

## • 神经介入 Neurointervention •

## Neuroform3 支架辅助弹簧圈栓塞脑宽颈动脉瘤的长期随访疗效

李 敏, 王 武, 李明华, 顾斌贤

**【摘要】 目的** 评价 Neuroform3 支架辅助弹簧圈栓塞脑宽颈动脉瘤的长期随访疗效。**方法** 2007 年至 2011 年应用 Neuroform3 支架辅助弹簧圈栓塞 118 例脑动脉瘤, 其中 86 例为破裂出血性动脉瘤, 32 例为未破裂动脉瘤, 76 例在出血 72 h 内实施了治疗。术后对患者进行脑血管造影和临床随访。**结果** 支架准确释放 115 例(97.5%), 因为血管扭曲和痉挛失败植入支架 1 例, 支架移位 2 例。实施单纯支架植入 2 例, 微导管经支架网眼技术 66 例, 支架后释放技术 49 例。术后即刻造影示动脉瘤完全栓塞 87 例(74.4%), 次全栓塞 30 例(25.6%)。术中无动脉瘤破裂出血事件发生, 术后症状性脑梗死 3 例, 无症状性脑梗死 5 例。术后随访 6 ~ 60 个月, 平均 26.8 个月, 共随访到 105 例, 复查 1 ~ 5 次脑血管造影, 完全栓塞 99 例(84.6%), 次全栓塞病例中 11 例(36.7%)存在血栓形成; 9 例(7.7%)瘤体复发, 其中 5 例进行了再次治疗达到完全栓塞, 术后所有患者均无再出血, 除 3 例外, 所有患者支架内无明显狭窄。**结论** Neuroform3 支架辅助弹簧圈栓塞脑宽颈动脉瘤安全、有效, 仍需更长期的随访和多中心的研究。

**【关键词】** 脑动脉瘤; 蛛网膜下腔出血; Neuroform3 支架; 弹簧圈; 栓塞

中图分类号: R743.4 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2012)-05-0356-06

**The Neuroform3 stent-assisted endovascular coil embolization for the treatment of intracranial wide-necked aneurysms: long-term follow-up results** LI Min, WANG Wu, LI Ming-hua, GU Bin-xian.  
Department of Diagnostic and Interventional Neuroradiology, the Affiliated Sixth People's Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200233, China

Corresponding author: WANG Wu

**【Abstract】 Objective** To evaluate the long-term efficacy of Neuroform3 stent-assisted endovascular coil embolization in treating intracranial wide-necked aneurysms. **Methods** During the period of 2007–2011, Neuroform3 stent-assisted endovascular coil embolization was carried out in 118 patients with intracranial wide-necked aneurysms. Of the 118 patients, ruptured aneurysm was seen in 86 and unruptured aneurysm was seen in 32. Neuroform3 stent-assisted endovascular coil embolization was carried out in 76 patients of ruptured aneurysm within 72 hours after the onset of bleeding. During the follow-up period, both clinical examination and cerebral angiography were employed to evaluate the therapeutic results. **Results** The Neuroform3 stent was successfully and accurately deployed in 115 cases (97.5%). During the whole procedure, the stent moved slightly in 2 cases, and failure of deployment occurred in 1 case because of the twist and spasm of the internal carotid artery. Pure stent deployment was adopted in 2 cases, and the microcatheter was introduced into the aneurysm by using the stent struts technique in 66 cases. The microcatheter was “jailed” between the arterial wall and the stent in 49 aneurysms. The angiography performed immediately after the treatment showed that total occlusion of the aneurysm was achieved in 87 cases (74.4%), subtotal occlusion of the aneurysm was obtained in 30 cases (25.6%). During the operation performance, no evident bleeding events due to the rupture of the aneurysms were observed. Postoperative symptomatic occurred in three cases and asymptomatic cerebral infarction was seen in five cases. A follow-up period ranged from 6 to 60 months was made (mean of 26.8 months), and a total of 105 patients were

followed up with cerebral angiography which was performed one to five times. The results showed that complete occlusion of the aneurysms was obtained in 99 patients

