

# 颅内夹层动脉瘤的介入治疗技术进展

兰杰综述 魏风\*审校

(广西南宁市第一人民医院神经外科, 南宁市 530022)

**【提要】** 颅内夹层动脉瘤是动脉瘤的一种特殊类型, 可导致蛛网膜下腔出血及缺血性脑卒中, 致死率、致残率均较高。由于各类型颅内夹层动脉瘤具有各自不同的临床特点, 尚无统一的治疗方案, 各种介入治疗技术各有特点。

**【关键词】** 颅内夹层动脉瘤; 血管内治疗; 支架; 弹簧圈

**【中图分类号】** R 739.41 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1673-6575(2017)03-0383-04

DOI:10.11864/j.issn.1673.2017.03.26

夹层动脉瘤是指病理性夹层发生在动脉中膜层内或中膜和外膜之间的剥离, 动脉壁膨出, 发生动脉瘤样扩张, 此病理变化发生在颅内动脉者称之为颅内夹层动脉瘤(intracranial dissecting aneurysms, IDAs)<sup>[1]</sup>。血管内介入治疗是目前临床治疗 IDAs 的主要方法, 分为结构重建性与结构破坏性两类。结构重建性手术主要是通过保留载瘤动脉, 重建血管管腔, 封闭内膜缺损及动脉瘤, 减少缺血性脑卒中的发生, 包括单个/(多个)支架植入技术、弹簧圈栓塞术、支架辅助弹簧圈栓塞技术、液体栓塞剂栓塞技术、覆膜支架及血流导向装置植入技术等。结构破坏性手术则包括采用可脱球囊、弹簧圈近端闭塞载瘤动脉、闭塞动脉瘤及载瘤动脉段等, 其结果是阻断了载瘤动脉的血流, 从而避免 IDAs 的复发及出血。

## 1 支架植入技术

支架植入技术作为血管重建的重要方法被广泛使用, 该技术可扩展、支撑血管真腔, 压迫、封闭内膜破损, 挤压夹层假腔, 改变动脉瘤腔内的血流, 促使动脉瘤腔内血栓形成, 并通过新生内皮修复血管内皮, 达到解剖愈合。早期治疗夹层动脉瘤所使用的球囊扩张支架顺应性差, 难以推进到迂曲的颅内血管, 且输送和释放的过程中可能损伤血管壁造成夹层扩大甚至破裂, 危险性较大。随着顺应性更好的自膨式支架问世, 使夹层动脉瘤的治疗取得重大进展, 目前常用的 Neuroform 支架、LEO 支架、Enterprise 支架、Solitaire AB 支架、LVIS 支架等自膨式支架均有应用于治疗 IDAs 的报道, 且效果好<sup>[2-5]</sup>。越来越多的研究证实, 单纯支架植入治疗 IDAs 的效果满意, 而具体使用单个支架或者多个支架重叠、串联尚无统一的适用标准, 主要根据夹层动脉瘤的位置、长度、载瘤动脉的迂曲程度、分支情况和每枚支架植入后造影的结果进行判断<sup>[6]</sup>, 有学者主张以植入支架后

造影显示瘤腔内是否存在对比剂滞留为标准, 决定仅植入单支架还是继续植入后续支架<sup>[7]</sup>。Park 等<sup>[6]</sup>报道 27 例(共 29 个)椎基底动脉夹层动脉瘤患者单纯采用支架治疗, 1 例单个支架植入患者术后再出血并死亡, 其余患者预后良好。吴琪等<sup>[7]</sup>报道 24 例(共 28 个)椎基底动脉夹层动脉瘤患者分别采用单个支架及重叠支架治疗, 效果良好, 术后 6 个月造影随访显示重叠支架组短期疗效明显优于单个支架组。这与重叠支架可进一步降低支架的孔隙率, 扩大支架覆盖支撑范围, 引起动脉瘤腔内更显著的血流动力学改变, 加速瘤腔内血栓形成有关。但如何达到合适的孔隙率, 既促进动脉瘤闭塞, 又避免缺血及支架移位、狭窄等并发症, 仍需进行更多的临床研究。

