

逆向血流保护下经颈动脉支架成形术 临床应用三例观察

曲乐丰¹ 柏骏¹ Jeffrey Jim² 金杰¹ 吴鉴今¹

¹海军军医大学第二附属医院血管外科,上海 200003;²华盛顿大学圣路易斯医学院血管外科,密苏里州,美国,63101

通信作者:曲乐丰,Email: qulefeng@smmu.edu.cn

【摘要】 目的 探讨逆向血流保护下经颈动脉支架成形术(TCAR)治疗颈动脉狭窄的手术指征、术前评估、技术要点、围术期处理及疗效。**方法** 收集2019年3至4月海军军医大学第二附属医院接受TCAR治疗的颈动脉狭窄患者3例,以颈总动脉入路,在颈动脉-股静脉逆向血流保护下,行颈内动脉狭窄的支架成形术,达到解除狭窄、重建血运的目的。详细记录患者一般情况、术前评估、术中操作、术后处理、并发症及随访情况,评价TCAR治疗颈动脉狭窄的临床安全性、有效性及疗效。**结果** 手术均获得成功,其中行左侧TCAR 2例,右侧TCAR 1例。共植入颈动脉支架3枚,手术时间分别为65、59、55 min,腔内操作时间分别为13、18、11 min,颈总动脉阻断血液逆流时间分别为15、20、13 min,对比剂使用剂量分别为20、25、15 ml。围术期无死亡病例,无神经系统及其他相关并发症。3例患者分别随访7、7、6个月,无死亡病例,无神经系统及其他相关并发症,所有患者颈动脉支架通畅。**结论** TCAR采用经颈动脉入路,颈动脉-股静脉持续逆向血流的脑保护系统可有效预防围术期短暂性脑缺血发作(TIA)及卒中发生,是颈动脉狭窄安全、有效的治疗方式。

【关键词】 颈动脉狭窄; 脑保护装置; 逆向血流保护下经颈动脉支架成形术

基金项目:国家自然科学基金面上项目(8187020187)

DOI:10.3760/cma.j.cn112137-20191120-02524

Clinical application of three cases of transcarotid artery revascularization

Qu Lefeng¹, Bai Jun¹, Jeffrey Jim², Jin Jie¹, Wu Jianjin¹

¹Department of Vascular and Endovascular Surgery, Changzheng Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200003, China; ²Department of Vascular Surgery, Washington University in St. Louis School of Medical, Missouri, St. Louis, 63101, USA

Corresponding author: Qu Lefeng, Email: qulefeng@smmu.edu.cn

【Abstract】 **Objective** To investigate the surgical indications, preoperative evaluation, technical points, perioperative management and effect of transcarotid artery revascularization (TCAR) in the treatment of carotid stenosis. **Methods** From March to April 2019, three patients with carotid stenosis undergoing TCAR in the Second Affiliated Hospital of Naval Military Medical University. With the common carotid artery approach, under the protection of the carotid-femoral vein reverse blood flow, the balloon dilatation of the internal carotid artery stenosis and stent implantation to achieve the purpose of carotid revascularization. The patient's general condition, preoperative evaluation, intraoperative operation, postoperative management and complications were recorded in detail. The clinical safety, efficacy and efficacy of TCAR in the treatment of carotid stenosis were evaluated. **Results** All three operations were successful, including 2 cases of left carotid artery revascularization and 1 case of right carotid artery revascularization. A total of 3 carotid stents were implanted. The operation time was 65, 59, and 55 min, the intraluminal operation time was 13, 18, and 11 min, the common carotid artery blocked time was 15, 20, and 13 min, the contrast agent was 20, 25, 15 ml, respectively. There was no death, no nervous system and other related complications during the perioperative period. Three patients were followed up for 7, 7, and 6 months without death, there were no nervous system diseases and other complications. All patients with ultrasound indicated that the carotid artery stent was patency. **Conclusion** TCAR adopts the neuroprotection system of carotid-femoral vein continuous reverse blood flow to prevent transient ischemic attack (TIA) and stroke, and it is a safe and effective treatment for carotid artery stenosis.