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2012.05.002

作者单位: 200233 上海交通大学附属上海第六人民医院介入影像科

通信作者: 王 武

(84.6%), and thrombosis was found in 36.7% ( $n = 11$ ) of patients with subtotal occlusion of the aneurysms. Recurrence of the aneurysms occurred in 9 cases (7.7%), and endovascular coil embolization was carried again in 5 cases. After the treatment, no rebleeding occurred in all patients, and except for three patients no in-stent stenosis was observed. **Conclusion** The Neuroform3 stent-assisted endovascular coil embolization is a safe and effective treatment for intracranial wide-necked aneurysms, but the multicenter clinical study is needed to further clarify its long-term efficacy. (J Intervent Radiol, 2012, 21: 356-361)

**[Key words]** cerebral aneurysm; subarachnoid hemorrhage; Neuroform3 stent; coil; embolization

随着血管内介入栓塞治疗脑动脉瘤技术日益完善,有效地降低了动脉瘤患者的再出血、致残率和致死率,支架辅助技术使更多的难治性动脉瘤(宽颈动脉瘤、分叉部动脉瘤、梭形动脉瘤等)得到了有效的治疗<sup>[1-3]</sup>。Neuroform 支架是第一个脑血管专用自膨式支架,历经 3 代发展,成为目前应用最广泛的脑血管支架<sup>[4-16]</sup>,本文就我们过去 5 年应用 Neuroform3 支架辅助弹簧圈栓塞的脑宽颈动脉瘤总结如下。

## 1 材料和方法

### 1.1 一般资料

自 2007 年至 2011 年应用 Neuroform3 支架辅助弹簧圈栓塞 118 例脑动脉瘤,男 47 例,女 71 例,年龄 34 ~ 79 岁,中位年龄 53.2 岁。其中宽颈动脉瘤 105 例,梭形动脉瘤 4 例,分叉部动脉瘤 9 例;86 例为破裂出血性动脉瘤,32 例为未破裂动脉瘤(颅神经症状 18 例、既往治疗后复发 9 例,偶然发现 5 例)。其中 76 例在出血 72 h 内实施了治疗,所有患者的 Hunt-Hess 分级均在 4 级以下,术前经 MRA 证实所有动脉瘤。

### 1.2 血管内治疗

脑数字减影血管造影(DSA)和治疗过程参见参考文献<sup>[12,17]</sup>,所有患者均在全麻下行全脑血管造影,病变侧行三维旋转 DSA 造影,充分显示动脉瘤、瘤颈和与载瘤动脉及周围血管的关系,提供 1 ~ 2 个最佳工作位对比测量载瘤动脉管径和动脉瘤瘤颈、瘤体及最大径,并计算体颈比。支架大小由动脉瘤瘤颈大小和载瘤动脉的最大管径(瘤颈的远段和近段 5 mm)以及载瘤动脉的弯曲度确定。支架直径可超过载瘤动脉管径 0.5 ~ 1.0 mm,其自膨性可超过血管管径 0.5 ~ 1.0 mm,增加其贴壁性,支架长度可适当增加 5 ~ 10 mm,增加其稳定性,降低微导管源性支架移位,尤其是弯曲度大的载瘤动脉。所有血管内治疗操作在路图下完成,置 6 F 导引导管

(90 cm, Cordis) 于病变侧颈内动脉或椎动脉(椎体 C2 段水平),同时实施全身肝素化,静脉团注首次剂量为 4 000 ~ 5 000 u。早期使用经支架网眼技术植入微导管,在交换微导丝(Transend floppy, 300 cm, Boston Scientific)引导下引入和释放支架,固定 2 F 推送杆回撤 3 F 微导管释放支架,缓慢操作,有时需将支架缓慢推出 1 ~ 2 mm 再回撤 3 F 微导管,支架近端最好位于比较直的载瘤动脉段,以方便释放支架和随后的微导管引入;之后使用支架后释放技术或平行技术,支架微导管和弹簧圈微导管先后到位,首先经微导管进行弹簧圈栓塞,当瘤颈成篮满意时部分或全部释放支架,更好的覆盖瘤颈。根据动脉瘤形态和大小选择合适的三维弹簧圈填塞动脉瘤。大于 5 mm 的动脉瘤尽量使用膨胀性弹簧圈或生物圈,栓塞到无法植入弹簧圈为止。

