doi:10.11659/jjssx.10E020004

·临床研究·

LEO + Baby 单支架辅助弹簧圈栓塞前交通动脉瘤的有效性及安全性

蒋周阳,唐 俊,陈 志,冯 华,朱 刚,缪洪平 (陆军军医大学第一附属医院神经外科/全军神经外科研究所/全军神经系统疾病微创诊治专科中心/全军神经创伤防治重点实验室,重庆 400038)

[摘 要] **目的** 评价专为小血管设计的低剖面、自膨式 LEO + Baby 单支架辅助弹簧圈栓塞前交通动脉瘤的有效性和安全性。**方法** 回顾性分析应用 LEO + Baby 单支架辅助弹簧圈栓塞技术治疗的 52 例前交通动脉瘤患者的临床资料,统计患者基本信息、影像学资料、手术情况及并发症情况。**结果** 52 例前交通动脉瘤患者应用 LEO + Baby 支架 51 枚,1 例患者支架导管到位困难,转开颅手术治疗,其余均操作成功,成功率为 98%(51/52);术后即刻造影动脉瘤完全栓塞 42 例,瘤颈残留 9 例。术中动脉瘤破裂 1 例,支架内血栓形成 3 例,术中弹簧圈脱出 1 例。术后随访 6 ~ 12 个月,改良 Rankin 量表(mRS)评分为 4 ~ 5 分 2 例,2 ~ 3分 5 例,随访无死亡病例。46 例患者术后 6 个月 DSA 复查结果显示完全栓塞率 89.1%(41/46),其余 5 例未行 DSA 复查;无支架相关并发症及动脉瘤再破裂出血发生。头颅 CT 显示,无迟发性脑梗死、脑出血发生。**结论** 应用 LEO + Baby 单支架辅助弹簧圈栓塞前交通动脉瘤操作成功率和安全性高、围术期并发症少且短期预后良好。

[关键词] LEO + Baby 支架;前交通动脉瘤;蛛网膜下腔出血;弹簧圈栓塞;并发症
[中图分类号] R651.1 [文献标识码] A [收稿日期] 2020-10-12

Efficacy and safety of single LEO + Baby stent-assisted coiling in embolization of anterior communicating artery aneurysms

JIANG Zhou-yang, TANG Jun, CHEN Zhi, FENG Hua, ZHU Gang, MIAO Hong-ping (Department of Neurosurgery, First Affiliated Hospital of Army Medical University/Neurosurgical Institute of PLA/Specialized Center for Minimally Invasive Diagnosis and Treatment of Nervous System Diseases of PLA/Key Laboratory of Neurotrauma Prevention and Treatment of PLA, Chongqing 400038)

Abstract: Objective To analyze the efficacy and safety of a low profile and self-expandable single LEO + Baby stent specially designed for small blood vessels to assist coiling in embolization of anterior communicating artery aneurysms. **Methods** A total of 52 patients with anterior communicating artery aneurysms and treated with LEO + Baby stent-assisted coiling in embolization were analyzed retrospectively. The basic information, imaging data, success rate of operation, and complication of patients were collected. **Results** A total of 51 LEO + Baby stents were applied to the treatment for 52 patients with anterior communicating artery aneurysms, except 1 patient with difficulty in positioning the stent catheter turned to craniotomy for treatment, and the operation success rate was 98% (51 of 52); prompt angiography after operation showed that aneurysms of 42 cases were completely embolized, and those of 9 cases were remained in aneurysm neck. There were 1 case of aneurysm rupture, 3 cases of stent thrombosis and 1 case of coil prolapse during operation. The patients were followed up for a period of 6 months to 12 months, modified Rankins scale (mRS) scores of 2 cases were 4 to 5, those of 5 cases were 2 to 3. No death occurred. A total of 46 patients accepted reexamination with DSA 6 months after operation, which showed a complete embolization rate of 89.1% (41 of 46); the remaining 5 cases didn't accept DSA reexamination. No stent-related complications or re-rupture or bleeding of aneurysm occurred. Cerebral CT showed no delayed cerebral infarction or cerebral hemorrhage. **Conclusion** Single LEO + Baby stent assisted endovascular embolization for aneurysm of anterior communicating artery is effective, with high operation success rate and safety, few perioperative complications and good short-term prognosis.

