤夹闭术后是否并发急性缺血性卒中将患者分为缺血性卒中组(62 例)和对照组(205 例),两组一般资料比较,缺血性卒中组合并高

**表 1** 缺血性卒中组与对照组患者一般资料的比较

**Table 1.** Comparison of clinical data between ischemic stroke group and control group

观察指标	对照组 (n=205)	缺血性卒中组 (n=62)	统计量值	P 值
性别[例(%)]			0.001	0.980
男性	79(38.54)	24(38.71)		
女性	126(61.46)	38(61.29)		
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	58.14 ± 12.28	57.37 ± 11.92	1.206	0.087
病程( $\bar{x} \pm s$ , h)	5.32 ± 0.15	5.36 ± 0.17	0.103	0.849
高血压[例(%)]	99(48.29)	39(62.90)	5.872	0.023
吸烟[例(%)]	97(47.32)	32(51.61)	0.352	0.553
入院时血糖升高[例(%)]	45(21.95)	38(61.29)	34.388	0.000
Hunt-Hess 分级[例(%)]			29.973	0.000
I ~ II 级	23(11.22)	26(41.94)		
III ~ V 级	182(88.78)	36(58.06)		
动脉瘤大小[例(%)]			1.726	0.061
< 5 mm	61(29.76)	16(25.81)		
5 ~ 10 mm	91(44.39)	28(45.16)		
≥ 11 mm	53(25.85)	18(29.03)		
动脉瘤部位[例(%)]			0.851	0.142
ACA-ACoA	104(50.73)	33(53.23)		
MCA	46(22.44)	15(24.19)		
ICA-PCoA	45(21.95)	11(17.74)		
VBA 及其他	10( 4.88)	3( 4.84)		
脑室出血[例(%)]	68(33.17)	33(53.23)	8.141	0.004
急性脑积水[例(%)]	32(15.61)	27(43.55)	21.585	0.000
颅内血肿[例(%)]	18( 8.78)	8(12.91)	1.287	0.893

Two-independent-sample *t* test for comparison of age and duration, Mann - Whitney *U* test for comparison of Hunt - Hess grade and aneurysm size, and  $\chi^2$  test for comparison of others, 年龄和病程的比较行两独立样本的 *t* 检验, Hunt-Hess 分级和动脉瘤大小的比较行 Mann - Whitney *U* 检验, 其余各项比较行  $\chi^2$  检验。ACA, anterior cerebral artery, 大脑前动脉; ACoA, anterior communicating artery, 前交通动脉; MCA, middle cerebral artery, 大脑中动脉; ICA, internal carotid artery, 颈内动脉; PCoA, posterior communicating artery, 后交通动脉; VBA, vertebrobasilar artery, 椎-基底动脉

血压( $P = 0.023$ )、入院时血糖升高( $P = 0.000$ )、术前 Hunt-Hess 分级  $\geq$  III 级( $P = 0.000$ )、合并脑室出血( $P = 0.004$ )和急性脑积水( $P = 0.000$ )比例均高于对照组,其余各项指标组间差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ , 表 1)。

单因素 Logistic 回归分析显示,合并高血压( $P = 0.023$ )、入院时血糖升高( $P = 0.000$ )、术前 Hunt-Hess 分级  $\geq$  III 级( $P = 0.000$ )、合并脑室出血( $P = 0.004$ )和急性脑积水( $P = 0.000$ )是颅内动脉瘤夹闭术后并发急性缺血性卒中的危险因素(表 2, 3)。将上述因

素纳入多因素 Logistic 回归方程,结果显示:合并高血压( $OR = 1.695, 95\%CI: 1.247 \sim 2.631; P = 0.006$ )、入院时血糖升高( $OR = 4.206, 95\%CI: 2.771 \sim 6.284; P = 0.000$ )、术前 Hunt - Hess 分级  $\geq$  III 级( $OR = 1.443, 95\%CI: 1.205 \sim 1.872; P = 0.017$ )、合并脑室出血( $OR = 1.947, 95\%CI: 1.465 \sim 2.973; P = 0.001$ )和急性脑积水( $OR = 3.221, 95\%CI: 2.218 \sim 4.960; P = 0.000$ )是颅内动脉瘤夹闭术后并发急性缺血性卒中的危险因素(表 4)。

