

6 例自发性颅外段颈内动脉夹层腔内治疗 中期临床效果观察

秦永林, 邓 钢, 柏志斌, 赵国峰, 郭金和, 何仕诚, 滕皋军

【摘要】 目的 初步观察自发性颅外段颈内动脉夹层腔内治疗的中期临床疗效及支架内通畅情况。**方法** 回顾性分析接受腔内治疗的自发性颅外段颈内动脉夹层患者临床资料及影像学随访资料, 对比分析腔内治疗前后及末次随访时美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分及支架内通畅情况。**结果** 2012 年 3 月至 12 月共 6 例自发性颅外段颈内动脉夹层患者接受腔内治疗, 其中男 4 例, 女 2 例, 中位年龄 50 岁(40.75~54.75 岁), 发病至接受腔内治疗中位时间为 10 d(1 周至 3 个月)。所有患者支架植入后夹层真腔血流立即恢复, 部分假腔内仍有对比剂充盈; 1 例术中出现视网膜动脉栓塞, 无死亡患者。中位随访时间 54.4 个月(49.7~57.9 个月), 末次随访时 NIHSS 评分与术前相比, 差异均无统计学意义($P=0.102$); 影像学复查可见颈内动脉支架段假腔均消失, 支架内无明显狭窄。**结论** 采用裸支架对部分有症状的自发性颅外段颈内动脉夹层进行腔内治疗, 可有效防止临床症状复发, 随访发现夹层重塑良好并保持支架内通畅。

【关键词】 腔内治疗; 自发性颈内动脉夹层; 自膨式金属支架

中图分类号: R743.4 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2017)-10-0868-06

Endovascular repair of spontaneous extracranial internal carotid artery dissection: observation of mid-term clinical effect in 6 patients QIN Yonglin, DENG Gang, BAI Zhibin, ZHAO Guofeng, GUO Jinhe, HE Shicheng, TENG Gaojun. Department of Interventional and Vascular Surgery, Affiliated Zhongda Hospital, Southeast University, Nanjing, Jiangsu Province 210009, China

Corresponding author: QIN Yonglin, E-mail: qinyl200801@163.com

【Abstract】 Objective To preliminary evaluate the mid-term clinical effect of endovascular repair in treating spontaneous extracranial internal carotid artery (ICA) dissection, and to observe the patency of stent. **Methods** The clinical data and imaging materials of 6 patients with spontaneous extracranial ICA dissection, who were treated with endovascular repair during the period from March 2012 to December 2012, were retrospectively analyzed. The U.S. National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS) scores were determined before and after endovascular repair, and the postoperative stent patency condition was assessed, the results were analyzed. **Results** A total of 6 patients, including 4 males and 2 females with a median age of 50 years old (40.75–54.75 years old), received endovascular repair therapy. The median interval from the onset of disease to accept endovascular treatment was 10 days (one week–3 months). After the implantation of stent, the blood flow in the true lumen returned to normal immediately, although part of the false lumen was still filled with contrast agent. Embolism of retinal artery occurred in one patient during the operation, no death occurred. The median follow-up time was 54.4 months (49.7–57.9 months). The NIHSS score determined at the last follow-up visit was not significantly different from the preoperative one ($P=0.102$). Imaging reexamination revealed that the false lumen at the ICA stent segment disappeared in all 6 patients, and no obvious in-stent stenotic changes were observed. **Conclusion** Endovascular therapy of selected symptomatic extracranial carotid artery dissection with bare stents can effectively prevent the recurrence of clinical symptoms and promote ICA remodeling with excellent mid-term patency. (J Intervent Radiol, 2017, 26: 868-873)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2017.10.002

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFC0109203)、东南大学基础科研扶持项目(2242017K40263)

作者单位: 210009 南京 东南大学附属中大医院介入与血管外科; 东南大学医学院

通信作者: 秦永林 E-mail: qinyl200801@163.com

【Key words】 endovascular therapy; spontaneous dissection of internal carotid artery; self-expandable metallic stent

