

椎-基底动脉延长扩张综合症的血管内治疗研究进展

葛润泽 冯欣 李西锋 张炘 苏世星 黄驰 黄际万 段传志

南方医科大学珠江医院神经外科中心脑血管病外科, 国家临床重点专科, 脑血管病诊断与治疗教育部工程研究中心, 广东省普通高校脑功能修复与再生重点实验室, 广东神经外科研究所, 广州 510282

通信作者: 段传志, Email: doctor_duan@126.com

【摘要】 椎-基底动脉延长扩张综合征(VBD)是一种罕见且具有挑战性的疾病。VBD 主要与酶的作用和血流动力学的改变密切相关, 以缺血性脑卒中、神经压迫症状、脑积水等临床症状为主要表现。随着 VBD 治疗实践以及近年来介入技术及材料的发展, VBD 的血管内治疗成为焦点。本文围绕近年来 VBD 的血管内治疗研究进展进行综述, 旨在为临床工作者提供参考。

【关键词】 椎-基底动脉延长扩张综合征; 研究进展; 血管内治疗; 抗血小板药物

基金项目: 国家自然科学基金(82201427)

DOI:10.3760/cma.j.cn115354-20231121-00250

Recent advance in endovascular treatment of vertebrobasilar dolichoectasia

Ge Runze, Feng Xin, Li Xifeng, Zhang Xin, Su Shixing, Huang Chi, Huang Jiwan, Duan Chuanzhi

National Clinical Key Specialty, Engineering Research Center of Cerebrovascular Disease Diagnosis and Treatment of Ministry of Education, Key Laboratory of Brain Function Repair and Regeneration of Guangdong Ordinary Colleges and Universities, Guangdong Institute of Neurosurgery, Department of Cerebrovascular Disease Surgery, Zhujiang Hospital of Southern Medical University, Guangzhou 510282, China

Corresponding author: Duan Chuanzhi, Email: doctor_duan@126.com

【Abstract】 Vertebrobasilar dolichoectasia is a rare and challenging disorder. Vertebrobasilar dolichoectasia is closely related to enzyme action and hemodynamic changes, and is characterized by ischemic stroke, neurological compression symptoms, hydrocephalus, and other clinical symptoms. With development of interventional techniques and materials in recent years, endovascular treatment of vertebrobasilar dolichoectasia has become the focus. This article summarizes the current endovascular treatment of vertebrobasilar dolichoectasia, aiming to provide references for clinicians.

【Key words】 Vertebrobasilar dolichoectasia; Recent advance; Endovascular therapy; Antiplatelet drug

Fund program: National Natural Science Foundation of China (82201427)

DOI:10.3760/cma.j.cn115354-20231121-00250

椎-基底动脉延长扩张综合征(vertebrobasilar dolichoectasia, VBD)是一种罕见的进行性动脉病变,其特点是椎-基底动脉的扩张、拉长和迂曲^[1-3]。椎-基底动脉在颅内至关重要,不仅为脑干提供穿支动脉进行供血,还为关键的后颅窝结构进行供血。因此外科手术干预此病具有较高的伤残率和死亡率。与外科手术相比,血管内治疗取得了一定的成效^[1]。但目前针对 VBD 的血管内治疗研究进展的综述鲜见报道。基于此,本文围绕近年来 VBD 的血管内治疗研究进展进行综述,旨在为临床工作者提供参考。

卒中患者和 60 岁以上社区人群中的发病率均较高,分别为 3%~17%、13.6%^[5-6]。全球范围内,每年 VBD 患者的死亡率为 13%,5 年病死率为 36.2%,每年动脉瘤生长至少 1 mm 者所占比例为 3%,诊断时无症状者的预后较好^[7-8]。