【Key words】 Carotid stenosis; Neuroprotection device; Transcarotid artery revascularization

Fund program: National Natural Science Foundation of China (8187020187)

DOI:10.3760/cma.j.cn112137-20191120-02524

颈动脉狭窄易致脑卒中,是严重威胁人类生命健康的血管系统疾病。颈动脉内膜斑块切除术(CEA)和颈动脉支架成形术(CAS)是治疗颈动脉狭窄的主要外科方式。CEA 一直以来都被公认为治疗颈动脉狭窄的“金标准”,CAS 具有微创的特点,但相对 CEA 具有较高的围术期卒中发生率^[1]。由于 CEA 和 CAS 的原理和特点,二者均有其适应证和禁忌证,但是临床上还存在一些均不适合两种手术方式的高危患者,如颈部手术、放疗病史、入路及解剖形态不适合腔内操作的情况。逆向血流保护下经颈动脉支架成形术(transcarotid artery revascularization, TCAR)结合了 CAS 微创简捷和 CEA 较为安全的脑保护原理,为高危颈动脉狭窄患者提供了第三种手术方式,近年来在欧美国家逐渐应用并推广,该术式无需解剖颈动脉分叉部位从而避免外科相关并发症,同时具有较低的卒中发生率^[2]。本文旨在分析 TCAR 治疗颈动脉狭窄的初步应用体会。

对象与方法

1. 对象:2019 年 3 至 4 月海军军医大学第二附属医院收治 3 例颈动脉狭窄患者,其中 1 例为体检发现“左侧颈内动脉重度狭窄”;1 例因 7 个月前突发言语不清、右侧肢体活动不灵,外院诊断“左侧脑梗死、双侧颈动脉狭窄”,6 个月前在我院行左侧 CEA,本次拟处理“右侧颈内动脉重度狭窄”;1 例因 6 个月前突发右侧肢体无力,外院诊断“左侧急性基底节及脑室旁腔隙性脑梗死、左侧颈内动脉重度狭窄”,见表 1。以上患者均行颈动脉 CT 血管造影(CTA)检查,明确诊断,心、肺、肾功能等检查均未见明显异常。参考 2017 版颈动脉狭窄诊治指南^[3],3 例患者均具有手术指征,无明显手术禁忌证。TCAR 新技术的开展获得研究单位伦理委员会审核(2019SL019)及

医疗科备案,所有患者给予充分告知并签署知情同意书。

2. 材料:颈动脉微穿刺系统、血管鞘管及导入系统、脑保护装置、颈动脉支架系统均购自美国 SILKROAD 医疗公司。

3. 患者体位与手术入路:全身麻醉,患者头向对侧偏斜,颈部过伸位。锁骨上方 1.5 cm 颈总动脉搏动明显处行 3 cm 沿皮纹横切口。

4. 建立通路:切开皮肤、颈阔肌、打开胸锁乳突肌胸骨头、锁骨头三角区域间隙的深筋膜,显露颈总动脉并完全游离 3 cm 的操作区域,血管吊带悬吊备用。全身肝素化后,于显露出的颈总动脉中段使用 5-0 血管缝线进行 U 形缝合以备用,穿刺对侧股静脉并放置鞘管。

5. 建立脑保护:TCAR 示意图见图 1。在颈总动脉 U 形缝合区域使用微穿刺针穿透颈总动脉前壁,导入微导丝,沿微导丝导入颈动脉微鞘管约 3 cm。微鞘管内颈动脉造影,结合术前 CTA 评估结果(图 2A),明确透视区域及颈动脉病变,要求透视区域包括颈动脉狭窄病变上下的 3~5 cm 区域。路图模式下,微导丝沿着微鞘管导入至颈动脉分叉下方或者颈外动脉。撤出微鞘管,沿着微导丝导入颈动脉鞘管,使得鞘管前端的血管保护环与颈总动脉