## 讨 论

颅内动脉瘤破裂出血为临床常见的出血性卒中,是神经外科急危重症<sup>[6]</sup>,动脉瘤夹闭术是经典的治疗方法,可及时止血并预防再出血<sup>[7]</sup>。近年来,随着显微外科夹闭技术和介入栓塞技术日臻成熟,手术成功率极高,患者生存率高达 98%<sup>[8]</sup>,但术后并发急性缺血性卒中的风险亦较高,是导致患者病残和病死的主要原因之一<sup>[9-10]</sup>。本研究纳入的 267 例颅内破裂动脉瘤患者均接受动脉瘤夹闭术,其中 62 例术后并发急性缺血性卒中,发生率约为 23.22%,与文献报道相符<sup>[11]</sup>。笔者检索近年文献,鲜有针对颅内动脉瘤夹闭术后并发急性缺血性卒中危险因素的相关研究,鉴于此,我们对 267 例颅内破裂动脉瘤出血患者的临床资料进行回顾分析,并筛查术后并发急性缺血性卒中的相关危险因素。

颅内动脉瘤夹闭术后并发急性缺血性卒中主要与患者自身因素和术中处理因素有关。夹闭术操作的关键技术是在夹闭动脉瘤颈的同时保持载瘤动脉通畅,如果手术操作干扰了脑血流动力学或载瘤动脉夹闭不当,甚至术中或术后弹簧圈脱落等均可造成术后脑血管痉挛,诱发急性缺血性卒中,梗死灶主要位于载瘤动脉供血区<sup>[12]</sup>,因此,术中和术后预防脑血管痉挛的发生至关重要<sup>[13-16]</sup>。我们的临床经验是,术中尽量清除脑池和蛛网膜下腔积血,释放血性脑脊液,并以 3% 罂粟碱溶液反复冲洗脑池、蛛网膜下腔和手术区域,再以罂粟碱棉片湿敷载瘤动脉,减轻和预防脑血管痉挛;术后采用尼莫地平持续静脉滴注常规降压,同时加强监护,防止电解质紊乱,降低医源性缺血性卒中的发生率。在本研究中,缺血性卒中组患者术前 Hunt-Hess 分级  $\geq$  III 级比例高于对照组;经 Logistic 回归分析,术前 Hunt-Hess 分级  $\geq$  III 级是颅内动脉瘤夹闭术后并发急性缺血性卒中的危险因素( $OR = 1.443, 95\%CI:$

**表 2** 颅内动脉瘤夹闭术后并发急性缺血性卒中危险因素  
的变量赋值表

**Table 2.** Variable assignment of risk factors for acute  
ischemic stroke after intracranial aneurysm clipping

变量	赋值	
	0	1
性别	男性	女性
高血压	否	是
吸烟	否	是
入院时血糖升高	否	是
Hunt-Hess 分级	< Ⅲ级	≥ Ⅲ级
动脉瘤大小	< 11 mm	≥ 11 mm
动脉瘤部位	ACA-ACoA	其他
脑室出血	否	是
急性脑积水	否	是
颅内血肿	否	是

ACA, anterior cerebral artery, 大脑前动脉; ACoA, anterior communicating artery, 前交通动脉。The same for Table 3 below

**表 3** 颅内动脉瘤夹闭术后并发急性缺血性卒中相关危  
险因素的单因素 Logistic 回归分析

**Table 3.** Univariate Logistic regression analysis of acute  
ischemic stroke after intracranial aneurysm clipping

变量	<i>b</i>	<i>SE</i>	Wald $\chi^2$	<i>P</i> 值	OR 值	OR 95%CI
女性	0.074	0.106	0.490	0.980	1.077	0.562~1.805
年龄	-0.080	0.283	0.080	0.784	0.923	0.519~1.640
病程	-0.027	0.174	0.025	0.932	0.973	0.526~1.801
高血压	-0.596	0.409	2.124	0.023	0.551	0.307~0.987
吸烟	-0.172	0.452	0.145	0.553	0.842	0.477~1.487
入院时血糖升高	-1.726	0.735	5.514	0.000	0.178	0.097~0.326
Hunt-Hess 分级 ≥ Ⅲ级	0.378	0.246	2.358	0.000	1.459	1.036~2.017
动脉瘤 ≥ 11 mm	-0.297	0.195	2.321	0.061	0.743	0.429~1.007
动脉瘤位于非 ACA 和 ACoA	-0.830	0.652	1.621	0.142	0.436	0.102~0.844
脑室出血	-0.830	0.741	1.255	0.004	0.436	0.245~0.777
急性脑积水	-1.427	0.952	2.247	0.000	0.240	0.128~0.449
颅内血肿	-0.431	0.268	2.584	0.893	0.650	0.268~1.576

