



电子、语音版

·论著·

急性期破裂颅内宽颈动脉瘤一期支架辅助治愈性栓塞的临床研究

张贤, 鲍娟, 曹毅, 景睿, 薛思博

昆明医科大学第二附属医院脑血管病科, 云南昆明 650101

摘要:目的 分析一期采用支架辅助弹簧圈治愈性栓塞急性期破裂颅内动脉瘤的疗效及安全性。方法 研究 2017 年 1 月—2022 年 10 月昆明医科大学第二附属医院收治的 205 例采用血管内治疗的颅内动脉瘤破裂至蛛网膜下腔出血患者, 收集临床资料包括一般资料、手术方法、Raymond 分级评估即刻及末次随访栓塞率、围手术期及随访期并发症, 改良 Rankin 量表评估临床预后。结果 205 例患者中, 支架辅助弹簧圈栓塞(SAC)组 77 例, 单纯弹簧圈栓塞(NSC)组 128 例。术后即刻 Raymond I 级栓塞率 SAC 组 76.6% 与 NSC 组的 75.0% 比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。188 例患者获得临床随访, 85 例患者获得至少 1 次 DSA 随访。末次随访 I 级栓塞 SAC 组 97.4% (37/38), NSC 组 91.5% (43/47); 复发 SAC 组 3 例 (3/38, 7.9%), NSC 组 9 例 (9/47, 19.1%), 两组间比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。术中总并发症发生率 SAC 组 13.0% (10/77) 与 NSC 组的 9.4% (12/128) 比较, 差异无统计学意义($P>0.05$); 术后 1 个月内发生动脉瘤再破裂出血 SAC 组 7 例 (9.1%), 较 NSC 组 1 例 (0.8%) 增高, 但总并发症发生率 SAC 组 (18/77, 23.4%) 与 NSC 组 (20/128, 15.6%) 比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。至随访终点, 两组间总死亡率与预后良好率比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。结论 SAC 治疗急性期破裂动脉瘤安全有效, 支架的使用未增加缺血事件发生的风险, 抗血小板药物亦不增加术中出血性事件发生率, 但仍应警惕由于动脉瘤未完全致密栓塞时抗血小板治疗带来的术后出血风险。SAC 是否能降低动脉瘤的复发率还有待进一步明确。

[国际神经病学神经外科学杂志, 2024, 51(6): 1-9]

关键词: 颅内破裂动脉瘤; 支架辅助栓塞; 安全性; 有效性

中图分类号: R743

DOI: 10.16636/j.cnki.jinn.1673-2642.2024.06.001

Efficacy and safety of stent-assisted curative embolization in treatment of acutely ruptured intracranial wide-necked aneurysms

ZHANG Xian, BAO Juan, CAO Yi, JING Rui, XUE Sibao

Department of Cerebrovascular Diseases, The Second Affiliated Hospital, Kunming Medical University, Kunming, Yunnan 650101, China

Corresponding author: BAO Juan, Email: 294882305@qq.com

Abstract: **Objective** To investigate the efficacy and safety of stent-assisted coil curative embolization in the treatment of acutely ruptured intracranial aneurysms. **Methods** A retrospective analysis was performed for 205 patients with subarachnoid hemorrhage due to ruptured intracranial aneurysms who received endovascular treatment in Department of Cerebrovascular Diseases, The Second Affiliated Hospital of Kunming Medical University, from January 2017 to October 2022. Related clinical data were collected, including general status, surgical methods, embolization rate immediately after surgery and at last follow-up based on the Raymond classification, and complications during the perioperative period and follow-up, and the modified Rankin Scale was used to evaluate clinical prognosis. **Results** Among the 205 patients, 77 were enrolled in the stent-assisted coiling (SAC) group and 128 were enrolled in the non-stent coiling (NSC) group. There was no significant difference in the rate of Raymond grade I embolization immediately after surgery between the SAC group

基金项目: 云南省教育厅科学研究基金 (2023Y0638)。

收稿日期: 2023-12-07; 修回日期: 2024-09-26

作者简介: 张贤 (1997—), 男, 硕士, 主要从事脑血管疾病的研究。

通信作者: 鲍娟, 女, 副教授, 博士, 主要从事脑血管疾病及神经介入治疗的研究, Email: 294882305@qq.com。

and the NSC group (76.6% vs 75.0%, $P>0.05$). Clinical follow-up was performed for 188 patients, with 85 patients receiving at least one session of DSA follow-up. There were no significant differences between the SAC group and the NSC group in the rate of grade I embolization at last follow-up [97.4% (37/38) vs 91.5% (43/47), $P>0.05$] and recurrence rate [7.9% (3/38) vs 19.1% (9/47), $P>0.05$]. There was no significant difference in the incidence rate of intraoperative complications between the SAC group and the NSC group [13.0% (10/77) vs 9.4% (12/128), $P>0.05$]. Within 1 month after surgery, 7 patients (9.1%) in the SAC group and 1 patient (0.8%) in the NSC group experienced rebleeding of aneurysms, and there was no significant difference in the incidence rate of complications between the SAC group and the NSC group [23.4% (18/77) vs 15.6% (20/128), $P>0.05$]. At the end of follow-up, there were no significant differences between the two groups in overall mortality rate and good prognosis rate ($P>0.05$). **Conclusions** SAC is safe and effective in the treatment of acutely ruptured intracranial aneurysms. The use of stents does not increase the risk of ischemic events, and the use of antiplatelet agents does not increase the incidence rate of intraoperative hemorrhagic events, but we should be alert to the risk of postoperative bleeding due to antiplatelet therapy in case of incomplete embolization of the aneurysm. Further studies are needed to clarify whether SAC can reduce the recurrence rate of aneurysms.

