

颅内动脉瘤的支架辅助弹簧圈栓塞的疗效分析

程魁红 赵 刚 张锡武 陈 状 张建波 江 澈 武肖娜 罗高权

**【摘要】目的** 探讨支架辅助弹簧圈栓塞治疗颅内动脉瘤的有效性和安全性。**方法** 回顾性分析 2019 年 6~9 月支架辅助弹簧圈栓塞治疗的 62 例颅内动脉瘤的临床资料。**结果** 所有动脉瘤均成功栓塞,62 个动脉瘤共置入支架 64 枚,其中 Neuroform 支架 3 枚,Solitaire 支架 8 枚,LVIS 支架 10 枚,Enterprise 支架 43 枚;2 个动脉瘤各置入 2 枚。术后即刻造影显示 Raymond 分级 I 级 53 例(85.48%),II 级 3 例(4.84%),III 级 6 例(9.68%)。术中发生动脉瘤破裂 2 例(3.23%),术后发生缺血性事件 2 例(3.23%)。出院时,改良 Rankin 量表(mRS)评分 0~2 分 50 例(80.65%),3~5 分 10 例,死亡 2 例。57 例临床随访 6~32 个月,平均 19.7 个月,未出现动脉瘤再出血或新发梗死;mRS 评分 0~2 分 48 例(84.21%)分,3~5 分 9 例。30 例影像学随访 3~24 个月,平均 9.3 个月,1 例(3.33%)出现少量瘤颈复发。**结论** 支架辅助弹簧圈栓塞治疗颅内动脉瘤是可行、安全的,术中需要根据动脉瘤和载瘤动脉的具体情况以及治疗策略决定选取合适的支架。

**【关键词】** 颅内动脉瘤;血管内栓塞;支架;弹簧圈;疗效

**【文章编号】** 1009-153X(2022)08-0633-04 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 743.9; R 815.2

Efficacy and safety of stent-assisted coil embolization for patients with intracranial aneurysm

CHEN Kui-hong<sup>1,2</sup>, ZHAO Gang<sup>1,2</sup>, ZHANG Xi-wu<sup>2</sup>, CHEN Zhuang<sup>2</sup>, ZHANG Jian-bo<sup>2</sup>, JIANG Che<sup>2</sup>, WU Xiao-na<sup>2</sup>, LUO Gao-quan<sup>2</sup>. 1. First Clinical School of Medicine, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China; 2. Department of Neurosurgery, General Hospital of Southern Theater Command, PLA, Guangzhou 510010, China

**【Abstract】 Objective** To analyze the efficacy and safety of stent-assisted coil embolization for the patients with intracranial aneurysm. **Methods** The clinical data of 62 patients with intracranial aneurysm undergoing stent-assisted coil embolization from June 2019 to September 2019 were retrospectively analyzed. **Results** All the aneurysms were successfully embolized. A total of 64 stents were implanted in 62 aneurysms, including 3 Neuroform stents, 8 Solitaire stents, 10 LVIS stents, and 43 Enterprise stents; 2 aneurysms were implanted 2 stents each. Immediate postoperative angiography showed Raymond grade I in 53 patients (85.48%), grade II in 3 (4.84%), and grade III in 6 (9.68%). Intraoperative re-bleeding occurred in 2 patients (3.23%), and postoperative ischemic events occurred in 2 patients (3.23%). On discharge, the modified Rankin Scale (mRS) score of 0~2 was achieved in 50 patients (80.65%), score of 3~5 in 10, and 2 patients died. The clinical follow up of 57 patients (range, 6~32 months; average, 19.7 months) showed no aneurysm rebleeding or new infarction; mRS score of 0~2 in 48 patients (84.21%) and score of 3~5 in 9. The imaging follow-up of 30 patients (range, 3~24 months; average, 9.3 months) showed aneurysmal recurrence in 1 patient (3.33%). **Conclusions** Stent-assisted coil embolization is feasible and safe for the treatment of intracranial aneurysms. During the embolization, the appropriate stent should be selected according to the specific conditions of the aneurysms and parent arteries and the treatment strategies.

