

Atlas 支架“类冰淇淋”技术在伴瘤颈发出重要分支血管的颅内动脉瘤栓塞中的应用

杨 松 宋海涛 陈 森 纪德峰 徐增良 聂 文

【摘要】目的 探讨 Atlas 支架“类冰淇淋”技术在伴瘤颈发出重要分支血管的颅内动脉瘤栓塞中应用的可行性和有效性。**方法** 回顾性分析 2022 年 1 月至 2022 年 9 月采用 Atlas 支架辅助栓塞治疗的 10 例伴瘤颈发出重要分支血管的颅内动脉瘤的临床资料。**结果** 10 例 DSA 发现动脉瘤颈处发出重要分支血管,术中采用“类冰淇淋”技术辅助栓塞。术后造影显示支架在位良好,动脉瘤致密栓塞,载瘤动脉血流通畅,分支血管血流通畅,未发生出血或缺血性事件。8 例术后 6 个月 DSA 复查未见动脉瘤复发,载瘤动脉通畅;2 例失访。**结论** 针对伴瘤颈发出重要分支血管的颅内动脉瘤,利用 Atlas 支架远端开环、精准释放、锚定特性的特性,使支架远端部分置于动脉瘤瘤颈,形成“类冰淇淋”技术,保护重要分支血管,支撑弹簧圈,可增加瘤腔内弹簧圈致密度并保护分支血管。

【关键词】 颅内动脉瘤;Atlas 支架;“类冰淇淋”技术;疗效

【文章编号】 1009-153X(2024)05-0274-03 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 743.9; R 815.2

Feasibility and efficacy of Atlas stents using the waffle-cone technique for intracranial aneurysms with significant branch vessels arising from the aneurysm neck

YANG Song, SONG Hai-tao, CHEN Sen, JI De-feng, XU Zeng-liang, NIE Wen. Department of Neurosurgery, Jiaozhou Branch, East Hospital Affiliated to Tongji University, Qingdao 266300, China

【Abstract】 Objective To explore the feasibility and efficacy of the waffle-cone technique with Atlas stent in the embolization of intracranial aneurysms with significant branch vessels arising from the aneurysm neck. **Methods** The clinical data of 10 patients with intracranial aneurysms with significant branch vessels arising from the aneurysm neck treated with Atlas stent-assisted embolization from January 2022 to September 2022 were retrospectively analyzed. **Results** DSA revealed significant branch vessels arising from the aneurysm neck in all patients, and the waffle-cone technique was adopted for assisted embolization during the operation. Postoperative angiography showed that all the stents were in good position, all the aneurysms were densely embolized, the blood flows of the parent arteries and the branch vessels were patent, and no hemorrhagic or ischemic events occurred. Eight patients were followed-up by DSA at 6 months after the operation, and no aneurysm recurrence was found and the parent arteries were patent. Two patients were lost to follow-up. **Conclusions** For intracranial aneurysms with significant branch vessels arising from the aneurysm neck, by taking advantage of the characteristics of the distal open loop, precise release, and anchoring of the Atlas stent, the distal part of the stent can be placed at the aneurysm neck to form the waffle-cone technique, protecting the significant branch vessels and supporting the coils, which can increase the density of the coils in the aneurysm sac and protect the branch vessels.

【Key words】 Intracranial aneurysms; Atlas stent; Waffle-cone technique; Feasibility; Efficacy

目前,颅内动脉瘤的治疗方法有开颅手术和介入手术两种方式,其中介入治疗方式有单纯弹簧圈栓塞技术、双导管技术^[1]、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^[2]。现在,临床支架辅助栓塞动脉瘤的应用中出现

许多前沿技术,如 Lvis 支架的“灯笼技术”^[3], NeuroformEz 支架的“穹隆技术”,Enterprise 支架的“冰淇淋技术”^[4]等。这些技术的应用大大提高了颅内动脉瘤的栓塞率,减少了并发症。但是,每种技术都有临床应用的局限性,对于有重要分支血管起自动脉瘤颈,而且动脉瘤相对宽颈,重要分支较迂曲或者过于纤细无法置入支架时的栓塞便有了难度。2022 年 1 月至 2022 年 9 月采用 Atlas 支架辅助栓塞治疗颅内复杂动脉瘤 10 例,术中将依靠 Atlas 支架头端精准释放动脉瘤颈处辅助栓塞动脉瘤的技术命名为“类冰淇淋”技术,现总结如下。