## 2 弹簧圈栓塞术/支架辅助弹簧圈栓塞技术

单纯弹簧圈栓塞术适用于瘤体较小、瘤颈不宽、无占位效应且未累及重要分穿支的 IDAs<sup>[8]</sup>, 也可用于栓塞载瘤动脉。相较单纯支架植入及弹簧圈栓塞术, 支架辅助弹簧圈栓塞既可实现血流重建, 改变瘤腔内的血流模式, 又能有效解决单纯弹簧圈无法稳定栓塞瘤腔的问题, 在防止弹簧圈突入载瘤动脉的同时提高动脉瘤内弹簧圈栓塞致密度, 被认为是治疗 IDAs 比较理想的方法。临床上还可以通过使用多重支架辅助弹簧圈栓塞来进一步提高夹层动脉瘤的栓塞程度, 降低复发及出血的可能性。Wang 等<sup>[9]</sup>报道血管内治疗 30 例椎动脉夹层动脉瘤, 采用弹簧圈栓塞 2 例, 支架辅助弹簧圈栓塞 18 例, 弹簧圈栓塞载瘤动脉 10 例, 均预后良好, 无死亡病例。李辉等<sup>[10]</sup>报道支架辅助弹簧圈栓塞椎动脉夹层动脉瘤 59 例, 单支架辅助栓塞 31 例, 双支架辅助栓塞 28 例, 无并发症发生, 双支架辅助组动脉瘤即刻栓塞率明显高于单支架辅助组, 且随访动脉瘤复发率低于单支架辅助组。需要注意的是, 在支架辅助栓塞过程中可能

\* 通信作者

出现支架移位、塌陷;微弹簧圈植入时,仍有可能经支架网眼钻出,且术中透视下不易观察,需反复观察载瘤动脉通畅情况及弹簧圈的位置,以达到致密栓塞的效果。但也有部分学者认为使用弹簧圈栓塞时可进行疏松填塞,不一定要致密填塞瘤腔,以免造成夹层的进一步剥离扩大、动脉瘤破裂或支架变形、塌陷、狭窄<sup>[8,11]</sup>。

### 3 液体栓塞剂栓塞技术

Onyx 液体栓塞剂是乙烯—乙醇共聚物(EVOH)、二甲基亚砜(DMSO)和微粒化钽粉的混合物。当遇到水溶性液体时,Onyx 就凝固成一种海绵状的聚合物铸型,其内部为半液态,具备液态流动性,与离子溶液接触时间延长将使其完全固化,理论上可以完全栓塞动脉瘤,并且可以在瘤颈处达到内皮重新覆盖,其治疗难治性复杂动脉瘤的临床效果已经有研究证实,对一些难以使用弹簧圈栓塞的颅内动脉远端的炎性动脉瘤、夹层动脉瘤及假性动脉瘤使用 Onyx 胶栓塞也被认为是相对简单、安全、有效的手段<sup>[12]</sup>,但 Onyx 胶用于治疗 IDAs 的疗效都来自病例数较少的临床报道。Oh 等<sup>[13]</sup>报道使用 Onyx 胶治疗 1 例椎动脉夹层动脉瘤,未出现栓塞并发症及复发出血。Puri 等<sup>[14]</sup>报道 7 例小脑后下动脉远端夹层动脉瘤在载瘤动脉近端保护下进行 Onyx 胶栓塞,取得良好效果,无操作相关并发症发生,随访未见再出血及复发。Onyx 胶栓塞技术必须在球囊辅助下应用,需要评估球囊连续充盈时患者能否耐受缺血,且封闭瘤颈时需反复验证,否则一旦 Onyx 胶漏出可能导致严重的神经功能缺失,其操作复杂性及难度较高,也增加血栓形成的可能性;另一方面 Onyx 胶在提高了动脉瘤填塞率的同时可能增加其占位效应。目前 Onyx 液体栓塞剂应用并不广泛,但在颅内夹层动脉瘤治疗中仍有重要使用价值。

