

· 血管介入 Vascular intervention ·

血管内超声在颈动脉蹼诊疗中的应用

吴祥波, 郑晗沛, 聂 创, 孙 冬, 徐海波, 梅 斌

【摘要】目的 探讨血管内超声(IVUS)在颈动脉蹼诊断和治疗中的应用价值。**方法** 2019 年 1 月武汉大学中南医院收治 1 例男性 29 岁缺血性脑卒中患者,CTA 和高分辨 MRI 证实右侧颈内动脉起始部颈动脉蹼,采用 IVUS 技术进一步评估颈动脉蹼形态特征、颈动脉血流状态,并指导支架成形术。**结果** 术中 IVUS 提示颈动脉蹼呈一与管壁相连的条带状低回声信号影,将管腔血流分隔,其后方血流瘀滞、对比剂滞留;虚拟组织学(VH)成像(iMap-IVUS)提示该结构以纤维组织成分为主,其背面可见部分坏死组织。支架植入术后 IVUS、DSA 提示支架贴壁良好,颈动脉蹼消失,未见血液湍流及对比剂滞留。**结论** IVUS 技术可对颈动脉蹼进行全面评估,在探索颈动脉蹼致脑卒中机制和指导介入治疗中起着重要作用。

【关键词】 血管内超声;颈动脉蹼;缺血性脑卒中;颈动脉支架成形

中图分类号:R543.4 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2020)-03-0241-05

The clinical application of intravascular ultrasound in diagnosing and treating carotid web WU Xiangbo, ZHENG Hanpei, NIE Chuang, SUN Dong, XU Haibo, MEI Bin. Department of Neurology, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan, Hubei Province 430071, China

Corresponding author: MEI Bin, E-mail: meibird@163.com

【Abstract】Objective To discuss the application value of intravascular ultrasound(IVUS) in diagnosing and treating carotid web. **Methods** A 29-year-old male patient with ischemic stroke was admitted to the Zhongnan Hospital of Wuhan University of China in January 2019. CT angiography and high-resolution MRI proved the diagnosis of carotid web located at the origin of right internal carotid. IVUS was performed to make a further evaluation of the morphological characteristics of carotid web and the blood flow state of carotid artery, and to guide the performance of stenting angioplasty of carotid artery. **Results** Intraoperative IVUS demonstrated that carotid web was characterized by a strip-shaped hypoechoic signal shadow connected to the vascular wall, which separated vascular lumen blood flow. Blood flow stagnation and contrast agent retention were observed behind the carotid web. Virtual histology(VH) imaging (iMap-IVUS) indicated that the web was mainly composed of fibrous tissue with partial necrotic tissue on its back. After stent implantation, IVUS and DSA revealed that the stent was well stuck on the wall of the carotid artery, the carotid web disappeared, and no blood turbulence or contrast agent retention was detected. **Conclusion** IVUS can comprehensively evaluate the morphological features of carotid web, which plays an important role in exploring the mechanism of cerebral apoplexy caused by carotid web and in guiding interventional treatment. (J Intervent Radiol, 29: 241-245)

【Key words】 intravascular ultrasound; carotid web; ischemic stroke; carotid stenting angioplasty

颈动脉蹼(carotid web)是源于颈动脉球后壁突出于腔内的薄层蹼状结构^[1]。近年多项研究证实颈动脉蹼可能是反复发生的同侧隐源性缺血性脑卒中的危险因素^[1-3],占隐源性脑卒中 9.4%~37%^[4]。但

颈动脉蹼致缺血性脑卒中的发病机制尚不明确。血管内超声(IVUS)由导管技术将微型超声探头送入血管腔内,通过显示血管横截面图像提供的影像信息,实时动态地评估血流状态、管腔形态和管壁结构,

