

# Neuroform Atlas 在双支架技术治疗复杂颅内分叉部宽颈动脉瘤中的应用

韩金涛, 李 选, 贾子昌, 栾景源, 梁 飞, 张宇翔, 赵世录, 赵彦清

**【摘要】 目的** 探讨 Neuroform Atlas 支架在双支架技术辅助弹簧圈栓塞治疗复杂颅内分叉部宽颈动脉瘤(wide-neck bifurcation aneurysm, WNBA)的安全性和有效性。**方法** 回顾性分析我院 2020 年 12 月到 2022 年 5 月采用 Neuroform Atlas 支架以双支架辅助栓塞(dual stent-assisted coiling, DSAC)治疗的 19 例复杂 WNBA 患者临床资料。19 例患者共 19 个 WNBA, 其中 5 个为破裂性动脉瘤。分布部位: 10 个位于大脑中动脉 M1 分叉处、7 个位于前交通动脉、2 个位于基底动脉尖。其中 18 个动脉瘤采取“Y”型 DSAC、1 个采取“X”型 DSAC 技术治疗。栓塞后复查脑血管数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA), 采取 Raymond 量表评估即刻栓塞效果和载瘤动脉情况。临床随访采用改良 Rankin 评分量表(modified Rankin Scale, mRS)评估患者术后 3 个月临床预后, 影像学随访采取复查全脑血管 DSA, 评估患者术后 6 个月时动脉瘤闭塞情况和载瘤动脉通畅情况。**结果** 19 例患者手术步骤均成功, 技术成功率为 100%。DSAC 后复查 DSA 显示动脉瘤即刻闭塞情况: 16 个为 Raymond I 级(完全闭塞)、2 个为 Raymond II 级(瘤颈残留)、1 个为 Raymond III 级(瘤体残留)。1 例患者出现围手术期并发症: 为分支动脉内血栓形成, 予替罗非班治疗后血流恢复, 苏醒后无明显神经功能缺失。术后 3 个月时 18 例患者获临床随访, 均预后良好(mRS≤2 分)。术后 6 个月时 16 例患者获 DSA 影像随访: Raymond I 级 14 个、Raymond II 级 1 个、Raymond III 级 1 个。**结论** Neuroform Atlas 支架用于 DSAC 治疗 WNBA 技术成功率较高, 有较低的围手术期并发症发生率和较高的动脉瘤闭塞率, 较传统支架有一定优势, 但其远期疗效还需进一步随访观察。

**【关键词】** 分叉部宽颈动脉瘤; 双支架辅助栓塞; Neuroform Atlas 支架

中图分类号: R743 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2023)-03-0215-04

**Application of Neuroform Atlas in dual stent-assisted coiling for the treatment of complex intracranial wide-neck bifurcation aneurysms** HAN Jintao, LI Xuan, JIA Zichang, LUAN Jingyuan, LIANG Fei, ZHANG Yuxiang, ZHAO Shilu, ZHAO Yanqing. Department of Interventional Radiology and Vascular Surgery, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China

Corresponding author: JIA Zichang, E-mail: jiazichang@126.com

**【Abstract】 Objective** To assess the safety and efficacy of dual stent-assisted coiling (DSAC) with Neuroform Atlas stents in the treatment of complex intracranial wide-neck bifurcation aneurysms (WNBA). **Methods** The clinical data of 19 patients with complex intracranial WNBA, who received DSAC with Neuroform Atlas stents at Peking University Third Hospital of China between December 2020 and May 2022, were retrospectively analyzed. A total of 19 WNBA were detected in the 19 patients, of which 5 were ruptured aneurysms. The aneurysms located at the bifurcation of M1 segment ( $n=10$ ), at the anterior communicating artery ( $n=7$ ), and at the apex of basilar artery ( $n=2$ ). Y-shaped DSAC was employed for 18 aneurysms and X-shaped DSAC was adopted for one aneurysm. Immediately after DSAC procedure, digital subtraction angiography (DSA) reexamination was performed, and Raymond Scale was used to assess the occlusion extent of the aneurysm and the patency status of the parent artery. During follow-up period, modified Rankin Scale (mRS) was used to evaluate postoperative 3-month clinical outcome. Follow-up check with whole-cerebral DSA was performed to evaluate the postoperative 6-month status of the aneurysm occlusion extent and the parent artery patency. **Results** Successful DSAC procedure was accomplished in all the 19 patients, the technical success