Keywords: LEO + Baby stent; anterior communicating artery aneurysm; subarachnoid hemorrhage; coil embolization; complication

前交通动脉瘤约占颅内动脉瘤的 1/3,其中 40% 的动脉瘤破裂可致蛛网膜下腔出血(subarachnoid hemorrhage, SAH)[1-3]。前交通动脉周围血管复杂,是前交通复合体的主要构成部分,参与丘脑等重要结构的供血。传统的开颅动脉瘤显微夹闭术易致穿支血管损伤及额叶牵拉等二次损伤[4-5]。近年来,由于血管内治疗技术以及材料学的不断发展,支架辅助弹簧圈栓塞颅内动脉瘤的有效性已被广泛认可[6]。但支架辅助弹簧圈栓塞技术在如前交通动脉等小血管中应用的安全性和有效性仍需进一步探讨。目前,法国 Balt 公司的一款新型低剖面、小尺寸的自膨式编织支架 LEO + Baby能通过直径为 0.42 mm 的微导管,可用于载瘤动脉内径为 1.5 mm 的动脉瘤介入栓塞治疗。因

[基金项目] 国家重点研发计划(2016YFC1301800)
[通信作者] 缪洪平,E-mail:montgomery2@126.com

LEO + Baby 支架进入国内市场较晚,在国内动脉瘤血管内治疗经验的总结仍较欠缺。本研究将 LEO + Baby 单支架辅助弹簧圈应用于前交通动脉瘤的治疗,分析其有效性及安全性,以期为临床提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性分析 2017 年 9 月至 2019 年 8 月 52 例在陆军军医大学第一附属医院接受 LEO + Baby 单支架辅助弹簧圈栓塞前交通动脉瘤患者的临床资料,其中男 34 例,女 18 例;年龄 36 ~ 72 岁,平均(53.7 ± 4.6)岁;术前头颅 CT 证实为 SAH 16 例,均为 Hunt-Hess 分级Ⅱ ~ Ⅲ级;未破裂动脉瘤 36 例;患者均无神经系统临床症状和体征。经 DSA 确定动脉瘤大小及位置:21 例小型动脉瘤(<5 mm),25 例中型动脉瘤(5 ~ 10 mm),6 例大型动脉瘤(11 ~ 25 mm)。动脉瘤平均大小为(4.78 ± 0.64)mm,5 例患者合并颈内动脉其他部位动脉瘤。本研究经陆军军医大学第一附属医院伦理委员会审核,研究过程符合临床研究伦理要求(编号:AF/04/07.0)。排除标准:①多支架"Y"、"T"型支架辅助弹簧圈栓塞;②单纯弹簧圈填塞;③因不特指原因选择开颅动脉瘤夹闭或放弃治疗。

1.2 治疗方法

术前抗凝治疗,未破裂动脉瘤患者术前 5 ~ 7 d 双抗血小板聚集治疗(阿司匹林肠溶片:100 mg,硫酸氢氯吡格雷片75 mg,口服);破裂动脉瘤患者术前 2 h 口服阿司匹林肠溶片 100 mg。患者术中均在全身麻醉下实施栓塞手术,经 DSA 三维重建并清晰显示动脉瘤颈与载瘤动脉关系,选择最佳工作角度,在路图下将 6F Envoy 导引导管顺利放入颈内动脉入颅段。全身肝素化,首剂静脉推注 125 U × 2/3 kg,每小时追加 1 000 U。首先,在路图下采用微导丝引导微导管 Echelon-10至大脑前动脉 A2 段远端,再使用相同方法将已塑形弹簧圈微导管送至前交通动脉瘤内(距瘤底 1/3 处)。选用 1 枚大小合适的弹簧圈进行预填塞,稳定弹簧圈微导管,将 LEO + Baby 支架系统送入微导管再逐步整体撤退至合适锚定点,半释放支架并覆盖瘤颈,再调整弹簧圈满意成篮并解脱。根据动脉瘤大小,选择合适弹簧圈致密填塞动脉瘤,完全释放支架,必要时微导丝按摩支架系统达到完全打开并满意贴壁的效果。即刻多角度造影,评估动脉瘤栓塞程度及支架贴壁情况,Dyna CT扫描、三维成像和双融积后处理,满意后结束手术。必要时术中动脉和静脉联合使用注射用盐酸替罗非班防止急性血栓性事件发生,患者清醒后即可口服阿司匹林肠溶片(100 mg/d,持续 6 个月) + 硫酸氢氯吡格雷片(75 mg/d,持续 3 个月)。