**表 4** 颅内动脉瘤夹闭术后并发急性缺血性卒中相关危  
险因素的多因素后退法 Logistic 回归分析

**Table 4.** Multivariate backward Logistic regression  
analysis of ischemic stroke after intracranial aneurysm  
clipping

变量	<i>b</i>	<i>SE</i>	Wald $\chi^2$	<i>P</i> 值	OR 值	OR 95%CI
高血压	0.528	0.414	6.013	0.006	1.695	1.247~2.631
入院时血糖升高	1.437	0.792	21.617	0.000	4.206	2.771~6.284
Hunt-Hess 分级 ≥ Ⅲ级	0.367	0.342	4.271	0.017	1.443	1.205~1.872
脑室出血	0.666	0.505	7.943	0.001	1.947	1.465~2.973
急性脑积水	1.170	0.647	15.434	0.000	3.221	2.218~4.960
常数项	-2.206	0.975	5.119	0.002		

1.205 ~ 1.872;  $P = 0.017$ )。夹闭术后并发急性缺血性卒中与蛛网膜下腔出血量有关,术前脑出血越严重、Hunt-Hess 分级越高、对脑缺血代偿能力越差,越易发生脑血管痉挛,导致迟发性缺血性卒中;同时,脑出血分解释放的代谢产物亦可对脑血管造成刺激,增高颅内压,加重脑水肿、脑肿胀和脑血管痉挛,导致缺血性卒中<sup>[17-18]</sup>。Frch 等<sup>[19]</sup>认为,入院时 Hunt-Hess 分级 IV ~ V 级的患者,术后并发急性缺血性卒中的概率明显高于 I ~ III 级者,建议 Hunt-Hess 分级 V 级者以血管内治疗为宜。

颅内动脉瘤患者术后易并发急性脑积水,本研究有 59 例患者术后并发急性脑积水,发生率约为 22.10%,其中缺血性卒中组所占比例高于对照组 [43.55% (27/62) 对 15.61% (32/205)]; Logistic 回归分析显示,合并急性脑积水是夹闭术后并发急性缺血性卒中的危险因素 ( $OR = 3.221, 95\% CI: 2.218 \sim 4.960; P = 0.000$ )。急性脑积水可使颅内压急剧增高,导致脑灌注减少, van Asch 等<sup>[20]</sup>发现,颅内动脉瘤夹闭术后并发的急性脑积水可使脑室周围白质和深部灰质血流量减少,并延长平均通过时间 (MTT) 和达峰时间 (TTP)。因此,术后早期行脑室外引流或腰椎穿刺治疗以清除蛛网膜下腔出血,有助于改善脑积水带来的不良预后;而合并脑室出血引起局部脑血流减少,脑组织灌注降低,使脑组织发生不可逆性损害,由于组织细胞失代偿,炎症反应则成为颅内破裂动脉瘤夹闭术后并发急性缺血性卒中的主要原因。

本研究结果还显示,缺血性卒中组合并高血压和入院时血糖升高比例亦高于对照组;进一步 Logistic 回归分析,合并高血压 ( $OR = 1.695, 95\% CI: 1.247 \sim 2.631; P = 0.006$ ) 和入院时血糖升高 ( $OR = 4.206, 95\% CI: 2.771 \sim 6.284; P = 0.000$ ) 均是颅内动脉瘤夹闭术后并发急性缺血性卒中的危险因素。但其作用机制目前尚未阐明,推测可能与以下原因有关:(1) 高血压患者脑血流自动调节 (AC) 能力或侧支代偿能力不良。(2) 高血压患者大多存在动脉粥样硬化性血管病变,对缺血耐受程度较差。(3) 入院时血糖升高的患者无氧酵解产物高于正常水平,大量乳酸堆积所导致的乳酸中毒可使患者发生脑低灌注的风险增加。因此,颅内动脉瘤患者入院时应快速完善各项实验室检查,然后积极采取对症性降压、降糖治疗,稳定内环境,从而降低术后并发急