自发性颅外段颈内动脉夹层是中青年脑梗死患者常见病因,脑梗死主要原因是来自夹层内膜片或假腔内形成的血栓栓塞^[1]和真腔受压后出现的狭窄或闭塞所致脑供血不足^[2]。腔内治疗除可恢复真腔血流外,对于纠正假腔内涡流形成,从而避免血栓脱落产生的远端栓塞也有重要意义。目前腔内治疗用于颅外段颈内动脉夹层的报道多局限于围手术期并发症及近期疗效观察^[3-4],中远期疗效及支架内再狭窄或闭塞情况鲜有报道。本研究回顾性分析 2012 年间在东南大学附属中大医院就诊并接受腔内治疗的自发性颅外段颈内动脉夹层患者临床资料,初步观察近 5 年期临床疗效及支架内通畅情况。

1 材料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2012 年 3 月至 12 月在本院就诊并接受腔内治疗的颅外段颈内动脉夹层患者临床资料及患者入院后头颈部 CTA 或 MRA 检查的影像学资料。腔内治疗指征^[5-6]:①影像学检查提示夹层真腔严重狭窄,经保守治疗无明显改善;②保守治疗过程中临床症状无缓解或进一步加重;③保守治疗过程中影像学检查提示假腔进一步扩大。

1.2 介入操作

手术在局部麻醉下进行,Seldinger 技术穿刺股动脉,置入 5 F 导鞘,行全脑 DSA 造影了解夹层范围及侧支代偿情况;全身肝素化后,采用交换技术送入 6 F 导引导管至病变侧颈总动脉段,0.014 英寸 PT2 导丝(美国 Boston 科技公司)辅助下将 Echelon-10 微导管(美国 ev3 公司)经夹层真腔送入颈内动脉远端,在此过程中反复造影确保微导管位于夹层

真腔内,若术前影像学资料提示假腔内存在血栓则使用远端保护装置;根据夹层范围及形态选择合适长度(以覆盖夹层最短长度为宜)、直径的锥形或直型支架(参照夹层近段颈内或颈总动脉直径),支架释放后经导引导管造影了解夹层真腔扩张及假腔内血液滞留情况。

1.3 术后随访及疗效评定

术后给予口服阿司匹林(100 mg/d)、氯吡格雷(75 mg/d)双抗血小板治疗 3 个月,随后单抗血小板治疗 6 个月;同时给予伴有高血压患者口服降压药治疗。术后 6 个月及以后每年随访复查头颈部 CTA,根据患者情况必要时复查 DSA。根据美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分评定治疗前及末次随访时临床症状情况。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析。对 NIHSS 评分用配对设计的 Wilcoxon 秩和检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

2012 年 3 月至 12 月共 6 例自发性颅外段颈内动脉夹层患者接受腔内治疗,其中男 4 例,女 2 例,中位年龄 50 岁(40.75~54.75 岁);入院时临床症状:头颈部疼痛 3 例,肢体乏力 2 例,语言功能障碍 2 例,搏动性耳鸣 1 例,同时有多项临床症状 2 例;夹层累及左颈内动脉 3 例,右颈内动脉 2 例,双侧同时受累 1 例(表 1);发病至接受腔内治疗中位时间为 10 d(1 周至 3 个月)。