**【Key words】** Intracranial aneurysms; Endovascular embolization; Stents; Coil; Efficacy; Safety

颅内动脉瘤破裂是导致蛛网膜下腔出血的主要原因,病死率在 30%~45%,永久性神经功能障碍发生率可达 20%<sup>[1]</sup>。自从 1997 年首次报道支架辅助弹簧圈栓塞术治疗颅内动脉瘤以来<sup>[2]</sup>,血管内介入技术的应用越来越广泛。2009 年,国际动脉瘤性蛛网膜

下腔出血试验研究结果显示血管内栓塞为治疗颅内动脉瘤的一种重要方法<sup>[3]</sup>。对一些特殊的动脉瘤,如梭形动脉瘤、宽颈动脉瘤以及巨大动脉瘤等,单纯弹簧圈栓塞治疗效果往往不理想,需要支架辅助<sup>[4-6]</sup>。2019 年 6~9 月支架辅助弹簧圈栓塞治疗颅内动脉瘤 62 例,现总结如下。

1 资料和方法

1.1 研究对象 共纳入符合标准的颅内动脉瘤 62 例,其中男 23 例,女 39 例;年龄 25~80 岁,平均(55.98±10.13)岁;破裂动脉瘤 19 例,未破裂动脉瘤 43 例。

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2022.08.003  
作者单位:510515 广州,南方医科大学第一临床医学院(程魁红、赵刚);510010 广州,中国人民解放军南部战区总医院神经外科(程魁红、赵刚、张锡武、陈状、张建波、江澈、武肖娜、罗高权)  
通讯作者:赵刚,E-mail:1443364859@qq.com

纳入标准:DSA明确诊断为颅内动脉瘤;医学影像学资料和手术资料齐全。排除标准:单纯弹簧圈栓塞或其他方式支架辅助;合并其他颅内病变,如动静脉畸形、动静脉瘘等;存在介入手术禁忌症。

1.2 临床表现 19例破裂动脉瘤中,单纯头痛2例,头痛伴头晕5例,头痛、头晕伴呕吐4例,嗜睡5例,浅昏迷2例,中昏迷1例。43例未破裂动脉瘤中,无明显症状11例,单纯头晕6例,单纯头痛3例,头痛伴头晕10例,头痛伴上睑下垂1例,头痛、头晕伴呕吐2例,头痛、头晕伴肢体乏力9例,中昏迷1例(高处坠落后发现动脉瘤)。术前 Hunt-Hess 分级:0级43例,Ⅰ级1例,Ⅱ级10例,Ⅲ级5例,Ⅳ级3例。

1.3 影像学检查 术前均行头部CTA或MRA检查,并经DSA检查证实。动脉瘤最大直径<5 mm有27枚,≥5 mm有35枚;前循环55枚,后循环7枚。

### 1.4 治疗方法

1.4.1 抗血小板治疗 未破裂动脉瘤:术前给予双联抗血小板治疗3 d(阿司匹林 100 mg/d+氯吡格雷 75 mg/d),术后常规继续服用3个月后改长期口服单一抗血小板药物。破裂动脉瘤:术前予双联抗血小板负荷剂量(阿司匹林 300 mg+氯吡格雷 300 mg),或术中替罗非班动脉内予负荷剂量后继续静脉内予维持剂量24 h。术后双联抗血小板治疗至少6周后,改为单药抗血小板治疗至少6个月。有出血倾向或其他基础疾病者,视情况调整用药。

1.4.2 支架辅助弹簧圈栓塞术 术前均常规血管造影,并通过三维重建技术对动脉瘤进行精确测量。均在全麻下行血管内治疗,常规股动脉穿刺置6F动脉鞘,常规肝素化后,将6F引导导管置于颈内动脉近岩骨段。通常先将微导管在微导丝辅助下直接超选至动脉瘤远端的载瘤血管内,对血管径路较为迂曲的前交通动脉动脉瘤,则先将微导管先超选至动