rate was 100%. DSA performed immediately after DSAC procedure showed that 16 aneurysms achieved Raymond grade I (complete embolization), 2 aneurysms achieved Raymond grade II (residue of aneurysm neck), and one aneurysm achieved Raymond grade III (residue of aneurysm cavity). One patient developed perioperative complication of thrombosis in the branch arteries, the blood flow recovered after tirofiban treatment and no significant neurological function damage was observed after the patient woke up. Eighteen patients were clinically followed up at 3 months after DSAC, and all of them obtained good prognosis (mRS  $\leq$  2 points). Sixteen patients were followed up with DSA at 6 months after DSAC, which showed that Raymond grade I was obtained in 14 patients (87.5%, 14/16), Raymond grade II in one patient, and Raymond grade III in one patient. **Conclusion** In treating complex intracranial WNBA, DSAC by using Neuroform Atlas stents has higher technical success rate, less perioperative complications, and higher aneurysm occlusion rate. Compared with conventional stents, DSAC has certain advantages, but its long-term efficacy needs further follow-up observation. (J Intervent Radiol, 2023, 32: 215-218)

**【Key words】** wide-neck bifurcation aneurysm; dual stent-assisted coiling; Neuroform Atlas stent

近年来,随着神经介入技术的迅速发展,支架辅助弹簧圈栓塞治疗颅内宽颈动脉瘤目前已在临床上成熟应用<sup>[1-2]</sup>。位于大脑中动脉 M1 分叉部、前交通动脉等部位的颅内分叉部宽颈动脉瘤(wide-neck bifurcation aneurysm, WNBA),瘤体常累及多个分支,采用常规栓塞方法常不能有效保护分支血管,手术难度及风险均较高,是目前神经介入治疗的难点和热点问题<sup>[3]</sup>。双支架辅助栓塞(dual stent-assisted coiling, DSAC)技术的出现为复杂 WNBA 提供了新的治疗方案并取得较好效果<sup>[4-6]</sup>。Neuroform Atlas 支架(简称 Atlas 支架)是近年进入我国的一款新型栓塞辅助支架,低剖面、主体开环设计使其可经更小内径的微导管输送,且释放后贴壁性良好、致栓性低,在 Willis 环以远的远端动脉瘤治疗中有较明显优势<sup>[7-9]</sup>。目前 Atlas 支架在 DSAC 技术治疗复杂 WNBA 的相关文献报道较少<sup>[10]</sup>,本文回顾性分析我科采用 Atlas 支架以 DSAC 技术治疗的 19 例复杂 WNBA 患者资料,现报道如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究对象及一般资料

回顾性分析北京大学第三医院介入血管外科于 2020 年 12 月到 2022 年 5 月期间采用 Atlas 支架以 DSAC 技术治疗的 19 例复杂 WNBA 患者的临床资料。本组患者男性 6 例,女性 13 例;年龄(59 $\pm$ 12)岁(53~83)岁。19 位患者共 19 个复杂 WNBA(体颈比 $<2$ 或瘤颈 $>4$  mm,且瘤体累及 $\geq 2$ 个分支),其中 5 例为破裂性动脉瘤(Hunt-Hess I 级 3 个、II 级 2 个)。分布部位:10 个动脉瘤位于大脑中动脉 M1 分叉处、7 个位于前交通动脉、2 个位于基底动脉尖。动脉瘤最大径为(6.3 $\pm$ 2.8) mm(3.2~11.2 mm),其中 5 个最大径 $\leq 5$  mm,12 个最大径 5~10 mm,2 个最大