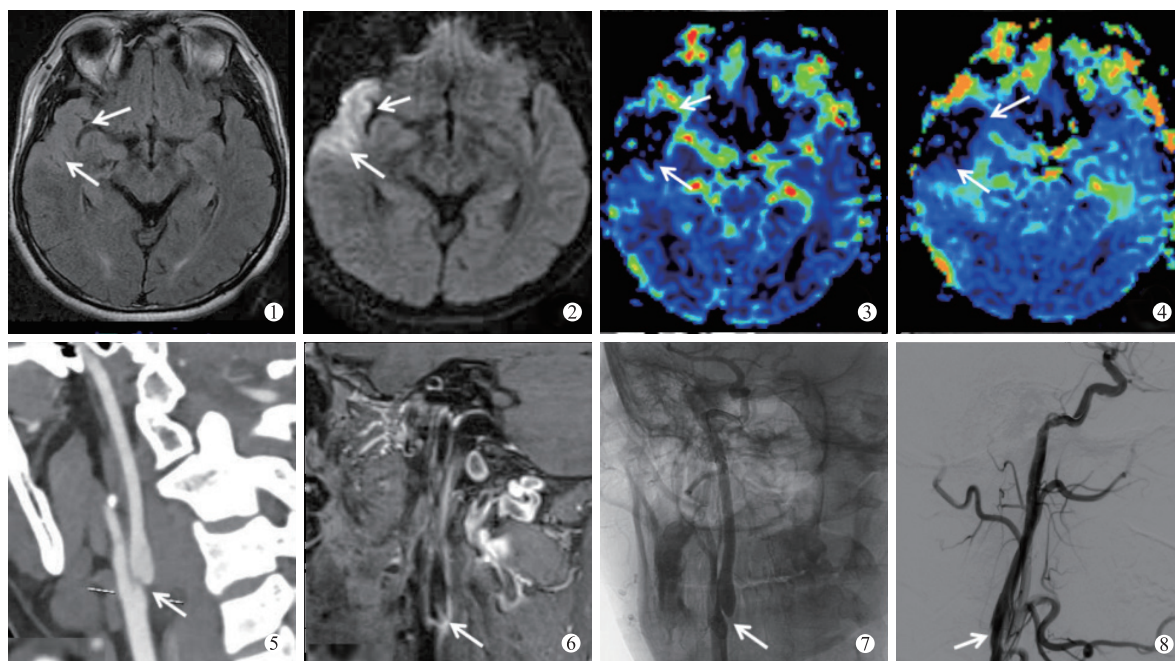
并通过虚拟组织学(virtual histology, VH)成像技术对组织进行定量分析,对于腔内病变成像和诊断具有巨大优势^[5]。IVUS 在优化经皮冠状动脉支架植入术效果及在特殊病变中的应用价值已得到越来越多临床证据支持^[5-6],在处理外周血管疾病如慢性完全闭塞病变、弥漫性病变等复杂病变时,对诊断和治疗提供了影像指导^[7]。因此推测 IVUS 在探索颈动脉粥样硬化、致缺血性脑卒中机制及其治疗中将发挥积极作用。本研究结合 1 例颈动脉粥样硬化患者 IVUS 影像学特点,探讨 IVUS 应用于颈动脉粥样硬化诊疗的可行性和优势。

1 材料与方法

1.1 一般资料

1 例男性患者 29 岁,打篮球时突发左侧肢体麻

木、乏力,口角歪斜,无法有效控球,身体左右摇晃,当地医院行头颅 CT 排除脑出血,考虑急性脑梗死,遂转入本院治疗。患者近 3 年有 2 次类似发作史,休息后自行缓解,无高血压、糖尿病、冠心病、高脂血症等病史。入院头颅 MR 平扫 + 弥散加权成像提示右侧颞叶部分皮层、皮层下及右侧半卵圆中心梗死灶(图 1 ①②),颅脑灌注成像提示脑血容量(CBV)减低,平均通过时间(MTT)延迟(图 1 ③④),颈部 CTA 提示右侧颈动脉球后壁有一薄膜样突向腔内的充盈缺损(图 1 ⑤)。高分辨 MR 斑块分析提示右侧颈内动脉起始部颈动脉粥样硬化,增强可见强化高信号(图 1 ⑥);双侧颈总动脉、颈外动脉、椎动脉、基底段动脉及大脑前、中、后动脉等主干未见明显狭窄、中断或异常扩张(图 1 ⑦⑧)。



