

LVIS支架辅助栓塞颅内微小动脉瘤的安全性及疗效分析

钱晓敏*, 苏平, 刘博虎, 王京, 高鸿, 刘俊, 岑键昌#

昆明市第一人民医院神经外科, 云南 昆明
Email: 570531397@qq.com, #105753329@qq.com

收稿日期: 2020年9月2日; 录用日期: 2020年9月15日; 发布日期: 2020年9月22日

摘要

目的: 分析使用LVIS支架辅助栓塞颅内微小动脉瘤的安全性和疗效。方法: 回顾性分析了2017年1月至2019年12月使用LVIS支架辅助治疗的23例颅内微小动脉瘤患者临床及随访资料, 分析术中并发症、手术效果及预后随访情况。结果: 23例颅内微小动脉瘤患者均使用LVIS支架辅助弹簧圈栓塞。23例患者共使用LVIS支架25枚, 1例患者置入了双支架, 1例患者为2枚颅内微小动脉瘤, 置入了两枚支架, 支架释放成功率达100%。术中动脉瘤破裂出血1例(4.3%), 1例患者出现支架内血栓形成(4.3%)。术后即刻造影, Raymond I级栓塞16枚(66.7%), Raymond II级栓塞6枚(25%), Raymond III级栓塞2枚(8.3%), 围手术期未再发生脑出血及脑梗死情况; 随访3月至1年, 所有患者均复查造影, Raymond I级栓塞22枚(91.7%), Raymond II级栓塞2枚(8.3%), 所有LVIS支架均展开良好, 无支架移位、分支血管闭塞及血管狭窄情况。随访期间患者mRS评分0分21例, mRS评分2分1例, mRS评分3分1例, 预后良好率达到96% (mRS评分0~2分)。结论: LVIS支架辅助栓塞颅内微小动脉瘤是安全有效的方法, 能提高动脉瘤治愈率, 近期治疗效果良好, 但要求术者需具备良好的支架应用技巧, 远期疗效仍需多中心、大样本及长时间的随访观察。

关键词

颅内微小动脉瘤, LVIS支架, 预后, 安全性, 疗效分析

Analysis of Safety and Efficacy of LVIS Stent Assisted Embolization for Intracranial Microaneurysm

Xiaomin Qian*, Ping Su, Bohu Liu, Jing Wang, Hong Gao, Jun Liu, Jianchang Cen#

*第一作者。
#通讯作者。

文章引用: 钱晓敏, 苏平, 刘博虎, 王京, 高鸿, 刘俊, 岑键昌. LVIS 支架辅助栓塞颅内微小动脉瘤的安全性及疗效分析[J]. 医学诊断, 2020, 10(3): 137-145. DOI: 10.12677/md.2020.103022

Abstract

Objective: To analyze the safety and efficacy of LVIS stent assisted embolization for intracranial microaneurysm. **Method:** Retrospective analysis was performed on the clinical and follow-up data of 23 patients with intracranial microaneurysms who underwent LVIS stent assisted embolization from January 2017 to December 2019, and the intraoperative complications, surgical effect and prognosis were analyzed. **Result:** All the 23 patients with intracranial microaneurysm underwent LVIS assisted coil embolization. Twenty five LVIS stents were used in 23 patients; 1 patient received dual LVIS stent; two stents were implanted in one patient with 2 intracranial microaneurysms. The success rate of stent release was 100%. There was one case of intraoperative aneurysm rupture and hemorrhage (4.3%). One case developed stent thrombosis (4.3%). Immediate postoperative angiography showed that 16 (66.7%) microaneurysms achieved Raymond grade I embolization; 6 (25%) microaneurysms achieved Raymond grade II embolization; 2 (8.3%) microaneurysms achieved Raymond grade III embolization. There was no cerebral hemorrhage and cerebral infarction in perioperative period. The follow-up time was 3 months to 1 year. All patients were reexamined angiography during follow-up. 22 (91.7%) microaneurysms achieved Raymond grade I embolization. 2 (8.3%) microaneurysms achieved Raymond grade II embolization. All LVIS stents were well deployed without stent displacement, branch vessel occlusion and vascular stenosis. During the follow-up period, the mRS score was 0 in 21 cases; the mRS score was 2 in 1 cases; the mRS score was 3 in 1 cases; the favorable prognosis (with the mRS score at 0 - 2) rate reached 96%. **Conclusion:** LVIS stent assisted embolization for intracranial microaneurysms is a safe and effective method. It can improve the cure rate of aneurysm, and the short-term treatment effect is good, but it is required that the operator should have good stent application skills, and the long-term efficacy still needs multi center, large sample and long term follow-up.

