

# 颅内夹层动脉瘤的分型及血管内治疗进展

凌国源(综述) 黄玮(审校)

【中图分类号】 R543.4 【文献标识码】 A 【文章编号】 1007-0478(2018)06-0746-04  
【DOI】 10.3969/j.issn.1007-0478.2018.06.033

颅内夹层动脉瘤(intracranial dissecting aneurysm, IDA)是指各种原因使血液通过破损的颅内动脉内膜进入血管壁,引起动脉内膜与中膜或累及外膜之间剥离,剥离的血管壁间可有血肿形成,引起动脉壁膨出样、扩张样病理性改变,可造成病变血管狭窄、闭塞或破裂出血的一种疾病<sup>[1]</sup>。随着影像学诊断技术的发展,IDA的检出率日益增多,颅内动脉系统IDA年发病率为2.5/10万~4/10万,超过75%发生在床突上段以远的在颈内动脉,其次是大脑中动脉,而大脑前动脉较少受累<sup>[2]</sup>,椎-基底动脉系IDA年发病率为1/10万~1.5/10万,其中颅内椎动脉夹层动脉瘤(Intracranial vertebral artery dissecting aneurysm, IVADA)占3/4~4/5<sup>[3]</sup>,血管内治疗是首选治疗方式<sup>[4]</sup>。本研究就IDA的病因、发病机制、临床表现、分型及血管内治疗方法予以综述,以深化对IDA的认识。

## 1 病因及发病机制

IDA病因尚不明确,可能与以下因素有关<sup>[5]</sup>,即①动脉自身发育缺陷:包括纤维肌肉发育不良、动脉内弹力层缺陷和结缔组织病,其中遗传性结缔组织病是自发性动脉剥离明显相关的病因,例如Ehlers-Danlos综合征IV型、马凡(Marfan)综合征、常染色体显性多囊肾和成骨不全I型等;②动脉相关性疾病:包括烟雾病、动脉畸形、多发性结节性动脉炎、Guillain-Barre综合征等;③高血压病和动脉硬化;④头颈部外伤、偏头痛、感染、口服避孕药等。

IDA发病机制多认为是由于颅内动脉壁只有单层的内弹力膜,缺少外弹力膜<sup>[6]</sup>,中膜层和外膜层亦很薄弱,当内膜撕裂、内弹力膜断裂,血液可通过内膜裂口进入中膜层内并形成血管壁间血肿。颅内动脉游离于脑脊液中,周围缺少支撑结构,如中膜层血肿向外扩展至外膜下,则可形成动脉壁膨出样、扩张样病理性改变。慢性生长的血管壁间血肿可能发生机化,逐渐形成新生的滋养血管,病灶反复发生出血剥离,可形成瘤腔内大量血栓的巨大夹层动脉瘤<sup>[7]</sup>。

## 2 临床表现

破裂IDA主要表现为蛛网膜下腔出血症状,缺乏特异性,未破裂IDA因受累血管部位不同而有不同的临床表现,

主要有头痛、缺血及占位压迫症状等<sup>[8]</sup>。

2.1 未破裂颈内动脉系统IDA的临床表现 ①严重的偏头痛,有时是唯一的临床表现,多认为是由于颅内动脉有较多痛觉纤维支配导致<sup>[4]</sup>;②局部血管的狭窄、闭塞,导致远端脑组织长期处于低灌注状态,易出现短暂性脑缺血发作或局限性脑梗死,如IDA局部血栓脱落造成动脉源性栓塞,可出现大面积脑梗死<sup>[4]</sup>;③巨大IDA可压迫邻近的脑组织及颅神经,引起相应的占位效应<sup>[2]</sup>。

2.2 未破裂椎-基底动脉系统IDA的临床表现 ①最常见的症状是突发一侧枕颈部疼痛,多认为是由于病变血管壁被破坏,广泛分布于血管壁内的神经末梢受刺激所致<sup>[9]</sup>,如疼痛持续不缓解或进行性加重,常提示IDA有可能继续进展,发生蛛网膜下腔出血的可能性大<sup>[10]</sup>;②后循环的缺血症状如头晕、耳鸣、行走不稳等,部分患者出现Wallenberg综合征或Horner综合征<sup>[9-11]</sup>;③巨大的椎-基底动脉IDA对小脑、脑干及后组颅神经压迫症状,可出现行走不稳、吞咽困难、饮水呛咳、声音嘶哑甚至胸锁乳突肌无力等症状<sup>[12]</sup>。