### 1.3 围手术期处理

对于破裂出血的病例,术前 2 h 口服抗血小板聚集药物负荷剂量或不进行治疗,术后 Dyna-CT 初步判断是否再出血。复查头颅 CT 后给予阿司匹林 100 mg/d 和氯吡格雷 75 mg/d 抗血小板聚集治疗,术后 3 个月复查脑血管造影后改为阿司匹林 100mg/d;若存在狭窄,继续口服氯吡格雷 75 mg/d,12 个月复查脑血管造影后停阿司匹林;对于存在血流通过支架网眼的患者、60 岁以上患者和合并心脑血管疾病患者(如高血压、糖尿病等),建议终生服用阿司匹林 100 mg/d。而未破裂动脉瘤患者术前至少 3 d 口服阿司匹林 100 mg/d 和氯吡格雷 75 mg/d 治疗,术后全身肝素化 3 ~ 5 d(皮下注射低分子肝素 0.4 ml/12 h)<sup>[12,18-19]</sup>。

### 1.4 评价方法

栓塞后即刻和随访脑血管造影评价标准<sup>[17]</sup>: Class1 为完全填塞(95% ~ 100%),为弹簧圈无法再植入,造影确认动脉瘤不显影或瘤颈少部分显影,瘤体完全不显影;Class2 为次全填塞(80% ~ 95%),为瘤体和(或)瘤颈仍见部分对比剂进入;Class3 为

部分填塞(< 80%),瘤体大部显影。载瘤动脉支架内狭窄分为:正常管径、轻度狭窄(< 29%)、中度狭窄(30% ~ 69%)、重度狭窄(70% ~ 99%)和闭塞(99% ~ 100%)<sup>[20]</sup>,由两位资深神经介入专家评判。临床随访使用 Modified Rankin Scale(mRS)<sup>[21]</sup>评价患者术后 30 d 到 3 个月的情况:极好(mRS: 0 ~ 1)、好(mRS: 2)、差(mRS: 3 ~ 4)和死亡(mRS: 5)。

1.5 随访

术后 1 ~ 4 周评价出现脑缺血和出血的并发症,出院前至少 1 次头颅 CT 检查,出院后分别于 3 ~ 6 个月、9 ~ 12 个月、15 ~ 24 个月和以后每 2 年常规复查脑血管造影评价疗效,对于次全栓塞者于 3、6、9 个月时复查,必要时再次介入治疗。

2 结果

支架准确释放 115 例(97.5%),因血管扭曲和痉挛支架植入失败 1 例,随后弹簧圈部分填塞,支架向后轻度移位 2 例,支架远端位于动脉瘤瘤颈远端,随后经网眼微导管技术栓塞了动脉瘤。本组所有动脉瘤为宽颈动脉瘤,瘤颈范围 2.0 ~ 15.0 cm,平均 4.8 cm,或体颈比 < 2,其中 4 例为梭形动脉瘤或假性动脉瘤,9 例位于分叉部,动脉瘤的部位和大小见表 1。在出血 72 h 内实施介入栓塞治疗的 76 例患者中,46 例术前未行抗血小板聚集药物治疗,而其余破裂出血的动脉瘤患者于术前 2 h 行负荷剂量治疗。

表 1 动脉瘤的部位和大小

| 参数              | 病例数 |
|-----------------|-----|
| 动脉瘤部位           |     |
| 前循环             | 102 |
| 前交通动脉           | 6   |
| 大脑中动脉M1段和分叉部    | 11  |
| 颈内动脉C7段         | 57  |
| 颈内动脉C6段         | 12  |
| 颈内动脉C4段         | 16  |
| 后循环             | 16  |
| 基底动脉顶端          | 6   |
| 椎动脉颅内段          | 7   |
| 椎动脉颅外段          | 3   |
| 动脉瘤大小           |     |
| > 10 cm         | 25  |
| > 5 cm且 < 10 cm | 52  |
| > 3 cm且 < 5 cm  | 29  |
| > 3 cm          | 12  |

实施单纯支架植入 2 例,微导管无法进入动脉瘤瘤腔,其中 1 例系颈内动脉前壁小动脉瘤,支架植入后动脉瘤不显影。实施支架释放后微导管经支架网眼弹簧圈栓塞技术 66 例,实施微导管弹簧圈