### 4 覆膜支架的应用

近十年来覆膜支架的应用改变了传统意义上栓塞动脉瘤腔以闭塞动脉瘤的治疗方式,其治疗机制是在血管内置入一种带生物-物理屏障的支架,对病变血管进行修补和重建,即刻隔离和封堵病变,并保持载瘤动脉通畅。因覆膜支架置入技术治疗时操作、材料均不在瘤腔,可避免术中动脉瘤破裂和缓解术后占位效应,且血管重建可靠,动脉瘤再通的可能性较小。覆膜支架的主要缺陷是会封闭载瘤动脉的重要穿支血管或侧支动脉,造成严重的后果,不能用在血管分叉处,只能用在没有重要穿支血管的区域,如颈内动脉岩段、海绵窦段、床突上段和椎动脉颅外段或小脑后下动脉与小脑前下动脉之间的椎基底动脉<sup>[15-16]</sup>。He 等<sup>[17]</sup>报道覆膜支架治疗

6 例颅内椎动脉夹层动脉瘤,5 例疗效良好,1 例由于血管痉挛覆膜支架无法到位。王朝华等<sup>[18]</sup>报道 7 例出血性椎动脉夹层动脉瘤使用覆膜支架治疗,6 例效果良好,随访 1 年无复发,支架通畅;1 例因血管迂曲且严重痉挛支架置入失败。由于早期没有颅内专用覆膜支架,无论是球囊扩张式的 Jostent,还是自膨式的 Symbiot 覆膜支架,均为为冠状动脉设计的,存在输送系统僵硬、柔顺性差等缺点,所以到位困难,操作中可能发生诸如脑动脉穿孔、动脉夹层及血管痉挛等并发症,其他潜在的并发症还包括内漏、早期或晚期支架内血栓形成和迟发性血管狭窄或闭塞。2013 年我国研制的颅内动脉专用 Willis 覆膜支架获准上市,其从结构设计、金属支架材料、网孔单元设计、膜性材料厚度、输送球囊导管等五个方面进行了变革,顺应性较好,现已广泛应用于临床。王武等<sup>[19]</sup>采用 Willis 覆膜支架治疗 201 例颅内段颈内动脉病变患者,其中 198 例获得成功,技术成功率达到 98.5%。田彦龙等<sup>[15]</sup>使用 Willis 覆膜支架治疗椎动脉小脑后下动脉下段大型夹层动脉瘤 2 例,造影随访无复发,载瘤动脉无狭窄。目前新型颅内动脉瘤用纳米电纺覆膜支架、可降解镁合金覆膜支架等也已进入动物实验阶段,有望进一步拓展覆膜支架在脑血管疾病中的应用范围。

### 5 血流导向装置

血流动力学因素作为动脉瘤发生、发展及破裂出血的主要影响因素越来越受到重视。血流导向装置(flow diverter,FD)是具有高金属覆盖率的密网孔支架,可实现载瘤动脉的血流动力学重建,诱发动脉瘤内自发性血栓形成,促进动脉瘤颈处内膜增生,最终达到治愈动脉瘤的目的,被认为是颅内动脉瘤更加符合生理条件的治疗手段,治疗理念和靶点的转变更接近动脉瘤病变的实质<sup>[20]</sup>。大量研究表明,FD 在治疗动脉瘤时的即刻影像学成像显示为对比剂滞留,动脉瘤并不能达到即刻闭塞的效果,而在其后的随访中动脉瘤的完全闭合率随时间的延长而逐渐升高。相比覆膜支架,FD 既能显著减少动脉瘤内血流,又不影响穿支血管通畅;与弹簧圈栓塞相比,也避免了弹簧圈带来的占位效应。随着 FD 越来越多地应用于临床,其从最初被应用于大型、巨大型或其他技术不能治疗的颈内动脉瘤,逐渐拓展到多部位不同类型动脉瘤的血管内治。当前,国内外所用的血流导向装置有五种:Pipeline、Silk、Fred、Surpass,以及国内的 Tubridge,金属材料及结构、金属覆盖率均有不同。de Barros Faria 等<sup>[21]</sup>使用 Pipeline 治疗 23 例颅内夹层动脉瘤,其中 21 例位于后循环,2 例位于前循环,平均随访 6 个月(1~18 个月),69.5%(16/23)的患者获得完全闭