径 $\geq 10$  mm。

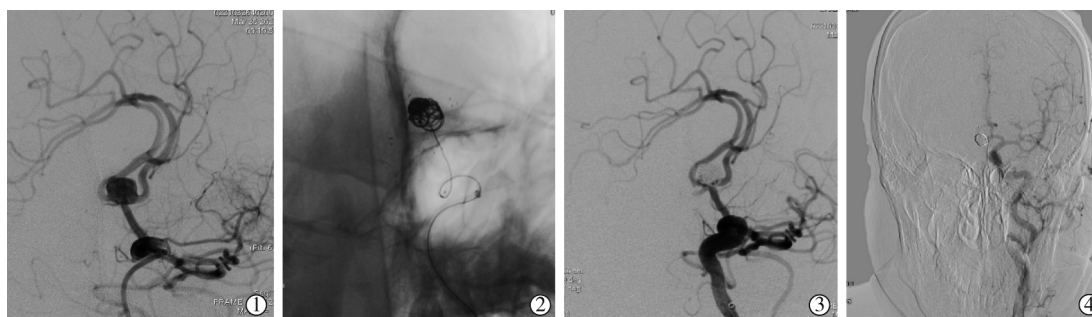
### 1.2 手术方法

手术情况:均采取全身麻醉,穿刺股动脉置 8 F 短鞘后,行全脑 DSA 造影及 3D 重建,明确动脉瘤及载瘤动脉等解剖形态。全身肝素化后,将 6 F 银蛇 TGC 颅内导管(中国通桥医疗公司)置于载瘤动脉近端。“Y”型支架技术:路径图下,以 Synchro-0.014 微导丝(美国史赛克公司)辅助 SL-10 支架输送导管(美国史赛克公司)进入分支动脉内,然后将 Echelon-10 微导管(美国美敦力公司)引入动脉瘤内。完全释放首枚 Atlas 支架后,再将 SL-10 微导管穿过首枚支架网眼选入第 2 条分支动脉,释放第 2 枚 Atlas 支架后以弹簧圈进行瘤腔致密填塞。“X”型支架技术主要用于前交通动脉瘤,将 SL-10 微导管依次经同侧大脑前动脉 A1 段进入对侧大脑前动脉 A2 段,2 枚支架释放后形成“X”构型。术后即刻行 DSA 造影评估动脉瘤闭塞及载瘤动脉通畅情况(见图 1)。

围手术期管理:术前 2 h 泵入尼莫地平,未破裂动脉瘤患者术前予阿司匹林(100 mg/d)和氯吡格雷(75 mg/d)5 d 以上,破裂性动脉瘤患者术前 3 h 予负荷量双联抗血小板药物(阿司匹林 300 mg+氯吡格雷 300 mg)。术后予替罗非班泵入 24 h,继续阿司匹林(100 mg/d)和氯吡格雷(75 mg/d)双抗治疗,术后半年改为阿司匹林(100 mg/d)治疗至少 1 年。

### 1.3 随访

出院后对患者进行随访,临床随访为术后 3 个月时门诊以 mRS 量表评估患者临床预后:0~2 分为预后良好,3~5 分为预后不良。影像学随访为术后 6 个月住院复查全脑 DSA 造影,以 Raymond 量表评估动脉瘤闭塞情况(I 级:动脉瘤完全不显影-完全闭塞;II 级:仅瘤颈显影-次全闭塞;III 级:瘤体显影-不完全闭塞),并观察载瘤动脉是否狭窄。



①DSA 造影示前交通动脉瘤累及双侧 A2 段;②释放双 Neuroform Atlas 支架呈“X”构型,栓塞导管头端位于瘤腔内填塞弹簧圈;③致密填塞后造影示动脉瘤完全闭塞(Raymond I 级),载瘤动脉通畅;④术后 6 个月复查造影示动脉瘤无复发,载瘤动脉通畅

图 1 复杂前交通 WNBA 患者“X”型支架辅助栓塞 DSA 影像资料

## 1.4 统计学方法

使用 SPSS 22.0 统计软件包进行数据处理,计量资料采用  $\bar{x} \pm s$  表示;计数资料以率表示。

## 2 结果

### 2.1 手术情况

患者手术均成功,其中“Y”型支架技术 18 例和“X”型支架技术 1 例,共用 Atlas 支架 38 枚。术后即刻 DSA 显示:16 个动脉瘤 Raymond I 级、2 个 Raymond II 级、1 个 Raymond III 级。出现手术并发症 1 例,为大脑中动脉 M1 分叉部动脉瘤,术中出现 M2 下干内血栓形成,予动脉内替罗非班后好转,患者术后无明显神经功能缺失。

### 2.2 随访情况

18 例患者获术后 3 个月临床随访,均预后良好( $mRS \leq 2$  分),其中 5 例破裂性颅内动脉瘤患者术后均逐渐恢复至生活自理及以上水平。16 例患者获术后 6 个月 DSA 影像随访:其中动脉瘤闭塞达 Raymond I 级 14 个、Raymond II 级 1 个、Raymond III 级 1 个。