VBD 的病理生理学机制非常复杂,可能与高龄、男性、高血压、缺血性心脏病以及血流动力学因素相关^[9]。Szalontai 等^[10]回顾性研究了 290 例患者的 MRI 液体衰减反转恢复(fluidattenuated inversion recovery, FLAIR)序列检查结果,发现椎动脉血流不均匀是导致基底动脉弯曲的重要因素。Liu 等^[11]认为动脉粥样硬化相关生化标志物脂蛋白相关磷脂酶 A2 是 VBD 发生和进展的独立危险因素。然而,一项基于 61 例 VBD 患者的回顾性研究显示:VBD 与动脉粥样硬化

一、流行病学及发病机制

VBD 在普通人群中的发病率为 0.08%~6.50%^[4,5]。在脑

化无关,而与高龄、高血压、多发乳头状瘤、白质改变有关^[12]。基质金属蛋白酶和金属蛋白酶组织抑制剂的比例失衡对椎-基底动脉的变异产生重要影响。研究表明,基质金属蛋白酶-9 上调主要导致椎-基底动脉的扩张和基底动脉的伸长,而金属蛋白酶组织抑制剂-1 上调主要导致基底动脉的迂曲^[4]。

二、临床表现

VBD 患者主要的临床表现是血管事件,例如缺血性脑卒中和颅内出血,以及脑积水压迫邻近组织引起的进行性神经压迫症状^[1]。

(一)缺血性脑卒中

缺血性脑卒中是 VBD 最常见的临床症状^[9]。VBD 的年缺血性脑卒中风险率约为 8%,但其导致缺血性脑卒中的机制目前尚不明确^[6]。一项关于 VBD 患者高分辨率 MRI 的回顾性分析表明:基底动脉直径和分叉高度是患者缺血性脑卒中发生的相关因素^[13]。脑卒中的发病可能也与附壁血栓及斑块堵塞血管有关^[9]。研究显示,与非脑卒中患者相比,VBD 合并缺血性脑卒中患者出现斑块的频率更高(8.3% vs. 54.5%),差异有统计学意义($P=0.011$)^[14]。VBD 合并缺血性脑卒中患者的脑卒中复发风险较高。一项纳入 115 例 VBD 合并缺血性脑卒中患者的前瞻性研究表明,22 例(19.1%)患者在(22±6)个月的随访期间复发^[14]。基底动脉直径较大或弥漫性颅内多发性硬化可能会增加脑卒中复发风险^[15]。

(二)神经压迫症状

由于椎-基底动脉的拉长、扩张或者迂曲,变异的血管可压迫周围神经而导致一系列临床症状。变异血管最常压迫三叉神经,从而引起三叉神经痛^[16]。Yu 等^[17]报道了 30 例接受微血管减压术(microvascular decompression, MVD)的 VBD 患者,30 例患者的面部疼痛均在术后得到缓解,仅有 3 例(10%)复发(平均随访 76.67 个月)。研究表明,分步 MVD 不仅能减少椎-基底动脉对三叉神经的直接压迫,还能识别并减压造成压迫的实际血管,具有良好的治愈率、疗效和长期疼痛缓解率,而且不会明显增加术后并发症的发生率^[18]。

继发于 VBD 的外展神经和前庭神经受压罕见^[19]。Jeeva-Patel 等^[20]报道了 1 例 VBD 合并左侧外展神经受压的病例,认为磁共振稳态构成干扰序列(CISS)成像能观察到外展神经的整个走行过程,针对原因未明的外展神经受压最好采用 CISS 成像。Frosolini 等^[21]报道了 3 例前庭神经受压的 VBD 患者,VBD 可能导致中枢性听觉功能障碍,随后是快速进展的或突发性的感音神经性听力损失。

(三)脑积水

椎-基底动脉直接压迫第三脑室流出道或压迫脑干以及相关导水管都有可能引起脑积水,引起颅内压升高^[22]。但大多数脑积水病例不是梗阻性的,而是正常压力性的脑积水^[23]。这是因为其脑积水不仅可以由扩张、延长和弯曲的基底动脉直接阻塞 Monro 孔或脑导水管引起,还可以由第三脑室或 Monro 孔的搏动性压迫引起^[23]。