## 3 影像学诊断及分型

3.1 影像学诊断 数字减影脑血管造影(Digital subtraction angiography, DSA)是诊断IDA的金标准<sup>[13]</sup>,MRI及CT血管成像(CT angiography, CTA)等无创性检查对IDA的诊断及随访有重要意义。

3.1.1 DSA DSA是诊断IDA的金标准,其典型征象有线珠征、双腔征、鼠尾征、假腔内造影剂滞留等,其中双腔征是最典型的、最直接的诊断依据,但极少能见到,临床上线珠征是最常见到的DSA征象<sup>[2]</sup>。三维数字减影脑血管造影(three dimensional digital subtraction angiography, 3D-DSA)可以获得高分辨率的三维血管重建图像,但DSA不能直接显示动脉血管壁情况,当有壁内血肿或瘤腔内有血栓时,不能显示病灶的全貌<sup>[14]</sup>。

3.1.2 MRI MRI可清楚显示颅内动脉壁情况,尤其是近年来应用于临床的高分辨MRI(High resolution magnetic resonance imaging, HR-MRI),其多采用黑血技术,能将动脉管壁、管腔及周围组织形成对比,采用一些特定的序列如三维时间飞跃MRA(three dimensional time of flight MRA, 3D-TOF MRA)序列能测定管腔大小及总面积,能较DSA更清晰地显示夹层范围及壁间血肿情况<sup>[15]</sup>。有学者通过HR-MRI及DSA检查相结合,发现病变管壁的增厚、强化程度及DSA检查测量管腔的大小,对未破裂IDA的进展判断有重要意义<sup>[16]</sup>。

3.1.3 CTA CTA 在 IDA 影像学征象中亦可表现为线珠征、鼠尾征等,其优势在于可显示病变与颅底骨之间的位置关系,可明确瘤腔血栓及钙化情况。CTA 在颅内动脉瘤的诊断方面敏感度和特异度为 95%~98.5%,可作为 IDA 的无创性检查方法<sup>[17]</sup>。

3.2 解剖学分型 IDA 根据发生部位不同分为颈内动脉系 IDA 和椎-基底动脉系 IDA,颅内椎动脉夹层动脉瘤(Intracranial vertebral artery dissecting aneurysm IVADA)以动脉瘤与小脑后下动脉(Posterior inferior cerebellar artery, PICA)的关系及对侧椎动脉发育情况进行分型<sup>[18]</sup>:I 型,动脉瘤位于 PICA 远端,近端未达 PICA 开口;II 型,动脉瘤位于 PICA 起始部(累及 PICA);III 型,动脉瘤位于 PICA 近端,远端未达 PICA 开口。a 亚型,对侧椎动脉发育良好,考虑可耐受患侧椎动脉闭塞;b 亚型,对侧椎动脉发育差或不发育,考虑不能耐受患侧椎动脉闭塞。

3.3 影像学分型 依据影像学表现将 IDA 分为 4 型<sup>[19]</sup>:①经典型,影像学上表现为不规则梭形或瘤样扩张,呈线珠征;②节段扩张型,动脉瘤呈节段性管壁扩张,不伴近端或远端狭窄;③延长扩张型,病变段动脉高度迂曲延长,形态巨大,多累及椎、基底动脉;④局部巨大占位型,MRI 上呈新月形或洋葱皮样改变,直径常超过 25 mm,对周围组织有明显压迫。

## 4 血管内治疗

IDA 无真正瘤颈,单纯夹闭困难,外科手术多为动脉瘤孤立术或切除动脉瘤后行血管移植吻合术,因手术风险高、难度大、术后并发症多,现已较少应用<sup>[20]</sup>。目前血管内治疗因创伤小、操作相对简单、效果确切、并发症少等原因已成为 IDA 的首选治疗方式<sup>[4]</sup>。按对载瘤动脉的处理又分为非重建性手术和重建性手术<sup>[21]</sup>,前者多采用球囊、弹簧圈或 Onyx 胶等材料,针对病变进行载瘤动脉近端闭塞术或动脉瘤合并载瘤动脉闭塞术,阻断血流进入动脉瘤腔,避免动脉瘤破裂出血;后者是指应用单纯支架植入或支架辅助弹簧圈栓塞、腹膜支架及血流导向装置植入等方法,既能保证载瘤动脉或重要分支血管的通畅,又能达到将动脉瘤填塞、动脉瘤与载瘤动脉隔绝或减少血流进入动脉瘤的目的,促进瘤腔内血栓形成及(或)瘤颈内膜修复。