①② 入院 MR 平扫 + 弥散加权成像示右侧颞叶梗死灶; ③④ 颅脑灌注成像示右侧颞叶 CBV 减低, MTT 延迟; ⑤⑥ CTA 和高分辨 MR 示颈动脉粥样硬化; ⑦ 术中 DSA 示颈动脉粥样硬化; ⑧ 术后支架贴壁良好,颈动脉粥样硬化消失

图 1 患者头颈部 CTA、MRI、DSA 影像

1.2 手术方法

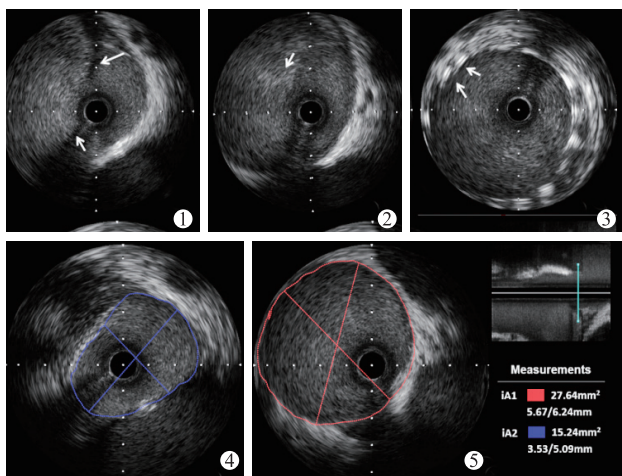
患者签署知情同意后,在 IVUS 指导下行经皮颈动脉支架成形术。采用 Seldinger 技术穿刺右侧股动脉,置入 8 F 动脉鞘,0.035 英寸超滑泥鳅导丝引导下将 8 F 导引导管送至右颈总动脉远端,撤出泥鳅导丝;造影提示右侧颈内动脉起始段半透明线样腔内充盈缺损,其后方见对比剂滞留(图 1 ⑦);启动 iLab™ IVUS 诊断仪(美国 Boston 科技公司),沿微导丝将 IVUS 导管送至颈内动脉远端后除去环晕尾影,调节景深及增益,调整图像清晰度,连接自动

回撤装置(探头频率为 40 MHz),设置导管自动回撤速度,以 0.5 mm/s 速度回撤 IVUS 导管,回撤至导引导管后停止信息采集;通过超声主机回放采集的影像信息, iReview 分析软件测定管腔直径、面积,评估腔内血流状态, iMap 软件勾画颈动脉粥样硬化轮廓并成分分析;0.014 英寸 HI-TORQUE PILOT50 微导丝(美国 Abbott Vascular 公司)引导下,将 5 mm Emboshield NAV6 脑保护装置(美国 Abbott Vascular 公司)跨越狭窄段置于颈内动脉 C2 段;根据测量结果沿微导丝送入 1 枚 5 mm×30 mm Viatrac 14 Plus

球囊(美国 Abbott Vascular 公司),定位于右侧颈内动脉起始部狭窄处,以 12 atm 压力扩张 2 次;撤出球囊,沿微导丝将 1 枚 7 mm×30 mm RX Acculink 支架(美国 Abbott Vascular 公司)置于狭窄处,重建颈内动脉解剖结构。术后 DSA 和 IVUS 联合评估支架情况。