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2024.05.006

作者单位:266300 山东胶州,同济大学附属东方医院胶州医院神经外科(杨 松、宋海涛、陈 森、纪德峰、徐增良、聂 文)

通信作者:聂 文,Email:King2008a@163.com

1 资料与方法

1.1 一般资料 10 例中,男性 8 例,女性 2 例;年龄 45~62 岁。入院后均行 DSA 明确为颅内动脉瘤,大小 2~3 mm,呈普通囊性凸起,无子瘤或极不规则形态,动脉瘤颈处均发出重要分支血管,其中大脑中动脉分叉部动脉瘤 2 例,基底动脉小脑上动脉起始处动脉瘤 4 例,大脑后动脉起始处动脉瘤 2 例,小脑下后动脉起始处动脉瘤 1 例,小脑下前动脉起始处动脉瘤 1 例;未破裂动脉瘤 2 例,破裂动脉瘤 8 例(术前 Hunt-Hess 分级 I 级 5 例,II 级 3 例)。

1.2 手术方法 术前行 3D-DSA 明确动脉瘤位置、形态、载流动脉直径、分支血管直径等(图 1A、1B),证实动脉瘤分支血管置入支架困难,或采取常规支架辅助栓塞具有较高风险。术中采用 Synchro 微导丝,XT17 微导管,SL10 微导管,Atlas 支架(其中 3.0 支架 7 枚,4.0 支架 3 枚,)选取工作位后,6F GUIDING 到位,全身肝素化后,Synchro 微导丝导引 XT17 导管置入载瘤动脉中,跨过动脉瘤颈至远端,SL10 微导管塑形后置入动脉瘤腔内。Atlas 支架经 XT17 推进,当支架远端 Mark 点与 XT17 导管出口处重叠时,回拉导管,将 XT17 导管出口置于动脉瘤瘤颈处时,推送 Atlas 支架,见支架远端打开,Mark 点在动脉瘤瘤颈处,推送 XT17 导管给予适当张力(图 1C、1D),经 SL10 微导管填塞动脉瘤致动脉瘤不显影,完全释放支架,释放时推送支架同时回拉导管,使 Atlas 支架准确铆定位置(图 1E、1F)。

2 结果

术后造影显示支架在位良好,动脉瘤致密栓塞,载瘤动脉血流通畅,动脉瘤颈处发出分支血管保护良好,血流通畅,未发生出血或缺血性事件。8 例术后 6 个月 DSA 复查未见动脉瘤复发,载瘤动脉通畅;2 例失访。

3 讨论

临床上,颅内复杂动脉瘤的复杂程度与病人自身因素及所选治疗方式有关。常见的颅内复杂动脉瘤主要包括宽颈动脉瘤、不规则动脉瘤、大动脉瘤、微小动脉瘤、假性动脉瘤,常用的介入技术包括双微导管、球囊辅助、支架辅助栓塞术,其中最常见的是支架辅助栓塞术,目的是增加弹簧圈在动脉瘤腔内的致密度,而且具有血流导向作用,改变血管走形,从而降低血流对载瘤血管的冲击作用。

单纯弹簧圈栓塞颅内宽颈动脉瘤比较困难,加之血流冲刷可导致弹簧圈疝入到载瘤动脉、弹簧圈漂移,有可能引起载瘤动脉远端供血区的缺血。颅内支架的应用解决了这一难题,颅内支架既可以提供径向支撑力、使弹簧圈不会脱出,又保证了载瘤动脉正常的血流速度,确保了手术的安全性。除了具有机械阻挡作用之外,支架还具有血流导向作用,能够改变载瘤动脉的血流,减少进入动脉瘤的血流量,减缓瘤腔内的血流速度,有助于动脉瘤腔内血栓的形成^[9],提高动脉瘤的闭塞率、降低复发率。除此之外,支架置入后,血管新生内膜可沿着支架增生,新增生的内膜覆盖在支架上,实现对载瘤动脉的重建,最终封闭动脉瘤的瘤颈,把动脉瘤孤立于血液循环