塞,而在至少随访3个月的患者中,这一比例达到87.5%(14/16)。Fang等<sup>[22]</sup>使用Tubridge成功治疗6例大型椎动脉夹层动脉瘤,无并发症发生,平均26个月造影随访,5例完全闭塞,1例明显改善并接近完全闭塞。尽管FD的前期研究获得了令人满意的疗效,然而将其置于载瘤动脉后血流动力的改变、支架的高金属覆盖率及新生内膜的过度增生等有可能使支架内血栓形成、载瘤动脉分支及穿支闭塞,引起缺血性并发症,而且动脉瘤闭塞需要一定时间,术后抗凝、抗血小板聚集治疗尚缺乏统一规范的方案,存在远隔部位的颅内出血、动脉瘤破裂的风险。

## 6 载瘤动脉栓塞术

对于潜在风险较大且无法通过上述方法进行治疗者可考虑行载瘤动脉栓塞术,该技术是通过可脱性球囊、弹簧圈栓塞动脉瘤及载瘤动脉,阻断近端血流进入瘤腔,防止动脉瘤破裂出血,主要适用于颈内动脉颅内段、后循环巨大夹层动脉瘤及无法行瘤腔内栓塞的夹层动脉瘤<sup>[16]</sup>。并发症主要包括脑缺血、动脉瘤因逆行充盈而再发等,术前需要对远端的闭塞进行评估。虽然球囊闭塞实验可辅助判断代偿情况,但仍有一定的假阴性,应非常谨慎。Madaelil等<sup>[23]</sup>对12例椎动脉远端及小脑后下动脉破裂夹层动脉瘤患者行载瘤动脉闭塞术,10例预后良好,2例出现缺血性脑梗死。Mu等<sup>[24]</sup>报道15例巨大基底动脉夹层动脉瘤患者采用闭塞动脉瘤及载瘤动脉段的方法治疗,基底动脉远端通过后交通动脉血流代偿,其中14例预后良好,1例复发。载瘤动脉栓塞术作为传统的治疗方法在早期被广泛使用。Sönmez等<sup>[25]</sup>回顾分析478例接受血管内治疗的椎基底动脉夹层动脉瘤患者的临床资料,结果显示结构破坏性手术与结构重建性手术两组间神经功能预后无统计学差异。因此,如果对远端的闭塞进行评估提示有充分的侧支循环,栓塞载瘤动脉仍是有效、可靠的治疗方法。

目前血管内介入治疗技术已在治疗颅内夹层动脉瘤中体现了巨大的技术优势,新型金属材料及生物材料的应用仍是研究重点,血管壁重建与修复已成为治疗趋势。随着介入材料、介入技术的进步,将使血管内治疗颅内夹层动脉瘤的安全性、有效性进一步提高,在治疗方式多样化的同时逐渐实现个体化。