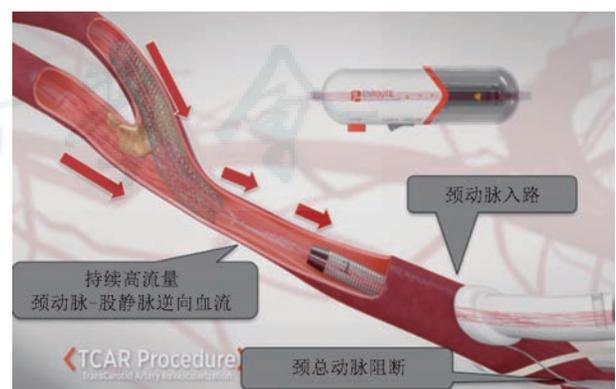
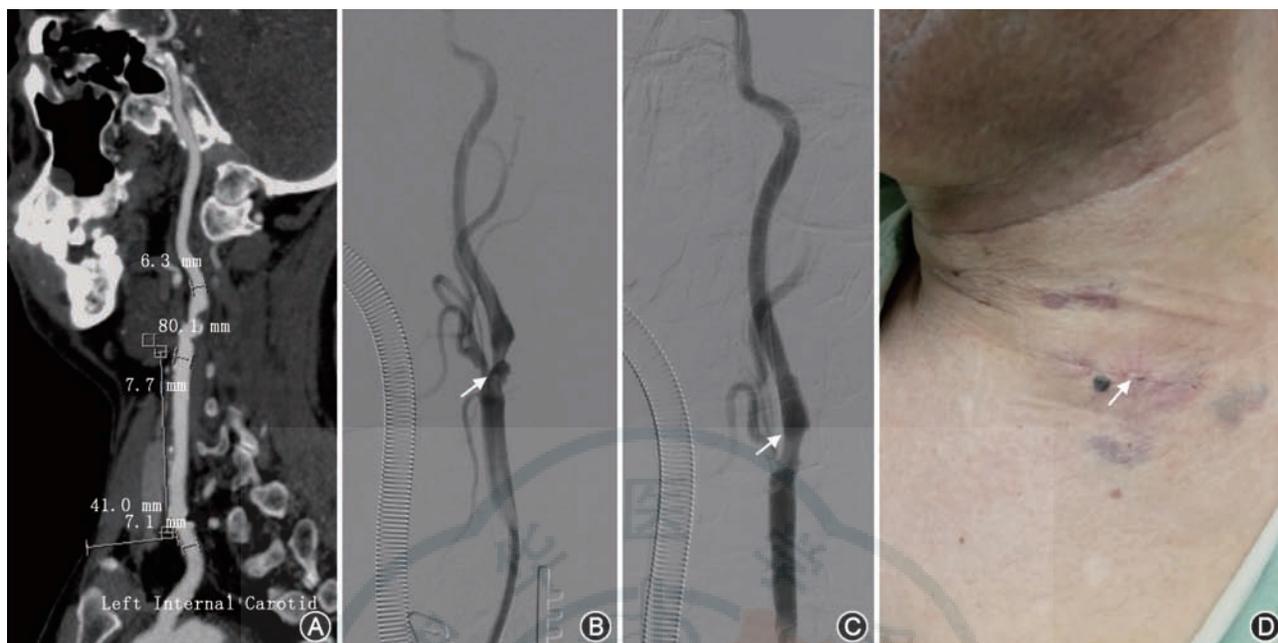


图 1 逆向血流保护下经颈动脉支架成形术(TCAR)示意图

表 1 3 例行 TCAR 治疗颈动脉狭窄患者的一般资料

例序	性别	年龄(岁)	是否为症状性	诊断	影像学评估
1	男	64	否	左侧颈动脉狭窄(75%)、高血压、冠状动脉粥样硬化性心脏病	CTA
2	男	71	是	右侧颈内动脉狭窄(95%)、脑梗死、高血压	CTA
3	男	65	是	左侧颈动脉狭窄(85%)、脑梗死、高血压	CTA