传统治疗脑积水方法往往选用药物保守治疗、分流术以及内窥镜第三脑室造瘘术。内窥镜第三脑室造瘘术虽然可以避免与分流术相关的并发症发生,但是扩张血管的存在使

其危险性大大提升^[24]。轴外内镜第三脑室造瘘术是一种新兴的治疗技术。Kumar 等^[24]采用轴外内镜第三脑室造瘘术对 1 例 VBD 合并脑积水患者进行治疗,术后患者的头痛和视力症状有所改善,脑室指数也有所改善(埃文斯指数降低了 19%,额枕角比率降低了 14.1%,第三脑室指数降低了 39.5%)。轴外内镜下第三脑室造瘘术的优势在于可以避免椎-基底动脉延长扩张所造成的解剖结构限制。

三、血管内治疗进展

对于无症状的 VBD 患者,尚没有高质量的证据能够获得更高的收益^[25-26]。对于有症状的 VBD 患者,血管内治疗或许是中重度 VBD 患者的最佳选择,尤其是那些直径扩张较大或者出血风险较大的患者。有研究者认为,VBD 病情进展的风险很高,其研究显示 5 年内 42% 的 VBD 会进展,44% 的患者病情恶化,患者的临床结局主要取决于是否有脑干压迫症状,对于症状进展的患者,血管内治疗或手术仍然是最后的手段^[27]。

多项研究表明,在大多数情况下,血管内治疗已成为 VBD 的一线治疗方案,但是针对瘤体最大径较小(<3 mm)、瘤体最大径巨大、有钙化或囊内血栓形成、分支形态复杂以及破裂的 VBD,外科手术治疗可能更加合适^[28]。血管内治疗在一般情况下比外科治疗更有优势。在一项纳入了 41 例开放性手术和 61 例血管内治疗 VBD 患者的 Meta 分析中,开放性手术组并发症发生率(90.2%)明显高于血管内手术组(6.6%),差异有统计学意义($P<0.01$),但是不良结局发生率(75.3% vs. 27.2%)和死亡率(39.5% vs. 15.8%)的差异均无统计学意义($P>0.05$)^[29]。

(一)支架辅助弹簧圈栓塞术

1. 基本介绍:在 VBD 的血管内治疗中,支架辅助弹簧圈栓塞术是可行的,尤其是针对有确切瘤颈的动脉瘤,但其在治疗梭形动脉瘤时具有很大的挑战性^[30]。然而,支架辅助弹簧圈栓塞术仍然适用于动脉瘤的靶向栓塞,通过传统支架辅助盘绕靶向破裂的动脉瘤,等待后续治疗^[31]。对于基底动脉主干的动脉瘤,血流导向装置的使用可能会导致穿支动脉缺血,从而引起脑干梗死,患者预后不良。支架辅助弹簧圈栓塞术或许在治疗基底动脉主干动脉瘤时能获得较大收益。

2. 有效性及安全性:He 等^[32]回顾性分析了 19 例接受大型编织支架治疗的 VBD 患者,数字减影血管造影显示 16 例患者完全重建目标血管,1 例患者几乎完全重建,2 例患者部分重建;所有患者的症状在治疗后不久均出现改善,但 2 例患者在后期随访中出现复发性吞咽困难。有研究者回顾性研究了 9 例接受 LEO 或 Solitaire 支架治疗的 VBD 患者,平均随访时间为(20.75±6.90)个月,结果显示 2 例患者死亡,4 例患者出现术后并发症,5 例患者病情稳定,其中 4 例患者的影像学结果显示已治愈^[33]。有研究者回顾性分析了 22 例有症状 VBD 患者的临床资料,其中 20 例患者接受了 Enterprise 等传统支架的治疗,随访结果显示 13 例出现神经压迫症状的患者中,7 例在随访期间死于严重的脑干压迫^[34]。因此,血管内治疗可能对诊断时出现神经压迫症状的 VBD 患者无效。Wang 等^[34]认为重叠支架的使用能重建椎-基底动脉,改善