## 参 考 文 献

- [1] 马廉亭. 颅内动脉夹层与夹层动脉瘤的诊断与治疗[J]. 中国临床神经外科杂志, 2008, 13(10): 577-578.
- [2] Zhao KJ, Zhang YW, Xu Y, et al. Reconstruction of saccular and dissected intracranial aneurysms using Solitaire™ AB stents[J]. PLoS One, 2013, 8(2): e57253.
- [3] 任成涛,李冬梅,陈峰,等. 血管内介入术中多支架技术在后循环夹层动脉瘤治疗中的应用[J]. 中国实用医药, 2015, 10(26): 183-184.
- [4] 纪文军,康慧斌,孙立倩,等. Enterprise多支架重叠技术在未破裂椎动脉夹层动脉瘤中的应用[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2016, 21(3): 97-100.
- [5] Zhang X, Li W, Lv N, et al. Endovascular management of ruptured basilar artery dissection with two overlapping Low-profile Visualized Intraluminal Support stents[J]. Interv Neuroradiol, 2016, 22(6): 659-661.
- [6] Park SI, Kim BM, Kim DI, et al. Clinical and angiographic follow-up of stent-only therapy for acute intracranial vertebral artery dissecting aneurysms[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2009, 30(7): 1351-1356.
- [7] 吴琪,张庆荣,陈姝娟,等. 单支架及重叠支架植入术治疗椎-基底动脉夹层动脉瘤的疗效分析[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2012, 17(11): 485-487.
- [8] 杨博文,许岗勤,李天晓. 椎基底动脉夹层动脉瘤诊断与治疗研究进展[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2015, 29(5): 432-434, 437.
- [9] Wang Y, Zhao C, Hao X, et al. Endovascular interventional therapy and classification of vertebral artery dissecting aneurysms[J]. Exp Ther Med, 2014, 8(5): 1409-1415.
- [10] 李辉,李西锋,何旭英,等. 支架辅助弹簧圈治疗未破裂椎动脉夹层动脉瘤的疗效分析[J]. 实用医学杂志, 2015, 31(9): 1418-1420.
- [11] 杨铭. 颅内动脉夹层动脉瘤[J]. 中国临床神经外科杂志, 2013, 18(8): 505-508.
- [12] Chalouhi N, Tjoumakaris S, Gonzalez LF, et al. Endovascular treatment of distal intracranial aneurysms with Onyx 18/34[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2013, 115(12): 2528-2532.
- [13] Oh DC, Hirsch JA, Yoo AJ. Novel use of onyx for treatment of intracranial vertebral artery dissection[J]. J Neurointerv Surg, 2012, 4(1): 31-33.
- [14] Puri AS, Massari F, Hou SY, et al. Onyx embolization in distal dissecting posterior inferior cerebellar artery aneurysms[J]. J Neurointerv Surg, 2016, 8(5): 501-506.
- [15] 田彦龙,宋冬雷,冷冰,等. 国产Willis覆膜支架治疗复杂性颅内动脉瘤的疗效及长期随访[J]. 中国脑血管病杂志, 2012, 9(10): 535-540.
- [16] 李辉,段传志,何旭英,等. 颅内夹层动脉瘤血管内治疗进展[J]. 介入放射学杂志, 2015, 24(1): 87-90.
- [17] He M, Zhang H, Lei D, et al. Application of covered stent grafts for intracranial vertebral artery dissecting aneurysms[J]. J Neurosurg, 2009, 110(3): 418-426.
- [18] 王朝华,谢晓东,程美雄,等. 出血性椎动脉夹层动脉瘤的血管内治疗[J]. 川北医学院学报, 2013, 28(3): 217-221.

治疗退变性腰椎侧凸伴椎管狭窄的临床研究[J]. 现代生物医学进展, 2016, 16(16): 3138 - 3141.

- [5] 陆建民, 钱宇锋, 薛峰, 等. 退变性腰椎侧凸的自然进展和影像学测量指标间相关性的研究[J]. 颈腰痛杂志, 2013, 34(2): 98 - 101.
- [6] 王磊, 李天旺, 刘建强, 等. MicroRNA-491-5p 调控基质金属蛋白酶9参与退变性腰椎侧凸的发病机制[J]. 中国组织工程研究, 2016, 20(2): 248 - 253.
- [7] 刘臻, 赵志慧, 胡宗杉, 等. 术中腰骶部水平化改善退变性腰椎侧凸术后冠状面平衡[J]. 中华骨科杂志, 2017, 37(4): 193 - 200.
- [8] 王磊, 李天旺, 刘建强, 等. 退变性腰椎侧凸发病中 Hsa-let-7f 调控白细胞介素 10/STAT3 信号通路的作用[J]. 中国组织工程研究, 2016, 20(15): 2225 - 2232.
- [9] 王其尊, 祝凯, 李书忠, 等. 短节段固定融合手术治疗退变性腰椎侧凸合并腰椎管狭窄症 32 例[J]. 颈腰痛杂志, 2017, 38(2): 190 - 192.
- [10] 田永刚, 江汉, 江毅, 等. 小切口 XLIF 与后正中入路 PLIF 椎弓根螺钉固定治疗退变性腰椎侧凸[J]. 中华骨科杂志, 2015, 35(9): 898 - 905.
- [11] 李危石, 费晗, 陈仲强, 等. 退变性腰椎侧凸患者腰椎前凸矫正程度与疗效的关系[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(10): 912 - 918.
- [12] 尹承慧, 符臣学, 叶永平, 等. 选择性椎间融合与椎弓根螺钉置入修复退变性腰椎侧凸: 脊柱稳定性评价[J]. 中国组织工程研究, 2015, (26): 4174 - 4179.
- [13] Makino T, Kaito T, Fujiwara H, et al. Morphometric analysis using multiplanar reconstructed CT of the lumbar pedicle in patients with degenerative lumbar scoliosis characterized by a Cobb angle of 30° or greater [J]. J Neurosurg Spine, 2012, 17(3): 256 - 262.