脉远端,然后通过交换技术将支架导管输送到位。再根据瘤顶指向及载瘤动脉的血管曲度对微导管进行塑形后超选至接近瘤颈处或进入动脉瘤囊内。在动脉瘤腔内先填入0.5~1.0个环弹簧圈,释放支架后继续填入弹簧圈完成动脉瘤栓塞。

1.5 术后处理 术后立即进行血管造影以确定动脉瘤栓塞和载瘤动脉通畅情况。栓塞结果采用 Raymond 分级评估:Ⅰ级,完全栓塞;Ⅱ级,仅瘤颈残留;Ⅲ级,瘤腔残留,有造影剂滞留。应用改良 Rankin 量表(modified Rankin scale, mRS)评分评估预后,其中0~2分预后良好,3~5分预后较差。

1.6 统计学方法 采用SPSS 26.0软件分析;正态分布定量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,用 $t$ 检验;非正态分布定量资料用中位数表示,用秩和检验;定性资料用 $\chi^2$ 检验或 Fisher 精确概率法检验;以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

2.1 术后即刻动脉瘤栓塞情况 62个动脉瘤共置入支架64枚,其中 Neuroform 支架3枚, Solitaire 支架8枚, LVIS 支架10枚, Enterprise 支架43枚;2例动脉瘤置入2枚。术后即刻造影显示 Raymond 分级Ⅰ级53例(85.48%;图1),Ⅱ级3例(4.84%),Ⅲ级6例(9.68%);其中Ⅰ级+Ⅱ级栓塞占90.32%。

2.2 围手术期并发症 术中动脉瘤破裂出血2例(3.23%),其中1例及时完成瘤腔致密栓塞,同时使用鱼精蛋白中和肝素,术后抗血管痉挛治疗,无不良后果;1例出血后急性脑血管痉挛导致颅内压增高,脑水肿加重致脑疝死亡。术后发生缺血性事件2例(3.23%),其中1例术中发生血管痉挛导致狭窄,予以2 mg尼莫地平通过导引导管缓慢推入,之后导管内推入适量罂粟碱后血管痉挛明显缓解,但术后仍