表 1 6 例自发性颅外段颈内动脉夹层患者一般资料

患者	性别: 年龄/岁	症状	治疗指征	夹层部位	术前住院 时间/d	支架类型:规格/mm	随访时 间/月	NIHSS 评分	
								治疗前	末次随访
1	男:48	左侧头痛伴右下肢乏力 3 个月余	头痛加重	LICA	6	Protégé EverFlex:6×6×40	54.2	2	0
2	女:63	右侧头颈部疼痛 2 d	颈部疼痛加重	RICA	14	Precise:7×7×40	59.9	0	0
3	男:40	右下肢乏力伴言语不能 40 d	真腔受压	LICA	15	RX Acculink:7×7×40	54.5	4	1
4	女:41	头疼头晕 20 余日	头痛无缓解	LICA,RICA	6	右侧-RX Acculink:6×8×40; 左侧-RX Acculink:6×8×30; 6×6×30	52.2	0	0
5	男:52	右侧搏动性耳鸣 1 周	症状无缓解	RICA	31	Luminexx:6×6×40	42.1	0	0
6	男:52	言语不清 1 d	真腔受压	LICA	6	Maris:6×6×80	57.2	2	0

注: LICA:左颈内动脉;RICA:右颈内动脉

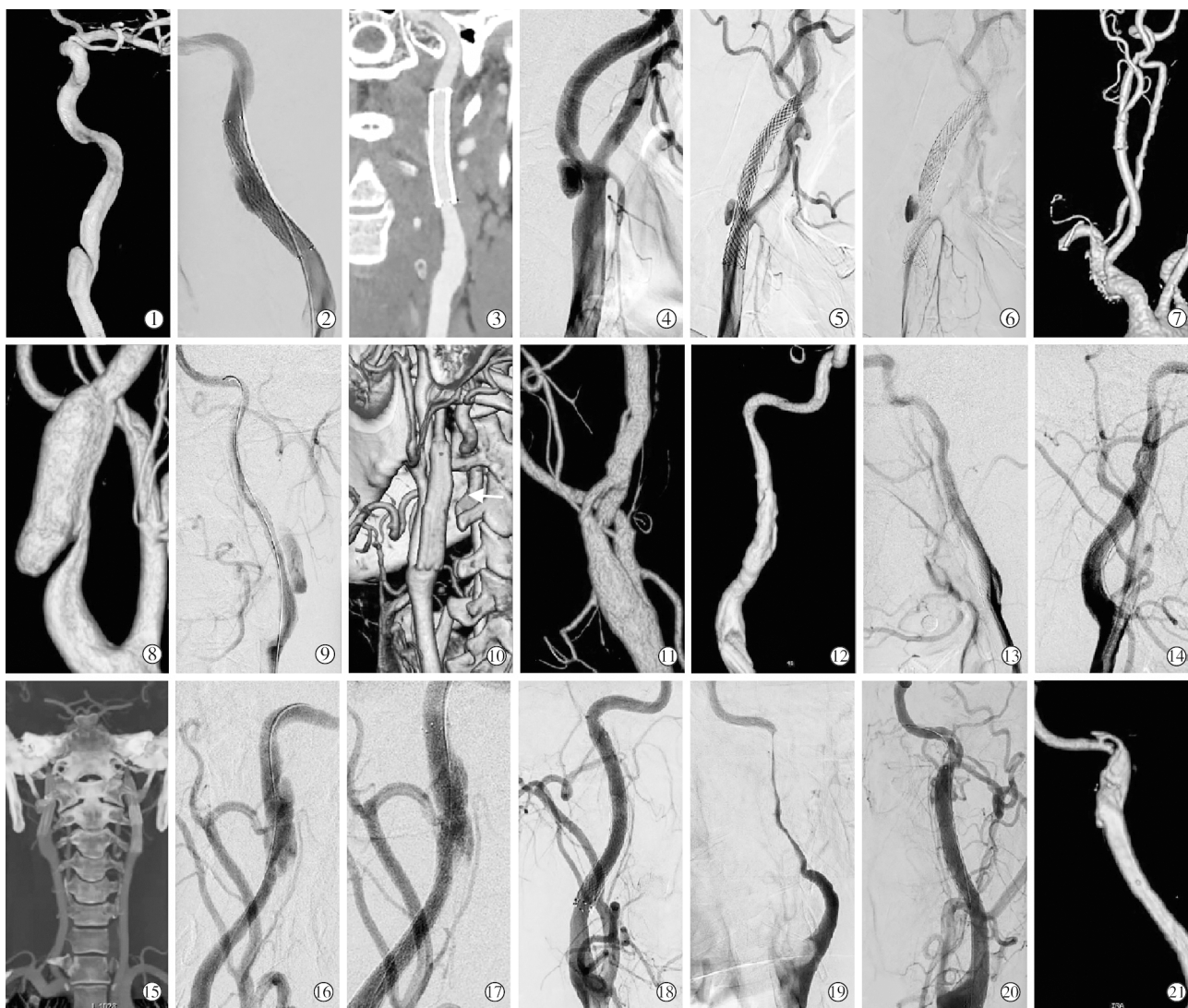
2.2 术中情况

术中所有操作均无中转全身麻醉,所有患者支架植入后真腔血流立即恢复,部分假腔内仍有对比剂充盈,但明显淤滞(图 1)。5 例单侧颈内动脉植入直型裸支架,另 1 例(患者 4)同期双侧颈内动脉均植入锥形裸支架;共植入 8 枚支架,植入前后均未行球囊扩张。1 例(患者 2)远端使用 FilterWire EZ 保护装置(5.5 mm×190 cm,美国 Boston 科技公司)。5 例术中平稳,未发生明显神经系统并发症,另 1 例