### 4.1 非重建性手术

非重建性手术包括载瘤动脉近端闭塞术和动脉瘤合并载瘤动脉闭塞术,闭塞的材料可为可脱球囊、弹簧圈及 Onyx 胶等。载瘤动脉近端闭塞术主要适用于颈内动脉后交通段以近的颅内段或非优势侧的椎动脉夹层动脉瘤,其目的是阻断载瘤动脉近端血流进入瘤腔,亦可促进瘤腔内血栓形成,避免动脉瘤破裂出血<sup>[21]</sup>。李巧玉等<sup>[22]</sup>应用可脱球囊闭塞载瘤动脉近端治疗颈内动脉夹层动脉瘤效果良好,对于累及 PICA 或无法对病变部位直接栓塞的 IVADA 有学者亦采用闭塞载瘤动脉近端的方法治疗,并取得良好效果<sup>[11-23]</sup>。有学者认为即使闭塞载瘤动脉近端后远端血流可逆行充盈动脉瘤,动脉瘤仍可能进展甚至破裂出血,故提倡行动脉瘤合并载瘤动脉闭塞术<sup>[24]</sup>。Kashiwazaki 等<sup>[25]</sup>应用该方法治疗 73

例(45 例破裂、28 例未破裂)IVADA,效果理想。虽然以上 2 种非重建性手术术前均常规行球囊闭塞实验,证实对侧血流代偿良好,然而术后脑缺血的并发症仍有报道,Endo 等<sup>[26]</sup>报道行椎动脉闭塞后有 47% 的患者出现脊髓缺血,可能与椎动脉闭塞后脊髓前、后动脉供血障碍有关。闭塞一侧椎动脉后由于血流动力学的改变,对侧椎动脉有形成新的 IDA 的风险<sup>[21]</sup>。

### 4.2 支架辅助弹簧圈栓塞术

支架辅助弹簧圈栓塞术是血管内治疗 IDA 最常用的重建性手术,既能闭塞动脉瘤又能保持载瘤动脉及(或)重要分支的通畅,支架的置入可改变血管内的血流动力学,促进瘤腔内血栓形成及(或)瘤颈内膜修复<sup>[27]</sup>。宣井岗等<sup>[28]</sup>使用 Enterprise 单支架辅助弹簧圈栓塞 3 例颈内动脉系统 IDA 效果理想,卞立松等<sup>[29]</sup>报道使用单支架辅助弹簧圈栓塞治疗 34 例椎-基底动脉 IDA 患者,术后造影随访仅 1 例复发,但有 4 例病变累及基底动脉的患者术后死于脑梗死。Kim 等<sup>[30]</sup>报道 6 例(IVADA 2 例,PICA 起始部 1 例,PICA 远端 3 例)夹层动脉瘤应用 Enterprise 单支架置入 PICA 辅助弹簧圈栓塞,随访造影 PICA 通畅,动脉瘤栓塞满意。穆士卿等<sup>[31]</sup>采用多支架重叠后释放技术辅助弹簧圈栓塞治疗 43 例 IVADA 患者,术后造影随访有 12 例不同程度的复发,其中 6 例再次行血管内治疗,效果良好,其认为术中判断弹簧圈是否突入载瘤动脉非常关键,而采用支架后释放技术能将未解脱的弹簧圈压在支架下面,且多支架重叠放置能提高支架金属覆盖率,改变瘤颈部位血流动力学,加速瘤腔内血栓形成,降低复发率。由于基底动脉背侧的脑干穿支细小且缺乏代偿血管,在栓塞过程中造影显示不理想,如对基底动脉 IDA 过度追求致密栓塞,可能会导致脑干穿支闭塞且术中难以发现,这是术后出现脑梗死的主要原因,而过于疏松填塞及术后应用抗血小板聚集药物是动脉瘤复发的主要原因<sup>[18]</sup>。