[Journal of International Neurology and Neurosurgery, 2024, 51(6): 1-9]

Keywords: ruptured intracranial aneurysms; stent-assisted coil embolization; safety; efficacy

在非创伤性蛛网膜下腔出血患者中,约80%由颅内动脉瘤破裂所致,病死率25%~50%,在动脉瘤破裂后的最初24 h内,再破裂的风险为4%~14%,发生动脉瘤再破裂的患者死亡和神经功能损伤的风险更高^[1]。随着神经介入技术的发展,越来越多颅内动脉瘤采用血管内介入治疗得到治愈,且与传统动脉瘤夹闭相比较有更好的临床预后^[2-3]。但在颅内动脉瘤破裂急性期的蛛网膜下腔出血(subarachnoid hemorrhage, SAH)患者采用支架辅助弹簧圈栓塞(stent-assisted coiling, SAC)治疗后,抗血小板药物的使用可能增加再出血风险并降低患者良好预后率,疗效仍存在一定争议^[4-5]。本研究分析研究了采用SAC一期治愈性栓塞治疗急性期颅内破裂宽颈复杂动脉瘤的疗效和安全性。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

回顾性分析2017年1月—2022年10月昆明医科大学第二附属医院脑血管病科收治的205例采用血管内治疗的颅内动脉瘤破裂致SAH患者。纳入标准:①经头颅CT确诊为SAH,并通过脑血管造影明确为颅内动脉瘤,且为导致本次蛛网膜下腔出血的责任病灶;②接受血管内治疗;③对于既往接受过治疗的多发性动脉瘤患者,治疗间隔>6个月。排除标准:①接受开颅动脉瘤夹闭、包裹,使用液体栓塞剂栓塞等治疗;②发病前患者存在明显的残疾并可能严重干扰术后功能评估;③合并颅内其他严重脑血管疾病,心、肺、肝、肾等器官功能不全或身体存在恶性肿瘤;④Hunt-Hess分级为5级,预后极差。

收集所有研究对象的一般资料,包括性别、年龄、既往史(高血压、糖尿病、吸烟史、饮酒史)、Hunt-Hess分级、改良Fisher分级、动脉瘤形态学特征及治疗方式等。本研

究经昆明医科大学第二附属医院医学伦理委员会审查批准(批号:审-PJ-科-2024-224),并因回顾性研究设计豁免患者对研究的知情同意。

1.2 手术方法

手术均由本中心从事神经介入10年以上的副高级职称以上并担任医疗组长的医师主刀完成。全身麻醉后造影明确动脉瘤部位、形态与载瘤动脉关系、载瘤动脉近端、远端直径等。窄颈囊状动脉瘤予单纯弹簧圈栓塞(no-stent coiling, NSC)治疗。宽颈(瘤颈>4 mm,瘤体/瘤颈<1.5)、夹层及梭状动脉瘤等无法使用NSC治疗的复杂动脉瘤且需保留载瘤动脉的患者采用SAC治疗。根据动脉瘤部位、载瘤动脉管径及受累血管分支等情况选择支架。将支架导管先送入载瘤动脉远端,采取支架半释放技术,动脉瘤内填入部分弹簧圈后,半释放支架覆盖瘤颈继续填塞弹簧圈至动脉瘤完全栓塞后完全打开支架。部分典型病例见图1~3。

1.3 抗血小板用药方案

术中使用支架辅助弹簧圈栓塞患者,在支架打开后经静脉于3 min内注入负荷剂量替罗非班注射液(10 μg/kg),后以维持量持续泵入0.15 μg/(kg·min)至24 h,停用替罗非班前4 h口服或鼻饲阿司匹林100 mg(1次/d)+硫酸氢氯吡格雷75 mg(1次/d)双联抗血小板,氯吡格雷基因型测定如为中间代谢型或慢代谢型患者,更换为阿司匹林100 mg(1次/d)+替格瑞洛90 mg(2次/d),维持3个月后依据复查结果若无支架内狭窄等情况,改为长期单服阿司匹林100 mg(1次/d)。

1.4 疗效及安全性评估

所有患者动脉瘤栓塞结束后即刻造影Raymond分级评估动脉瘤栓塞程度,动脉瘤完全栓塞为I级,瘤颈残留

为Ⅱ级,部分瘤体栓塞为Ⅲ级。出院后对患者进行电话、门诊或住院随访,2023年4月完成临床随访,其间数字减影血管造影(DSA)复查评估动脉瘤栓塞分级、载瘤动脉情况。评估患者在围手术期及随访期间的并发症。改良Rankin量表(modified Rankin Scale, mRS)评估临床预后:0~2分为预后良好。

1.5 统计学方法

采用SPSS 25.0进行统计学分析,满足正态分布的计量资料采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本t检验。分类变量以例(%)表示,比较采用 χ^2 检验或

Fisher确切概率法。以 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

205例患者。其中,男性84例(41.0%),女性121例(59.0%);年龄25~96岁,平均55.7±11.38岁。SAC组77例(37.6%),NSC组128例(62.4%)。两组的年龄、性别、高血压病史、糖尿病史、吸烟史、饮酒史、Hunt-Hess分级、改良Fisher分级及入院收缩压比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表1。

表1 两组一般资料比较

项目	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	性别 例(%)		高血压病史 例(%)		糖尿病病史 例(%)		吸烟史 例(%)		饮酒史 例(%)	
		男	女	有	无	有	无	有	无	有	无
SAC组 (n=77)	57.30± 12.00	29(37.7)	48(62.3)	44(57.1)	33(42.9)	7(9.1)	70(90.9)	24(31.2)	53(68.8)	19(24.7)	58(75.3)
NSC组 (n=128)	54.70± 11.00	55(43.0)	73(57.0)	66(51.6)	62(48.4)	7(5.5)	121 (94.5)	48(37.5)	80(62.5)	38(29.7)	90(70.3)
t/ χ^2 值	1.568	0.560		0.602		0.991		0.846		0.602	
P值	0.118	0.454		0.438		0.319		0.358		0.438	
项目	Hunt-Hess分级 例(%)				改良Fisher分级 例(%)				入院收缩压/ (mmHg, $\bar{x} \pm s$)		
	I级	II级	III级	IV级	0级	I级	II级	III级		IV级	
SAC组 (n=77)	7(9.1)	46(59.7)	21(27.3)	3(3.9)	3(3.9)	9(11.7)	19(24.7)	22(28.6)	24(31.2)	147.61±22.06	
NSC组 (n=128)	21(16.5)	64(50.0)	35(27.3)	7(5.5)	4(3.1)	22(17.2)	51(39.8)	27(21.1)	24(18.8)	153.11±22.56	
t/ χ^2 值	2.881				8.883				-1.569		
P值	0.408				0.066				0.118		