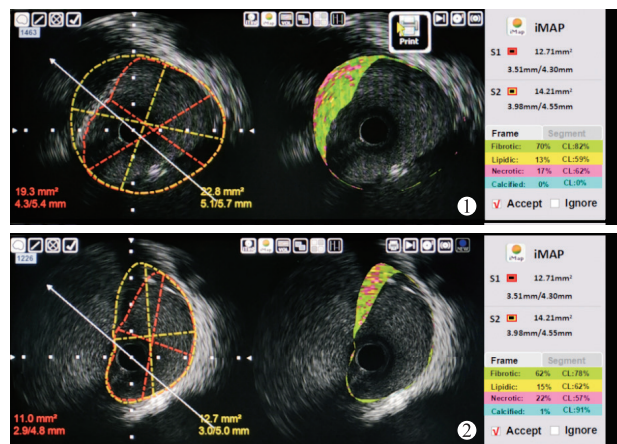
2 结果

术中 IVUS 影像提示,颈内动脉远端管腔和管壁结构清晰,管腔内血流回声均匀清晰。导管回撤过程中见管腔内一与管壁相连的条带状低回声信号影,将管腔血流分隔,其后方未见声影,漂浮和摆动不明显,考虑为颈动脉蹼。该结构将腔内血流分隔,主干血流回声均匀清晰,其后方血流呈团状高低混杂回声影,考虑血流瘀滞(图 2 ①)。注射碘帕醇对比剂后见对比剂在该区域滞留(图 2 ②)。该结构于管腔最狭窄处终止于管腔后壁,其根部明显增厚、管腔侧呈稍高回声(图 2 ④)。测量最狭窄处管腔直径 5.09 mm,面积 15.24 mm²,狭窄处以远 2 cm 处参考截面直径 6.24 mm,面积 27.64 mm²,管腔狭窄率 44.5%(图 2 ④⑤)。VH 成像系统 iMap-IVUS 提示颈动脉蹼以纤维组织成分为主,蹼根部管腔侧纤维组织密度更高,其背面可见部分坏死组织附着(图 3)。术后 IVUS、DSA 提示支架贴壁良好,颈动脉蹼消失,管腔内血流回声均匀清晰,未见血液湍流及对比剂滞留(图 1 ⑧,图 2 ③)。3 个月后复查 CTA 提示支架与管壁贴合良好,无狭窄和血栓形成,未再发缺血性脑血管事件。



① 术前 IVUS 示管腔内一条带状低回声信号影(箭头),与管壁相连,其后方血流呈团状高低混杂回声影;② 注射碘帕醇对比剂后见对比剂在该区域滞留(箭头);③ 支架植入术后支架呈白色高信号(箭头);④⑤ 测量最狭窄处管腔直径 5.09 mm,面积 15.24 mm²,远端截面直径 6.24 mm,面积 27.64 mm²,管腔狭窄率 44.5%

图 2 患者颈动脉蹼 IVUS 影像



① 颈动脉蹼根部管腔侧纤维组织密度更高;② 颈动脉蹼背面可见部分坏死组织附着

图 3 颈动脉蹼 iMap-IVUS 影像

3 讨论

IVUS 是利用超声原理,通过探测血管内、血管壁及其周围组织结构指导疾病诊断和辅助介入治疗的有创性断层显像技术。与传统彩色超声不同之处在于,IVUS 利用可置入血管腔内的微型超声探头,实现了从血管腔内部 360° 实时动态观察血流状态、血管壁和深部组织结构,对临界病变、造影中“模糊”病变诊断具有较高价值^[5]。其不受体位影响,能够对血管直径、管腔横截面积进行准确测量。近年开发的 VH 成像系统 iMap-IVUS 采用新型后处理技术,通过功率频谱处理进行比较识别,能够对斑块性质、组织成分进行模拟成像和定量分析^[8-9]。IVUS 最初主要应用于冠心病诊断和治疗,随着器械技术改进和成像技术发展,目前在外周血管病诊断和治疗中也得到较为广泛的应用。