Keywords

Intracranial Microaneurysm, LVIS Stents, Prognosis, Safety, Efficacy Analysis

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着介入技术的进步和介入材料的发展,介入治疗逐渐成为了治疗颅内动脉瘤的主要方式之一,特别在支架辅助技术的应用下,使得对于特殊类型动脉瘤,如夹层动脉瘤、血泡动脉瘤、巨大动脉瘤的治疗成为了可能,并得到了广泛的应用。颅内微小动脉瘤作为特殊类型动脉瘤,一直是临床治疗的难点,因外科手术存在暴露、夹闭困难及术后并发症等方面问题,介入手术已成为了主要的治疗方式之一,目前临床上将最大直径小于等于 3 mm 的颅内动脉瘤定义为颅内微小动脉瘤[1] (Intracranial microaneurysm)。颅内微小动脉瘤因动脉瘤瘤腔小及相对宽颈,单纯填塞较为困难,多采用支架辅助栓塞,目前国内常使

用的支架包括 Neuroform 支架、Enterprise 支架、Solitaire 支架和 LVIS 支架，其中，LVIS 支架作为新一代的颅内可视化密网编织支架，具有良好的通过性、顺应性及贴壁性[2]，其在颅内微小动脉瘤的介入栓塞治疗中得到了越来越广泛的应用，安全性及有效性逐渐获得了认可[3] [4]。本研究回顾性的收集和分析了 2017 年 1 月至 2019 年 12 月在昆明市第一人民医院使用 LVIS 支架辅助栓塞的 23 例颅内微小动脉瘤患者的临床及随访资料，分析其安全性及疗效，报道如下。

2. 资料和方法

2.1. 一般资料

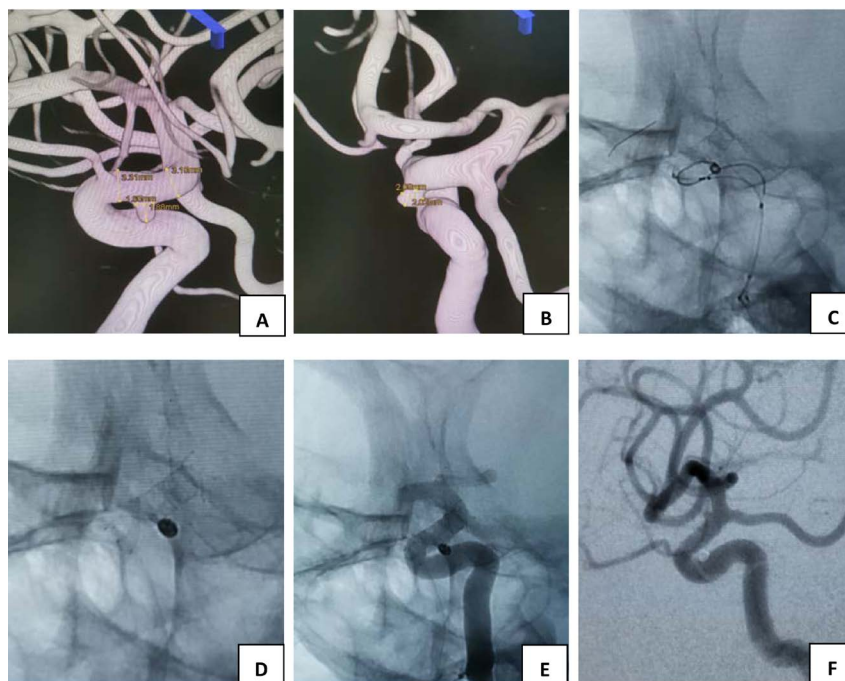
收集的 23 例患者资料，其中男性 9 例，女性 14 例，年龄 43~70 岁，平均年龄 53.8 岁；15 例为动脉瘤破裂出血患者，其中 13 例患者表现为头痛、呕吐，2 例患者出现意识丧失情况， Hunt-Hess 分级 I 级 1 例，II 级 5 例，III 级 7 例，IV 级 2 例；8 例为未破裂动脉瘤患者，其中 3 例患者表现为头晕，1 例患者表现为头痛，1 例患者表现为肢体麻木，3 例患者无明显症状，为完善血管检查时发现。