(患者 6)为左颈内动脉夹层,起自颈内动脉开口,远端累及岩骨段,未使用远端保护装置,支架释放后造影复查时患者诉左眼视野消失,仅存中心点状光感,造影见左颈内动脉近段真腔扩张,夹层远端真、假腔同时显影,左侧眼动脉显影,给予尿激酶 10 万 U 稀释至 20 ml 后缓慢静脉推注,随后罂粟碱 30 mg 稀释后静脉推注,患者诉光感略恢复。

2.3 术后随访

围手术期患者无死亡,术后头痛症状均明显缓



患者 1:①术前 3D-DSA 示颈内动脉夹层;②腔内治疗后即刻造影示夹层真腔扩张,假腔内仍有对比剂充盈;③54 个月后 CTA 随访未见假腔显影,管腔通畅

患者 2:④术前 3D-DSA 示颈内动脉起始段溃疡样夹层;⑤⑥支架植入后见假腔内血流淤滞;⑦5 年后 CTA 随访见假腔消失,管腔通畅

患者 3:⑧术前 3D-DSA 示假腔呈瘤样扩张,真腔明显受压;⑨腔内治疗后真腔扩张,假腔仍然显影;⑩55 个月后 CTA 随访见真腔通畅、假腔消失

患者 4:⑪⑫⑬⑭术前 3D-DSA 示双侧颈内动脉夹层;⑮52 个月后 CTA 随访见夹层消失

患者 5:⑯⑰术前 3D-DSA 示颈内动脉中段夹层;⑱58 个月后 DSA 随访见真腔仍保持通畅

患者 6:⑲术前 3D-DSA 示长段颈内动脉夹层,可见“线样征”改变;⑳支架植入后真腔近段扩张良好,支架远端产生新的裂口使真假腔同时显影;㉑术后 57 个月 3D-DSA 复查见支架段通畅,无狭窄,支架远端真腔闭塞,由假腔经远端裂口参与岩骨段颈内动脉供血

图 1 自发性颅外段颈内动脉夹层腔内治疗前后及末次随访 CTA/DSA 影像

解,患者 3、6 语言功能恢复,但患者 3 下肢乏力仍存在,患者 5 搏动性耳鸣消失。患者 6 术后即刻眼底镜检查显示视网膜中央动脉栓塞,经抗凝、溶栓、扩血管治疗后无明显好转。