填塞后释放支架的支架后释放技术 49 例(图 1),其中包括 8 例危机状况下使用支架治疗,7 例使用挽救弹簧圈,1 例维持载瘤动脉血流。实施多支架技术 7 例,包括重叠平行技术 4 例,Y 形支架 3 例(倒 Y 形 1 例)。术后即刻造影显示动脉瘤 Class1 级 87 例(74.4%),Class2 级 30 例(25.6%)。术中无支架源性动脉瘤破裂出血,但微导管和微导丝源性出血 1 例;缺血事件 8 例(6.8%),其中症状性脑梗死 3 例,无症状性脑梗死 5 例,全部为出血性动脉瘤,术前口服负荷剂量抗血小板聚集药物者发生症状性和无症状性脑梗死各 2 例,其中 1 例因为大脑半球大面积脑梗死(严重血管痉挛)死亡,而未口服药物者分别为 1 例和 3 例( $P > 0.05$ )。mRS 临床评价显示极好 81 例,好 22 例,差 9 例,死亡 5 例,其余 4 例均因出血相关并发症如脑积水或感染或多器官功能衰竭死亡。

脑血管造影和临床随访平均 26.8 个月(6 ~ 60 个月),术后随访到 105 例,至少复查 1 次脑血管造影,97 例复查 2 次,92 例复查 3 次,89 例复查 4 次,57 例复查 5 次。至最后 1 次复查脑血管造影为止显示 Class1 级 99 例(84.6%),Class2 级 6 例(5.1%)。在术后即刻造影显示 Class2 级的 30 例中 11 例(36.7%)存在血栓形成。9 例(7.7%)瘤体复发(起初 Class1 级 1 例,Class2 级 8 例),8 例动脉瘤最大径均 > 10 mm,1 例介于 5 ~ 10 mm,其中 5 例进行再次治疗达到 Class1 级,2 例仍然为 Class2,所有病例载瘤动脉通畅,除 3 例轻度支架内狭窄外,其余支架内无明显狭窄,1 例支架段血管轻度扩张,术后所有生存者均无再出血,包括 7 例电话联系但未复查者。

3 讨论

3.1 概述

Neuroform 支架是第一个脑血管专用自膨式支架,历经 3 代发展,成为目前应用最广泛的脑血管支架<sup>[4-16]</sup>,但文献报道多集中于第一代和第二代支架,第三代支架鲜有报道<sup>[16]</sup>,尤其是单纯性 Neuroform3 支架辅助弹簧圈栓塞脑动脉瘤的长期随访更是空白。本文通过随访总结我们单中心 5 年来应用 Neuroform3 支架辅助弹簧圈栓塞的 118 例脑动脉瘤,技术成功率高达 99.1%,这与我们中心长期开展血管内治疗脑动脉瘤技术和熟练掌握并应用第一代和第二代 Neuroform 支架以及 Neuroform3 支架的优越性等因素相关<sup>[12,17-18,22-24]</sup>。Neuroform3 支架系微导丝导引同轴开环节段性设计的经微导管输送和释放的自膨