2.2. 影像学资料

所有 15 例出血患者均由 CT 扫描确诊为蛛网膜下腔出血，其中 4 例患者有侧脑室、第三、第四脑室积血，2 例患者出现额叶血肿情况，根据头颅 CT 进行改良 Fisher 分级，I 级 0 例，II 级 3 例，III 级 4 例，IV 级 8 例。23 例患者中，13 例患者术前通过 CTA 检查发现动脉瘤，5 例患者术前通过 MRA 检查发现动脉瘤，5 例患者直接通过全脑血管造影检查发现动脉瘤；所有患者均通过全脑血管造影术确诊动脉瘤大小及位置，有 5 例患者发现颅内多发动脉瘤，其中 4 例多发动脉瘤患者均发现 1 枚微小动脉瘤，1 例患者发现两枚微小动脉瘤。23 例患者合计发现 24 枚颅内微小动脉瘤，其中前交通段微小动脉瘤 7 枚，颈内动脉眼段微小动脉瘤(C6 段) 5 枚，颈内动脉交通段微小动脉瘤(C7 段) 5 枚，颈内动脉床突段微小动脉瘤(C5) 2 枚，大脑中动脉分叉部微小动脉瘤 2 枚，基底动脉段微小动脉瘤 1 枚，小脑上动脉段微小动脉瘤 1 枚，椎动脉 V4 段微小动脉瘤 1 枚，瘤体最大直径 1.4~3.0 mm。

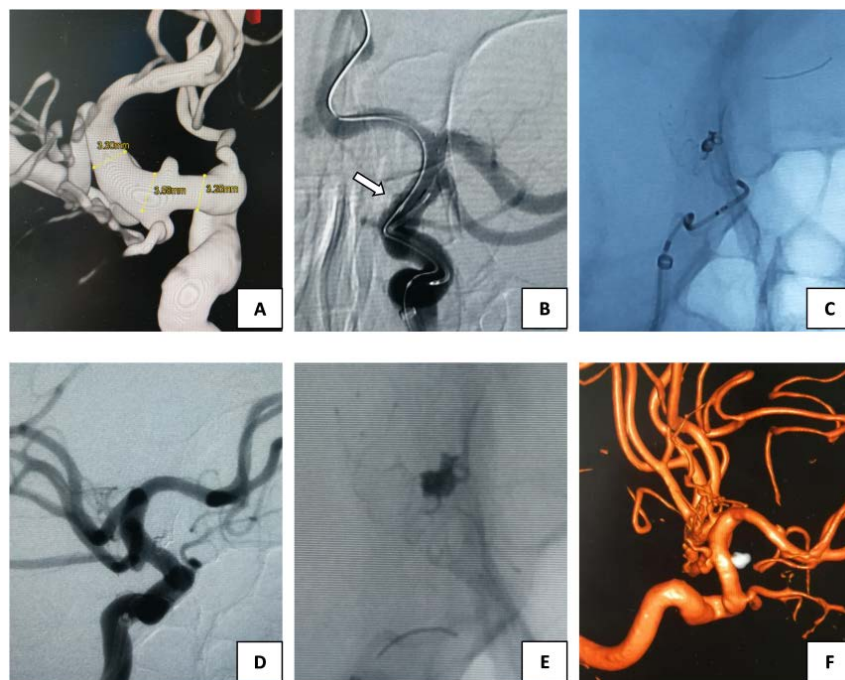
2.3. 手术治疗方法

所有患者均采取全身麻醉下介入治疗，常规穿刺 6F 动脉鞘，8 例患者血管迂曲置入 90 cm 长鞘，穿刺完成后经静脉给予全身肝素化，剂量为约 60~80 u/kg，每半小时减半给药，同时在接导引导管的 500 ml 高压输液内加入肝素 1500 u 及法舒地尔 30 mg 持续缓慢滴注。常规使用 150 cm 造影导丝引导 6F MPD 导引导管置入载瘤动脉，血管迂曲患者使用 90 cm 长鞘联合 6F Navien072 导管置入载瘤动脉，尽可能接近动脉瘤，获得良好支撑力。行 3D-DSA 成像，选取合适的工作角度，准确测量动脉瘤大小、瘤颈和载瘤动脉直径，根据测量结果选择合适大小的支架和弹簧圈。先使用微导丝(Synchro14、Traxcess14)引导支架微导管(Headway21、Prowler select plus)到达载瘤动脉远端血管，再使用微导丝将塑形后的微导管(Echelon-10)置入动脉瘤内，选择合适弹簧圈，先填塞一圈或数圈弹簧圈入动脉瘤，根据载瘤动脉直径测量结果选择合适的支架(LVIS)，支架微导管内引入支架到位后，后撤支架微导管并抵住支架输送导丝，释放支架前段锚定后，缓慢释放支架覆盖瘤颈口，填塞弹簧圈，DSA 确认填塞满意后完全释放支架。多角度造影联合 20s DynaCT 观察支架打开及贴壁满意后撤出支架内输送导丝及支架导管，若释放支架过程中发现支架打开不良可采取对支架微导管进行反复推拉释放支架促使支架打开完全，释放后支架末端打开不良可使用导丝“J”形塑形后搅动支架末端促使支架打开，必要时可使用球囊扩张。动脉瘤瘤颈处可采取“压缩”方式增加动脉瘤瘤颈覆盖(图 1、图 2)，对于分叉血管处动脉瘤，可采取推挤支架使支架膨大变形形成“灯笼”样达到保护分支血管目的[5]。术中及术后常规持续泵入尼莫地平防治血管痉挛。