所有患者定期随访,中位随访时间 54.4 个月(49.7~57.9 个月)。患者 1~4 末次随访时复查颈部 CTA,患者 5、6 复查 DSA,均显示颈内动脉支架段假腔消失,支架内无明显狭窄性改变(图 1)。

2.4 临床效果评价

末次随访时患者 1、2 临床症状均消失,患者 3 仍有轻度下肢乏力,但较术前明显改善;患者 5、6 分别于术后 58 个月、57 个月因头晕再次入院复查 DSA,未见明显影像学改变;NIHSS 评分与术前相比,差异均无统计学意义($P=0.102$)。

3 讨论

颅外段颈内动脉夹层是中青年脑梗死患者重要病因之一,45 岁以下脑梗死患者中 10%~25% 由颈内动脉夹层所致^[7-8]。颈内动脉夹层可以是自发性,也可以继发于动脉压突然增高、既往感染、高同型半胱氨酸血症、偏头痛、创伤或医源性操作^[9-10]。自发性颈内动脉夹层具体发病原因不明,可能与潜在的结缔组织病,如 IV 型 Ehlers-Danlos 综合征、肌纤维发育不良有关^[11],年发病率为 2.5/10 万至 3/10 万^[12]。颈内动脉夹层临床表现各异,可完全无症状,也可表现为面部/颈部疼痛、头痛、耳鸣、Horner 综合征、视网膜缺血或脑缺血症状,如短暂性脑缺血发作(TIA)或脑卒中^[1,13]。由于 47%~85% 颈内动脉夹层临床症状可自行缓解^[14],对无症状和部分有症状患者,早期多予以抗凝或抗血小板治疗^[15];也有文献推荐对有症状患者予以肝素或华法林全身抗凝治疗^[16]。一些研究表明抗凝效果优于抗血小板^[17],但也有报道提示抗凝治疗对比抗血小板治疗在致死率、致残率及再次干预率的差异均无统计学意义^[18]。本研究对所有颅外段颈内动脉夹层早期均给予低分子肝素抗凝治疗,出院后给予双抗血小板治疗 3 个月,继之以单抗血小板治疗 6 个月。

临床上多数颈内动脉夹层通过抗凝或抗血小板治疗可获得症状缓解^[19],但这一方案始终存有异议。研究发现,颈内动脉夹层保守治疗过程中仍存在因脑缺血死亡患者,其中 8%~17% 为颈动脉真腔受压所致,抗凝或抗血小板治疗一定程度上会加重缺血,甚至引发脑损害^[20]。Kremer 等^[21]前瞻性对照分析两组自发性颈内动脉夹层患者(组 1 颈内动脉

夹层伴持续性真腔狭窄和假腔瘤样扩张,组 2 真腔通畅或狭窄程度 $<50\%$),结果显示颈内动脉夹层同侧脑卒中发生率在组 1 为 0.7%,组 2 为 0.3% ($P<0.05$)。因此,在药物治疗效果不佳、存在抗凝或抗血小板禁忌、夹层假腔持续扩张、真腔持续受压等情况下,仍可考虑予以积极干预^[22]。

与动脉硬化相比,颅外段颈内动脉夹层病变段较长,且累及位置较高,使得外科手术变得非常困难^[23]。腔内治疗作为微创方法,对于药物治疗无效且假腔持续扩张致使真腔受压患者仍不失为恰当的治疗选择^[3,24-25]。尽管支架植入方法很早就有文献描述^[26],但对于术中是否常规使用远端保护装置仍存一些争议^[27],如早期研究表明操作中不使用远端保护装置,脑卒中发生率为 2.4%,死亡率为 5%^[28]。本研究中对术前影像学检查提示假腔存在血栓患者常规使用远端保护装置。本组中患者 6 夹层累及范围较广,远端越过岩骨段(图 1),因目标动脉直径较细未使用远端保护装置,术中出现同侧视网膜动脉栓塞。由于术前影像学检查评估假腔内血栓状态存在一定局限性,在不考虑其它因素前提下,建议常规使用远端保护装置。