2.2 动脉瘤特征

205例动脉瘤中,囊状动脉瘤187例(91.2%),夹层动脉瘤9例(4.4%)、梭形动脉瘤7例(3.4%)、血泡样动脉瘤2例(0.98%)。两组动脉瘤部位及类型比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。SAC组动脉瘤最大径、瘤颈宽度大于NSC组($P < 0.001$),而瘤体瘤颈比值小于NSC组($P < 0.001$)。两组存在明显子囊的动脉瘤数比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表2。

2.3 疗效评估

SAC组77例患者共使用86个支架(LVIS支架51个,LVIS JR支架2个,Enterprise II支架17例,solitaire支架3

个,LEO支架11个,LEO Baby支架2个)。其中7例患者采用双支架叠加辅助栓塞,2例患者使用Y型支架辅助栓塞。术后即刻造影评估,SAC组栓塞程度Raymond分级I级59例(59/77,76.6%)、II级16例(16/77,20.8%)、III级2例(2/77,2.6%);NSC组I级96例(96/128,75.0%)、II级31例(31/128,24.2%)、III级1例(1/128,0.8%)。两组术后即刻栓塞程度差异无统计学意义($P = 0.853$)。

住院期间共死亡10例(SAC组6例,NSC组4例),其余195例患者失访7例,共188例获得临床随访资料,随访时间1~61个月,中位随访时间6个月。85例患者获得至少1次DSA随访,49例患者在我院门诊行磁共振血管成

表2 两组动脉瘤特征

项目	动脉瘤部位 例(%)		动脉瘤分类 例(%)				动脉瘤最大径/ (mm, $\bar{x} \pm s$)	瘤颈宽/ (mm, $\bar{x} \pm s$)	瘤体/瘤颈 比($\bar{x} \pm s$)	动脉瘤存在 子囊例(%)
	前循环	后循环	囊状	夹层	梭形	血泡样				
SAC组(n=77)	68(88.3)	9(11.7)	68(88.3)	3(3.9)	4(5.2)	2(2.6)	6.28±3.01	4.25±2.55	1.62±0.74	18(23.4)
NSC组(n=128)	113(88.3)	15(11.7)	119(93.0)	6(4.7)	3(2.3)	0(0.0)	2.96±1.70	2.96±1.70	1.98±0.64	45(35.2)
t/ χ^2 值	0.000		4.233				2.169	3.950	-3.628	3.134
P值	0.995		0.212				0.032	<0.001	<0.001	0.077

像或头颈动脉CTA成像随访,54例患者仅电话随访临床结局。85例DSA随访患者,其中,SAC组38例,3例(3/38,7.9%)复发,末次随访I级栓塞37例(37/38,97.4%);NSC组47例,9例(9/47,19.1%)复发,末次随访I级栓塞43例(43/47,91.5%);两组末次随访完全栓塞率无统计学差异($P>0.05$)。SAC组动脉瘤复发率较NSC组低,但两者差异无统计学意义($P=0.211$),复发动脉瘤均为囊状动脉瘤。

2.4 并发症评估

SAC组术中总并发症发生率为13.0%(10/77),NSC组术中并发症发生率为9.4%(12/128),两组差异无统计学意义($P=0.418$)。术后1个月内SAC组7例(9.1%)患者发生动脉瘤再破裂出血,NSC组1例(0.8%)发生再破裂,两组差异有统计学意义($P=0.009$)。但SAC组术后1个月内总

并发症发生率为23.4%(18/77),NSC组为15.6%(20/128),两组差异无统计学意义($P=0.167$)。详见表3。

除上述并发症外,后期随访中,NSC组1例大脑中动脉分叉部动脉瘤患者术后19个月动脉瘤累及的大脑中动脉上干无症状性闭塞,余两组均未发生其他再出血及缺血事件。

至临床随访终点,住院期间及出院后共15例患者死亡,除外失访的7例患者。全因总死亡率7.58%(15/198),SAC组累计总死亡率9.72%(7/72),高于NSC组6.35%(8/126),但两组差异无统计学意义($P=0.388$);余183例患者,SAC组61例(93.85%)mRS评分为0~2分;NSC组115例(97.46%)mRS评分为0~2分,两组总体预后良好率比较,差异无统计学意义($P=0.223$)。

表3 两组围手术期并发症情况 例(%)

项目	术中并发症	急性血栓形成	动脉瘤破裂	血管痉挛	支架移位	术后1个月内并发症	动脉瘤再出血	消化道出血	症状性脑梗死	重症感染	脑积水
SAC组 (n=77)	10(13.0)	5(6.5)	2(2.6)	1(1.3)	2(2.6)	18(23.4)	7(9.1)	1(1.3)	6(7.8)	1(1.3)	3(3.9)
NSC组 (n=128)	12(9.4)	7(5.5)	3(2.3)	2(1.6)	0(0.0)	20(15.6)	1(0.8)	3(2.3)	3(2.3)	7(5.5)	6(4.7)
χ^2 值	0.655	0.000	0.000	0.000	1.207	1.913	6.775	0.000	2.226	1.256	0.000
P值	0.418	1.000	1.000	1.000	0.272	0.167	0.009	0.998	0.136	0.262	1.000