A、B：三维旋转显示的动脉瘤形态、大小及测量血管直径情况；C：LVIS 支架辅助栓塞动脉瘤；D、E：动脉瘤栓塞致密，动脉瘤瘤颈处采取“压缩”方式增加动脉瘤瘤颈覆盖，LVIS 支架完全展开；F：术后 3 月复查 DSA 示动脉瘤栓塞致密，无复发情况。

Figure 1. Female patient, 58 years old, with a small ocular aneurysm in the right internal carotid artery
图 1. 患者女，58 岁，右侧颈内动脉眼段微小动脉瘤



A：三维旋转显示的动脉瘤及测量血管直径情况；B：微导丝引导微导管到达接近动脉瘤位置，开始半释放支架将微导管头端压入动脉瘤瘤颈；C：LVIS 支架辅助栓塞动脉瘤；D：动脉瘤致密栓塞；E：LVIS 支架完全展开，动脉瘤瘤颈处采取“压缩”方式增加动脉瘤瘤颈覆盖；F：术后 3 月复查 DSA 双容积成像动脉瘤栓塞致密，无复发情况。

Figure 2. A 56-year-old female patient with a small aneurysm in the traffic segment of the left internal carotid artery
图 2. 患者女，56 岁，左侧颈内动脉交通段微小动脉瘤

2.4. 围手术期用药

未破裂动脉瘤患者术前常规口服双联抗血小板聚集药物氯吡格雷(75 mg/d)及阿司匹林肠溶片(100 mg/d)不少于3日,术中开始释放支架前3 min内推注替罗非班4 ug/kg,并持续以静脉泵入0.06 ug/(kg·min),术后次日起继续口服氯吡格雷(75 mg/d)及阿司匹林肠溶片(100 mg/d),与替罗非班重叠四小时后停用替罗非班,3月后长期服用阿司匹林(100 mg/d)。对于破裂动脉瘤,术前不再服用双抗复合剂量,术中开始释放支架前3 min内推注替罗非班5 ug/kg,并持续以静脉泵入0.08 ug/(kg·min),术后次日起口服氯吡格雷(75 mg/d)及阿司匹林肠溶片(100 mg/d),与替罗非班重叠四小时后停用替罗非班,双抗服用3月后长期服用阿司匹林(100 mg/d)。

2.5. 手术效果评价及随访

术后即刻造影及随访造影均采用 Raymond 分级[6]评估栓塞情况, I 级为动脉瘤体及瘤颈均无对比剂充盈,完全栓塞; II 级为动脉瘤颈有对比剂充盈,而瘤体无对比剂充盈,近全栓塞; III 级为动脉瘤体有造影剂充盈,部分栓塞。统计术中发生支架内血栓形成、弹簧圈突出支架逃逸、支架打开不良及动脉瘤破裂出血等不良事件情况。术后神经功能评估采用改良 Rankin 量表(mRS)评分, mRS 评分 0~2 分为预后良好。术后 3~6 月常规返院复查全脑血管造影术,观察动脉瘤栓塞情况、分支血管是否有闭塞情况、支架有无移位及载瘤动脉是否存在再狭窄情况。