椎-基底动脉的扩张、拉长和延伸,减少血管剪切应力,从而达到更好的临床预后效果。Zhang 等^[35]采用传统支架治疗了 5 例有症状的 VBD 患者,经历了 15~67 个月的随访,有 1 例患者出现了神经功能恶化,并最终死于搭桥术,其余 4 例患者均预后良好[改良 Rankin 量表(mRS)评分为 1 分]。

(二)血流导向装置

1. 基本介绍:血流导向装置可以减少进入动脉瘤的血流,形成静脉淤滞,逐渐导致血栓形成和内膜覆盖,但周围动脉和穿支动脉的功能是正常的^[36]。与传统的支架相比,血流导向装置的网孔更小,金属覆盖面积更大,既保证了分支血管和穿支动脉的正常血流,又大大减少了进入动脉瘤腔的血流。在 VBD 的治疗中,血流导向装置有两个重要作用。首先,血流导向装置可以重建扩张和扭曲的血管;其次,它们可以治疗动脉瘤扩张或相关动脉瘤^[30,36]。由于 VBD 变异血管的直径通常大于最新的血流导向装置的最大直径,血流导向装置将明显提前缩短,因此使用大型血流导向装置的获益更大,如 exceed(5.3 mm×50 mm)(美国 Stryker Neurovascular 公司)和 Silk(5.5 mm×40 mm)(法国 Balt Extrusion 公司)^[37]。

2. 手术要点:通常来说,血流导向装置在置入期间甚至之后都会显著缩短或者移位。辅助盘绕 VBD 的大部分囊状节段可以有效避免血管导向装置脱垂^[38]。当血流导向装置被成功置入,并且确定与血管壁稳定贴合时,术者可以将线圈留在原位或取出,以避免阻塞穿支血管^[39]。

3. 有效性及安全性:血流导向装置治疗 VBD 的有效性和安全性是目前研究的重点。血流导向装置治疗 VBD 或许能改善患者症状并重建目标血管。一项 56 例 VBD 患者成功接受血流导向装置治疗的回顾性研究认为,血流导向装置在治疗 VBD 的技术方面是可行的^[39]。Natarajan 等^[40]对 12 例成功接受了血流导向装置治疗的 VBD 患者进行随访,12 例患者中有 11 例恢复到 mRS 评分 0 或 1 分,没有患者出现迟发性出血、缺血性脑卒中或支架内狭窄,脑血管造影结果显示 12 个动脉瘤均已闭塞,且血流流畅。血流导向装置正在发展成为一种治疗 VBD 的更安全 and 更有效的选择。

关于血流导向装置治疗时使用辅助弹簧圈有无更大获益,目前尚无定论。一项研究回顾性分析了 21 例接受血流导向装置治疗的 VBD 患者,血流导向装置加辅助弹簧圈组的动脉瘤完全栓塞率和预后良好率(mRS 评分为 0 或 1 分)分别为 78% 和 100%,均优于血流导向装置不加辅助弹簧圈

组的 63.6% 和 83%^[38]。然而,这些差异在统计学上并不显著,加用辅助弹簧圈并不能获得更大收益。

VBD 血管内治疗相关研究的病例特征见表 1。

(三)抗血小板、抗凝药物的使用

Ji 等^[41]认为经支架辅助弹簧圈栓塞治疗的 VBD 患者停止长期抗血小板治疗可能会引起支架内晚期血栓形成和后续脑梗死,从而导致临床预后不良。Natarajan 等^[40]严格控制血流导向装置治疗前后阿司匹林和氯吡格雷的血小板抑制效果,术后缺血性并发症发生显著减少。因此,VBD 患者血管内治疗前后或许应慎重考虑停用抗血小板药物的安全性。