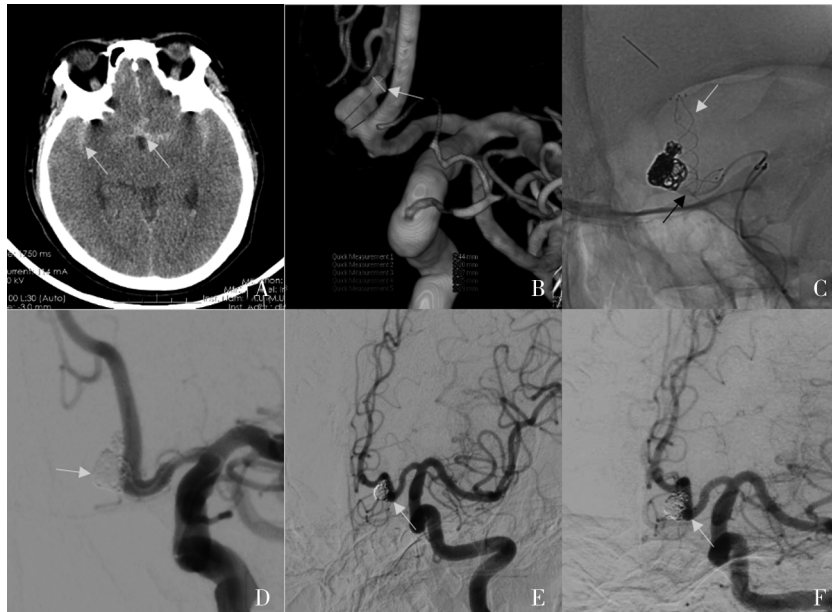
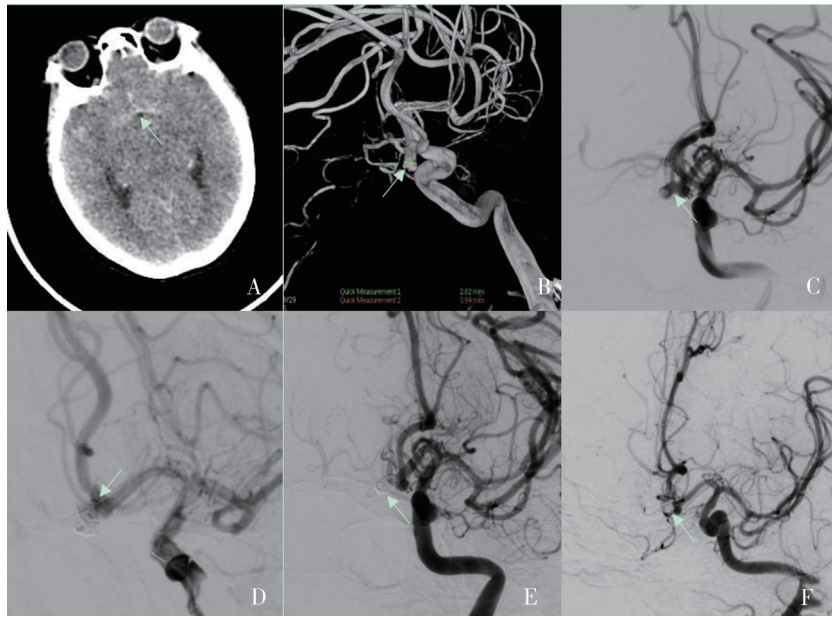


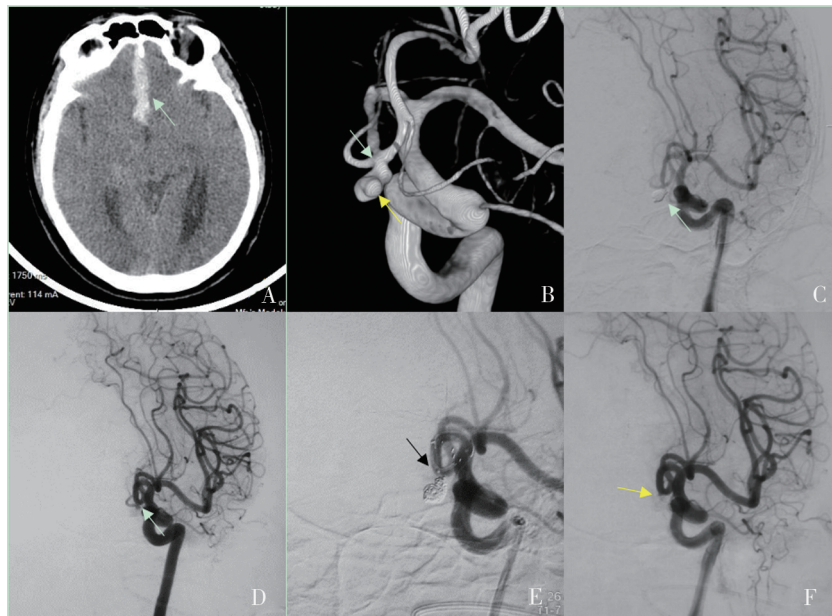
图1 患者女,48岁,前交通动脉破裂动脉瘤
A:CT示蛛网膜下腔出血(白箭);B:DSA 3D成像显示前交通动脉瘤,瘤顶见子囊(白箭);C:术中LVIS支架(白箭)采用“灯笼技术”(黑箭)辅助动脉瘤栓塞;D:术后即刻造影见动脉瘤I级栓塞(白箭);E:术后3个月复查动脉瘤I级栓塞,支架内通畅(白箭);F:术后1年复查动脉瘤I级栓塞(白箭)。

图1 患者女,48岁,前交通动脉破裂动脉瘤



A:CT示蛛网膜下腔出血(白箭);B、C:前交通囊状动脉瘤及远端子囊(白箭);D:单微导管弹簧圈栓塞(白箭);E:术后动脉瘤 I 级栓塞(白箭);F:术后半年复查动脉瘤栓塞良好,未见复发(白箭)。