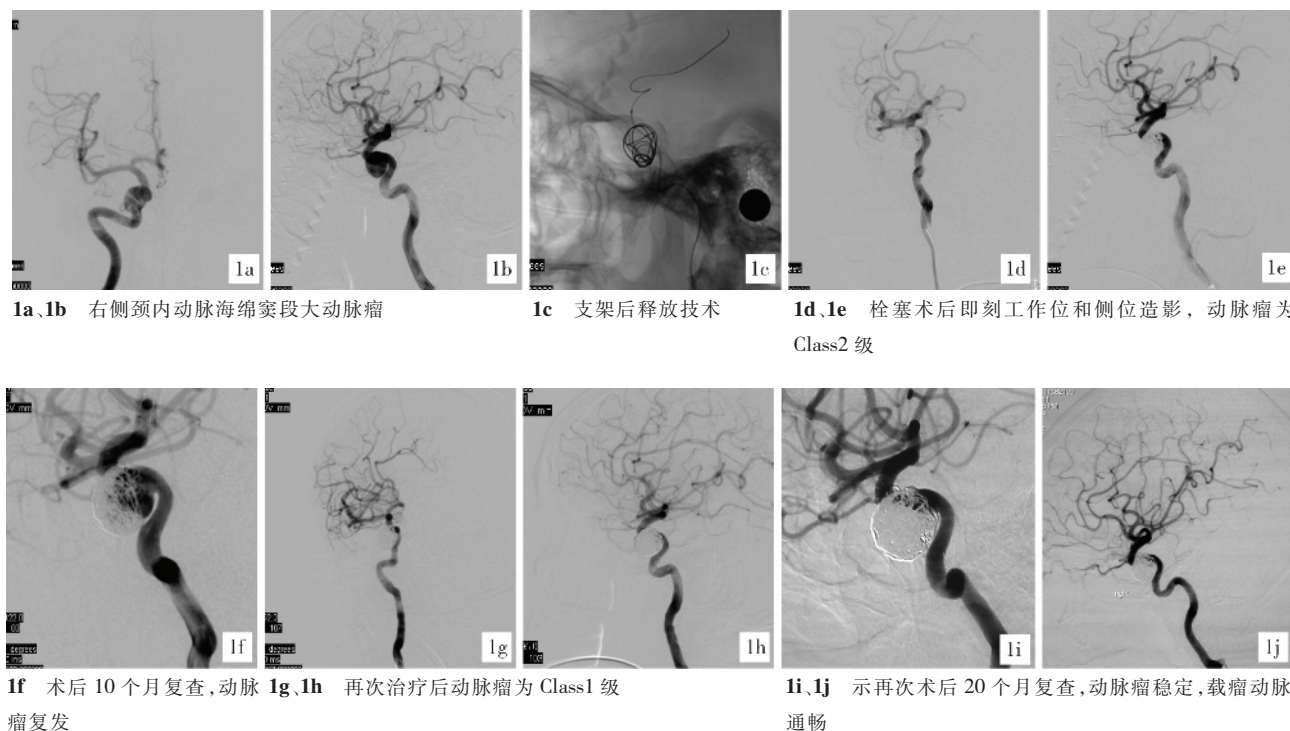


图 1 右侧颈内动脉海绵窦段大动脉瘤的治疗

式支架,具有良好的柔韧性和贴壁性,网眼小(2 mm × 3 mm),能提供 7% ~ 10%的瘤颈覆盖率,操作简便,支架显影良好,定位准确,可以应用于小血管等优点,与其他颅内血管支架如 Enterprise 和 Solitaire AB 支架相比,缺点是支架释放后不能重新回收。

支架辅助弹簧圈栓塞治疗脑宽颈动脉瘤的作用和疗效已得到公认,其作用有:①防止弹簧圈逃出或突出到载瘤动脉,降低缺血事件的发生率;②重建和治疗载瘤动脉,尤其体现在梭形动脉瘤和血泡状动脉瘤;③分割动脉瘤瘤颈,帮助更加致密填塞动脉瘤;④使瘤腔内血流转向和垂直压力降低,促进血栓形成;⑤提供血管内膜生长的物质平台;⑥降低动脉瘤的复发率;⑦稳定微导管,体现在血管弯曲度复杂的动脉瘤<sup>[19,24-31]</sup>。

### 3.2 技术和疗效

Neuroform3 支架辅助弹簧圈栓塞脑动脉瘤技术包括:①微导管经支架网眼技术。先植入和释放支架,微导管经过支架网眼进入动脉瘤使用弹簧圈栓塞动脉瘤,或多支架植入(平行重叠支架、Y 形支架或倒 Y 形支架、X 形支架等)<sup>[3,10,12,15,32]</sup>。②后植入支架<sup>[26]</sup>。微导管头端进入动脉瘤瘤腔,支架微导管到位,首先开始弹簧圈填塞动脉瘤,若弹簧圈无法停留在动脉瘤瘤腔内,则完全释放支架,这时支架的作用主要是稳定微导管和阻挡弹簧圈脱出;若弹簧圈成篮后部分脱出在瘤颈,释放支架的主要作用是

重塑瘤颈和载瘤动脉;需要时可以使用支架内球囊辅助或多支架技术<sup>[24]</sup>。③弹簧圈危急状态时使用支架防止弹簧圈逃逸和维持载瘤动脉通畅<sup>[18,33-34]</sup>。严格意义上讲后两者属于后释放范畴。另外,还有单支架治疗脑动脉瘤<sup>[2]</sup>。本组分别实施单纯支架植入 2 例,实施支架释放后微导管经支架网眼弹簧圈栓塞术 66 例,实施微导管弹簧圈填塞后释放支架的支架后释放技术 41 例,实施支架挽救弹簧圈治疗 8 例。