3. 结果

3.1. 手术结果

23 例患者使用 LVIS 支架 25 枚, 1 例患者疑似微小血泡动脉瘤使用了双 LVIS 支架, 1 例患者为 2 枚不同血管微小动脉瘤, 置入了两枚支架。15 枚支架均一次性释放完全打开, 7 枚支架释放过程中打开不良, 采取对支架微导管进行反复推拉释放支架后完全打开, 3 枚支架释放后末端打开不良, 其中 2 例患者使用微导丝“J”形塑形后搅动支架末端后打开完全, 1 例患者采取球囊后扩后打开成功, 支架释放成功率达 100%, 术中未发生弹簧圈突出支架逃逸情况。术中 1 例患者出现支架内血栓形成, 予缓慢静推替罗非班 10 ml 后造影血栓消失, 血流恢复正常, 术后未出现新发神经功能障碍情况; 1 例前交通微小动脉瘤患者填塞动脉瘤过程中出现造影剂外渗情况, 予快速致密填塞止血, 同时快速静滴甘露醇 250 ml 及静推呋塞米 20 mg 降颅压治疗, 术后复查 CT 示蛛网膜下腔出血情况较前明显增加, 脑室积血, 脑积水, 再予急诊行脑室钻孔置管外引流术, 术后予对症支持治疗, 1 日后患者苏醒, 予拔出气管插管, 术后恢复良好, 出院时 mRS 评分 2 分。所有患者栓塞术后即刻造影示 Raymond I 级栓塞 16 枚(66.7%), Raymond II 级栓塞 6 枚(25%), Raymond III 级栓塞 2 枚(8.3%)。术后患者均未出现再出血及脑梗死情况, 出院时患者 mRS 评分 0 分 15 例, mRS 评分 1 分 5 例, mRS 评分 2 分 1 例, mRS 评分 3 分 1 例, mRS 评分 4 分 1 例, mRS 评分 3~4 分患者均为术前 Hunt-Hess 分级 IV 级患者。

3.2. 随访结果

23 例患者均随访, 随访时间为 3 月至 1 年, 随访时间内未发生动脉瘤再出血及脑梗死情况; 所有随访患者均在术后 3 至 6 月复查全脑血管造影术, LVIS 支架辅助栓塞的 24 枚颅内微小动脉瘤随访结果中, Raymond I 级栓塞 22 枚(91.7%), Raymond II 级栓塞 2 枚(8.3%) (见表 1), 所有 LVIS 支架均展开良好, 无支架移位、分支血管闭塞及血管狭窄情况。随访期间患者 mRS 评分 0 分 21 例, mRS 评分 2 分 1 例, mRS 评分 3 分 1 例, 无新发残疾及死亡病例, 22 例(96%)患者预后良好。

Table 1. Immediate postoperative angiography and follow-up period (3 to 6 months) re-examination of angiography
表 1. 术后即刻造影及随访期间内(3~6 月)复查造影情况

		Raymond 分级			合计
		I 级	II 级	III 级	
栓塞术后即刻造影	动脉瘤数(枚)	16	6	2	24
	占比	66.7%	25%	8.3%	100%
术后 3 月至 6 月复查造影	动脉瘤数(枚)	22	2	0	24
	占比	91.7%	8.3%	0	100%

4. 讨论

颅内微小动脉为神经外科手术难点, 因动脉瘤瘤体小, 瘤壁薄及相对宽颈等情况, 手术相对困难; 对于血管内治疗, 难点主要在于微导管到位困难、微导管稳定性差、动脉瘤术中易破裂及弹簧圈逃逸等问题, 造成既往微小动脉瘤栓塞的并发症大于普通动脉瘤。Brinjikji W 等[7]对 2010 年以前的已发表的关于血管内治疗微小颅内动脉瘤的研究进行了荟萃分析, 发现其围手术期破裂的风险高于较大动脉瘤, 围手术期死亡率和致残率达到了不可忽略的 7.3%。近些年来, 随着介入技术的进步及介入材料的发展, 介入治疗颅内微小动脉瘤的并发症率较前明显减少, 安全性及有效性得到了显著的提升, 逐渐得到了广泛的应用, 2015 年 Stetler, William R 等[8]回顾性分析了接受弹簧圈栓塞术的 483 例颅内动脉瘤患者后得出通过血管内弹簧圈栓塞技术治疗颅内微小动脉瘤不劣于血管内治疗较大动脉瘤, 此类动脉瘤的治疗是安全有效的, 并发症和复发率可接受。颅内微小动脉瘤因相对宽颈, 单纯弹簧圈栓塞相对困难, 术中存在弹簧圈突入载瘤动脉、难以致密填塞及追求过度填塞造成破裂出血等问题, 支架辅助栓塞相对适宜。支架辅助可防止弹簧圈突入载瘤动脉, 同时可起到导向血流及促进血管内膜的生长从而达到修复血管减少复发的目的。Pop, Raoul 等[9]对 2009 年至 2018 年的微小未破裂和破裂颅内动脉瘤介入栓塞的回顾性分析发现, 在血管内辅助栓塞装置技术发展的背景下, 术中动脉瘤破裂出血比例较既往报道明显降低, 致残率及死亡率明显下降。Zhang, Yisen 等[10]对多中心 93 例微小破裂动脉瘤的血管内治疗患者进行并发症及疗效分析发现使用支架治疗显著降低了复发率, 无额外风险。