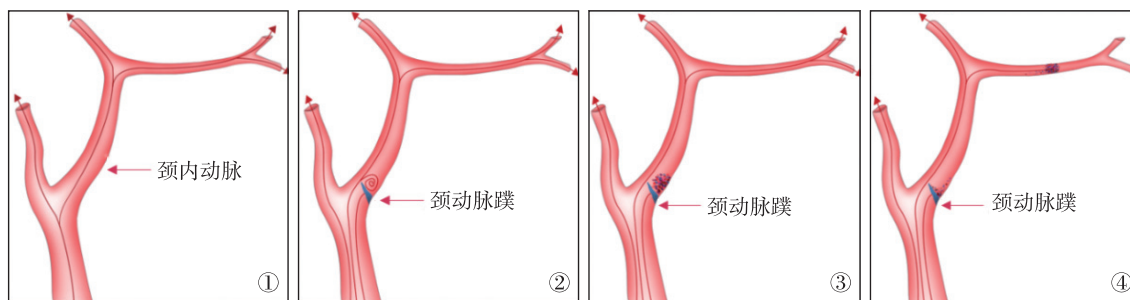
由于特殊的解剖结构,颈动脉蹼诊断主要依靠血管影像学检查,常用检查手段有颈动脉彩色超声、CTA、MRA、DSA。CTA 具有快速高分辨率成像和获取多平面重建图像等优点,目前临床上首选其诊断颈动脉蹼(矢状位上颈动脉球后壁存在一薄膜样腔内充盈缺损,轴位图像上表现为颈动脉腔内隔膜样结构)^[10],常规 MRA 影像学表现与 CTA 类似^[11]。这两种检查方法虽能多维度评估颈动脉蹼形态学特征,但不能动态观察颈动脉蹼引起的血流变化,也不能对组织性质和成分进行定量评估。颈部彩色超声可发现部分患者颈动脉蹼膜状结构^[12],并可显示病变部位血流速度变化,但检出灵敏度受颈动脉蹼面积大小及操作者水平影响较大。DSA 一直被视为诊断血管病变的“金标准”,通过对比剂填充显示管腔二维轮廓并间接反映管壁和管腔情况,但在提供血管内部结构、管壁性质及血流动力学等信息方面

作用有限。相比之下,IVUS 可弥补其他几种影像学检查的不足,能更加精确地测量管腔直径和面积、对组织进行定量分析。本例患者颈动脉蹼主体部分呈低回声,与管壁中膜回声相近,VH 成像提示该结构以纤维组织为主。这一结果与既往文献报道的颈动脉蹼病理学结果一致,即广泛内膜肌纤维增生伴纤维化和黏液样变性^[2-3]。

颈动脉蹼是颈部血管病变类型之一,诊断过程中需要与其他常见颈动脉血管病变,如颈动脉粥样硬化斑块、颈动脉夹层、肌纤维发育不良等作鉴别。颈动脉蹼是源于颈动脉球后壁突出于腔内以远的薄层结构,而颈动脉粥样硬化斑块的部位、形态更为多样,软斑表现为血管壁局限性增厚,但并不局限于颈动脉球部;位于球部的硬斑可突出于腔内,但轴位图像缺乏将管腔分隔的隔膜样结构。颈动脉夹层通常与壁内血肿、假性动脉瘤相关,其隔膜延伸通常超过颈动脉球部。典型的肌纤维发育不良血管造影表现为“串珠样”或局灶性“条带状”狭窄,病理学提示以动脉壁中膜受累为主,而颈动脉蹼是累及内膜的肌纤维增生和黏液样变性。