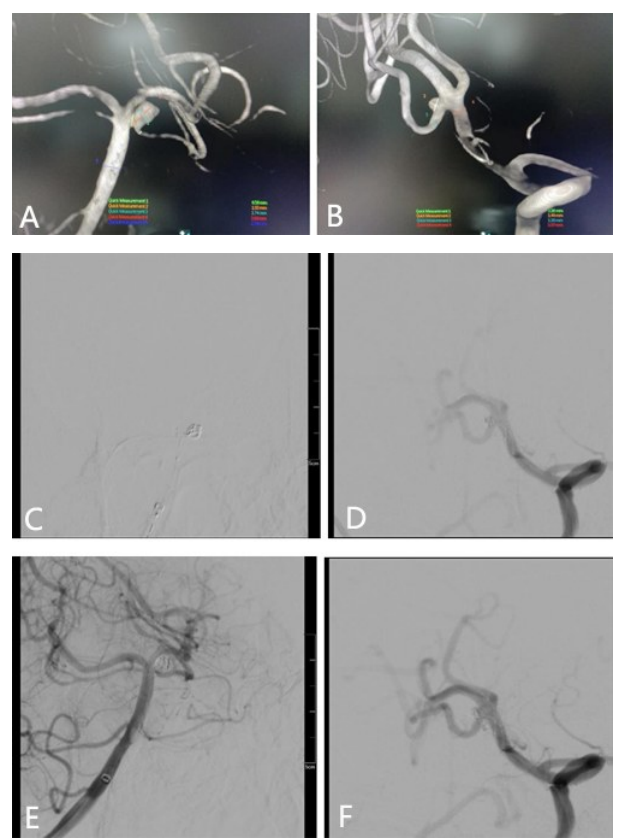


图 1 颈内动脉分叉处动脉瘤 Atlas 支架辅助栓塞前后影像 A、B. 术前 3D-DSA 显示动脉瘤与载瘤动脉关系,动脉瘤颈处发出一动脉分支;C、D. 术中 DSA 显示 Atlas 支架远端 Mark 点在动脉瘤瘤颈处;E、F. 术后 DSA 显示支架在位良好,动脉瘤栓塞满意,分支血管通畅

Figure 1 Pre- and post- operative images of a patient with a carotid bifurcation aneurysm undergoing Atlas stent-assisted embolization A-B: Pre-operative 3D-DSA shows the relationship between the aneurysm and the parent artery, with an arterial branch emanating from the aneurysm neck. C-D: Intraoperative DSA shows the Mark point of the Atlas stent at the aneurysm neck. E-F: Post-operative DSA shows the stent in place and the aneurysm occluded satisfactorily, with the branch vessel patency.

之外,实现动脉瘤的完全治愈^[6]。现在,临床常用支架有 Solitaire、Enterprise、Lvis 等,每种支架根据开环、闭环等设计具有各自的特性。

“冰淇淋”支架技术,也称“华夫锥”技术,是利用无头端支架远端整体托在动脉瘤颈处,进而堵塞弹簧圈,因形似“冰淇淋”而得名^[4,7]。Atlas 支架是激光雕刻的镍钛合金的自膨式支架,支架的缩短率较小,具有独特的近端闭环式、远端开环式的混合设计,有更好的贴壁性、柔韧性、稳定性和径向支撑力。该支架有 3.0 mm、4.0 mm 和 4.5 mm 三种直径尺寸和 15 mm、21 mm、24 mm 和 30 mm 四种长度尺寸,适用范围较广。Atlas 支架可以通过直径为 0.0165~0.0170 英寸的 Excelsior SL-10 或 XT-17 微导管输送,通过能力较好,能把支架送至细小的动脉,降低了手术的难度。Atlas 支架的金属覆盖率在 6%~12%,因此使用 Atlas 支架时,支架内血栓形成的风险较低,约 1.6%^[8]。与其他支架相比,利用 Neuroform Atlas 支架治疗颅内动脉瘤有良好的闭塞率和临床预后^[9]。Atlas 支架为节段性释放,支架的锚定性强,释放过程简单,有较高的手术成功率。并且,该支架为激光雕刻的钛镍合金支架,在释放后缩短率很小,几乎不存在支架的移位^[10]。同时,Atlas 支架的无头端设计,满足了“类冰淇淋”技术对支架的要求。

通常情况下,支架置入载瘤动脉辅助弹簧圈栓塞动脉瘤可以满足大部分临床需要,但是当有分支血管从动脉瘤颈发出、分支血管直径较细或呈锐角发出超选困难,或其它血管缺失无路径可以到达(比如翻山技术)时,“类冰淇淋”技术成为可以考虑的技术方法。“类冰淇淋”技术是基于“冰淇淋技术”的一种改良,将无头端支架远端的一部分置入动脉瘤内,起到托举与挤压的作用,同时支架主体依旧在载瘤动脉内,血流呈正向流通,避免了“冰淇淋技术”中支架将血流导向到动脉瘤内导致后期高复发率的弊端。“类冰淇淋”技术辅助弹簧圈栓塞治疗颅内动脉瘤可以达到良好的栓塞效果,同时对分支血管进行保护。利用 Atlas 支架以上特点远端开环、精准释放、锚定特性;使支架远端部分置于动脉瘤瘤颈,使宽颈动脉瘤变成相对窄颈动脉瘤,保护重要分支血管,支撑弹簧圈,可增加瘤腔内弹簧圈致密度并保护分支血管。