本组支架技术成功率为 99.2%(117/118),准确释放率 97.5%,高于 Neuroform 系列支架的文献报道<sup>[24,32]</sup>。术后至少 6 个月随访造影示 Class1 级 99 例(84.6%),Class2 级 6 例(5.1%)。而且术后即刻造影示 Class2 级的 30 例中 11 例(36.7%)存在血栓形成,类似于 Liang 等<sup>[15]</sup>的报道,低于 Yahia 等<sup>[31]</sup>、Maldonado 等<sup>[16]</sup>和 Biondi 等<sup>[28]</sup>的报道。9 例(7.7%)瘤体复发(起初 Class1 级 1 例,Class2 级 8 例),低于文献报道<sup>[24]</sup>,其中 5 例进行了再次治疗达到 Class1 级。

支架辅助弹簧圈治疗脑动脉瘤长期的复发率仍然不明确,理论上降低了动脉瘤的复发率和促进血栓形成,而且文献报道支持这一观点<sup>[30-31,35]</sup>,但是各个中心病例的不同和选择的支架植入方式不同,其复发率亦不同<sup>[24]</sup>。本组中 9 例(7.7%)瘤体复发(起初 Class1 级 1 例,Class2 级 8 例),而且 8 例动脉瘤最大径超过 10 mm,与动脉瘤大小和起初的栓塞程度有关,而且本组 Class2 级病例中绝大多数应

用经支架网眼技术。Katsaridis 等<sup>[9]</sup>报道无复发病例,而 Fiorella 等<sup>[28]</sup>报道的复发率高达 23%,Maldonado 等<sup>[16]</sup>为 17.5%,Biondi 等<sup>[25]</sup>和 Tahtinen 等<sup>[13]</sup>均为 11%,Sedat 等<sup>[24]</sup>为 9.5%,而国内 Liang 等<sup>[15]</sup>为 13.7%。近来 Kim 等<sup>[30]</sup>首次在介入治疗的 820 例病例中发现和配对了 37 对动脉瘤(使用支架和无辅助技术病例,34 例使用 Neuroform 支架,3 例使用 Leo 支架),经统计学比较得出使用支架辅助技术可以改变动脉瘤的长期结果,尤其是降低了小于 7 mm 动脉瘤的复发率和增加了侧壁动脉瘤的血栓形成。然而,支架辅助弹簧圈治疗脑动脉瘤的复发仍然多见于 6 个月,类似于单纯性弹簧圈栓塞动脉瘤的复发常见时间节点<sup>[17,24]</sup>。

### 3.3 并发症

支架具有促栓性,缺血事件是其最常见的并发症<sup>[1,5,8,12,25,32]</sup>,本组的缺血事件全部发生于破裂出血的动脉瘤。尽管大多数学者主张术前应用负荷剂量的抗血小板聚集药物,但仍不能完全避免缺血事件,而且 Lee 等<sup>[7]</sup>和 Katsaridis 等<sup>[9]</sup>学者以及我们以前的经验告诉我们,破裂出血的动脉瘤术前可以不行抗血小板聚集药物治疗,使用足量的全程的肝素化并不增加缺血事件的发生率,本组中出血性动脉瘤在 72 h 内介入治疗病例中术前应用或未用负荷剂量的抗血小板聚集药物者分别为 30 例和 46 例,两组缺血事件差异无明显统计学意义;再者动脉瘤急性蛛网膜下腔出血导致的脑血管痉挛、颅内高压和脑积水等并发症亦引起缺血事件,还与术中操作及时间等因素有关。近来,Standhardt 等<sup>[36]</sup>和 Gallas 等<sup>[37]</sup>报道单纯性弹簧圈栓塞未破裂动脉瘤的缺血事件高达 9%~10%,高于支架辅助弹簧圈栓塞动脉瘤的缺血事件发生率,这似乎可以用围手术期应用抗栓药物解释,仍需要进一步证实。

支架移位、误放、支架源性动脉瘤破裂出血以及失败植入多见于第一、二代支架<sup>[1,6,14,16]</sup>。本组 Neuroform3 支架内狭窄病例少见。虽然支架的并发症少见,并能有效地降低动脉瘤的复发率,但仍需更长期的多中心的大量病例研究证实。