关于术中植入裸支架还是覆膜支架,也存在一定争议。Assadian 等^[29]2004 年报道采用颈内动脉切开植入覆膜支架治疗 6 例颈内动脉夹层,平均随访 38.8 个月,患者均未发生血栓栓塞性神经损害、移植闭塞或影响血流动力学之狭窄。该报道以颈内动脉切开技术行支架植入,可能与支架系统本身有关,随着新型覆膜支架出现,理论上可更好地处理颈内动脉夹层,但尚未见大宗病例报道。本研究中均采用裸支架,术后即刻造影见假腔内均有血流进入,但经近 5 年随访发现颈内动脉夹层支架段假腔均完全消失,也未见支架再内狭窄发生(图 1);患者 6 支架远端新发破裂口是否与裸支架末端设计有关尚不清楚,但就目前经验,该破裂与颈内动脉破裂不同,因此并不推荐在颈内动脉夹层腔内治疗中使用覆膜支架。

关于自发性颅外段颈内动脉夹层腔内治疗效果的研究报道较多,但多为短期小样本报道^[3-4,30]。一项针对颅外段颈内动脉夹层 meta 分析包括 62 例患者(63 处颈动脉夹层),其中有自发性夹层 21 例(37%),手术技术成功率为 100%,平均随访(15.7 ± 8.7)个月,1 年支架通畅率为 100%,脑卒中发生率为 11%,无患者死亡^[3]。Xianjun 等^[25]报道 201 例颅外段颈内动脉夹层患者(男 128 例,女 73 例)中有

自发性夹层 115 例(57.2%),手术技术成功率为 99.1%,围手术期重大心血管事件发生率为 4%,未发生手术相关死亡。本组患者除 1 例早期视网膜动脉栓塞外,未发生其它并发症,提示颅外段颈内动脉夹层选择性腔内治疗安全有效。Jeon 等报道^[31]8 例颈段颈内动脉夹层(5 例为颅外段颈内动脉夹层)患者腔内治疗结果,出院时 NIHSS 评分均显著下降,平均下降 11.6,提示临床表现获得改善。本组治疗后 NIHSS 评分均较治疗前下降,但差异无统计学意义,可能与患者数少有直接关系,也与颅外段颈内动脉夹层与颅内段颈内动脉夹层相比神经损害较轻有关,上述研究中有 3 例颅内段颈内动脉夹层,因此术前 NIHSS 评分较高^[31]。

支架内再狭窄或闭塞是腔内治疗后常见问题。上述 Xianjun 等^[25]报道显示,平均随访 16.5 个月后内膜增生、支架内再狭窄或闭塞发生率为 3.3%,20.9 个月后 TIA 复发率为 2.1%。Lam^[32]在一项涵盖 13~83 岁颈内动脉狭窄或闭塞患者研究中提出,颈内动脉夹层血管往往并不存在动脉粥样硬化斑块,但未进一步分析远期再狭窄或闭塞是否与高龄患者存在动脉硬化有关。颈内动脉夹层患者发病年龄相对较小,动脉硬化程度轻或不存在,本组近 5 年随访中末次随访均可见支架段真腔恢复、假腔消失(图 1),这除了与病变性质有关外,还可能与发病至治疗时间间隔有一定关系——根据对其它部位夹层治疗经验,慢性夹层内膜纤维化后即便支架植入真腔也很难完全重塑,而本组患者发病至治疗间隔中位时间为 10 d(1 周至 3 个月),腔内治疗后夹层相对更易重塑。但这并非意味着所有颈内动脉夹层均需急症处理,术前短时间保守治疗和观察筛选也很重要,毕竟对高危患者腔内治疗仍存在 1%死亡率和 3.5%脑卒中发生率^[33]。由于植入金属支架,颈内动脉夹层腔内治疗后 MRA 随访受到一定限制,本组除 2 例因病情需要于末次随访时复查 DSA 外,其余均接受 CTA 复查。能谱 CT 检查时可有效去除支架对管腔狭窄的影响^[34],近年来临床应用日益广泛,随着相关经验不断积累,将成为此类患者腔内治疗后首选随访手段。