【伦理学声明】:本研究遵循《赫尔辛基宣言》,所有病人和/或家属均签署知情同意书。本研究方案于 2022 年 1 月 1 日经同济大学附属东方医院胶州医院

伦理委员会审批,批号为 DF2022-0001。
【利益冲突声明】:本文不存在任何利益冲突。
【作者贡献声明】:杨松、宋海涛负责收集资料、撰写论文及修改论文;聂文、纪德峰参与修改论文及最后定稿;陈森、徐增良负责收集资料。

【参考文献】

[1] YANG S, XU ZJ, YANG YW, *et al.* The application of dual micro-catheters in interventional embolization of lobulated aneurysms [J]. Chin J Neurosurg Dis Res, 2018, 17(5): 403-405.
杨松,许志剑,杨远维,等. 双微导管在分叶状动脉瘤介入栓塞中的应用[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2018, 17(5): 403-405.

[2] 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.

[3] YANG S, WEI MH, YANG YW, *et al.* The application of Lvis stent in embolization of elderly patients with intracranial wide neck aneurysms [J]. Chin J Neurosurg Dis Res, 2018, 17(2): 174-176.
杨松,魏明华,杨远维,等. Lvis 支架在老年颅内宽颈动脉瘤病人栓塞中的应用[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2018, 17(2): 174-176.

[4] DUAN GL, LIU MD, SONG Y. The application of ice cream stent technology in the treatment of complex intracranial aneurysms [J]. Contemp Med, 2018, 24(11): 164-165.
段国良,刘明冬,宋毅. “冰淇淋”支架技术在颅内复杂动脉瘤治疗中的应用[J]. 当代医学, 2018, 24(11): 164-165.

[5] FENG MT, FENG ZZ, FANG YB, *et al.* Meta analysis of stent and non stent assisted coil embolization for intracranial aneurysms [J]. Chin J Cerebrovas Dis, 2016, 13(1): 17-24.
冯明陶,冯政哲,方亦斌,等. 支架与非支架辅助弹簧圈栓塞治疗颅内动脉瘤的 Meta 分析[J]. 中国脑血管病杂志, 2016, 13(1): 17-24.

[6] PHATOURO CC, SASAKI TY, HIGASHIDA RT, *et al.* Stent-supported coil embolization: the treatment of fusiform and wide-neck aneurysms and pseudoaneurysms [J]. Neurosurgery, 2000, 47(1): 107-115.

[7] GUO XB, YAN BJ, GUAN S. Waffle-cone technique using solitaire AB stent for endovascular treatment of complex and wide-necked bifurcation cerebral aneurysms [J]. J Neuroimaging, 2014, 24(6): 599-602.

能动性影响;作用机制可能与神经肌肉电刺激同时刺激了运动神经纤维和传入感觉神经纤维,二者同时促进了大脑的可塑变化。本文结果显示 NMES 治疗显著促进颅脑损伤后吞咽障碍恢复。其机制可能是:NMES 可以刺激口腔和喉部的肌肉,使其产生收缩反应,提高肌肉力量和收缩能力,从而改善吞咽效率;同时, NMES 可以刺激喉部底部和食管口附近的肌肉,促进下咽运动,增强咽喉肌肉协调性,从而改善吞咽功能;再者, NMES 可以促进受损神经的再生和修复,加速神经信号传导速度,从而提高吞咽功能。另外, NMES 通过预设程序合理刺激咽肌,激活咽部、舌肌、面颊部肌肉,诱导肌肉运动并模拟正常运动模式的同时,生理强度的电流通过外周神经传入刺激大脑吞咽功能脑区,促进神经系统相关区域功能重建,改善病人吞咽功能^[11]。

总之,在积极吞咽训练基础上进行 NMES 治疗显著促进颅脑损伤伴发吞咽功能障碍的功能恢复。

【伦理学声明】:本研究遵循《赫尔辛基宣言》,所有病人和/或家属均签署知情同意书。本研究方案于 2023 年 8 月 4 日经中国人民解放军中部战区总医院医学伦理委员会审批,批号为[2023]052-01。