1.3 栓塞率评价标准

动脉瘤栓塞程度采用 Raymond 分级进行评估,Ⅰ级:动脉瘤完全栓塞(瘤体及瘤颈无造影剂充盈);Ⅱ级:动脉瘤近全栓塞(瘤体无造影剂充盈,瘤颈可见造影剂充盈);Ⅲ级:动脉瘤部分栓塞(瘤体及瘤颈部均可见造影剂部分充盈)。

1.4 术后随访

采用电话随访、门诊随访以及住院复查随访等多形式结合,随访 6 ~ 12 个月。术后 1 个月复查头颅 CT,评价是否出现迟发性脑梗死、脑出血等;术后 3 个月复查头颅 CTA;术后 6 个月复查 DSA,明确动脉瘤是否复发和支架在位、贴壁情况。患者预后评价采用改良 Rankin 量表(modified Rankins scale,mRS)评分:0 ~ 1分提示无明显残疾,2 ~ 3 分提示轻—中度残疾,4 ~ 5分提示重度残疾。

2 结果

2.1 手术结果

52 例前交通动脉瘤栓塞过程中,术前测量患者 A1 段、A2 段以及前交通动脉直径,分别为(2.08 ± 0.06)mm、(2.16 ± 0.04)mm、(2.12 ± 0.08)mm;其中 1 例患者前动脉迂曲,微导管到位极为困难,与家属沟通后行中转开颅手术,其余均操作成功,成功率为 98%(51/52)。共使用 51 枚 LEO + Baby 支架,均为单支架辅助前交通动脉瘤栓塞,支架打开完全。1 例患者栓塞过程中 1 枚弹簧圈"逃逸"至 A2 段远端,造影提示远端血管显影良好,未做处理;术中动脉瘤破裂 1 例,致密填塞后未再出血,术后患者轻偏瘫;术中支架内血栓形成 3 例,其中 1 例即刻注射用盐酸替罗非班 15 mL 经导引导管内多次、缓慢推注后远端血管显影良好,术后遗留缄默症状,另外 2 例重度残疾。术后即刻造影提示 Raymond 分级Ⅰ级 42 例,完全栓塞率为 82.4%(42/51);Raymond 分级Ⅱ级 9 例,近全栓塞率为 17.6%(9/51)。

2.2 随访结果及并发症

51 例 LEO + Baby 单支架植入患者中,5 例拒绝行 DSA 复查,其余均至少行 1 次 DSA 检查。DSA 复查结果提示 2 例患者近全栓塞动脉瘤进展为完全栓塞,Raymond 分级Ⅰ级 41 例,完全栓塞率为 89.1%;无支架移位、支架打开不全、支架内迟发血栓、动脉瘤再破裂出血等发生,均未行二次栓塞。头颅 CT 提示,无迟发性脑梗死、脑出血等发生。CTA 复查提示,无大血

管闭塞事件发生,支架远端分支血管血流充盈良好,未见明显狭窄。术后随访 6 ~ 12 个月,平均时间为 6.8 个月,重度残疾 2 例,均为术中血栓形成,再通效果不佳。轻—中度残疾 5 例,其中 1 例支架内血栓形成,经术中处理后再通,但术后 6 个月随访 mRS 评分 3 分;其余皆为术前 SAH 患者(表 1)。