## 3 讨论

颅内动脉瘤介入手术较开颅手术有创伤小、恢复快等优势,目前已成为大部分颅内动脉瘤的首选治疗方式<sup>[11,12]</sup>。支架辅助弹簧圈栓塞术治疗宽颈动脉瘤可防止弹簧圈疝出、利于瘤颈部内皮攀爬,目前已广泛用于临床<sup>[2,13,14]</sup>。但复杂颅内 WNBA 瘤体累及多根血管、分支动脉管径较细或成角较大,传统栓塞术式难以达到满意治疗效果<sup>[15]</sup>,而开颅手术治疗复杂 WNBA 存在创伤大、易损伤分支动脉等缺陷<sup>[3,16]</sup>,WEB 瘤内扰流装置、Pipeline 血流导向装置治疗复杂 WNBA 尚处于探索阶段,存在瘤颈修复不佳、分支闭塞率高等隐患<sup>[17,18]</sup>。复杂 WNBA 治疗的

关键是进行动脉瘤致密填塞的同时,需防止弹簧圈移位疝出,保证流入道(载瘤动脉)及流出道(分支动脉)血流通畅。DSAC 可防止弹簧圈逃逸、保护双侧流出道,改善局部血流动力学的同时,还能为瘤颈部内皮攀爬提供“脚手架”结构,是目前治疗复杂 WNBA 的常用方法。DSAC 技术根据不同类型 WNBA 特点采取个体化的双支架构造方式,如“Y”型、“X”型、“T”型等构型<sup>[19]</sup>。临床上目前以“Y”型支架技术最为常用,应用“T”型技术相对较少,“X”型技术主要用于同侧分支成锐角的前交通动脉瘤。而根据支架在瘤颈近端的不同置入方式,“Y”型支架技术分为交叉置入式的“Crossing Y stents”技术和平行置入式的“Kissing Y stents”技术两种类型,其中“Crossing Y stents”技术因双枚支架均可贴壁、对流入道载瘤动脉血流干扰较小而更为常用<sup>[19]</sup>。

目前临床上常用于 DSAC 的支架有激光雕刻支架(如 Neuroform EZ、Enterprise 等)以及编织支架(如 LVIS 等),但复杂 WNBA 常存在位置较深、分支动脉纤细成角等解剖不利因素,上述支架常出现到位困难、支架贴壁不良等缺陷,导致手术不能顺利完成,甚至出现严重并发症<sup>[19]</sup>。Atlas 支架是美国史赛克公司生产的一款新型激光雕刻、低剖面、开闭环结合的小型支架,可通过更小管径的 1.7 F 微导管运送至分支动脉,具有到位顺畅、贴壁性好、致栓性低等优点,不仅提高了手术成功率,同时也显著降低了手术难度以及并发症风险,影像学随访显示 WNBA 闭塞率也取得进一步提升<sup>[10,16]</sup>。

本研究采取 DSAC 技术以 Atlas 支架进行辅助栓塞治疗 19 例 WNBA 患者,均顺利完成手术,安全性和有效性均较好,结合本单位使用经验及相关报道<sup>[7-10]</sup>,考虑 Atlas 支架用于 WNBA 有以下优势:①Atlas 支架是一款小型支架,为 Neuroform 系列支架的升

级产品,有低剖面、网眼大小适中等独特设计,可通过更小管径的微导管输送,即使在路径迂曲、分支动脉纤细成角的病变,支架仍可非常顺畅地输送至载瘤动脉的目标部位,用于位于 Willis 环以远的复杂 WNBA 优势更加明显。传统支架输送时需要较粗的支架输送导管,通过分叉部常存在困难,导致局部内膜损伤继发血栓形成等风险,而 Atlas 支架在降低手术难度、节约手术时间的同时,可较大程度上降低手术操作相关并发症<sup>[8,10]</sup>。②Atlas 支架主体开环+近端少量闭环的设计使其在迂曲的载瘤动脉分支内大、小弯均贴壁良好。另外,Atlas 支架大小适中的网眼设计防止弹簧圈疝出的同时,也使得 DSAC 手术时第 2 枚支架的输送导管较容易穿越首枚支架网眼并顺畅到达第 2 条分支动脉内。相较于原来的 Neuroform EZ 支架,Atlas 支架输送系统中去除了远端的稳定导丝,这个设计在很大程度上减少了对分支动脉远端的刺激,降低了稳定导丝导致的血管痉挛甚至穿破风险<sup>[17]</sup>。③Atlas 支架径向支撑力适中、顺应性良好,保证支架充分贴壁的同时,对分支血管走行干扰较小,本组病例中较多复杂 WNBA 的分支动脉迂曲成角,Atlas 支架释放后贴壁性及柔顺性均较好,在瘤颈部提供足够支撑的同时,减轻了对分支动脉的血管走行及血流干扰,从而在较大程度上降低了围手术期血栓形成等不良事件以及远期支架内狭窄的发生率。