颈动脉蹼致缺血性脑卒中的发病机制尚不明确,一种可能的机制是管腔内存在的特殊结构阻碍了正常顺向血流,高剪切应力造成蹼近端及管壁内

皮细胞损伤并引起炎性反应,不断损伤与修复过程中形成的瘢痕组织则加重了管腔狭窄^[13],使血流灌注不足,导致缺血性脑卒中发生^[12]。本例患者 IVUS 提示颈动脉蹼根部明显增厚、靠近管腔侧呈稍高回声,VH 成像提示纤维组织成分更高,高分辨 MR 斑块分析提示其根部及周围管壁强化高信号,对该机制提供了证据支持。另一种可能的机制是管腔内特殊结构干扰了正常血液层流状态,颈动脉蹼与颈动脉后壁之间出现湍流,流速减慢;正常血流状态下,边流的血浆将轴流的血液有形成分与血管壁隔开,阻止了血小板与内膜接触和激活;血液湍流和血流瘀滞扰乱了这种血流状态,增加血小板、红细胞及凝血因子等与内膜接触和黏附机会,促使血栓形成。该机制类似于左心耳形成血栓机制^[1]。随着血栓体积增大,易发生脱落并向远处移动,从而引起颅内动脉栓塞事件。本例患者经 IVUS 实时动态观察管腔内血流证实了以上假设,VH 成像提示蹼的背面有部分坏死组织,考虑为血栓附着,进一步证实了上述推测;由于颈动脉蹼处血栓可反复脱落且外力作用增加了脱落机会,或许可以解释该患者在运动状态下多次发作缺血性脑血管事件和缺血性脑卒中的原因(图 4);MRI 提示右侧大脑半球多发性梗死灶,也符合动脉-动脉栓塞的特点。



① 正常血流状态;② 颈动脉蹼部分阻碍正常顺向血流,在蹼的背侧形成湍流;③ 蹼后方湍流区血栓形成;④ 血栓部分脱落,栓塞远端动脉,引起缺血性脑卒中

图 4 颈动脉蹼致缺血性脑卒中机制示意图

颈动脉蹼治疗,目前以抗凝和支架成形术为主^[14-16],最佳治疗方案仍缺乏大样本临床证据支持。本例患者多次发作缺血性脑血管事件,结合既往文献报道,考虑予以支架成形术更适合,经精确测量管径选取的 7 mm×30 mm 支架植入术后贴壁良好,湍流区消失,无疑为支架成形术治疗颈动脉蹼提供了有力依据。支架成形术中支架贴壁不良、膨胀不全为早期支架内血栓形成、支架内再狭窄和晚期主要不良心脑血管事件的重要原因^[17-18]。研究表明,支架成形术后部分患者 DSA 显示结果非常理想,但 IVUS

检查后仍能发现存在支架贴壁不良和/或扩张不充分,甚至异位情况,可见 IVUS 能够弥补 DSA 缺陷,有助于尽早识别并及时处理手术相关并发症,优化支架植入效果^[19]。近年多项大样本 meta 分析结果均证实,IVUS 指导支架成形术能降低主要不良心血管事件发生率,改善患者预后^[20-21],尤其是在复杂病变介入治疗中,其指导支架植入的优势更为明显^[22]。

总之,本研究实现了 IVUS 下实时动态观察颈动脉蹼形态学特征及其引起的血流状态变化,从而证实颈动脉蹼致缺血性脑卒中机制可能是其特殊的

解剖结构阻碍了正常血液流动。通过 IVUS 精确测量管腔,指导介入治疗并进行术后评估,对减少介入手术相关并发症、提高手术安全性和治疗效果具有重要意义。

[参 考 文 献]