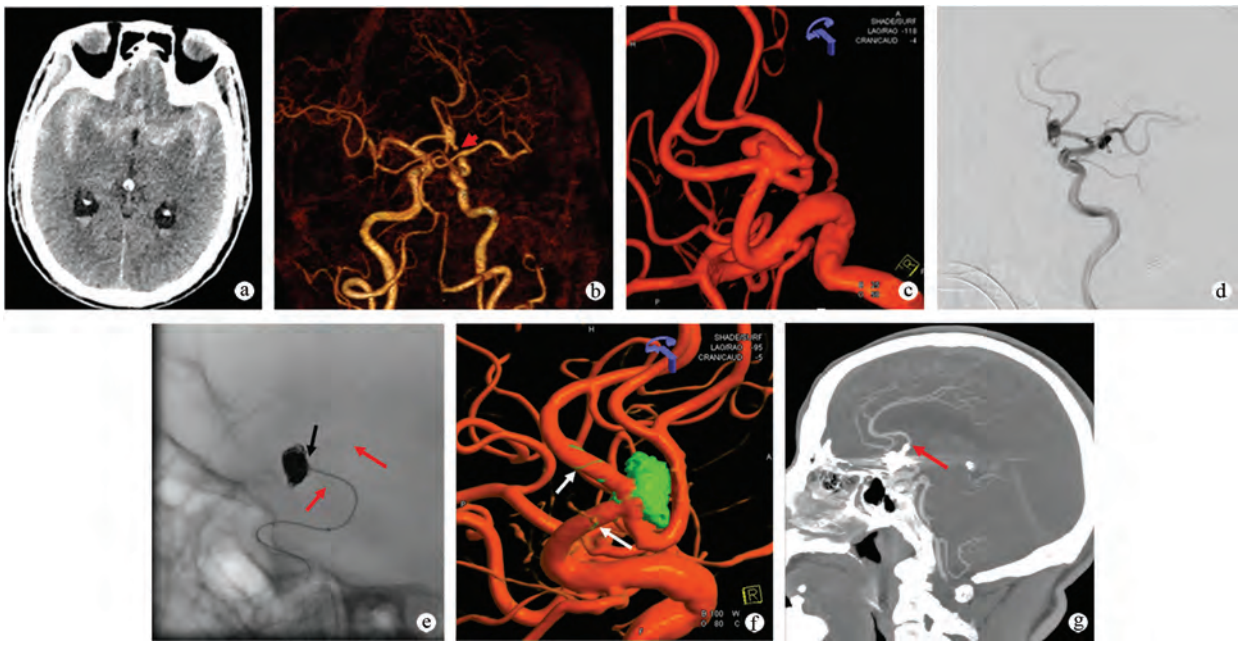
表 1 患者 Raymond 分级和 mRS 评分结果[例(%)]

类别	n	Raymond 分级			mRS 评分		
		Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级	0 ~ 1 分	2 ~ 3 分	4 ~ 5 分
未破裂动脉瘤	34	31(91.2)	3(8.8)	0(0)	32(94.1)	1(2.9)	1(2.9)
破裂动脉瘤	12	10(83.3)	2(16.7)	0(0)	7(58.3)	4(33.3)	1(8.3)
合计	46	41(89.1)	5(10.9)	0(0)	39(84.8)	5(10.9)	2(4.3)