### 【参考文献】

- [1] Benitez RP, Silva MT, Klem J, et al. Endovascular occlusion of wide-necked aneurysms with a new intracranial microstent (Neuroform) and detachable coils[J]. *Neurosurgery*, 2004, 54: 1359 - 1367.
- [2] Fiorella D, Albuquerque FC, Deshmukh VR, et al. Endovascular reconstruction with the neuroform stent as monotherapy for the treatment of uncoilable intradural pseudoaneurysms [J]. *Neurosurgery*, 2006, 59: 291 - 300; discussion 291.
- [3] Horowitz M, Levy E, Sauvageau E, et al. Intra/extra-aneurysmal stent placement for management of complex and wide-necked-bifurcation aneurysms: eight cases using the waffle cone technique[J]. *Neurosurgery*, 2006, 58: ONS - 258.
- [4] Wanke I, Doerfler A, Schoch B, et al. Treatment of wide-necked intracranial aneurysms with a self-expanding stent system: initial clinical experience[J]. *Am J Neuroradiol*, 2003, 24: 1192 - 1199.
- [5] Howington JU, Hanel RA, Harrigan MR, et al. The neuroform stent, the first microcatheter-delivered stent for use in the intracranial circulation[J]. *Neurosurgery*, 2004, 54: 2 - 5.
- [6] Fiorella D, Albuquerque FC, Han P, et al. Preliminary experience using the Neuroform stent for the treatment of cerebral aneurysms [J]. *Neurosurgery*, 2004, 54: 6 - 16; discussion 16.
- [7] Young-Jun L, Dong K, Suh S, et al. Stent-assisted coil embolization of intracranial wide-necked aneurysms [J]. *Neuroradiology*, 2005, 47: 680-689.
- [8] Lylyk P, Ferrario A, Pasbón B, et al. Buenos Aires experience with the neuroform self-expanding stent for the treatment of intracranial aneurysms[J]. *J Neurosurg*, 2005, 102: 235 - 241.
- [9] Katsaridis V, Papagiannaki C, Violaris C. Embolization of acutely ruptured and unruptured wide-necked cerebral aneurysms using the neuroform2 stent without pretreatment with antiplatelets: a single center experience[J]. *Am J Neuroradiol*, 2006, 27: 1123 - 1128.
- [10] Kelly ME, Turner R, Gonugunta V, et al. Stent Reconstruction of wide-necked aneurysms across the circle of Willis [J]. *Neurosurgery*, 2007, 61: 249 - 254.
- [11] Turk AS, Niemann DB, Ahmed A, et al. Use of self-expanding stents in distal small cerebral vessels [J]. *Am J Neuroradiol*, 2007, 28: 533 - 536.
- [12] 王武, 李明华, 杜倬婴, 等. Neuroform3 支架在急诊血管内栓塞破裂性脑宽颈动脉瘤中的应用 [J]. *介入放射学杂志*, 2009, 18: 4 - 10.
- [13] Tähtinen OI, Vanninen RL, Manninen HI, et al. Wide-necked intracranial aneurysms: treatment with stent-assisted coil embolization during acute (< 72 hours) subarachnoid hemorrhage—experience in 61 consecutive patients [J]. *Radiology*, 2009, 253: 199 - 208.
- [14] Wajnberg E, de Souza JM, Marchiori E, et al. Single-center experience with the Neuroform stent for endovascular treatment of wide-necked intracranial aneurysms[J]. *Surg Neurol*, 2009, 72: 612 - 619.
- [15] Liang G, Gao X, Li Z, et al. Neuroform stent-assisted coiling of intracranial aneurysms: a 5 year single-center experience and follow-up[J]. *Neurol Res*, 2010, 32: 721 - 727.
- [16] Maldonado IL, Machi P, Costalat V, et al. Neuroform stent-assisted coiling of unruptured intracranial aneurysms: short-and