目前颅内常用的支架包括激光雕刻支架, 代表如 Neuroform、Enterprise、Solitaire 等, 编织型支架, 代表如 LVIS 及 Pipeline 等。对于颅内微小动脉瘤, 因术中需使用较小弹簧圈, 而激光雕刻支架因支架网孔较宽及贴壁性稍差, 术中存在弹簧圈脱出可能, 且支架金属覆盖率低, 造成手术风险及术后复发几率增高; 编织型支架, 因其良好的贴壁性、较小的网孔及较高的金属覆盖率, 能较好的贴合动脉壁且防止弹簧圈逃逸, 降低手术难度及减少了远期复发率, 在微小动脉瘤中的使用较为适宜。其中 Pipeline 作为新型的血流导向装置, 在微小动脉瘤的治疗有明显优势, 但其在破裂动脉瘤及后循环动脉瘤的使用仍有一定限制, 并发症率相对较高[11][12], 而 LVIS 支架适应证相对较广且并发症率相对较低, 已成为了成熟的治疗方式, 其安全性及有效性得到了认可[13], 目前已成为治疗颅内微小动脉瘤的成熟且有效的方式之一, 得到了越来越多的报道[3][4][14][15][16]。

LVIS 支架是一款镍钛材质的编织型支架, 其主要的优势为贴壁性好、全程显影、金属覆盖率高、支架网眼直径小。微小动脉瘤因瘤体小, 术中需使用较小直径弹簧圈, LVIS 支架良好的贴壁性及支架网孔直径约 1 mm 左右可有效避免栓弹簧圈突入支架内甚至出现脱落等情况, 提高手术安全性, 本研究中 23 例患者, 术中均未发生弹簧圈突入支架及逃逸情况, 取得良好的手术效果。术中动脉瘤易破裂出血为微小动脉瘤栓塞的难点, 除微小动脉瘤本身瘤体小及动脉瘤瘤壁较薄等原因外, 填塞过度也是造成破裂出血

的主要原因之一, LVIS 支架有较高的金属覆盖率, 同时术中可采取适当“压缩”方式增加动脉瘤瘤颈覆盖, 能起到良好的血流导向及促进内膜修复而达到降低复发率的作用, 术中可不必过于追求致密填塞, 本研究中, 术后即刻 Raymond I 级栓塞 16 枚(66.7%), 而术后 3-6 月复查 DSA 时 Raymond I 级栓塞 22 枚(91.7%)(见表 1), 仅 1 例患者出现术中动脉瘤破裂出血情况, 取得了良好的效果, 认为使用 LVIS 支架辅助栓塞能提高颅内微小动脉瘤的治愈率, 并降低术中动脉瘤破裂出血比例。许岗勤等[15]报道了采用 LVIS 支架辅助栓塞 11 例颅内微小动脉瘤, 手术即刻 Raymond 分级 I 级 4 枚(37%), 术后 6 至 9 月随访 Raymond 分级 I 级 8 枚(73%), 认为 LVIS 支架可对瘤颈进行重塑及血流导向作用, 动脉瘤瘤腔内仅进行非致密填塞即可达到较高治愈率; Wu, Pei 等[16]报道了采用 LVIS 支架辅助栓塞的 32 例破裂的微小颅内动脉瘤, 手术即刻 Raymond 分级 I 级 13 例(40.6%), 28 例随访患者复查造影 Raymond 分级 I 级达到 23 例(82.1%), 无手术相关并发症, 认为 LVIS 器械为支架辅助栓塞破裂的微小颅内动脉瘤提供了较高的技术成功率和完全栓塞率, 并且具有极好的安全性。微导管到位困难及稳定性差也是微小动脉瘤栓塞的难点, 因微小动脉瘤瘤体较小, 直接超选存在微导管前跳导致动脉瘤破裂出血风险, 良好的微导管塑形是超选成功的关键, 但部分位于血管反折部位的动脉瘤, 微导管塑形难以达到, 在此可以利用 LVIS 支架良好贴壁性, 先将微导丝引导微导管到达接近动脉瘤位置, 半释放支架将微导管头端压入动脉瘤瘤颈处, 再予填塞弹簧圈(图 2), 本研究中有 4 例患者采取此方法, 术中均取得了良好的栓塞效果, 未发生动脉瘤术中破裂出血情况。