总之,对于经短时间保守治疗临床症状无缓解、影像学检查提示真腔重度受压或假腔呈盲端且进一步扩张的自发性颅外段颈内动脉夹层患者,可采用裸支架行腔内治疗。鉴于无症状自发性颅外段颈内动脉夹层保守治疗远期效果较好,选择腔内治疗仍需谨慎。

[参考文献]

- [1] Schievink WI. Spontaneous dissection of the carotid and vertebral arteries[J]. N Engl J Med, 2001, 344: 898-906.
- [2] Redekop GJ. Extracranial carotid and vertebral artery dissection: a review[J]. Can J Neurol Sci, 2008, 35: 146-152.
- [3] Donas KP, Mayer D, Guber I, et al. Endovascular repair of extracranial carotid artery dissection: current status and level of evidence[J]. J Vasc Interv Radiol, 2008, 19: 1693-1698.
- [4] 刘娟,周华东,崔敏,等.血管内支架植入治疗颈部动脉夹层瘤 39 例[J].介入放射学杂志,2013,22: 767-771.
- [5] Barnett HJ, Taylor DW, Eliasziw M, et al. Benefit of carotid endarterectomy in patients with symptomatic moderate or severe stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators[J]. N Engl J Med, 1998, 339: 1415-1425.
- [6] No authors listed. Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis. Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study[J]. JAMA, 1995, 273: 1421-1428.
- [7] Jaffre A, Ruidavets JB, Calviere L, et al. Risk factor profile by etiological subtype of ischemic stroke in the young[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2014, 120: 78-83.
- [8] Larrue V, Berhoune N, Massabau P, et al. Etiologic investigation of ischemic stroke in young adults[J]. Neurology, 2011, 76: 1983-1988.
- [9] Hovsepian DA, Sriram N, Kamel H, et al. Acute cerebrovascular disease occurring after hospital discharge for labor and delivery[J]. Stroke, 2014, 45: 1947-1950.
- [10] Koleilat I, Gandhi R, Boulos A, et al. Traumatic bilateral carotid and vertebral artery dissection[J]. J Emerg Trauma Shock, 2014, 7: 47-48.
- [11] Goyal N, Male S, Doss VT, et al. Spontaneous dissection of the bilateral internal carotid and vertebral arteries: a rationale for endovascular management[J]. J Neurol Sci, 2015, 350: 112-114.
- [12] Giroud M, Fayolle H, Andre N, et al. Incidence of internal carotid artery dissection in the community of Dijon[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 1994, 57: 1443.
- [13] Debette S, Leys D. Cervical-artery dissections: predisposing factors, diagnosis, and outcome[J]. Lancet Neurol, 2009, 8: 668-678.
- [14] Mokri B, Sundt TM, Houser OW, et al. Spontaneous dissection of the cervical internal carotid artery[J]. Ann Neurol, 1986, 19: 126-138.
- [15] Schievink WI. The treatment of spontaneous carotid and vertebral artery dissections[J]. Curr Opin Cardiol, 2000, 15: 316-321.
- [16] Engelter ST, Lyrer PA, Kirsch EC, et al. Long-term follow-up after extracranial internal carotid artery dissection[J]. Eur Neurol, 2000, 44: 199-204.
- [17] Kennedy F, Lanfranchi S, Hicks C, et al. Antiplatelets vs anticoagulation for dissection: CADISS nonrandomized arm and meta-analysis[J]. Neurology, 2012, 79: 686-689.
- [18] Chowdhury MM, Sabbagh CN, Jackson D, et al. Antithrombotic treatment for acute extracranial carotid artery dissections: a