性缺血性卒中的发生风险。

综上所述,合并高血压、入院时血糖升高、术前 Hunt-Hess 分级  $\geq$  III 级、合并脑室出血和急性脑积水的颅内动脉瘤破裂患者,夹闭术后极易并发急性缺血性卒中,应针对性加以预防。由于本研究为一项回顾性临床试验,所采集的临床数据难以达到同质性和完整性,加之试验设计不尽完善,导致结果存在一定偏倚,有待研究设计更为合理、样本量更大的前瞻性随机对照临床试验加以验证。

利益冲突 无

### 参 考 文 献

- [1] Li MH, Chen SW, Li YD, Chen YC, Cheng YS, Hu DJ, Tan HQ, Wu Q, Wang W, Sun ZK, Wei XE, Zhang JY, Qiao RH, Zong WH, Zhang Y, Lou W, Chen ZY, Zhu Y, Peng DR, Ding SX, Xu XF, Hou XH, Jia WP. Prevalence of unruptured cerebral aneurysms in Chinese adults aged 35 to 75 years: a cross-sectional study. *Ann Intern Med*, 2013, 159:514-521.
- [2] Ding YB, Yu RT, Liu HQ, Gu J, Li X. Diagnostic value of three-dimensional computed tomographic angiography in intracranial aneurysm[J]. *Lin Chuang Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2017, 14: 378-381.[丁允波, 于如同, 刘厚强, 谷佳, 李祥. 三维 CT 血管成像对颅内动脉瘤的临床诊疗价值[J]. *临床神经外科杂志*, 2017, 14:378-381.]
- [3] Xu F. Strategies and techniques of intracranial aneurysm clipping [J]. *Lin Chuang Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2017, 14:161-162.[徐锋. 颅内动脉瘤手术夹闭的策略和技巧[J]. *临床神经外科杂志*, 2017, 14:161-162.]
- [4] Li H, He YK, Bai WX, Xu B, Li TX, Li L. Safety and mid-term outcome of Pipeline embolization device in the treatment of complex intracranial aneurysms [J]. *Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2018, 34:442-446.[李航, 贺迎坤, 白卫星, 许斌, 李天晓, 李立. Pipeline 血流导向装置治疗复杂颅内动脉瘤的安全性及中期疗效[J]. *中华神经外科杂志*, 2018, 34:442-446.]
- [5] Dumont AS, Crowley RW, Monteith SJ, Ildigwe D, Kassell NF, Mayer S, Ruefenacht D, Weidauer S, Pasqualin A, Macdonald RL. Endovascular treatment or neurosurgical clipping of ruptured intracranial aneurysms: effect on angiographic vasospasm, delayed ischemic neurological deficit, cerebral infarction, and clinical outcome[J]. *Stroke*, 2010, 41:2519-2524.
- [6] Liu ZY, Li J, Ma L, Li H, Liu Y, He M, Xu JG. Diagnosis and treatment of ruptured intracranial aneurysm in infants (report of 6 cases)[J]. *Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2018, 34:437-441.[刘志勇, 李进, 马骧, 李浩, 刘翼, 贺民, 徐建国. 婴儿颅内破裂动脉瘤的诊断和治疗(附六例报告)[J]. *中华神经外科杂志*, 2018, 34:437-441.]
- [7] Chen XH, Xu GF, Bai XB, Xie WF. Correlation between atherosclerosis and rupture of intracranial aneurysms[J]. *Shen Jing Sun Shang Yu Gong Neng Chong Jian*, 2018, 13:120-121.[陈先海, 徐高峰, 白晓斌, 谢万福. 动脉粥样硬化与颅内动脉瘤破裂的相关性研究[J]. *神经损伤与功能重建*, 2018, 13:120-121.]
- [8] Zhang C, Liu XY, Wang CB. Risk assessment of chronic subdural hematoma after surgical clipping of intracranial aneurysms[J]. *Zhongguo Nao Xue Guan Bing Za Zhi*, 2018, 15: 63-67.[张超, 刘小印, 王传宝. 手术夹闭颅内动脉瘤术后发生慢性硬膜下血肿的风险评估[J]. *中国脑血管病杂志*, 2018, 15:63-67.]
- [9] Li H, Huang ZJ, Wen H, Qi LJ, Liu GJ, Chai WN, Xu D, Yang XM, Sun XC. Clinical value of intracranial pressure wave parameters in patients after intracranial aneurysm clipping[J]. *Di San Jun Yi Da Xue Xue Bao*, 2018, 40:631-635.[李辉, 黄志坚, 文毫, 漆凌骏, 刘国静, 柴伟娜, 徐丹, 杨小敏, 孙晓川. 颅内动脉瘤夹闭术后颅内压波形参数的临床价值[J]. *第三军医大学学报*, 2018, 40:631-635.]