### 4.3 单纯支架植入术

单纯支架植入术作为重建性手术目前多用于 IIb 型 IVADA 的治疗,通过支架植入血管起到一定程度的血流导向作用,血流动力学的改变使动脉瘤腔内的血流减缓,促进瘤腔内血栓形成;支架的支撑力压迫动脉内膜瓣,使 PICA 起始部的假腔闭合,通过支架新生内皮修复血管壁,进而使病变部位达到解剖愈合<sup>[21]</sup>。王君等<sup>[32]</sup>对 8 例 IIb 型 IVADA(其中 2 例为破裂 IDA)患者行单纯多支架重叠植入治疗,术后随访造影动脉瘤完全闭塞 2 例,动脉瘤体缩小 4 例,动脉瘤无明显变化 2 例,但未发生再破裂。孙勇等<sup>[33]</sup>应用单纯单支架或多支架重叠植入术治疗未破裂 II 型 IVADA 共 15 例,随访造影椎动脉及 PICA 通畅,多支架重叠植入在动脉瘤闭塞率方面优于单支架植入,但前者技术操作要求较高,支架移位、血管痉挛及穿支血管闭塞等并发症多于后者。李宝民等<sup>[34]</sup>采用多支架并行植入、对病变血管重塑形的方法治疗累及椎-基底动脉延长扩张型 IDA 5 例,术后随访造影瘤体缩小 3 例,瘤体稳定 2 例,脑干及颅神经压迫症状均缓解。

### 4.4 覆膜支架植入术

近年来覆膜支架越来越多地应用于外伤性颈内动脉海

绵窦瘘、巨大动脉瘤及夹层动脉瘤等疾病的血管内治疗,覆膜支架植入血管内后可将动脉瘤与载瘤动脉隔绝,既能闭塞动脉瘤,又能重建载瘤动脉,因覆膜支架可能闭塞重要分支血管,只能应用于颈内动脉床突段以下或远离 PICA 开口的椎动脉<sup>[35]</sup>。田彦龙等<sup>[35]</sup>应用 Willis 腹膜支架治疗 2 例 III b 型 IVADA,随访造影 1 例无复发,1 例少量内漏。He 等<sup>[36]</sup>应用覆膜支架治疗 6 例 IVADA,5 例效果良好,1 例因血管痉挛支架无法到位。王朝华等<sup>[37]</sup>应用覆膜支架治疗 7 例破裂的 IVADA,6 例效果理想,1 例因血管迂曲支架植入失败。腹膜支架顺应性较差,对于迂曲的血管支架难以到位,支架打开不良或支架内血栓形成可能使载瘤动脉严重狭窄甚至闭塞,支架内漏、移位等问题同样值得关注,这些都限制了其广泛应用<sup>[38]</sup>。

#### 4.5 血流导向装置的应用

血流导向装置(flow diverter, FD)是具有高金属覆盖率的密网孔支架,近年来逐渐用于颅内巨大动脉瘤、梭形动脉瘤级及夹层动脉瘤等复杂动脉瘤的血管内治疗,目前国内外共有 5 种血流导向装置: Pipeline, Slik, Fred, Surpass, Tubridge, 其构造及金属覆盖率均不同,最常用的 Pipeline 支架金属覆盖率为 30%~35%,而 Slik 支架金属覆盖率可高达 35%~55%<sup>[39]</sup>。有研究表明 30%~40%的支架金属覆盖率可以显著改变动脉瘤腔内的血流动力学,诱发动脉瘤内的血栓形成,促进动脉瘤颈处内膜增生,使载瘤动脉重建<sup>[40]</sup>。de Barros Faria 等<sup>[41]</sup>使用 Pipeline 支架治疗 23 例 IDA,其中颈内动脉系统 IDA 2 例,椎-基底动脉系统 IDA 21 例,随访造影 16 例动脉瘤完全闭塞。毛之奇等<sup>[42]</sup>使用 Slik 支架治疗颈内动脉 C1、C2 段 IDA 3 例,IVADA 1 例,效果良好。Fang 等<sup>[43]</sup>使用 Tubridge 支架治疗 6 例 IVADA,随访造影 5 例动脉瘤完全闭塞,1 例接近完全闭塞,均无并发症。尽管血流导向装置在治疗颅内动脉瘤的前期应用研究中取得了比较满意的疗效,但其术后出现的动脉瘤再次出血及穿支血管闭塞等并发症以及抗血小板聚集药物的最佳治疗方案仍需进一步探讨<sup>[44]</sup>。