- meta-analysis[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2015, 50: 148-156.
- [19] Brott TG, Halperin JL, Abbara S, et al. 2011 ASA/ACCF/AHA/AANN/AANS/ACR/ASNR/CNS/SAIP/SCAI/SIR/SNIS/SVM/SVS guideline on the management of patients with extracranial carotid and vertebral artery disease. A report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, and the American Stroke Association, American Association of Neuroscience Nurses, American Association of Neurological Surgeons, American College of Radiology, American Society of Neuroradiology, Congress of Neurological Surgeons, Society of Atherosclerosis Imaging and Prevention, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, Society of NeuroInterventional Surgery, Society for Vascular Medicine, and Society for Vascular Surgery[J]. *Circulation*, 2011, 124: e54-e130.
- [20] Engelter ST, Brandt T, Debette S, et al. Antiplatelets versus anticoagulation in cervical artery dissection[J]. *Stroke*, 2007, 38: 2605-2611.
- [21] Kremer C, Mosso M, Georgiadis D, et al. Carotid dissection with permanent and transient occlusion or severe stenosis: long-term outcome[J]. *Neurology*, 2003, 60: 271-275.
- [22] 郭仕峰, 庄肃敬, 许跃龙, 等. 自发性颅外段颈内动脉夹层八例的诊断及介入治疗[J]. *介入放射学杂志*, 2014, 23: 937-940.
- [23] Dubose J, Recinos G, Teixeira PG, et al. Endovascular stenting for the treatment of traumatic internal carotid injuries: expanding experience[J]. *J Trauma*, 2008, 65: 1561-1566.
- [24] Pham MH, Rahme RJ, Amaout O, et al. Endovascular stenting of extracranial carotid and vertebral artery dissections: a systematic review of the literature[J]. *Neurosurgery*, 2011, 68: 856-866.
- [25] Xianjun H, Zhiming Z. A systematic review of endovascular management of internal carotid artery dissections[J]. *Interv Neurol*, 2013, 1: 164-170.
- [26] Cohen JE, Leker RR, Gotkine M, et al. Emergent stenting to treat patients with carotid artery dissection: clinically and radiologically directed therapeutic decision making[J]. *Stroke*, 2003, 34: e254-e257.
- [27] Juszkat R, Liebert W, Stanisławska K, et al. Extracranial internal carotid artery dissection treated with self-expandable stents: a single-centre experience[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2015, 38: 1451-1457.
- [28] Kadkhodayan Y, Derdeyn CP, Cross DT 3rd, et al. Procedure complications of carotid angioplasty and stent placement without cerebral protection devices[J]. *Neurosurg Focus*, 2005, 18: e1.
- [29] Assadian A, Senekowitsch C, Rotter R, et al. Long-term results of covered stent repair of internal carotid artery dissections[J]. *J Vasc Surg*, 2004, 40: 484-487.
- [30] Malek AM, Higashida RT, Phatouros CC, et al. Endovascular management of extracranial carotid artery dissection achieved using stent angioplasty[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2000, 21: 1280-1292.
- [31] Jeon P, Kim BM, Kim DI, et al. Emergent self-expanding stent placement for acute intracranial or extracranial internal carotid artery dissection with significant hemodynamic insufficiency[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2010, 31: 1529-1532.
- [32] Lam RC. Contemporary review of embolic distal protection strategies in carotid artery stenting[J]. *J Invasive Cardiol*, 2009, 21: 413-414.
- [33] Cohen JE, Gomori JM, Itshayek E, et al. Single-center experience on endovascular reconstruction of traumatic internal carotid artery dissections[J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2012, 72: 216-221.
- [34] Machida H, Tanaka I, Fukui R, et al. Dual-energy spectral CT: various clinical vascular applications[J]. *Radiographics*, 2016, 36: 1215-1232.

(收稿日期:2017-05-15)

(本文编辑:边 皓)