2.3 典型病例

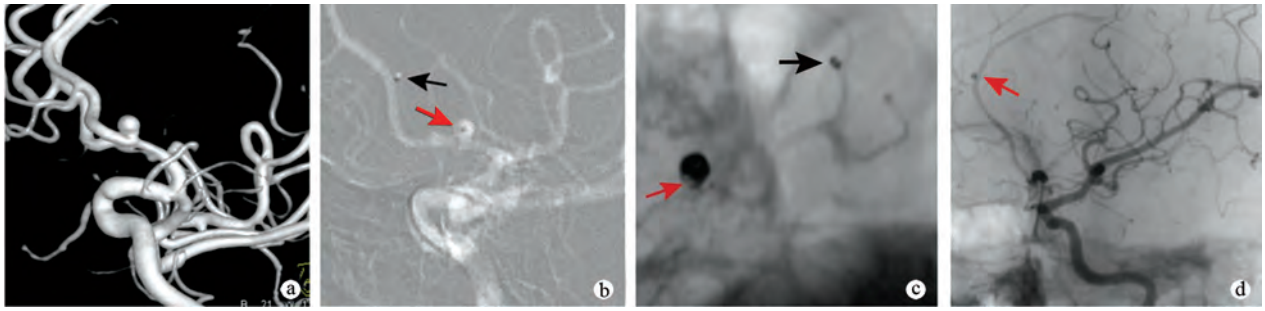
典型病例 1:男性患者,67 岁,突发头痛、头晕 8 h,入院行头颅 CT 示广泛蛛网膜下腔出血;头颅 CTA 提示前交通动脉瘤,伴有子囊,考虑破口;脑血管造影、三维成像提示动脉瘤颈累及同侧大脑前动脉,多个子囊,破口明确;术中 LEO + Baby 支架打开完全;术后三维成像双融积后处理,动脉瘤致密填塞,支架打开及贴壁良好;术后 6 个月复查头颅 CTA,支架远端大脑前动脉充盈良好,无出血及缺血灶(图 1)。

典型病例 2:女性患者,51 岁,突发意识障碍 1 d 伴呕吐 2 次入院。行头颅 CT 提示蛛网膜下腔出血,CTA 提示前交通动脉瘤。急诊行脑血管造影术,术中见前交通动脉瘤主要累及同侧大脑前动脉 A1 ~ A2 段,经 3D DSA 显示前交通动脉瘤与载瘤血管关系后,半释放技术 LEO + Baby 支架辅助弹簧圈栓塞动脉瘤,动脉瘤致密填塞,弹簧圈包绕支架成拱形,支架完全解脱时 1 枚弹簧圈逃逸至远端。术后即刻造影提示远端动脉显影良好(图 2)。6 个月后复查头颅 MRI 未见明显脑梗死,患者无缺血表现。



a:入院时头颅 CT;b:入院时头颅 CTA(红色箭头为子囊);c:脑血管造影;d:左侧颈内动脉工作角度造影;e:术中 LEO + Baby 支架情况(红色箭头为支架头端和尾端,黑色箭头为 Echelon-10 微导管弹簧圈填塞动脉瘤);f:术后三维成像双融积后处理(绿色为弹簧圈影像,白色箭头为绿色钽丝显影);g:术后 6 个月头颅 CTA(红色箭头为支架远端大脑前动脉)

图 1 典型病例 1 影像资料



a:3D DSA 图片;b:术中二维图像见支架微导管头端(黑色箭头)及弹簧圈微导管头端(红色箭头);c:动脉瘤致密填塞,弹簧圈包绕支架成拱形(红色箭头),1 枚弹簧圈逃逸至远端(黑色箭头);d:术后即刻造影(红色箭头为弹簧圈)

图 2 典型病例 2 影像资料

3 讨论

前交通动脉是大脑动脉环(Willis 环)的主要构成部分,对大脑的血液供应起调节、代偿作用,也是颅内动脉瘤最常见的发生部位之一[3,7]。国内外经验丰富的神经外科医师以及神经介入医师在前交通动脉瘤显微夹闭术和血管内治疗方面取得了系列成果[8-9],但由于前交通动脉复杂的解剖关系及各种新型材料的不断升级,处理该处动脉瘤仍相当有挑战性,需大量的临床研究进一步探讨新技术的有效性及安全性。目前使用多支架技术,如"Y"、"T"、"X"型支架技术处理分叉部动脉是研究热点。Limbucci 等[10]在多支架辅助分叉部动脉瘤栓塞的长期随访中指出,采用"Y"型支架的中远期完全栓塞率更高、稳定性更好,但其操作的复杂性和并发症不可忽视。本研究在术中造影后分析瘤颈与载瘤前交通动脉或 A2 动脉的关系,以"能单支架治疗达到满意效果则不采用多支架"作为支架选择的原则,采用 LEO + Baby 单支架辅助弹簧圈栓塞前交通动脉瘤,其中 1 例因微导管到位困难操作失败,其余均操作成功,成功率达 98%。