## 5 总 结

目前 IDA 的病因仍不明确,临床表现缺乏特异性,DSA 仍是其诊断“金标准”,血管内治疗已成为其首选的治疗方式。随着 HR-MRI、CTA 等无创性影像学诊断技术的发展,为 IDA 的诊断及术后随访提供了更多的选择。IDA 的解剖、影像学分型日益完善,介入材料及介入技术的不断进步,可以依据其分型进行个体化治疗,提高了 IDA 血管内治疗的安全性和有效性。

## 参 考 文 献

- [1] Fusco MR, Harrigan MR. Cerebrovascular dissections—a review part I: Spontaneous dissections[J]. Neurosurgery, 2011, 68(1):242-257; discussion 257.
- [2] 杨铭. 颅内动脉夹层动脉瘤[J]. 中国临床神经外科杂志, 2013, 18(08):505-508.
- [3] 杨博文, 许岗勤. 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.

- [4] 艾斯克江·阿不力米提, 于伟东, 赵从海. 颅内夹层动脉瘤的临床诊断[J]. 中国实验诊断学, 2015, 19(03):521-523.
- [5] 杭春华. 脑脊髓血管外科学[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2013:366-372.
- [6] Portanova A, Hakikian N, Mikulis DJ, et al. Intracranial vasa vasorum: insights and implications for imaging[J]. Radiology, 2013, 267(3):667-679.
- [7] 李修珍, 纪文军, 康慧斌, 等. 颅内外动脉夹层及夹层动脉瘤的发病机制研究进展[J]. 中国卒中杂志, 2015, 10(11):958-961.
- [8] Melki E, Nasser G, Vandendries C, et al. Congenital vertebral duplication: a predisposing risk factor for dissection[J]. J Neurol Sci, 2012, 314(1/2):161-162.
- [9] Creutzfeldt CJ, Holloway RG. Treatment decisions after severe stroke: uncertainty and biases[J]. Stroke, 2012, 43(12):3405-3408.
- [10] Kobayashi N, Murayama Y, Yuki I, et al. Natural course of dissecting vertebrobasilar artery aneurysms without stroke[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2014, 35(7):1371-1375.
- [11] Rahme R, Zuccarello M, Kleindorfer D, et al. Decompressive hemicraniectomy for malignant middle cerebral artery territory infarction: is Life worth living? [J]. J Neurosurg, 2012, 117(4):749-754.
- [12] 辛涛, 贺西亮, 高述礼, 等. 多支架技术治疗椎-基底动脉巨大夹层动脉瘤疗效分析[J]. 介入放射学杂志, 2012, 21(12):976-980.
- [13] Medel R, Starke RM, Valle-Giler EP, et al. Diagnosis and treatment of arterial dissections[J]. Curr Neurol Neurosci Rep, 2014, 14(1):419.
- [14] DeBette S, Compter A, Labeyrie MA, et al. Epidemiology, pathophysiology, diagnosis, and management of intracranial artery dissection[J]. The Lancet Neurology, 2015, 14(6):640-654.
- [15] 王龙, 王茜. 高分辨力 MRI 对颅内椎基底动脉夹层动脉瘤的诊断价值[J]. 国际医学放射学杂志, 2017, 40(02):144-147.
- [16] Jung SC, Kim HS, Choi CG, et al. Spontaneous and unruptured chronic intracranial artery dissection: high-resolution magnetic resonance imaging findings[J]. Clin Neuroradiol, 2018, 28(2):171-181.
- [17] Neugebauer H, Jüttler E. Hemicraniectomy for malignant middle cerebral artery infarction: current status and future directions[J]. Int J Stroke, 2014, 9(4):460-467.
- [18] 王益华, 王志刚, 王成伟, 等. 颅内段椎动脉夹层动脉瘤的初步分型和介入治疗[J]. 中华神经外科杂志, 2013, 29(12):1253-1255.
- [19] 杨新健, 高培毅, 隋滨滨, 等. 颅内动脉夹层的影像学诊断中国专家共识[J]. 中华神经外科杂志, 2016, 32(11):1085-1094.
- [20] Kubota H, Tanikawa R, Katsuno M, et al. Reconstruction of intracranial vertebral artery with radial artery and occipital artery grafts for fusiform intracranial vertebral aneurysm not amenable to endovascular treatment: technical note[J]. Acta Neurochir (Wien), 2013, 155(8):1517-1524; discussion 1524.
- [21] 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.
- [22] 李巧玉, 陆陪松, 湛利平, 等. 颅内夹层动脉瘤血管内栓塞治疗[J]. 中华神经外科杂志, 2011, 27(4):377-380.
- [23] 康慧斌, 纪文军, 刘爱华, 等. 球囊闭塞载瘤动脉治疗累及小脑后下动脉的未破裂椎动脉夹层动脉瘤一例[J]. 中国卒中杂志, 2015, 10(11):962-965.