【利益冲突声明】:本文不存在任何利益冲突。

【作者贡献声明】:向婷负责收集病例资料、撰写文章;姚金茜负责收集病例资料、康复治疗;邵彬负责康复评估、数据分析;童春梅负责康复治疗、康复评估;黎华茂负责课题设计。

【参考文献】

[1] ZHANG M, LI C, ZHANG F, *et al.* Prevalence of dysphagia in China: an epidemiological survey of 5943 participants [J]. *Dysphagia*, 2021, 36(3): 339-350.

[2] BAIJENS L W, CLAVÉ P, CRAS P, *et al.* European Society for Swallowing Disorders-European Union Geriatric Medicine Society white paper: oropharyngeal dysphagia as a geriatric syndrome [J]. *Clin Interv Aging*, 2016, 11: 1403-1428.

[3] CHEN S, CUI Y, DING Y, *et al.* Prevalence and risk factors of dysphagia among nursing home residents in eastern China: a cross-sectional study [J]. *BMC Geriatrics*, 2020, 20(1): 352.

[4] ELTRINGHAM SA, KILNER K, GEE M, *et al.* Impact of dysphagia assessment and management on risk of stroke-associated pneumonia: a systematic review [J]. *Cerebrovasc Dis*, 2018, 46(3-4): 99-107.

[5] ZHANG YW, DOU ZL, ZHAO F, *et al.* Neuromuscular electrical stimulation improves swallowing initiation in patients with post-stroke dysphagia [J]. *Front Neurosci*, 2022, 16: 1-10.

[6] ALAMER A, MELESE H, NIGUSSIE F. Effectiveness of neuromuscular electrical stimulation on post-stroke dysphagia: a systematic review of randomized controlled trials [J]. *Clin Int Aging*, 2020, 15: 1521-1531.

[7] SIMONELLI M, RUOPPOLO G, IOSA M, *et al.* A stimulus for eating: the use of neuromuscular transcutaneous electrical stimulation in patients affected by severe dysphagia after subacute stroke: a pilot randomized controlled trial [J]. *NeuroRehabilitation*, 2019, 44(1): 103-110.

[8] OSAWA A, MAESHIMA S, TANAHASHI N. Water-swallowing test: screening for aspiration in stroke patients [J]. *Cerebrovasc Dis*, 2013, 35(3): 276-281.

[9] ROSENBEC JC, ROBBINS JA, ROECKER EB, *et al.* A penetration-aspiration scale [J]. *Dysphagia*, 1996, 11(2): 93-98.

[10] ZHOU FN, ZHANG ZK, XU LY, *et al.* Observation on the effect of tongue pressure resistance feedback training in the treatment of oropharyngeal dysphagia after stroke [J]. *Chongqing Med*, 2020, 49(18): 3070-3073.

卓飞男, 张中凯, 徐乐义, 等. 舌压抗阻反馈训练治疗脑卒中后吞咽障碍的疗效观察[J]. *重庆医学*, 2020, 49(18): 3070-3073.

[11] JIANG Z, WANG YP, GUO CC. The therapeutic effects of neuromuscular electric stimulation on patients with swallowing disorders after stroke [J]. *Chin J Phys Med Rehabil*, 2012, 34(5): 357-360.

姜 昭, 王亚平, 郭承承. 神经肌肉电刺激治疗脑卒中后吞咽障碍的疗效观察[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2012, 34(5): 357-360.

(2023-03-29 收稿, 2024-01-02 修回)



(上接第 276 页)

[8] ZAIDAT OO, HANEL RA, SAUVAGEAU EA, *et al.* Pivotal trial of the neuroform atlas stent for treatment of anterior circulation aneurysms: one-year outcomes [J]. *Stroke*, 2020, 51(7): 2087-2094.

[9] TEN BRINCK M, DE VRIES J, BARTELS R, *et al.* Neuroform atlas stent-assisted coiling: preliminary results [J]. *Neurosurgery*, 2019,

84(1): 179-189.

[10] PRANATA R, YONAS E, DEKA H, *et al.* Stent-assisted coiling of intracranial aneurysms using a nitinol-based stent (neuroform atlas): a systematic review and meta-analysis [J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2020, 43(7): 1049-1061.

(2022-11-28 收稿, 2024-01-12 修回)