VBD 患者在进行血流导向装置治疗时一般会联合双抗血小板治疗(DAPT)。但是,在一项美国最新的多中心回顾性研究中,研究者将接受血流导向装置治疗的 VBD 患者分为 DAPT 组、DAPT 加口服抗凝(TT)组进行回顾性比较,结果显示 TT 组患者初始症状恶化率为 0%,DAPT 组为 41.7%,差异有统计学意义($P=0.030$);TT 组术前至末次随访 mRS 评分总体下降率为 0%,DAPT 组为 66.7%,差异有统计学意义($P=0.001$);最后随访时,TT 组患者中重度致残率(mRS 评分 ≥ 3 分)为 27.3%,DAPT 组为 75%,差异有统计学意义($P=0.039$),TT 组患者末次随访时缺血性脑卒中发生率较 DAPT 组患者低,症状进展少,总体预后较 DAPT 组患者好^[42]。因此,需要前瞻性队列研究和随机对照试验来证实 TT 的有效性和安全性。

四、总结与展望

VBD 是一种罕见且发病机制复杂的疾病。VBD 的临床特征多样且特异性低,无症状患者容易漏诊、误诊。对于无症状的 VBD 患者应该选择保守治疗。血管内治疗对有症状的中重度 VBD 患者或许是最佳选择。抗血小板药物以及抗凝药物的使用对于预防 VBD 血管内治疗后缺血性并发症的发生至关重要,但联合使用抗凝药物是否会增加出血性并发症的发生率还未可知。目前,VBD 血管内治疗的有效性和安全性未被充分证明,仍需要开展更多高质量的临床研究,为临床工作提供更多高质量证据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 葛润泽:文章撰写,文献资料收集;黄驰、黄际万:文献资料收集;冯欣、李西峰、张妍、苏世星、段传志:稿件修改,对文章的知识性内容作批评性审阅

表 1 椎-基底动脉延长扩张综合征患者血管内治疗相关研究的病例特征

Tab.1 Case characteristics of studies related to endovascular treatment of vertebrobasilar dolichoectasia

作者	治疗器械	例数	影像学随访治愈率	并发症发生率	随访死亡率	预后良好率(mRS 评分 0 或 1 分)
He 等 ^[32]	LEO	19	84.2%(16/19)	10.5%(2/19)	0(0/19)	52.6%(10/19)
Wu 等 ^[33]	LEO、Solitaire	9	44.4%(4/9)	44.4%(4/9)	22.2%(2/9)	-
Wang 等 ^[34]	Enterprise 等	20	90.0%(18/20)	-	35.0%(7/20)	50.0%(10/20)
Zhang 等 ^[35]	传统支架	5	-	-	20.0%(1/5)	80.0%(4/5)
Zhou 等 ^[38]	PED	21	66.7%(14/21)	28.6%(6/21)	4.8%(1/21)	90.5%(19/21)
Bhogol 等 ^[39]	PED、Phenox	56	66.1%(37/56)	-	16.1%(9/56)	62.5%(35/56)
Natarajan 等 ^[40]	PED	12	83.3%(10/12)	25.0%(3/12)	0(0/12)	91.7%(11/12)