图2 患者女,57岁,前交通破裂动脉瘤



A:CT示蛛网膜下腔出血(白箭);B:前交通窄颈动脉瘤(白箭),瘤体上见子囊;C:弹簧圈单纯栓塞,术后即刻造影见动脉瘤 II 级栓塞(白箭);D:术后半年复查瘤颈复发(白箭);E:SAC再次治疗(黑箭);F:术后即刻造影见动脉瘤 I 级栓塞(黄箭)。

图3 患者男,54岁,前交通破裂动脉瘤

3 讨论

目前血管内治疗已逐渐成为颅内动脉瘤的主要治疗方式,但是对于宽颈、梭形、血泡等复杂动脉瘤,使用NSC治疗较为困难,常需类似SAC的辅助技术,对于未破裂的宽颈动脉瘤,支架还可通过改变动脉瘤内血流动力学,促进血栓形成而获得更高的完全闭塞率,复发率更低,且手术相关并发症和长期临床结局与NSC相似^[6]。但由于

SAC需要使用抗血小板药物防止支架内血栓形成和相关的缺血性事件并发症发生,在破裂动脉瘤急性期SAC治疗动脉瘤使用抗血小板药可能并发动脉瘤再破裂、术后出血等风险,使得SAC用于破裂动脉瘤治疗中更为谨慎^[7]。因此急性期破裂出血的颅内动脉瘤一期采用SAC辅助完全栓塞仍具有一定争议。

在Yang等^[6]研究中,SAC组术后即刻动脉瘤完全闭

塞率和预后良好率与NSC组相似,且SAC组的动脉瘤复发率明显低于NSC组,Zuo等^[8]的研究结果亦类似,认为SAC治疗破裂动脉瘤相对安全有效,且能够降低动脉瘤复发风险。然而Bodily等^[9]文献回顾分析提示,SAC治疗颅内破裂动脉瘤完全栓塞率为63%,但随访预后良好率仅67%,预后不良率高达14%,死亡率则高达19%,认为SAC治疗可以获得较高成功率,但并发症发生率和不良临床结局均比NSC组更高。一项破裂颅内动脉瘤的Meta分析结果显示^[10],SAC组的即刻完全闭塞率往往低于非SAC组,但随访时完全闭塞率提高,虽最终随访临床结局与NSC类似,但SAC组的围手术期并发症总体发生率更高。本研究205例患者SAC组与NSC组在一般情况、入院时Hunt-Hess评分等均无统计学差异,两组除瘤颈宽度外,动脉瘤形态学特征基本一致。SAC术后即刻及末次随访动脉瘤Raymond I级栓塞率与NSC组比较无统计学差异,并高于相关文献报道^[6,9-10]。本研究两组DSA随访动脉瘤虽SAC组复发率低于NSC组,但差异无统计学差异,可能与NSC组DSA随访率较低有关。Raymond等^[11]研究指出,随访时间亦是动脉瘤复发的重要因素,随访超过17个月组的动脉瘤复发风险高于随访小于17个月者。因此本研究中DSA随访中位时间6个月,影像随访时长限制也可能导致两组复发率相似,且仅85例患者有DSA随访,其余患者并未取得DSA随访资料,CTA及MRA等随访检查对动脉瘤复发敏感性差,也可能对结果产生影响。仍需要更长时间的随访观察及提高患者DSA复查率以明确SAC组能否进一步降低动脉瘤复发率。

血栓栓塞事件是颅内动脉瘤血管内治疗常见的并发症之一。Bodily等^[9]研究报道,SAC治疗破裂动脉瘤过程中,血栓栓塞性事件发生率为6%,停用抗血小板药物和支架的使用被认为是术中血栓性事件发生的主要原因。Yang等^[12]研究报道血栓性事件并发症发生率为8.1%。Niimi等^[13]证实,与单纯弹簧圈栓塞治疗相比较,辅助栓塞技术使栓塞事件的发生率明显更高。在本研究中,SAC组与NSC组术中血栓形成的发生率比较,差异无统计学意义,术中发现并及时处理,除SAC组1例术后出现症状性脑梗死外,余患者无神经功能缺损症状,随访中仅NSC组1例发生无症状性血管闭塞,预后良好。术中根据载瘤动脉特点及动脉瘤与载瘤动脉关系,采取适宜的支架类型及辅助策略,并保证支架充分贴壁及规范的抗血小板药物使用是SAC防止缺血性事件发生的重要措施。

关于SAC和NSC治疗破裂动脉瘤后出血性并发症的研究,Roh等^[14]报道,SAC组脑室外引流相关出血性并发症的发生率高于NSC组,但两组在临床和血管造影结局方面无统计学差异。Edwards等^[15]也认为抗血小板药物不仅可以降低高危患者围手术期血栓栓塞事件的发生