注:TCAR 为逆向血流保护下经颈动脉支架成形术;CTA 为 CT 血管造影



注:A图:术前通过CT血管造影(CTA)详细评估,颈总动脉长度 ≥ 5 cm,直径 ≥ 6 cm,颈总动脉相对健康,无明显斑块及钙化,4 mm \leq 颈内动脉直径 ≤ 9 mm;B图:颈动脉鞘造影显示颈内动脉狭窄伴溃疡性斑块(箭头所示);C图:经颈动脉鞘植入颈动脉支架并造影,确认支架形态良好,无明显残余狭窄(箭头所示);D图:颈部切口行皮内缝合,不留置引流管(箭头所示)

图2 逆向血流保护下经颈动脉支架成形术(TCAR)手术情况

外壁紧密贴合,在鞘管的固定点缝合固定鞘管。使用颈动脉鞘管的造影/冲洗连接管,以数字减影血管造影(DSA)球管的正位、侧位或者其他合适角度分别进行两次造影,明确颈动脉鞘管TIP头位置是否良好。使用脑保护装置,先行颈动脉端连接,打开颈动脉鞘管连接管阀门,使得动脉血逆流至脑保护装置的控制过滤装置后,使用控制过滤装置将逆流血调节为快速模式,待动脉血逆流至脑保护装置静脉端时,暂停逆流,并连接股静脉鞘管的连接端,排空气体并恢复逆流血,检查逆流血液是否通畅良好,脑保护建立成功(图2B)。

6. 腔内操作:监测活化凝血酶原时间(ACT),调整肝素用量使其值 >250 s。提高收缩压至160~170 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),阻断颈动脉鞘管近心端颈总动脉。颈动脉鞘管入路,使用1.6 m长的微导丝轻柔通过颈内动脉狭窄病变,根据病变情况选择合适球囊进行预扩张,植入颈动脉支架,完全覆盖病变区域后释放,根据支架展开形态,必要时再次使用球囊扩张。2 min后,进行不同角度颈动脉造影,查看颈动脉支架形态位置、残余狭窄等情况(图2C)。

7. 解除阻断及连接:停止诱导性升压,使收缩压恢复至120~140 mmHg,解除颈总动脉阻断,恢复正向血流。关闭颈动脉鞘的连接管阀门,解除脑保

护装置连接。举起连接管,将连接管内血液完全回流至股静脉后,关闭股静脉连接管阀门,解除静脉端连接。检查脑保护装置过滤网,查看斑块碎屑。

8. 关闭切口:撤出颈动脉鞘管,收紧U形缝合线并打结,反复冲洗止血,关闭切口行皮内缝合,常规不放置引流管(图2D)。同时拔除股静脉鞘管并压迫5 min,检查颈动脉切口及股静脉穿刺点良好并包扎。

9. 围手术期处理:所有患者术前至少提前3 d予以拜阿司匹林100 mg,硫酸氢氯吡格雷75 mg,1次/d行双抗治疗。术后持续长期双抗治疗。术后控制血压,收缩压控制在120~140 mmHg。观察患者神志情况、肢体活动情况、心率、血压变化等情况。注意观察颈动脉切口情况,有无血肿、渗血、气管偏移等。

结 果

1. 手术及围手术期情况(表2,3):3例TCAR手术均获得成功,共植入颈动脉支架3枚。所有患者术后即刻苏醒,围手术期无并发症,无血压过高或过低等血流动力学不稳定情况,无心血管事件发生。术后予拜阿司匹林100 mg,硫酸氢氯吡格雷75 mg,1次/d,阿托伐他汀20 mg,1次/d。早期下床活动。