影像学随访治愈定义为影像学随访示血管完全重建、动脉瘤完全闭塞或者少量残留;mRS:改良 Rankin 量表

参 考 文 献

- [1] Samim M, Goldstein A, Schindler J, et al. Multimodality imaging of vertebrobasilar dolichoectasia: clinical presentations and imaging spectrum[J]. *Radiographics*, 2016, 36(4): 1129-1146. DOI: 10.1148/rg.2016150032.
- [2] Passero SG, Rossi S. Natural history of vertebrobasilar dolichoectasia[J]. *Neurology*, 2008, 70(1): 66-72. DOI: 10.1212/01.wnl.0000286947.89193.f3.
- [3] Wang F, Hu XY, Wang T, et al. Clinical and imaging features of vertebrobasilar dolichoectasia combined with posterior circulation infarction: a retrospective case series study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(48): e13166. DOI: 10.1097/MD.00000000000013166.
- [4] Zhang DP, Peng YF, Zhang HL, et al. Basilar artery tortuosity is associated with white matter hyperintensities by T1P-1[J]. *Front Neurosci*, 2019, 13: 836. DOI: 10.3389/fnins.2019.00836.
- [5] Del Brutto VJ, Ortiz JG, Biller J. Intracranial arterial dolichoectasia[J]. *Front Neurol*, 2017, 8: 344. DOI: 10.3389/fneur.2017.00344.
- [6] Ikeda K, Kashihara H, Hosozawa KI, et al. Concurrent dolichoectasia of basilar and coronary arteries[J]. *Neurology*, 2006, 66(9): 1457; author reply 1457. DOI: 10.1212/01.wnl.0000224702.60036.38.
- [7] Wolters FJ, Rinkel GJ, Vergouwen MD. Clinical course and treatment of vertebrobasilar dolichoectasia: a systematic review of the literature[J]. *Neurol Res*, 2013, 35(2): 131-137. DOI: 10.1179/1743132812Y.00000000149.
- [8] Nasr DM, Flemming KD, Lanzino G, et al. Natural history of vertebrobasilar dolichoectatic and fusiform aneurysms: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2018, 45(1-2): 68-77. DOI: 10.1159/000486866.
- [9] Park P, Yogendrakumar V, Yassi N, et al. Persistent posterior fossa hypoperfusion in the setting of vertebrobasilar dolichoectasia[J]. *Stroke*, 2022, 53(7): e276-e281. DOI: 10.1161/STROKEAHA.122.038527.
- [10] Szalontai L, Jokkel Z, Horvath T, et al. Laterality of deep white matter hyperintensities correlates with basilar artery bending and vertebral artery dominance[J]. *Croat Med J*, 2021, 62(4): 360-366. DOI: 10.3325/cmj.2021.62.360.
- [11] Liu Y, Zhu J, Deng X, et al. Serum level of lipoprotein-associated phospholipase A2 is a potential biomarker of vertebrobasilar dolichoectasia and its progression to cerebral infarction[J]. *Neurol Sci*, 2021, 42(2): 599-605. DOI: 10.1007/s10072-020-04563-7.
- [12] Yin K, Liang S, Tang X, et al. The relationship between intracranial arterial dolichoectasia and intracranial atherosclerosis[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2021, 200: 106408. DOI: 10.1016/j.clineuro.2020.106408.
- [13] Zheng T, Tang W, Shan Y, et al. Studying the imaging features and infarction mechanism of vertebrobasilar dolichoectasia with high-resolution magnetic resonance imaging[J]. *Brain Pathol*, 2023, 33(2): e13135. DOI: 10.1111/bpa.13135.
- [14] Wu F, Zhang M, Qi Z, et al. Imaging features of vertebrobasilar dolichoectasia combined with posterior circulation ischemic stroke: a vessel wall magnetic resonance imaging study[J]. *Eur J Radiol*, 2023, 166: 110971. DOI: 10.1016/j.ejrad.2023.110971.