目前,临床上用于颅内动脉瘤辅助栓塞的自膨式支架种类多,闭环支架包括激光雕刻的 Solitaire 和 Enterprise以及编织支架的代表 LVIS 和 LEO 支架。其中 LEO + Baby 支架是一款专为小血管设计的自膨式编织支架,可通过直径为 0.42 mm 的微导管,用于载瘤血管内径为 1.5 mm 的颅内动脉瘤治疗。本研究 52 例患者中,51 例患者使用该支架,大脑前动脉 A1 段血管直径为 1.8 ~ 3.2 mm,平均(2.08 ± 0.06)mm;术中除 1 例大脑前动脉极迂曲微导管到位困难,中转开颅动脉瘤夹闭外,其余支架均释放成功,操作成功率达 98%。Aydin 等[11]在一项关于 LEO + Baby 支架的中期研究中报道,最小载瘤动脉直径 < 1.5 mm,操作成功率为 97.5%。本课题组总结 LEO + Baby 支架操作经验如下:①在小血管内尽可能避免推挤支架,强调自然释放;②大脑前动脉 A1 段和 A2 段交界处血管角度大,需使用微导管轻柔按摩支架;③支架可能解脱困难,需使用扭控器旋转推送杆便于支架解脱;④支架打开不全或贴壁不良,若排除支架选择问题,可使用微导丝适当按摩促进支架完全打开并贴壁。本研究中 51 枚支架均打开成功,其中 3 枚支架采用微导丝按摩技术后完全打开,5 枚支架使用扭控器旋转支架推送杆最终完全打开,随访均无支架相关并发症发生。

动脉瘤致密填塞并防止弹簧圈逃逸是采用支架辅助栓塞动脉瘤的主要目的。半释放技术是目前支架辅助弹簧圈栓塞动脉瘤的主要手段[12]。本研究中术者常规使用该技术释放支架,微导管到位后预填塞弹簧圈,半释放 LEO + Baby 支架后继续填塞弹簧圈。LEO + Baby 编织的 2 条不透视钽丝让术者在操作过程中更好地锚定支架头端并调整打开程度。半释放支架可部分阻挡解脱弹簧圈并预留空间,便于调整弹簧圈微导管,同时避免弹簧圈"踢管"所导致的微导管再次进入瘤囊困难。研究证实,LEO 支架系统适合多支架技术栓塞颅内动脉瘤,如"Y"、"X"型支架技术等[13-14]。使用上述多支架技术的目的也是保证动脉瘤致密填塞,邵秋季[15]应用 LEO + Baby 支架治疗颅内动脉瘤,即刻致密栓塞率(Raymond Ⅰ级)为78.3%(18/21)。Luecking 等[16]回顾性分析了 LEO + Baby 多支架技术辅助分叉部、宽颈动脉瘤的栓塞治疗,术后 6 个月 Raymond Ⅰ级完全栓塞率为 78.9%。但多支架技术有操作时间长、金属覆盖率高致支架内血栓形成等潜在风险,特别是在处理周围血管关系复杂的前交通动脉瘤时,可能出现明显的血管生理曲度改变、穿支血管闭塞等严重并发症。本研究 51 例患者均采用单支架覆盖瘤颈,其中同侧 A1 ~ 同侧 A2 (36 例),同侧 A1 ~ 对侧 A2(15 例),术后即刻动脉瘤 Raymond Ⅰ级完全栓塞率为 82.4%(42/51),术后 6 个月随访,2 例患者近全栓塞动脉瘤达完全栓塞,动脉瘤 Raymond Ⅰ级完全栓塞率为 89.1%。