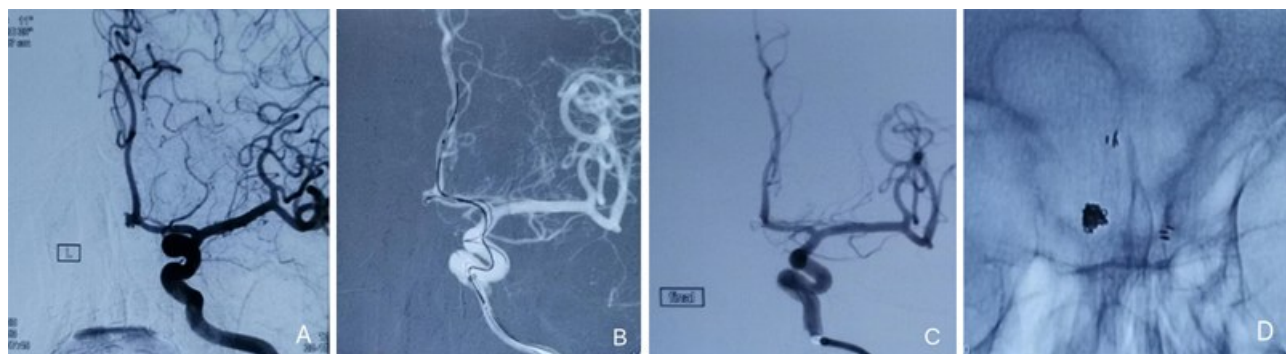


图1 前交通动脉微小动脉瘤支架辅助弹簧圈栓塞治疗前后影像

A. 术前 DSA 示前交通动脉破裂微小动脉瘤;B. 术中 DSA, 支架到位, 释放弹簧圈1个环;C. 术后 DSA 示动脉瘤完全栓塞;D. 术后 DSA 示动脉瘤完全栓塞

出现短暂缺血性神经损伤症状,残留一侧肢体肌力下降;1 例术后 30 d 内因脑干功能衰竭而死亡(术前 Hunt-Hess 分级Ⅳ级)。

2.3 随访结果 出院时,50 例预后良好,10 例预后较差,2 例死亡。57 例临床随访 6~32 个月,平均 19.7 个月,未出现动脉瘤再出血或新发梗死;预后良好 48 例(84.21%),预后较差 9 例。30 例影像学随访 3~24 个月,平均 9.3 个月;20 例 DSA 复查显示 1 例少量瘤颈复发;10 例 CTA 或 MRA 复查未见明显异常。

3 讨论

随着神经介入材料和技术的发展,介入栓塞已成为治疗颅内动脉瘤的主要方式,介入治疗的方式有单纯栓塞技术、双导管技术、球囊辅助栓塞技术和支架辅助栓塞技术。相比与其他手术方式,支架辅助弹簧圈栓塞颅内动脉瘤有更高的闭塞率和更低的复发率<sup>[7]</sup>。其优点有:防止弹簧圈突入载瘤动脉;提高栓塞率,降低复发率;重塑载瘤动脉;重塑瘤颈。

黄青海等<sup>[8]</sup>提出按弹簧圈填塞的先后,主要分为微导管穿越支架技术和支架稳定微导管技术,并提出支架后释放技术。临床上,常用的 Enterprise 支架是一种环闭自膨式镍钛合金支架,不易变形,有较强径向支撑力,可有效阻止弹簧圈脱出,可用于治疗颅内宽颈动脉瘤。研究证实 Enterprise 支架辅助弹簧圈栓塞治疗颅内动脉瘤,明显改变瘤内血流动力学,使载瘤动脉被重建、血流被重构,瘤腔内涡流减少或消失,血流形式由复杂转向简单,有效降低复发率<sup>[9]</sup>。LVIS 支架是自膨式编织支架,全程可视,较 Enterprise 支架具有更高的金属覆盖率,同时柔顺性、贴壁性更好,有一定血流导向作用,但强径向支撑力比 Enterprise 支架要小。当载瘤动脉伴有大型动脉瘤或者明显原位狭窄,需要有较强径向支撑力支架时,我们倾向于使用 Enterprise 支架。本文结果病例术后即刻造影显示 Raymond 分级Ⅰ级+Ⅱ级占 90.32%。文献报道微小动脉瘤微导管、微导丝到位困难,其栓塞技术成功率为 92.9%<sup>[10]</sup>。本文所有微小动脉瘤均成功栓塞,栓塞技术成功率为 100%,且术中未发生出血情况。

Bodily 等<sup>[11]</sup>报道支架辅助栓塞治疗颅内动脉瘤,结果显示未破裂动脉瘤的并发症发生率为 6%,破裂动脉瘤的并发症发生率高达 13%。一个包含 12 项研究的荟萃分析显示支架辅助弹簧圈栓塞术总体并发症发生率为 11.85%,缺血、出血并发症发生率分别为 4.68%、2.46%<sup>[12]</sup>。文献报道的并发症发生率在