- [15] Chen Z, Zhang S, Dai Z, et al. Recurrent risk of ischemic stroke due to vertebrobasilar dolichoectasia[J]. *BMC Neurol*, 2019, 19(1): 163. DOI: 10.1186/s12883-019-1400-9.
- [16] Früh A, Vajkoczy P. Macrovascular decompression of a dolichoectatic vertebral artery via Kawase approach in a patient suffering from trigeminal neuralgia-a case report[J]. *Brain Spine*, 2022, 2: 100848. DOI: 10.1016/j.bas.2021.100848.
- [17] Yu F, Yin J, Lu PG, et al. Microvascular decompression by interposition method for treatment of trigeminal neuralgia due to vertebrobasilar dolichoectasia: a retrospective single-center study[J]. *Neurosurg Rev*, 2022, 45(4): 2709-2715. DOI: 10.1007/s10143-022-01776-6.
- [18] Zheng W, Wang L, Wang H, et al. Trigeminal neuralgia caused by vertebrobasilar dolichoectasia: efficacy of stepwise decompression technique[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2023, 165(10): 3019-3026. DOI: 10.1007/s00701-023-05691-7.
- [19] Zang X, Feng Z, Qiao H, et al. Vertebrobasilar dolichoectasia as a rare cause of simultaneous abducens and vestibulocochlear nerve symptoms: a case report and literature review[J]. *Int J Gen Med*, 2020, 13: 523-527. DOI: 10.2147/IJGM.S269649.
- [20] Jeeva-Patel T, Margolin EA, Mandell D. Sixth cranial nerve palsy secondary to compression by dolichoectatic vertebrobasilar artery[J]. *BMJ Case Rep*, 2020, 13(7): e234949. DOI: 10.1136/bcr-2020-234949.
- [21] Frosolini A, Fantin F, Caragli V, et al. Vertebrobasilar and basilar dolichoectasia causing audio-vestibular manifestations: a case series with a brief literature review[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13(10): 1750. DOI: 10.3390/diagnostics13101750.
- [22] Sivakumar V, Indiran V. Obstructive hydrocephalus due to vertebrobasilar dolichoectasia[J]. *Neurol India*, 2023, 71(1): 169-170. DOI: 10.4103/0028-3886.370465.
- [23] Lee JM, Park JS, Koh EJ. Severe vertebrobasilar dolichoectasia as a cause of obstructive hydrocephalus: a case report[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(21): e15752. DOI: 10.1097/MD.00000000000015752.
- [24] Kumar S, Sahu CD, Sahana D. Extra-axial endoscopic third ventriculostomy: a novel treatment for managing hydrocephalus due to vertebrobasilar dolichoectasia[J]. *World Neurosurg*, 2023, 174: 140-145. DOI: 10.1016/j.wneu.2023.03.123.
- [25] Bhogal P, Pérez MA, Ganslandt O, et al. Treatment of posterior circulation non-saccular aneurysms with flow diverters: a single-center experience and review of 56 patients[J]. *J Neurointerv Surg*, 2017, 9(5): 471-481. DOI: 10.1136/neurintsurg-2016-012781.
- [26] Lopez-Navarro ER, Park S, Willey JZ, et al. Dolichoectasia: a brain arterial disease with an elusive treatment[J]. *Neurol Sci*, 2022, 43(8): 4901-4908. DOI: 10.1007/s10072-022-06078-9.
- [27] Xu DS, Levitt MR, Kalani M, et al. Dolichoectatic aneurysms of the vertebrobasilar system: clinical and radiographic factors that predict poor outcomes[J]. *J Neurosurg*, 2018, 128(2): 560-566. DOI: 10.3171/2016.10.JNS161041.
- [28] Larson AS, Mehta T, Grande AW. Neurosurgical management of