2. 随访(表4):对3例行TCAR治疗的颈动脉狭

表 2 3 例行 TCAR 治疗颈动脉狭窄患者的术中操作情况

例序	手术时间 (min)	腔内操作 时间(min)	收缩压(mmHg)		逆向血流 时间(min)	对比剂用量 (ml)	切口 情况	并发症
			阻断前	阻断后				
1	65	13	120~140	160~170	15	20	皮内缝合,无引流管	无
2	59	18	120~140	160~170	20	25	皮内缝合,无引流管	无
3	55	11	120~140	160~170	13	15	皮内缝合,无引流管	无

注:TCAR 为逆向血流保护下经颈动脉支架成形术;1 mmHg=0.133 kPa

表 3 3 例行 TCAR 治疗颈动脉狭窄患者的术后恢复及管理情况

例序	药物使用	收缩压(mmHg)	下床活动(h)	TIA/卒中	颅神经损伤	切口情况	再灌注损伤
1	双抗+他汀	120~140	6	无	无	无血肿及渗血	无
2	双抗+他汀	120~140	6	无	无	无血肿及渗血	无
3	双抗+他汀	120~140	6	无	无	无血肿及渗血	无

注:TCAR 为逆向血流保护下经颈动脉支架成形术;TIA 为短暂性脑缺血发作;双抗为拜阿司匹林 100 mg,硫酸氢氯吡格雷 75 mg,1 次/d;1 mmHg=0.133 kPa

窄患者进行随访,平均随访 6.7 个月,3 例患者均一般情况良好,无短暂性脑缺血发作(TIA)及脑卒中,切口愈合可。颈动脉彩超均提示颈动脉支架通畅,未见明显狭窄。

讨 论

TCAR 是一种直接经颈动脉入路,在颈动脉-股静脉持续逆向血流的脑保护下,进行颈动脉狭窄支架成形术。TCAR 作为颈动脉狭窄新的外科治疗方式,在欧美国家逐渐开展,其手术适应证是在符合现有指南下^[2],还需伴有至少 1 条高危因素^[4]。以上提到的高危因素主要包括两类:(1)生理相关高危因素,如高龄、心力衰竭、冠状动脉粥样硬化性心脏病等;(2)解剖相关高危因素,如头颈部手术或放疗史、病变位置较高、颅神经损伤等复杂情况。此外,TCAR 对颈动脉病变及相关的解剖因素有特殊要求,具体为颈总动脉长度 ≥ 5 cm、直径 ≥ 6 cm、颈总动脉相对健康无明显斑块及钙化、4 mm \leq 颈内动脉直径建议 ≤ 9 mm,以上解剖要求是为提供良好的颈总动脉入路及足够的操作空间。本研究入组的 3 例患者符合中华医学会外科分会血管外科学组 2017 版颈动脉狭窄诊治指南^[3]以及大多数国外指南^[2],考虑到初步开展 TCAR,并未纳入高危患者。

而对于颈动脉解剖条件,严格遵循相关要求。

TCAR 操作分为 5 个步骤:建立通路、建立脑保护、腔内操纵、解除阻断及连接、关闭切口。在建立通路时,颈总动脉建议充分游离至少 3 cm 的操作区域。建立脑保护时,首先是颈总动脉穿刺置鞘,颈动脉穿刺时尽量避免穿透后壁,导丝的导入深度不应该触碰到颈动脉分叉。首次造影明确最佳的颈动脉分叉展开角度,包含颈动脉狭窄病变近、远端 3~5 cm 的范围,不需要覆盖颅内颈动脉^[5]。颈动脉鞘管在 45° 下轻柔导入,直至血管保护环与颈总动脉外壁紧密贴合无漏血。为明确颈动脉鞘管头端与动脉内壁的关系,须进行两个角度的造影确认。脑保护装置连接较为简便,需要关注空气的排出和检查逆流血液的通畅。以上工作准备完毕,ACT 达到 250~280 s 后方可进行血管腔内操作。此时需要提高收缩压至 160~170 mmHg 水平后阻断颈总动脉,阻断后再次检查脑保护装置逆流血液是否通畅。区别于经股动脉颈动脉支架成形术(FCAS)的是,TCAR 时不需要渐进性预扩张狭窄病变,选择目标尺寸球囊扩张 1 次。预扩张后,根据 CTA 及术中造影提示的病变长度,选择合适尺寸的支架,完全覆盖病变,根据残余狭窄情况确定是否后扩张。本组两例 70% 左右狭窄病变,预计支架通过良好,并未进行预扩张。使用的的颈动脉支架为