支架辅助颅内动脉瘤栓塞术围术期并发症主要包括术中动脉瘤破裂出血、支架内急性或延迟性血栓事件以及支架移位或弹簧圈逃逸等。Aydin 等[11]回顾性研究 80 例使用 LEO + Baby 支架辅助弹簧圈栓塞动脉瘤患者的资料发现,围术期并发症为 11.3%,包括无症状并发症;而 Solitaire 支架和 Neuroform 支架的相关并发症分别是 12.7% 和 12.1%[17]。Park 等[18]通过 Meta 分析比较了 217 例使用 LEO + Baby 支架和 LVIS Jr. 辅助弹簧圈栓塞颅内动脉瘤的随访数据发现,术后 6 个月 2 种支架动脉瘤栓塞率无显著差异,但 LEO + Baby 支架围术期并发症较 LVIS Jr. 少。本研究认为 LEO + Baby 支架具有如下优势:①操作成功率高,本研究中 LEO + Baby 支架操作成功率高达 98%,1 例患者因支架微导管到位困难,选择放弃介入手术中转开颅手术,并非支架释放困难或打开不全等,未出现操作相关性死亡病例,而 Enterprise 支架、Neuroform 支架和 Solitaire 支架操作病死率分别为 4.8%、1.9% 和1.6%[19-20]。②LEO + Baby 支架允许更小的弹簧圈停留于瘤体,弹簧圈不易"逃逸"至载瘤动脉。本研究中仅 1 例(1.9%)患者栓塞过程中发生 1 枚弹簧圈

“逃逸”,术后造影远端动脉显影良好,未遗留并发症。③LEO + Baby 支架顺应性好、镜像支撑力好。本研究 DSA 复查未见支架相关并发症发生;术中支架内血栓事件发生率只有 5.8%(3/51),而报道称 Neuroform 支架和 Enterprise 支架的支架内血栓发生率分别是6.7%和 5.9%[21],说明 LEO + Baby 支架具有良好的血管顺应性和贴壁性。

综上,应用 LEO + Baby 单支架辅助弹簧圈栓塞前交通动脉瘤操作成功率高、围术期并发症少且短期预后良好。但本研究样本量较小且为单中心研究,随访时间短,远期疗效仍待进一步随访观察。

[参考文献]

[1] Fang S, Brinjikji W, Murad MH, et al. Endovascular treatment of anterior communicating artery aneurysms: a systematic review and meta-analysis [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2014, 35(5): 943 - 947. doi: 10.3174/ajnr.A3802.

[2] 刘增尧,徐善才,史怀璋,等. 血管内治疗前交通动脉瘤[J]. 中华神经外科杂志,2010,26(12):1124 - 1126. doi:10.3760/cma.j.issn.1001 - 2346.2010.12.029.

[3] Feng Z, Zhang L, Li Q, et al. Endovascular treatment of wide-neck anterior communicating artery aneurysms using the LVIS Junior stent[J]. J Clin Neurosci, 2015, 22(8): 1288 - 1291. doi: 10.1016/j.jocn.2015.02.020.

[4] Johnson AK, Munich SA, Heiferman DM, et al. Stent assisted embolization of 64 anterior communicating artery aneurysms[J]. J Neurointerv Surg, 2013, 5(Suppl 3): iii62 - iii65. doi: 10.1136/neurintsurg - 2012 - 010503.

[5] Choi JH, Kang MJ, Huh JT. Influence of clinical and anatomic features on treatment decisions for anterior communicating artery aneurysms[J]. J Korean Neurosurg Soc, 2011, 50(2): 81 - 88. doi: 10.3340/jkns.2011.50.2.81.

[6] Molyneux A, Kerr R, Stratton I, et al. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised trial [J]. Lancet, 2002, 360(9342): 1267 - 1274.

[7] 许 奕,刘建民,洪 波,等. 前交通动脉瘤的栓塞治疗[J]. 介入放射学杂志,2003,12(3):166 - 168.