- aneurysms of the vertebrobasilar system: increasing indications for endovascular therapy with a continued role for open microneurosurgery[J]. *Neurosurg Rev*, 2021, 44(5): 2469-2476. DOI: 10.1007/s10143-020-01460-7.
- [29] Bin-Alamer O, Qedair J, Palmisciano P, et al. Dolichoectatic vertebrobasilar aneurysms: a systematic review and Meta-analysis of management strategies and outcomes[J]. *Neurosurg Focus*, 2023, 54(5): E9. DOI: 10.3171/2023.2.FOCUS22650.
- [30] Wang Y, Yu J. Prospects and dilemmas of endovascular treatment for vertebrobasilar dolichoectasia[J]. *Front Neurol*, 2022, 13: 895527. DOI: 10.3389/fneur.2022.895527.
- [31] Gao L, Tan E, Kim J, et al. Telemedicine for stroke: quantifying the long-term national costs and health benefits[J]. *Front Neurol*, 2021, 12: 804355. DOI: 10.3389/fneur.2021.804355.
- [32] He X, Duan C, Zhang J, et al. The safety and efficacy of using large woven stents to treat vertebrobasilar dolichoectasia[J]. *J Neurointerv Surg*, 2019, 11(11): 1162-1166. DOI: 10.1136/neurintsurg-2019-014933.
- [33] Wu X, Xu Y, Hong B, et al. Endovascular reconstruction for treatment of vertebrobasilar dolichoectasia: long-term outcomes [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2013, 34(3): 583-588. DOI: 10.3174/ajnr.A3248.
- [34] Wang J, Jia L, Yang X, et al. Outcomes in symptomatic patients with vertebrobasilar dolichoectasia following endovascular treatment[J]. *Front Neurol*, 2019, 10: 610. DOI: 10.3389/fneur.2019.00610.
- [35] Zhang H, Shi M, Tong X. Treatment of symptomatic dolichoectatic vertebrobasilar aneurysms: a single-center experience with 12 patients[J]. *World Neurosurg*, 2018, 119: e407-e416. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.07.176.
- [36] Shin DS, Carroll CP, Elghareeb M, et al. The evolution of flow-diverting stents for cerebral aneurysms; historical review, modern application, complications, and future direction[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2020, 63(2): 137-152. DOI: 10.3340/jkns.2020.0034.
- [37] Orru' E, Patel NV, Burns JD, et al. Double barrel stent-supported supranominal flow diverter expansion for treatment of symptomatic basilar trunk aneurysm: technical note[J]. *Clin Neuroradiol*, 2022, 32(3): 863-867. DOI: 10.1007/s00062-021-01088-0.
- [38] Zhou Y, Wu X, Tian Z, et al. Pipeline embolization device with adjunctive coils for the treatment of unruptured large or giant vertebrobasilar aneurysms: a single-center experience[J]. *Front Neurol*, 2020, 11: 522583. DOI: 10.3389/fneur.2020.522583.
- [39] Bhogal P, Pérez MA, Ganslandt O, et al. Treatment of posterior circulation non-saccular aneurysms with flow diverters: a single-center experience and review of 56 patients[J]. *J Neurointerv Surg*, 2017, 9(5): 471-481. DOI: 10.1136/neurintsurg-2016-012781.
- [40] Natarajan SK, Lin N, Sonig A, et al. The safety of pipeline flow diversion in fusiform vertebrobasilar aneurysms: a consecutive case series with longer-term follow-up from a single US center[J]. *J Neurosurg*, 2016, 125(1): 111-119. DOI: 10.3171/2015.6.JNS1565.
- [41] Ji Z, Yang W, Ma Y, et al. Case report: late in-stent thrombosis in a patient with vertebrobasilar dolichoectasia after stent-assisted coil embolization due to the discontinuation of antiplatelet therapy[J]. *Front Neurol*, 2023, 14: 1129816. DOI: 10.3389/fneur.2023.1129816.
- [42] Siddiqui AH, Monteiro A, Hanel RA, et al. Triple therapy versus dual-antiplatelet therapy for dolichoectatic vertebrobasilar fusiform aneurysms treated with flow diverters[J]. *J Neurointerv Surg*, 2023, 15(7): 655-663. DOI: 10.1136/jnis-2022-019151.

(收稿日期:2023-11-21)

(本文编辑:王志娟)

· 读者·作者·编者 ·

《中华神经医学杂志》编辑部工作人员及联系方式

为便于编读往来,反馈读者意见以及加强作者与编辑间的联系,现将本刊编辑部工作人员的联系方式刊登如下,以便新老读者及作者查询。

编辑部主编:徐如祥,Email: zjxuruxiang@163.com

编辑部主任:郭洪波,电话:020-61643002,Email: guohongbo911@126.com;

编辑联系方式:

张玲:电话:020-61643275,Email: gracedd@126.com;

刘凯:电话:020-61643275,Email: victory_liu@163.com;

王志娟:电话:020-61643272,Email: snow_migrant@163.com;

凌桂芳:电话:020-61643272,Email: lynnling85@163.com;

稿件查询及投稿事宜请咨询:电话:020-61643273,传真:020-61643272,Email: cjm@cmaph.org。