- [14] Ueno M, Imura T, Inoue G, et al. Posterior corrective fusion using a double-trajectory technique (cortical bone trajectory combined with traditional trajectory) for degenerative lumbar scoliosis with osteoporosis: technical note [J]. J Neurosurg Spine, 2013, 19(5): 600 - 607.
- [15] Brodke DS, Annis P, Lawrence BD, et al. Reoperation and revision rates of 3 surgical treatment methods for lumbar stenosis associated with degenerative scoliosis and spondylolisthesis [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2013, 38(26): 2287 - 2294.
- [16] 覃静, 李小峰, 陈海涛, 等. 退行性腰椎侧凸症、脊髓型颈椎病与有效颈椎管率和颈椎管率的相关性分析[J]. 世界临床医学, 2016, 10(21): 2 - 3.
- [17] Zeng Y, White AP, Albert TJ, et al. Surgical strategy in adult lumbar scoliosis: the utility of categorization into 2 groups based on primary symptom, each with 2-year minimum follow-up [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2012, 37(9): E556 - E561.
- [18] 陈俊泽, 王维, 徐凯, 等. 选择性下腰椎椎间减压固定植骨融合治疗退变性腰椎侧凸后邻椎病发生的疗效[J]. 实用医学杂志, 2017, 33(2): 222 - 226.
- [19] 周恒才, 朱锋, 邱勇, 等. 椎间盘退变程度对退变性腰椎侧凸脊柱柔韧性的影响[J]. 中华外科杂志, 2014, 52(10): 739 - 744.
- [20] 谢冬晓, 丁文元, 申勇, 等. 退变性腰椎侧凸两侧椎旁肌的影像学差异及其临床意义[J]. 中华外科杂志, 2012, 50(11): 975 - 980.

(收稿日期: 2017-02-28 修回日期: 2017-04-25)

(上接第 385 页)

- [19] 王武, 程英升, 李明华, 等. Willis 覆膜支架治疗颅内段颈内动脉病变临床应用[J]. 介入放射学杂志, 2016, 25(3): 185 - 188.
- [20] 黄清海, 刘建民. 血流导向装置治疗颅内动脉瘤的突破与挑战[J]. 中国脑血管病杂志, 2013, 10(10): 505 - 507.
- [21] de Barros Faria M, Castro RN, Lundquist J, et al. The role of the pipeline embolization device for the treatment of dissecting intracranial aneurysms [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2011, 32(11): 2192 - 2195.
- [22] Fang YB, Wen WL, Yang PF, et al. Long-Term Outcome of Tubridge Flow Diverter (S) in Treating Large Vertebral Artery Dissecting Aneurysms-A Pilot Study [J]. Clin Neuro-radiol, 2016.
- [23] Madaelil TP, Wallace AN, Chatterjee AN, et al. Endovas-

cular parent vessel sacrifice in ruptured dissecting vertebral and posterior inferior cerebellar artery aneurysms: clinical outcomes and review of the literature [J]. J Neurointerv Surg, 2016, 8(8): 796 - 801.

- [24] Mu SQ, Yang XJ, Li YX, et al. Endovascular Treatment of the Huge Dissecting Aneurysms Involving the Basilar Artery by the Internal Trapping Technique: Technical Note [J]. Chin Med J (Engl), 2015, 128(14): 1916 - 1921.
- [25] Sönmez Ö, Brinjikji W, Murad MH, et al. Deconstructive and Reconstructive Techniques in Treatment of Vertebrobasilar Dissecting Aneurysms: A Systematic Review and Meta-Analysis [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2015, 36(7): 1293 - 1298.

(收稿日期: 2017-02-13 修回日期: 2017-04-10)