率,同时并不增加动脉瘤破裂再出血和脑室外引流相关出血风险。对于破裂动脉瘤需行SAC治疗患者,多采取术中使用替罗非班,在有效预防血栓性并发症同时并不增加动脉瘤再破裂风险^[16]。但在Chen等^[17]的研究中,SAC组术后血栓形成较单纯栓塞组高出3倍,且SAC组术中破裂发生率更高。Zhao等^[18]关于SAC和NSC治疗破裂动脉瘤研究中,SAC组术后动脉瘤再出血发生率较NSC组高(17.4% vs 1.9%),SAC组治疗破裂动脉瘤再出血风险不可忽略,且提出术中动脉瘤不完全栓塞是术后再出血的危险因素。在本组研究中,两组均有术中动脉瘤再破裂发生,但差异无统计学意义,笔者认为SAC治疗破裂动脉瘤并不会增加动脉瘤术中再破裂的风险;但术后1个月内SAC组动脉瘤再出血发生率高于NSC组,可能因为术中动脉瘤未能完全致密栓塞,在抗血小板治疗条件下发生再次破裂。SAC组与NSC组中存在明显子囊的动脉瘤比例是一致的,但术后发生再破裂的8例动脉瘤均无明显子囊。在本研究中并不考虑术后动脉瘤的再破裂与动脉瘤存在子囊密切相关,可能因为:①并非全部子囊均为动脉瘤此次破裂的出血点;②在破裂动脉瘤栓塞过程中,子囊一般均为关注的重点,术中子囊基本均予致密栓塞,本研究中术后再破裂的动脉瘤,均无明显子囊,考虑动脉瘤体或瘤颈仍有未完全致密栓塞部分,尤其在抗血小板治疗条件下,其动脉瘤破口再次出血。因此无论有无子囊,破裂动脉瘤术中均应多角度判断,力求达到完全致密栓塞。在本研究中,SAC组和NSC组患者消化道出血并发症发生率分别为1.3%和2.3%,差异无统计学意义,双联抗血小板药物、替罗非班的使用并不增加患者消化道出血等其他出血并发症风险。

本研究至随访终点SAC组总死亡率9.72%与部分国外文献报道相似,但高于国内陈振等^[19]的研究,可能因为其研究中需要外科干预的患者均转外科手术治疗及未纳入脑室外引流的患者,在本组患者,术前改良Fisher分级Ⅳ级14例、Ⅲ级4例、Ⅱ级2例,纳入了需同时行脑室外引流等重症患者,而高龄、术前高Hunt-Hess分级、高改良Fisher分级,术前脑室外引流等与术后神经系统恶化发生相关,是临床不利结局的危险因素^[20]。至末次随访,SAC组与NSC两组总死亡率与总体预后良好率均无统计学差异。

总之,目前国内外对于SAC治疗急性期颅内破裂动脉瘤的研究仍结果不一,很多研究集中于LVIS支架^[21-23]或某一亚组动脉瘤,如微小动脉瘤^[21,24]、大型宽颈动脉瘤^[25]等,对于目前主要研究现状文献总结分析见表4。本研究连续纳入了前、后循环各部位、各种类型的急性期破裂颅内动脉瘤,SAC组根据动脉瘤及载瘤动脉特点选取了多种国内临床常用的辅助支架,两组患者术前一般情况、动脉瘤形态学特征(尤其是子囊的存在)均无统计学

差异,避免了由于动脉瘤本身及病情严重程度带来的偏倚。结果显示SAC治疗急性期颅内破裂动脉瘤总体预后良好,复发率相对较低,支架并未带来额外的血栓形成风险,且抗血小板药物的使用并不增加术中动脉瘤再次出血性事件的发生,但仍应警惕由于动脉瘤未完全致密栓塞时

抗血小板治疗带来的术后出血风险。对于颅内破裂的宽颈复杂动脉瘤,在患者病情适宜进行血管内治疗条件下,SAC总体是一种相对安全和有效的治疗方法,一期完全治愈还可避免再次手术带来二期手术的额外风险及费用。

表4 目前支架辅助弹簧圈栓塞治疗急性期破裂颅内动脉瘤的主要研究文献总结

序号	题名	期刊名	年份	研究方法	研究结论
1	Stent-assisted coiling in acutely ruptured intracranial aneurysms: a qualitative, systematic review of the literature ^[9]	Am J Neuro-radiol	2011	一项纳入17项研究,339例患者的Meta分析	支架辅助栓塞治疗颅内破裂动脉瘤完全栓塞率为63%,但随访预后良好率仅67%,预后不良率14%,死亡率则达19%,SAC治疗可以获得较高成功率,但并发症发生率和不良临床结局均比NSC组更高
2	Stent-assisted coil embolization of ruptured wide-necked aneurysms in the acute period: incidence of and risk factors for periprocedural complications ^[5]	J Neurosurg	2014	研究了72例支架辅助栓塞治疗的急性期颅内破裂动脉瘤	围手术期并发症达19.4%
3	Complications in stent-assisted endovascular therapy of ruptured intracranial aneurysms and relevance to antiplatelet administration: a systematic review ^[7]	Am J Neuro-radiol	2015	一项纳入33项研究,共计1090例患者的Meta分析	支架辅助栓塞颅内破裂动脉瘤血栓栓塞发生率11.2%。支架辅助栓塞颅内破裂动脉瘤术后使用抗血小板药物,与未破裂动脉瘤相比,缺血并发症发生率明显增高
4	Comparison of stent-assisted coiling vs coiling alone in 563 intracranial aneurysms: safety and efficacy at a high-volume center ^[6]	Neurosurgery	2015	512例破裂颅内动脉瘤患者,243例单纯栓塞,269例支架辅助栓塞	SAC组术后即刻动脉瘤完全闭塞率和预后良好率与NSC组相似,且SAC组的动脉瘤复发率低于NSC组
5	Stent-assisted coil placement for the treatment of 211 acutely ruptured wide-necked intracranial aneurysms: a single-center 11-year experience ^[12]	Radiology	2015	纳入了211例采用支架辅助栓塞的破裂宽颈动脉瘤患者	临床结局和其他文献报道的单纯弹簧圈栓塞及球囊辅助栓塞一致。但大脑中动脉与前交通动脉瘤的并发症较其他部位更高
6	Stent-assisted coil embolization of intracranial aneurysms: complications in acutely ruptured versus unruptured aneurysms ^[4]	Am J Neuro-radiol	2016	45例急性期颅内破裂动脉瘤与47例未破裂动脉瘤支架辅助栓塞比较	破裂动脉瘤支架辅助栓塞早期再出血发生率是未破裂动脉瘤的10倍
7	Antiplatelet therapy for the prevention of pericoiling thromboembolism in high-risk patients with ruptured intracranial aneurysms ^[15]	J Neurosurg	2017	纳入169例急性期破裂颅内动脉瘤患者	抗血小板药物显著降低高危患者围手术期血栓栓塞事件的发生率,同时并不增加动脉瘤破裂再出血和脑室外引流相关出血风险
8	Stent-assisted coiling versus coiling alone of poor-grade ruptured intracranial aneurysms: a multicenter study ^[18]	J Neurointerv Surg	2017	纳入了131例分级较高的颅内破裂动脉瘤患者	SAC组术后动脉瘤再出血发生率较NSC组,SAC组治疗破裂动脉瘤再出血的风险不可忽略,且提出术中动脉瘤不完全栓塞是术后再出血的危险因素
9	Safety of coiling with stent placement for the treatment of ruptured wide-necked intracranial aneurysms: a contemporary cohort study in a high-volume center after improvement of skills and strategy ^[8]	J Neurosurg	2018	回顾性分析急性期破裂颅内动脉瘤133例使用支架辅助弹簧圈栓塞,289例单纯弹簧圈栓塞	急性破裂动脉瘤患者围手术期相关并发症和死亡率在支架辅助弹簧圈栓塞组和单纯弹簧圈栓塞组之间比较,差异无统计学意义
10	Stent-assisted coil embolization using only a glycoprotein IIb/IIIa inhibitor (tirofiban) for ruptured wide-necked aneurysm repair ^[16]	J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg	2018	回顾性研究50例采用支架辅助栓塞治疗的破裂颅内宽颈动脉瘤患者	对于破裂动脉瘤需行SAC治疗患者,多采取术中使用时替罗非班,在有效预防血栓性并发症同时,并不增加动脉瘤再破裂风险
11	Stent assisted coiling versus non-stent assisted coiling for the management of ruptured intracranial aneurysms: a meta-analysis and systematic review ^[10]	J Neurointerv Surg	2019	Meta分析纳入了1408项回顾性队列研究,499例破裂的颅内动脉瘤	SAC组的即刻完全闭塞率往往低于非SAC组,SAC组的围手术期并发症总体发生率更高。随时良好临床结局率无统计学差异