LVIS 支架因较高的金属覆盖率, 导致其血栓形成的理论几率相对增高。Zhang, Xiaoguang [17]对截至 2016 年 3 月发表的关于 LVIS 支架治疗颅内动脉瘤的所有研究进行了系统综述, 包括 384 例患者的 390 个动脉瘤, 血栓栓塞事件发生率为 4.9%, 认为血栓栓塞并发症的发生率不可忽视。结合支架使用者的临床经验, 术中支架展开不良是形成血栓的主要原因之一, 而 LVIS 支架全程显影能使术者清晰的把握术中支架打开及贴壁情况, 做到心中有数, 增加手术安全性。根据既往使用 LVIS 支架与传统激光雕刻支架的对比研究, LVIS 支架虽有较高的金属覆盖率, 但其术中血栓形成的几率并不高于传统激光雕刻支架 [17] [18], 具有良好的安全性, 本研究中 23 例患者中仅 1 例患者出现支架内血栓形成(4.3%), 予缓慢静推替罗非班 10 ml 后造影血栓消失, 血流恢复正常, 未出现新发神经功能障碍, 取得了良好效果, 较低的血栓发生率与术中良好的支架打开及替罗非班使用有关, 同时要求术者需具备良好的支架应用技巧。本中心在选择及释放 LVIS 支架方面有一定的经验, 总结如下: 1) LVIS 支架为编织型支架, 在不同直径的血管内释放的长度不同, 需要通过不同的校正准确的测量动脉瘤远、近端血管的直径, 确定支架的直径、长度及远端锚定点, 不要选择过大型号的支架, 同时避免支架跨过多的血管转弯。2) 支架释放前需要体外推出支架“按摩”处理, 支架释放过程中不能旋转推送杆, 释放过程一定要慢, 在推送支架导丝释放支架过程中, 注意随时调整微导管张力, 尽量使支架微导管保持在血管中间部位。3) 部分位于血管反折部位的动脉瘤, 微导管塑形难以达到, 在此可以利用 LVIS 支架良好贴壁性, 先将微导丝引导微导管到达接近动脉瘤位置, 半释放支架将微导管头端压入动脉瘤瘤颈处后尝试填塞。4) 支架微导管建议塑形为“单弯”, 便于通过颈动脉迂曲的血管, 也便于导管通过已经释放的支架, 为重叠释放支架做好准备。支架头端的指引导丝, 建议“弯曲”塑形, 能减少释放支架的过程中指引导丝向远端移位而刺破小血管风险。5) 支架释放过程中打开不良, 可对支架微导管进行反复推拉释放支架, 若支架释放后贴壁不良或张开不良可以使用“J”型塑形微导丝通过支架内进行“按摩”, 必要时使用球囊扩张支架处理。

5. 结论

综上所述, LVIS 支架辅助栓塞颅内微小动脉瘤是安全有效的, 围手术期并发症率低, 能提高动脉瘤治愈率, 近期治疗效果良好, 但要求术者需具备良好的支架应用技巧。因本研究为单中心研究, 且研究