5%~30%,可能与纳入对象及不同手术时期有关<sup>[13-15]</sup>。本文未破裂动脉瘤并发症发生率为 4.65%,破裂动脉瘤并发症发生率为 10.53%;总体手术并发症发生率为 6.45%,缺血、出血并发症发生率都为 3.23%。颅内动脉瘤血管内治疗的主要并发症为缺血性并发症和出血性并发症<sup>[13]</sup>,主要是术中动脉瘤破裂出血和术后脑缺血。术中动脉瘤破裂出血是动脉瘤栓塞过程中最严重并发症,可能的原因:①导丝及导管释放不到位,使张力作用于动脉瘤壁导致其破裂或术者操作不够轻柔,因导丝摆动幅度过大使其破裂;②弹簧圈过硬,栓塞过程中所用的力度较大,使其破裂;③支架释放时,压迫弹簧圈输送导管的头顶破瘤壁;④采用支架外导管法时,支架释放后弹簧圈输送导管的活动性降低,栓塞后期微导管头无法后退释放压力,继续填入弹簧圈时可能导致动脉瘤破裂。如果术中动脉瘤破裂出血量大,可考虑行开颅清除血肿+动脉瘤夹闭术。我们先在动脉瘤内先填入 0.5~1.0 个环的弹簧圈再释放支架,避免管头顶破瘤壁,2 例术中发生动脉瘤破裂出血,其中 1 例为过度致密栓塞造成,同时导管头端被支架固定有关。因此,当弹簧圈阻力较大时,即可停止栓塞,对动脉瘤栓塞不必过分追求完美,后期支架会重塑血流并诱导内皮化,少许瘤颈残留在后续随访过程中可能实现完全闭塞<sup>[16-18]</sup>。本文 2 例术后出现缺血并发症,分析原因可能为血管痉挛、血栓栓塞等。术中发生血管痉挛的常见因素有:①术中导丝、导管等介入器械对脑血管壁的直接刺激;②术中动脉瘤破裂出血对血管的刺激。血栓栓塞事件是介入术后致残的最常见原因,其发生主要与材料异物的致栓性、术中血管内膜损伤及血管内操作时间长等因素有关,也可能与抗凝或抗栓治疗不够充分及蛛网膜下腔出血后凝血机制激活有关。

颅内动脉瘤术后复发可能由角度重构引起<sup>[19]</sup>或栓塞不全造成<sup>[20]</sup>。Linzey 等<sup>[21]</sup>报道颅内动脉瘤术后复发率为 17.2%。本文 30 例影像复查,1 例(3.3%)出现少量瘤颈复发。

总之,支架辅助弹簧圈栓塞治疗颅内动脉瘤是可行、安全的。术中需要根据动脉瘤、载瘤动脉与治疗策略决定选取合适的支架。

【参考文献】

[1] Bechan RS, Sprengers ME, Majoie CB, *et al.* Stent-assisted coil embolization of intracranial aneurysms: complications