续表4

序号	题名	期刊名	年份	研究方法	研究结论
12	Comparison of stent-assisted and no-stent coil embolization for safety and effectiveness in the treatment of ruptured intracranial aneurysms ^[14]	J Neurosurg	2019	纳入102例采用血管内治疗动脉瘤的急性期蛛网膜下腔出血患者	SAC组脑室外引流相关出血性并发症的发生率高于NSC组,但两组的临床结局比较,无统计学差异
13	支架辅助弹簧圈栓塞与单纯弹簧圈栓塞治疗颅内破裂动脉瘤疗效的对比分析 ^[19]	中华神经外科杂志	2020	回顾性分析血管内栓塞治疗的破裂动脉瘤患者1217例,其中支架辅助栓塞组631例,单纯栓塞组586例	支架辅助栓塞术后出血事件的发生率为2.5%,单纯栓塞组为5.1%;两组缺血事件的发生率分别为6.3%、3.1%($P<0.05$)。两组患者的致残率均为1.0%,致死率均为2.2%,差异无统计学意义(均 $P>0.05$)
14	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 ^[22]	Neurosurgery	2020	回顾分析LVIS支架辅助弹簧圈栓塞及单纯弹簧圈栓塞的急性破裂颅内动脉瘤患者,比较围手术期相关并发症以及临床和血管造影随访结局	LVIS支架辅助弹簧圈栓塞用于急性破裂的宽颈颅内动脉瘤,与单纯弹簧圈栓塞相比,具有相当的手术相关并发症发生率、更高的完全闭塞率和更低的随访复发率
15	Comparison of treatment results by coil embolization procedures for ruptured cerebral aneurysms ^[13]	Neuroendovasc Ther	2021	纳入75例急性期破裂的颅内囊状动脉瘤	与单纯弹簧圈栓塞治疗相比较,辅助栓塞技术栓塞事件的发生率更高
16	Propensity score-adjusted analysis on stent-assisted coiling versus coiling alone for ruptured intracranial aneurysms ^[25]	Sci Rep	2021	纳入64例支架辅助弹簧圈栓塞及220单纯弹簧圈栓塞的破裂颅内动脉瘤患者	与单纯弹簧圈相比,SAC治疗大型、宽颈破裂动脉瘤有更高的动脉瘤闭塞和相似的临床结果
17	Endovascular treatment of ruptured wide-necked anterior communicating artery aneurysms using a low-profile visualized intraluminal support (LVIS) device ^[23]	Front Neurol	2021	纳入31例采用支架辅助栓塞治疗的破裂前交通动脉瘤	LVIS支架辅助弹簧圈术治疗破裂的宽颈ACoA动脉瘤安全有效,围手术期并发症发生率相对较低,随访时完全闭塞率较高
18	Stent-assisted coiling vs. coiling alone of ruptured tiny intracranial aneurysms: A contemporary cohort study in a high-volume center ^[21]	Front Neurol	2022	纳入245例接受弹簧圈栓塞治疗的微小颅内动脉瘤破裂患者	与单纯弹簧圈栓塞组相比,SAC组出血性并发症的发生率更高,两组临床结局相当。LVIS支架可以提高安全性。LVIS支架辅助弹簧圈可能是破裂的微小颅内动脉瘤的更优选择
19	Safety and efficacy of endovascular treatment for tiny ruptured intracranial aneurysms with low-profile visualized intraluminal support stents ^[24]	Interv Neuroradiol	2023	纳入90例破裂的颅内微小动脉瘤,其中28例采用LVIS支架辅助栓塞	LVIS支架辅助栓塞治疗微小破裂的颅内动脉瘤安全有效
20	Safety and effectiveness of stent-assisted coiling with adjunctive techniques in ruptured acute aneurysms: a propensity score-matched cohort study ^[17]	J Neurosurg	2024	共纳入272例颅内破裂动脉瘤	与单纯栓塞相比,SAC术中破裂发生率及术中血栓形成的发生率较高。两组术后血栓形成比较,差异无统计学意义