- [1] Coutinho JM, Derkatch S, Potvin AR, et al. Carotid artery web and ischemic stroke: a case-control study[J]. *Neurology*, 2017, 88: 65-69.
- [2] Sajedi PI, Gonzalez JN, Cronin CA, et al. Carotid bulb webs as a cause of "cryptogenic" ischemic stroke [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2017, 38: 1399-1404.
- [3] Joux J, Chausson N, Jeannin S, et al. Carotid-bulb atypical fibromuscular dysplasia in young afro-caribbean patients with stroke[J]. *Stroke*, 2014, 45: 3711-3713.
- [4] Zhang AJ, Dhruv P, Choi P, et al. A systematic literature review of patients with carotid web and acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2018, 49: 2872-2876.
- [5] 血管内超声在冠状动脉疾病中应用的中国专家共识专家组. 血管内超声在冠状动脉疾病中应用的中国专家共识(2018)[J]. *中华心血管杂志*, 2018, 46: 344-351.
- [6] 李文庆, 程志勇, 魏明霞, 等. 血管内超声指导介入治疗冠状动脉分叉病变临床研究[J]. *介入放射学杂志*, 2015, 24: 292-295.
- [7] 韩玉庆, 董力庆, 许阳阳, 等. 血管内超声在 1 例颈内动脉闭塞患者介入治疗中的应用[J]. *介入放射学杂志*, 2017, 26: 447-450.
- [8] Garcia-Garcia HM, Mintz GS, Lerman A, et al. Tissue characterisation using intravascular radiofrequency data analysis: recommendations for acquisition, analysis, interpretation and reporting[J]. *EuroIntervention*, 2009, 5: 177-189.
- [9] Shin ES, Garcia-Garcia HM, Ligthart JM, et al. In vivo findings of tissue characteristics using iMap™ IVUS and Virtual Histology™ IVUS[J]. *EuroIntervention*, 2011, 6: 1017-1019.
- [10] Choi PM, Singh D, Trivedi A, et al. Carotid webs and recurrent ischemic strokes in the era of CT angiography[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2015, 36: 2134-2139.
- [11] Lantos JE, Chazen JL, Gupta A. Carotid web: appearance at MR angiography[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2016, 37: E5-E6.
- [12] Fu W, Crockett A, Low G, et al. Internal carotid artery web: doppler ultrasound with CT angiography correlation[J]. *J Radiol Case Rep*, 2015, 9: 1-6.
- [13] Casa LD, Deaton DH, Ku DN. Role of high shear rate in thrombosis[J]. *J Vasc Surg*, 2015, 61: 1068-1080.
- [14] Mac Grory B, Cheng D, Doberstein C, et al. Ischemic stroke and internal carotid artery web a case study[J]. *Stroke*, 2019, 50: E31-E34.
- [15] Martinez-Perez R, Lownie SP, Pandey SK, et al. Stent placement for carotid web[J]. *World Neurosurg*, 2017, 98: 879.e9-879.e11.
- [16] Elmokadem AH, Ansari SA, Sangha R, et al. Neurointerventional management of carotid webs associated with recurrent and acute cerebral ischemic syndromes[J]. *Interv Neuroradiol*, 2016, 22: 432-437.
- [17] Chun KH, Im E, Kim BK, et al. Incidence, predictors, and clinical outcomes of new-onset diabetes mellitus after percutaneous coronary intervention with drug-eluting stent[J]. *J Korean Med Sci*, 2017, 32: 1603-1609.
- [18] Choi SY, Witzensichler B, Maehara A, et al. Intravascular ultrasound findings of early stent thrombosis after primary percutaneous intervention in acute myocardial infarction: a Harmonizing Outcomes with Revascularization and Stents in Acute Myocardial Infarction (HORIZONS-AMI) substudy[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2011, 4: 239-247.
- [19] Tanaka N, Pijls NH, Koolen JJ, et al. Assessment of optimum stent deployment by stent boost imaging: comparison with intravascular ultrasound[J]. *Heart Vessels*, 2013, 28: 1-6.
- [20] Steinvil A, Zhang YJ, Lee SY, et al. Intravascular ultrasound-guided drug-eluting stent implantation: an updated meta-analysis of randomized control trials and observational studies[J]. *Int J Cardiol*, 2016, 216: 133-139.
- [21] Klersy C, Ferlini M, Raisaro A, et al. Use of IVUS guided coronary stenting with drug eluting stent. A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials and high quality observational studies[J]. *Int J Cardiol*, 2013, 170: 54-63.
- [22] Bavishi C, Sardar P, Chatterjee S, et al. Intravascular ultrasound-guided vs angiography-guided drug-eluting stent implantation in complex coronary lesions: meta-analysis of randomized trials[J]. *Am Heart J*, 2017, 185: 26-34.

(收稿日期: 2019-04-21)

(本文编辑: 边 倩)