- in acutely ruptured versus unruptured aneurysms [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2016, 37(3): 502-507.
- [2] Higashida RT, Smith W, Gress D, *et al.* Intravascular stent and endovascular coil placement for a ruptured fusiform aneurysm of the basilar artery: case report and review of the literature [J]. *J Neurosurg*, 1997, 87(6): 944-949.
- [3] Molyneux AJ, Kerr RS, Birks J, *et al.* Risk of recurrent subarachnoid haemorrhage, death, or dependence and standardised mortality ratios after clipping or coiling of an intracranial aneurysm in the International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT): long-term follow-up [J]. *Lancet Neurol*, 2009, 8(5): 427-433.
- [4] 李治国, 水少锋, 韩新巍, 等. 颈内动脉多发宽颈动脉瘤的介入治疗分析[J]. 中国临床神经外科杂志, 2019, 24(8): 453-456.
- [5] 朱辰路, 孙阳阳, 杨振兴, 等. 血管内栓塞治疗后循环破裂动脉瘤 24 例[J]. 中国临床神经外科杂志, 2021, 26(3): 189-190.
- [6] 黄伟, 曾括, 幸标, 等. 胼周动脉动脉瘤 42 例治疗分析[J]. 中国临床神经外科杂志, 2021, 26(9): 662-665.
- [7] Mokin M, Primiani CT, Ren Z, *et al.* Stent-assisted coiling of cerebral aneurysms: multi-center analysis of radiographic and clinical outcomes in 659 patients [J]. *J Neurointerv Surg*, 2020, 12(3): 289-297.
- [8] 黄清海, 刘建民, 杨鹏飞, 等. 支架后释放技术在颅内宽颈动脉瘤栓塞治疗中的应用[J]. 中华脑血管病杂志: 电子版, 2009, 3(5): 3-8.
- [9] 张少杰, 白三莉, 刘洋, 等. 颅内动脉瘤 Enterprise 支架辅助弹簧圈栓塞术后的血流动力学变化: 基于计算流体力学分析[J]. 中国临床神经外科杂志, 2022, 27(1): 1-5.
- [10] Pop R, Aloraini Z, Mihoc D, *et al.* Embolization of very small ( $\leq 3$  mm) unruptured intracranial aneurysms: a large single-center experience on treatment of unruptured versus ruptured cases [J]. *World Neurosurg*, 2019, 128: e1087-e1095.
- [11] Bodily KD, Cloft HJ, Lanzino G, *et al.* Stent-assisted coiling in acutely ruptured intracranial aneurysms: a qualitative, systematic review of the literature [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2011, 32(7): 1232-1236.
- [12] Feng MT, Wen WL, Feng ZZ, *et al.* Endovascular embolization of intracranial aneurysms: to use stent(s) or not--systematic review and meta-analysis [J]. *World Neurosurg*, 2016, 93: 271-278.
- [13] Pierot L, Barbe C, Nguyen HA, *et al.* Intraoperative complications of endovascular treatment of intracranial aneurysms with coiling or balloon-assisted coiling in a prospective multicenter cohort of 1088 participants: Analysis of Recanalization after Endovascular Treatment of Intracranial Aneurysm (ARETA) Study [J]. *Radiology*, 2020, 296(2): E130-E133.
- [14] Liu Y, Wang J, Lin L, *et al.* Clinical study on complications of intracranial ruptured aneurysm embolization by stent-assisted coil [J]. *Med Sci Monit*, 2018, 24: 8115-8124.
- [15] Salahuddin H, Siddiqui NS, Castonguay AC, *et al.* Recent trends in electively treated unruptured intracranial aneurysms [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2019, 28(7): 2011-2017.
- [16] Tureli D, Sabet S, Senol S, *et al.* Stent-assisted coil embolization of challenging intracranial aneurysms: initial and mid-term results with low-profile ACCLINO devices [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2016, 158(8): 1545-1553.
- [17] Xu D, Zhang C, Wang T, *et al.* Evaluation of Enterprise stent-assisted coiling and telescoping stent technique as treatment of supraclinoid blister aneurysms of the internal carotid artery [J]. *World Neurosurg*, 2018, 110: e890-e896.
- [18] Lim JW, Lee J, Cho YD. Progressive occlusion of small saccular aneurysms incompletely occluded after stent-assisted coil embolization: analysis of related factors and long-term outcomes [J]. *Clin Neuroradiol*, 2018, 28(4): 569-577.
- [19] Ishii A, Chihara H, Kikuchi T, *et al.* Contribution of the straightening effect of the parent artery to decreased recanalization in stent-assisted coiling of large aneurysms [J]. *J Neurosurg*, 2017, 127(5): 1063-1069.
- [20] Ishida W, Sato M, Amano T, *et al.* The significant impact of framing coils on long-term outcomes in endovascular coiling for intracranial aneurysms: how to select an appropriate framing coil [J]. *J Neurosurg*, 2016, 125(3): 705-712.
- [21] Linzey JR, Griaudze J, Guan Z, *et al.* Stent-assisted coiling of cerebrovascular aneurysms: experience at a large tertiary care center with a focus on predictors of recurrence [J]. *J Neurointerv Surg*, 2017, 9(11): 1081-1085.

(2022-06-27 收稿, 2022-07-28 修回)