- midterm results from a single-center experience with 68 patients [J]. *Am J Neuroradiol*, 2011, 32: 131 - 136.
- [17] Li MH, Gao BL, Fang C, et al. Angiographic follow-up of cerebral aneurysms treated with Guglielmi detachable coils: an analysis of 162 cases with 173 aneurysms [J]. *Am J Neuroradiol*, 2006, 27: 1107 - 1112.
- [18] 顾斌贤, 李明华, 王 武. 弹簧圈血管内栓塞脑动脉瘤危急事件中支架的应用[J]. *介入放射学杂志*, 2011, 20: 93 - 96.
- [19] 王 武, 李明华, 顾斌贤. Solitaire AB 支架辅助弹簧圈栓塞颅内宽颈动脉瘤 36 例[J]. *介入放射学杂志*, 2011, 20: 760 - 764.
- [20] North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial. Methods, patient characteristics, and progress[J]. *Stroke*, 1991, 22: 711 - 720.
- [21] Bonita R, Beaglehole R. Modification of rankin scale: recovery of motor function after stroke[J]. *Stroke*, 1998, 19: 1497 - 1500.
- [22] 李明华, 刘建民, 英 升, 等. 脑动脉瘤电解可脱性弹簧圈栓塞术后随访观察[J]. *中华放射学杂志*, 2002, 36: 797 - 801.
- [23] 王 武, 李明华, 顾斌贤. Solitaire AB 支架血管内治疗支架源性弹簧圈移位的脑动脉瘤一例[J]. *介入放射学杂志*, 2010, 19: 804 - 806.
- [24] Sedat J, Chau Y, Mondot L, et al. Endovascular occlusion of intracranial wide-necked aneurysms with stenting (Neuroform) and coiling: mid-term and long-term results[J]. *Neuroradiology*, 2009, 51: 401 - 409.
- [25] Biondi A, Janardhan V, Katz JM, et al. Neuroform stent-assisted coil embolization of wide-neck intracranial aneurysms: strategies in stent deployment and midterm follow-up [J]. *Neurosurgery*, 2007, 61: 460 - 468.
- [26] de Paula Lucas C, Piotin M, Spelle L, et al. Stent-jack technique in stent-assisted coiling of wide-neck aneurysms [J]. *Neurosurgery*, 2008, 62: ONS414 - ONS416.
- [27] Wanke I, Forsting M. Stents for intracranial wide-necked aneurysms: more than mechanical protection [J]. *Neuroradiology*, 2008, 50: 991 - 998.
- [28] Fiorella D, Albuquerque FC, Deshmukh VR, et al. Usefulness of the neuroform stent for the treatment of cerebral aneurysms: results at initial (3-6-mo) follow-up [J]. *Neurosurgery*, 2005, 56: 1191 - 1201.
- [29] Lubicz B, Bandeira A, Bruneau M, et al. Stenting is improving and stabilizing anatomical results of coiled intracranial aneurysms[J]. *Neuroradiology*, 2009, 51: 419 - 425.
- [30] Kim DJ, Suh SH, Lee JW, et al. Influences of stents on the outcome of coil embolized intracranial aneurysms: comparison between a stent-remodeled and non-remodeled treatment [J]. *Acta Neurochir*, 2010, 152: 423 - 429.
- [31] Yahia AM, Latorre JG, Gordon V, et al. Progressive occlusion of aneurysms in Neuroform Stent-assisted treatment of intracranial aneurysms [J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2011, 82: 278 - 282.
- [32] Yahia AM, Gordon V, Whapham J, et al. Complications of neuroform stent in endovascular treatment of intracranial aneurysms[J]. *Neurocrit Care*, 2008, 8: 19 - 30.
- [33] Luo CB, Chang FC, Teng MM, et al. Stent management of coil herniation in embolization of internal carotid aneurysms[J]. *Am J Neuroradiol*, 2008, 29: 1951 - 1955.
- [34] Yoo E, Kim DJ, Kim DI, et al. Bailout stent deployment during coil embolization of intracranial aneurysms [J]. *Am J Neuroradiol*, 2009, 30: 1028 - 1034.
- [35] Piotin M, Blanc R, Spelle L, et al. Stent-assisted coiling of intracranial aneurysms: clinical and angiographic results in 216 consecutive aneurysms[J]. *Stroke*, 2010, 41: 110 - 115.
- [36] Standhardt H, Boecher-Schwarz H, Gruber A, et al. Endovascular treatment of unruptured intracranial aneurysms with Guglielmi detachable coils: short- and long-term results of a single-centre series[J]. *Stroke*, 2008, 39: 899 - 904.
- [37] Gallas S, Drouineau J, Gabrillargues J, et al. Feasibility, procedural morbidity and mortality, and long-term follow-up of endovascular treatment of 321 unruptured aneurysms [J]. *Am J Neuroradiol*, 2008, 29: 63 - 68.

(收稿日期:2011-11-30)

(本文编辑:侯虹鲁)