- [10] Zhao L, Yang M, Dong PF, Li LF, Wang LQ. Embolization of intracranial aneurysms with "equal coils technique"[J]. *Nao Yu Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2018, 26:216-220.[赵林, 杨明, 董鹏飞, 李林芳, 王立群. 等圈技术栓塞颅内动脉瘤[J]. *脑与神经疾病杂志*, 2018, 26:216-220.]
- [11] Hu LS, Wang WH, Lin H, Yu YG, Li J, Huang W, Lin JM, Luo F. Secondary massive cerebral infarction after removal of acute epidural hematoma: multivariate Logistic regression analysis of risk factors[J]. *Zhonghua Shen Jing Wai Ke Ji Bing Yan Jiu Za Zhi*, 2014, 13:31-35.[胡连水, 王文浩, 林洪, 郁毅刚, 李君, 黄巍, 林俊明, 罗飞. 急性硬膜外血肿清除术后继发大面积脑梗塞的多因素 Logistic 成因分析[J]. *中华神经外科疾病研究杂志*, 2014, 13:31-35.]
- [12] Gao YF, Chang T, Yang YL, Li LH. Effect of decompressive surgery for the treatment of massive cerebral infarction and analysis of the relative factors[J]. *Zhonghua Shen Jing Wai Ke Ji Bing Yan Jiu Za Zhi*, 2015, 14:338-341.[高亚飞, 常涛, 杨彦龙, 李立宏. 大骨瓣减压术治疗大面积脑梗塞的疗效及相关因素分析[J]. *中华神经外科疾病研究杂志*, 2015, 14:338-341.]
- [13] Gong ZY, Jiang SL, Li BJ, Ren CL, Wang MY, Wang Y, Chen TT, Zhang T, Gao CG. Early results of left atrial appendage closure in cerebral ischemic stroke reduction in patients with mitral valve replacement[J]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*, 2014, 52:934-938.[龚志云, 姜胜利, 李伯君, 任崇雷, 王明岩, 王瑶, 陈婷婷, 张涛, 高长青. 同期左心耳闭合预防二尖瓣置换术后缺血性脑卒中的早期结果[J]. *中华外科杂志*, 2014, 52:934-938.]
- [14] Krueger EM, Trombly R, Guglielmi G, Farhat H. Delayed rupture of a cortical traumatic intracranial aneurysm [J]. *Cureus*, 2018, 10:e3643.
- [15] Howard BM, Frerich JM, Madaelil TP, Dion JE, Tong FC, Cawley CM, Grossberg JA. 'Plug and pipe' strategy for treatment of ruptured intracranial aneurysms [J]. *J Neurointerv Surg*, 2019, 11:43-48.
- [16] Munakomi S. Letter to the editor: temporary occlusion during clipping of ruptured intracranial aneurysms [J]. *J Neurosurg*, 2018, 129:1662.
- [17] Beydoun HN, Beydoun MA, Zonderman AB, Eid SM. Racial and ethnic disparities in treatment outcomes of patients with ruptured or unruptured intracranial aneurysms [J]. *J Racial Ethnic Health Disparities*, 2019, 6:345-355.
- [18] Yokoya S, Hino A, Goto Y, Oka H. Pros and cons of tentative clipping in intracranial aneurysm surgery: review of 867 direct clippings in single institution [J]. *World Neurosurg*, 2018, 118: e185-187.
- [19] Frch R, Pasqualin A, Pnana G, Chioffi F, Bricolo A. Temporary artery occlusion in the repair of ruptured intracranial aneurysms: analysis of risk factors for stroke [J]. *J Neurosurg*, 2002, 97:836-842.
- [20] van Asch CJ, van der Schaaf IC, Rinkel GJ. Acute hydrocephalus and cerebral perfusion after aneurysmal subarachnoid hemorrhage [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2010, 31:67-70.

(收稿日期:2020-09-02)

(本文编辑:彭一帆)