表 4 3 例行 TCAR 治疗的颈动脉狭窄患者随访情况

例序	随访时间(月)	随访方式	检查手段	TIA/卒中	颅神经损伤	切口情况	支架情况	再狭窄
1	7	门诊	彩超	无	无	愈合	通畅	无
2	7	门诊	彩超	无	无	愈合	通畅	无
3	6	门诊	彩超	无	无	愈合	通畅	无

注:TCAR 为逆向血流保护下经颈动脉支架成形术;TIA 为短暂性脑缺血发作

闭环支架,支撑力较大,植入支架后狭窄解除理想,无明显残余狭窄,也未进行后扩张。整个腔内操作过程,不需要多次造影,一般在导丝通过病变困难或其他意外情况时造影查看。复查造影前必须等待 2 min,待斑块碎屑通过逆流血进入保护装置,造影时推力要小、动作轻柔。整个过程无需进行颅内动脉的造影,在持续高速逆流血脑保护下,斑块碎屑一般极少冲入颅内,但一定要正规的造影操作^[5]。解除脑保护装置连接前停止升压,解除颈总动脉阻断恢复正向血流,解除脑保护连接时要使管内血液全部回流至股静脉后停止逆流血。U形缝合线关闭穿刺点,关闭切口不放置引流管,建议使用鱼精蛋白拮抗。

TCAR 显著特点在于使用了全新理念的脑保护系统,采用颈动脉-股静脉持续高流量的逆向血流,并利用诱导性升压进行代偿^[6]。这种脑保护的原理类似于 CEA 的脑保护原理,而 TCAR 时血流始终是通畅的,并不需要担心阻断时间的问题。另外,以颈总动脉为入路进行颈动脉支架成形术,避免对主动脉弓的操作,缩短了操作距离,同时也避免了颈动脉分叉解剖,减少了颅神经损伤发生率。在循证医学证据方面,TCAR 的数据也较为突出,首个临床研究 PROOF 显示^[7],TCAR 术后 30 d 卒中发生率为 1.3%。纳入 219 例患者的多中心临床研究 ROADSTER 显示^[4],TCAR 术后 30 d 卒中发生率为 1.4%,同时 TCAR 的 6 个月颅神经损伤比例为 0.7%。另外 1 项纳入 1 182 例 TCAR 治疗患者和 10 797 例 CEA 治疗患者的大样本临床数据显示^[8],TCAR 与 CEA 卒中发生率分别为 1.4%、1.2%,院内死亡率分别为 0.3%、0.3%,30 d 死亡率分别为 0.9%、0.4%,颅神经损伤率分别为 0.6%、1.8%,手术时间分别为 (78±33)min、(111±43)min。以上研究在卒中发生率方面均优于 CREST 研究中 CAS 的 4.1% 和 CEA 的 2.3%^[4]。另有研究显示^[9],与经股动脉入路的 CAS (TFCAS) 相比,接受 TCAR 治疗的患者具有更多的合并症,但脑卒中/死亡率相似,TIA、卒中、死亡的发生率降低一半。值得注意的是,在所有研究中 TCAR 患者均是具有至少 1 项高危因素的高危患者。