- [24] Nam KH,Ko JK,Cha SH,et al. Endovascular treatment of acute intracranial vertebral artery dissection: long-term follow-up results of internal trapping and reconstructive treatment using coils and stents[J]. J Neurointerv Surg,2015,7(11):829-834.
- [25] Kashiwazaki D,Ushikoshi S,Asano T,et al. Long-term clinical and radiological results of endovascular internal trapping in vertebral artery dissection[J]. Neuroradiology, 2013, 55 (2): 201-206.
- [26] Endo H,Matsumoto Y,Kondo R,et al. Medullary infarction as a poor prognostic factor after internal coil trapping of a ruptured vertebral artery dissection[J]. J Neurosurg, 2013, 118 (1):131-139.
- [27] Wang Y, Yang X, Youxiang L, et al. Treatment of symptomatic fusiform aneurysm in basilar artery by stenting following coiling technique[J]. Turk Neurosurg, 2014, 24(1): 44-47.
- [28] 宣井岗,彭亚,陈荣华,等. 颅内夹层动脉瘤的诊断和介入治疗[J]. 临床神经外科杂志, 2011, 8(5): 264-266.
- [29] 卞立松,李静伟,张鸿祺,等. 血管内治疗椎-基底动脉夹层动脉瘤的疗效分析[J]. 中国脑血管病杂志, 2016, 13(05): 257-261.
- [30] Kim MJ, Chung J, Kim SL, et al. Stenting from the vertebral artery to the posterior inferior cerebellar artery[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2012, 33(2): 348-352.
- [31] 穆士卿,李佑祥,杨新健,等. 多支架后释放技术治疗椎动脉夹层动脉瘤[J]. 中华神经外科杂志, 2016, 32(10): 1017-1020.
- [32] 王君,梁永平,李宝民,等. 单纯多支架重叠技术治疗颅内段椎动脉夹层动脉瘤[J]. 中华外科杂志, 2016, 54(5): 358-362.
- [33] 孙勇,刘振生,王伟,等. 单纯支架植入术治疗颅内段未破裂椎基底动脉夹层的疗效评估[J]. 中国现代医学杂志, 2015, 25 (23): 106-109.
- [34] 李宝民,梁永平,刘新峰,等. 多支架并行置放和重塑形治疗巨大梭形椎-基底动脉夹层动脉瘤的近期效果评价[J]. 中华外科杂志, 2015, 53(8): 603-607.
- [35] 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.
- [36] 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.
- [37] 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.
- [38] Yoon SM, Shim JJ, Kim SH, et al. Bilateral vertebral artery dissecting aneurysms presenting with subarachnoid hemorrhage treated by staged coil trapping and covered stents graft [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2012, 51(3): 155-159.
- [39] 李鑫. 血流导向装置治疗颅内动脉瘤的最新进展[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2015, 20(5): 238-240.
- [40] 杨鹏飞,刘建民,黄清海,等. 新型血流导向装置 Tubridge 治疗颅内动脉瘤的初步经验[J]. 介入放射学杂志, 2011, 20(5): 357-362.
- [41] 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.
- [42] 毛之奇,张鹏,叶明,等. Silk 血流导向支架联合弹簧圈治疗颅内复杂动脉瘤的短期疗效[J]. 中国脑血管病杂志, 2013, 10 (10): 518-522.
- [43] 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 Neuroradiol, 2016, 27(3): 345-350.
- [44] 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.