参 考 文 献

- [1] LAWTON MT, VATES GE. Subarachnoid hemorrhage[J]. N Engl J Med, 2017, 377(3): 257-266.
- [2] 中华医学会神经外科学分会神经介入学组. 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(11): 606-616.
- [3] LINDGREN A, VERGOUWEN MD, VAN DER SCHAAF I, et al. Endovascular coiling versus neurosurgical clipping for people with aneurysmal subarachnoid haemorrhage[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2018, 8(8): CD003085.
- [4] BECHAN RS, SPRENGERS ME, MAJOIE CB, et al. Stent-assisted coil embolization of intracranial aneurysms: complications in acutely ruptured versus unruptured aneurysms [J]. Am J Neuroradiol, 2016, 37(3): 502-507.
- [5] CHUNG J, LIM YC, SUH SH, et al. Stent-assisted coil embolization of ruptured wide-necked aneurysms in the acute period: incidence of and risk factors for periprocedural complications[J]. J Neurosurg, 2014, 121(1): 4-11.
- [6] YANG HC, SUN Y, JIANG YH, et al. Comparison of stent-assisted coiling vs coiling alone in 563 intracranial aneurysms: safety and efficacy at a high-volume center[J]. Neurosurgery, 2015, 77(2): 241-247.
- [7] RYU CW, PARK S, SHIN HS, et al. Complications in stent-assisted endovascular therapy of ruptured intracranial

- aneurysms and relevance to antiplatelet administration: a systematic review[J]. *Am J Neuroradiol*, 2015, 36(9): 1682-1688.
- [8] ZUO Q, YANG PF, LV N, et al. Safety of coiling with stent placement for the treatment of ruptured wide-necked intracranial aneurysms: a contemporary cohort study in a high-volume center after improvement of skills and strategy[J]. *J Neurosurg*, 2018, 131(2): 435-441.
- [9] BODILY KD, CLOFT HJ, LANZINO G, et al. Stent-assisted coiling in acutely ruptured intracranial aneurysms: a qualitative, systematic review of the literature[J]. *Am J Neuroradiol*, 2011, 32(7): 1232-1236.
- [10] ZHANG XX, ZUO Q, TANG HS, 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(5): 489-496.
- [11] 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(6): 1398-1403.
- [12] YANG PF, ZHAO KJ, ZHOU Y, et al. Stent-assisted coil placement for the treatment of 211 acutely ruptured wide-necked intracranial aneurysms: a single-center 11-year experience[J]. *Radiology*, 2015, 276(2): 545-552.
- [13] NIIMI J, UEDA K, YOKOYAMA D, et al. Comparison of treatment results by coil embolization procedures for ruptured cerebral aneurysms[J]. *J Neuroendovasc Ther*, 2021, 15(4): 228-232.
- [14] ROH H, KIM J, BAE H, et al. Comparison of stent-assisted and no-stent coil embolization for safety and effectiveness in the treatment of ruptured intracranial aneurysms[J]. *J Neurosurg*, 2019: 1-7.
- [15] EDWARDS NJ, JONES WH, SANZGIRI A, et al. Antiplatelet therapy for the prevention of peri-coiling thromboembolism in high-risk patients with ruptured intracranial aneurysms[J]. *J Neurosurg*, 2017, 127(6): 1326-1332.
- [16] LEE SH, PARK IS, LEE JM, et al. Stent-assisted coil embolization using only a glycoprotein IIb/IIIa inhibitor (tirofiban) for ruptured wide-necked aneurysm repair[J]. *J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg*, 2018, 20(1): 14-23.
- [17] CHEN ZW, XIN YH, ZOU L, et al. Safety and effectiveness of stent-assisted coiling with adjunctive techniques in ruptured acute aneurysms: a propensity score-matched cohort study[J]. *J Neurosurg*, 2024, 140(3): 809-818.
- [18] ZHAO B, TAN XX, YANG H, et al. Stent-assisted coiling versus coiling alone of poor-grade ruptured intracranial aneurysms: a multicenter study[J]. *J Neurointerv Surg*, 2017, 9(2): 165-168.
- [19] 陈振, 张松, 晋亚洲, 等. 支架辅助弹簧圈栓塞与单纯弹簧圈栓塞治疗颅内破裂动脉瘤疗效的对比分析[J]. *中华神经外科杂志*, 2020, 36(1): 38-43.
- [20] MAHANEY KB, TODD MM, BAYMAN EO, et al. Acute postoperative neurological deterioration associated with surgery for ruptured intracranial aneurysm: incidence, predictors, and outcomes[J]. *J Neurosurg*, 2012, 116(6): 1267-1278.
- [21] ZHANG GH, WU YN, WEI YP, et al. Stent-assisted coiling vs. coiling alone of ruptured tiny intracranial aneurysms: a contemporary cohort study in a high-volume center[J]. *Front Neurol*, 2022, 13: 1076026.
- [22] 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.
- [23] XUE GC, LIU P, XU FF, et al. Endovascular treatment of ruptured wide-necked anterior communicating artery aneurysms using a low-profile visualized intraluminal support (LVIS) device[J]. *Front Neurol*, 2021, 11: 611875.
- [24] JIN YZ, GUO XB, QUAN T, et al. Safety and efficacy of endovascular treatment for tiny ruptured intracranial aneurysms with low-profile visualized intraluminal support stents[J]. *Interv Neuroradiol*, 2023, 29(2): 141-147.
- [25] GOERTZ L, LIEBIG T, PENNIG L, et al. Propensity score-adjusted analysis on stent-assisted coiling versus coiling alone for ruptured intracranial aneurysms[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 21742.

责任编辑:王荣兵