综上所述,本研究显示 Atlas 支架用于 DSAC 技术治疗复杂 WNBA 有很高的技术成功率,并具有较低的围手术期并发症发生率和较高的动脉瘤闭塞率。但本研究为回顾性研究,研究结论有待前瞻性大样本量的临床试验加以验证。

#### [参 考 文 献]

- [1] Mokin M, Primiani CT, Ren ZG, 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: 289-297.
- [2] Liu Y, Cheng Y. Combined development of traditional Chinese medicine and interventional medicine[J]. J Interv Med, 2021, 4: 136-138.
- [3] Webb M, Riina H, Mascitelli J. Wide-neck and bifurcation aneurysms: balancing open and endovascular therapies[J]. Neurosurg Clin N Am, 2022, 33: 359-369.
- [4] 徐远杰,管生,袁永杰,等. Y 形支架辅助栓塞颅内动脉分叉部宽颈动脉瘤临床效果分析[J]. 介入放射学杂志, 2018, 27: 608-613.
- [5] Kuwajima T, Kazekawa K, Maruyama K, et al. Usefulness and problems of Y-stent and T-stent assisted coiling for unruptured cerebral aneurysms[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2022, 31: 106668.
- [6] Bartolini B, Blanc R, Pistocchi S, et al. "Y" and "X" stent-assisted coiling of complex and wide-neck intracranial bifurcation aneurysms[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2014, 35: 2153-2158.
- [7] Hanel RA, Yoon N, Sauvageau E, et al. Neuroform atlas stent for treatment of middle cerebral artery aneurysms: 1-year outcomes from neuroform atlas stent pivotal trial[J]. Neurosurgery, 2021, 89: 102-108.
- [8] Jankowitz BT, Jadhav AP, Gross B, et al. Pivotal trial of the Neuroform Atlas stent for treatment of posterior circulation aneurysms: one-year outcomes[J]. J Neurointerv Surg, 2022, 14: 143-148.
- [9] 邵秋季,李立,李天晓,等. Neuroform Atlas 支架辅助弹簧圈治疗颅内宽颈动脉瘤的初步应用[J]. 中华神经外科杂志, 2022, 38: 59-64.
- [10] Aydin K, Balci S, Sencer S, et al. Y-stent-assisted coiling with low-profile neuroform atlas stents for endovascular treatment of wide-necked complex intracranial bifurcation aneurysms [J]. Neurosurgery, 2020, 87: 744-753.
- [11] Cognard C, Pierot L, Anxionnat R, et al. Results of embolization used as the first treatment choice in a consecutive nonselected population of ruptured aneurysms: clinical results of the clarity GDC study[J]. Neurosurgery, 2011, 69: 837-841.
- [12] 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: 606-616.
- [13] Khattak YJ, Sibaie AA, Anwar M, et al. Stents and stent mimickers in endovascular management of wide-neck intracranial aneurysms [J]. Cureus, 2018, 10: e3420.
- [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, 30: 1-7.
- [15] 杨帆,姜除寒. 支架辅助弹簧圈栓塞治疗前交通动脉宽颈动脉瘤[J]. 国际脑血管病杂志, 2015, 23: 686-690.
- [16] Zhou B, He Y, Cheng J, et al. Treatment of the acute thromboembolic event during endovascular embolization of intracranial aneurysm [J]. J Interv Med, 2020, 3: 208-212.
- [17] Moore KA, Goyal N, Arthur AS. The Woven EndoBridge embolization device for the treatment of intracranial wide-necked bifurcation aneurysms[J]. Future Cardiol, 2021, 17: 953-961.
- [18] Deng Q, Zhang S, Li M, et al. Effects of two different glycoprotein platelet II b/III a inhibitors and the clinical endpoints in patients with intracranial pipeline flow diverter implant[J]. J Interv Med, 2020, 3: 174-179.
- [19] 袁永杰,郭新宾,范锋,等. 不同支架置入方式辅助栓塞颅内分叉部宽颈动脉瘤的疗效[J]. 中华神经外科杂志, 2018, 34: 999-1003.

(收稿日期:2022-11-15)

(本文编辑:茹实)