TCAR 具有成熟且固定的标准化流程,一般在 10~15 例 TCAR 操作后即可熟练掌握^[10]。对于具备 CEA 和 CAS 成熟经验的术者,学习曲线可明显缩短。为了提高学习曲线过程中的安全性,详细全面地评估和围术期的充分准备至关重要^[11]:(1)患者的全身情况评估:主要评估脏器功能,麻醉耐受性

等;(2)病变评估:必须充分评估颈动脉情况,包括颈动脉狭窄病变的程度、范围、性质,颈内动脉扭曲情况,颈总动脉是否严格达到 TCAR 入路标准,以及颅内动脉代偿情况等;(3)术中监测:注意 ACT 监测、血压的调控、脑保护装置连接通畅性、颈动脉鞘管放置的规范性,尤其是警惕颈动脉穿刺部位及鞘管头部有无动脉夹层;(4)操作规范性:避免多次用力手推造影。对于初学者,应当选择全身情况相对较好、病变情况相对简单的患者,麻醉方式选择全麻,待度过学习曲线后再逐步治疗相对复杂的患者。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 曲乐丰,柏骏.基于循证医学的颈动脉内膜切除术的术式选择与评价[J].中华医学杂志,2015,95(24):1873-1875.DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2015.24.001.
- [2] Spence JD, Naylor AR. Endarterectomy, stenting, or neither for asymptomatic carotid-artery stenosis[J].N Engl J Med,2016,374(11):1087-1088.DOI: 10.1056/NEJMe1600123.
- [3] 中华医学会外科学分会血管外科学组.颈动脉狭窄诊治指南[J].中国血管外科杂志(电子版),2017,2(2):78-83.DOI: 10.3969/j.issn.1674-7429.2017.02.001.
- [4] Kwolek CJ, Jaff MR, Leal JL, et al. Results of the ROADSTER multicenter trial of transcarotid stenting with dynamic flow reversal[J].J Vasc Surg, 2015,62(5):1227-1234. DOI: 10.1016/j.jvs.2015.04.460.
- [5] Malas MB, Leal J. Technical aspects of transcarotid artery revascularization using the ENROUTE transcarotid neuroprotection and stent system[J].J Vasc Surg, 2017,65(3): 916-920. DOI: 10.1016/j.jvs.2016.11.042.
- [6] 蒋庆君,柏骏,曲乐丰,等.诱导性升/降压技术在颈动脉内膜斑块切除术中的应用及疗效[J].中华普通外科杂志,2018,33(12):994-997.DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-631X.2018.12.003.
- [7] Alpaslan A, Wintermark M, Pintér L, et al. Transcarotid artery revascularization with flow reversal[J]. J Endovasc Ther, 2017, 24(2):265-270.DOI: 10.1177/1526602817693607.
- [8] Schermerhorn ML, Liang P, Dakour-Aridi H, et al. In-hospital outcomes of transcarotid artery revascularization and carotid endarterectomy in the society for vascular surgery vascular quality initiative[J]. J Vasc Surg, 2020, 71(1): 87-95. DOI: 10.1016/j.jvs.2018.11.029.
- [9] MalasMB,Dakour-Aridi H,Wang GJ,et al. Transcarotid artery revascularization versus transfemoral carotid artery stenting in the society for vascular surgery vascular quality initiative[J].J Vasc Surg,2019,69(1):92-103.DOI: 10.1016/j.jvs.2018.05.011.
- [10] KingAH, Kumins NH, Foteh MI, et al. The learning curve of transcarotid artery revascularization[J]. J Vasc Surg, 2019, 70(2):516-521. DOI: 10.1016/j.jvs.2018.10.115.
- [11] 曲乐丰,柏骏,Raithel D,等.颈动脉内膜切除术技巧及围手术期处理:多中心临床经验总结[J].中华神经外科杂志,2014,30(11):1104-1107. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-2346.2014.11.007.

(收稿日期:2019-11-20)

(本文编辑:张媛)