[8] Raslan AM, Oztaskin M, Thompson EM, et al. Neuroform stent-assisted embolization of incidental anterior communicating artery aneurysms: long-term clinical and angiographic follow-up[J]. Neurosurgery, 2011, 69(1): 27 - 37. doi: 10.1227/NEU.0b013e31820edbb6.

[9] Cekirge HS, Yavuz K, Geyik S, et al. A novel "Y" stent flow diversion technique for the endovascular treatment of bifurcation aneurysms without endosaccular coiling[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2011, 32(7): 1262 - 1268. doi: 10.3174/ajnr.A2475.

[10] Limbucci N, Renieri L, Nappini S, et al. Y-stent assisted coiling of bifurcation aneurysms with enterprise stent: long-term follow-up[J]. J Neurointerv Surg, 2016, 8(2): 158 - 162. doi: 10.1136/neurintsurg - 2014 - 011483.

[11] Aydin K, Arat A, Sencer S, et al. Stent-assisted coiling of wide-neck intracranial aneurysms using low-profile leo baby stents: initial and midterm results[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2015, 36(10): 1934 - 1941. doi: 10.3174/ajnr.A4355.

[12] Ko JK, Cho WH, Cha SH, et al. Semi-jailing technique using a neuroform3 stent for coiling of wide-necked intracranial aneurysms[J]. J Korean Neurosurg Soc, 2017, 60(2): 146 - 154. doi: 10.3340/jkns.2016.0607.002.

[13] Cohen JE, Moscovici S, Hassan HA E, et al. T-microstent-assisted coiling in the management of ruptured wide-necked anterior communicating artery aneurysms: choosing between Y, X and T[J]. J Clin Neurosci, 2016, 34: 283 - 287. doi: 10.1016/j.jocn.2016.08.006.

[14] Mihalea C, Caroff J, Ikka L, et al. Y-stenting with braided stents for wide-neck intracranial bifurcation aneurysms. A single-center initial experience[J]. J Neuroradiol, 2020, 47(3): 227 - 232. doi: 10.1016/j.neurad.2018.12.005.

[15] 邵秋季. LEO Baby 支架在颅内宽颈动脉瘤血管内治疗中的初步应用[J]. 中华神经外科杂志,2020.36(5):499 - 504. doi:10.3760/cma.j.cn112050 - 20200102 - 00004.

[16] Luecking H, Struffert T, Goelitz P, et al. Stent-assisted coiling using Leo + Baby stent: immediate and mid-term results[J]. Clin Neuroradiol, 2020. doi: 10.1007/s00062 - 020 - 00904 - 3.

[17] Gory B, Klisch J, Bonafe A, et al. Solitaire AB stent-assisted coiling of wide-necked intracranial aneurysms: short-term results from a prospective, consecutive, European multicentric study[J]. Neuroradiology, 2013, 55(11): 1373 - 1378. doi: 10.1007/s00234 - 013 - 1277 - z.

[18] Park SY, Oh JS, Oh HJ, et al. Safety and efficacy of low-profile, self-expandable stents for treatment of intracranial aneurysms: initial and mid-term results-a systematic review and meta-analysis[J]. Interv Neurol, 2017, 6(3 - 4): 170 - 182. doi: 10.1159/000471890.

[19] 于 嘉,邓剑平,李 江,等. 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.

[20] Zhang X, Zhong J, Gao H, et al. Endovascular treatment of intracranial aneurysms with the LVIS device: a systematic review[J]. J Neurointerv Surg, 2017, 9(6): 553 - 557. doi: 10.1136/neurintsurg - 2016 - 012403.

[21] King B, Vaziri S, Singla A, et al. Clinical and angiographic outcomes after stent-assisted coiling of cerebral aneurysms with enterprise and neuroform stents: a comparative analysis of the literature [J]. J Neurointerv Surg, 2015, 7(12): 905 - 909. doi: 10.1136/neurintsurg - 2014 - 011457.

(编辑:刘 艺)