期间内病例数相对较少及随访时间短, 结果存在一定的局限性, 对于远期疗效仍需多中心、大样本及长时间的随访观察。

基金项目

云南省医疗卫生单位内设研究机构科研资助项目(2017NS086)。

参考文献

- [1] Study of Unruptured Intracranial Aneurysms Investigations (1998) Unruptured Intracranial Aneurysms—Risk of Rupture and Risks of Surgical Intervention. *The New England Journal of Medicine*, **339**, 1725-1733. <https://doi.org/10.1056/NEJM199812103392401>
- [2] Poncyłjusz, W., Biliński, P., Safranow, K., et al. (2015) The LVIS/LVIS Jr. Stents in the Treatment of Wide-Neck Intracranial Aneurysms: Multicentre Registry. *Journal of NeuroInterventional Surgery*, **7**, 524-529. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2014-011229>
- [3] 吕光淘, 王海全, 王德明, 黄小龙. LVIS 支架辅助栓塞颅内微小动脉瘤的疗效及预后随访分析[J]. *河北医学*, 2019, 25(2): 284-287.
- [4] 于嘉, 邓剑平, 李江, 张涛, 陈虎, 方伟, 闫忠军, 赵振伟. Lvis 支架辅助弹簧圈栓塞颅内微小宽颈动脉瘤[J]. *中华神经外科疾病研究杂志*, 2017, 16(4): 301-304.
- [5] 陈骅, 苏浩波, 陈亮, 罗良生, 顾建平, 张健. LVIS 支架不同释放方式在颅内宽颈动脉瘤中的应用[J]. *中国脑血管病杂志*, 2016(2): 82-88.
- [6] Raymond, J., Guilbert, F., Weill, A., et al. (2003) Long-Term Angiographic Recurrences after Selective Endovascular Treatment of Aneurysms with Detachable Coils. *Stroke*, **34**, 1398-1403. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000073841.88563.E9>
- [7] Brinjikji, W., Lanzino, G., Cloft, H.J., Rabinstein, A. and Kallmes, D.F. (2010) Endovascular Treatment of Very Small (3 mm or Smaller) Intracranial Aneurysms: Report of a Consecutive Series and a Meta-Analysis. *Stroke*, **41**, 116-121. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.109.566356>
- [8] Stetler, W.R., Wilson, T.J., Al-Holou, W.N., Chaudhary, N., et al. (2015) Conventional Endovascular Treatment of Small Intracranial Aneurysms Is Not Associated with Additional Risks Compared with Treatment of Larger Aneurysms. *Journal of Neurointerventional Surgery*, **7**, 262-265. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2014-011133>
- [9] Raoul, P., Ziad, A., Dan, M., et al. (2019) Embolization of Very Small (≤ 3 mm) Unruptured Intracranial Aneurysms: A Large Single-Center Experience on Treatment of Unruptured versus Ruptured Cases. *World Neurosurgery*, **128**, 1087-1095. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.05.070>
- [10] Zhang, Y.S., Yang, M., Zhang, H.Q., et al. (2017) Stent-Assisted Coiling May Prevent the Recurrence of Very Small Ruptured Intracranial Aneurysms: A Multicenter Study. *World Neurosurgery*, **100**, 22-29. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2016.12.107>
- [11] Brinjikji, W., Lanzino, G., Cloft, H., et al. (2015) Risk Factors for Hemorrhagic Complications Following Pipeline Embolization Device Treatment of Intracranial Aneurysms: Results from the International Retrospective Study of the Pipeline Embolization Device. *American Journal of Neuroradiology*, **36**, 2308-2313. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A4443>
- [12] Kallmes, D.F., Hanel, R., Lopes, D., et al. (2015) International Retrospective Study of the Pipeline Embolization Device: A Multicenter Aneurysm Treatment Study. *American Journal of Neuroradiology*, **36**, 108-115. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A4111>
- [13] Fiorella, D., Boulos, A., Turk, A.S., et al. (2019) The Safety and Effectiveness of the LVIS Stent System for the Treatment of Wide-Necked Cerebral Aneurysms: Final Results of the Pivotal US LVIS Trial. *Journal of Neurointerventional Surgery*, **11**, 357-361. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2018-014309>
- [14] 张明铭, 欧阳奕安, 黄昊, 蒋宇钢, 喻孟强. LVIS 支架在颅内微小动脉瘤中的应用[J]. *中南大学学报(医学版)*, 2016, 41(8): 821-825.
- [15] 许岗勤, 李天晓, 王子亮, 薛绛宇, 朱良付, 白卫星, 汪勇锋. LVIS 支架在辅助栓塞颅内宽颈微小动脉瘤中的应用[J]. *中华神经医学杂志*, 2016, 15(8): 810-813.
- [16] Wu, P., Ocak, P.E., Wang, D.H., Ocak, U., et al. (2019) Endovascular Treatment of Ruptured Tiny Intracranial Aneurysms with Low-Profile Visualized Intraluminal Support Device. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, **28**, 330-337. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.09.052>

-
- [17] Zhang, X.G., Zhong, J.J., Gao, H., *et al.* (2017) Endovascular Treatment of Intracranial Aneurysms with the LVIS Device: A Systematic Review. *Journal of Neurointerventional Surgery*, **9**, 553-557. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2016-012403>
- [18] King, B., Vaziri, S., Singla, A., *et al.* (2015) Clinical and Angiographic Outcomes after Stent-Assisted Coiling of Cerebral Aneurysms with Enterprise and Neuroform Stents: A Comparative Analysis of the Literature. *Journal of Neurointerventional Surgery*, **7**, 905-909. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2014-011457>