

本文引文格式:冯晓敏,秦超,陈娅,等.经颅多普勒超声联合双频超声检测椎动脉支架植入术的血流动力学改变[J].右江民族医学院学报,2022,44(3):432-435,448.

【论著与临床报道】

经颅多普勒超声联合双频超声检测椎动脉 支架植入术的血流动力学改变

冯晓敏¹,秦超²,陈娅²,韦馨娴¹,覃冬华¹

(1. 广西民族医院神经内科,广西南宁 530001;

2. 广西医科大学第一附属医院神经内科,广西南宁 530021)

摘要:目的 研究经颅多普勒超声技术(TCD)联合双频超声彩色多普勒技术(CDFI)在椎动脉起始段支架植入前后血流动力学变化及使用价值。方法 椎动脉起始段重度狭窄患者30例,在手术前3d及术后3d行TCD和CDFI检查,与全脑血管造影术(DSA)比较CDFI的狭窄率、诊断符合率,观察血管成形术前后血管内径、狭窄率及血流动力学改变。结果 CDFI在支架手术前、术后狭窄发生率分别为(79.94±7.74)%、(23.44±6.48)%,使用DSA测的狭窄率为(81.18±6.78)%、(22.12±6.34)%,两者相比较结果无明显差异($P>0.05$);CDFI联合TCD检查发现支架术后管腔内径明显增加、椎动脉起始段收缩期峰值血流流速(PSV)、阻力指数较术前明显降低,椎动脉椎间段、颅内段PSV、阻力指数、血管搏动指数较术前明显升高,差异均有统计学意义($P<0.05$)。结论 TCD与CDFI联合应用是一种精确评估椎动脉起始段狭窄支架植入术前血流动力学变化,并评估术后效果的重要无创检查方法。

关键词:超声检查,多普勒,彩色;超声检查,多普勒,经颅;血流动力学;支架植入术

中图分类号:R455.1

文献标识码:A

文章编号:1001-5817(2022)03-0432-05

doi:10.3969/j.issn.1001-5817.2022.03.023

Transcranial doppler combined with color doppler flow imaging to detect the hemodynamic changes of vertebral artery ostium stenting

Feng Xiaomin¹, Qin Chao², Chen Ya², Wei Xinxian¹, Qin Donghua¹

(1. Department of Neurology, Guangxi Minzu Hospital, Nanning 530001, Guangxi, China;

2. Department of Neurology, The First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning 530021, Guangxi, China)

Abstract: **Objective** To explore the value of transcranial doppler (TCD) and color doppler flow imaging (CDFI) for detecting the hemodynamic changes before and after vertebral artery ostium stenting. **Methods** This study enrolled 30 patients with severe stenosis in the initial segment of vertebral artery. TCD combined with CDFI examinations and digital subtraction angiography (DSA) were performed for them 3 days before and 3 days after operation. The stenosis rate and diagnostic coincidence rate of CDFI were compared. And the changes of vascular diameter, stenosis rate and hemodynamics were observed before and after angioplasty. **Results**

The stenosis rates detected by CDFI before and after surgery were (79.94±7.74)% and (23.44±6.48)%, respectively. The stenosis rates detected by DSA were (81.18±6.78)% and (22.12±6.34)%, and there was no significant difference between them ($P>0.05$). CDFI combined with TCD examination showed that the lu-

基金项目:广西壮族自治区卫生和计划生育委员会自筹经费科研课题(Z20180607)

第一作者简介:冯晓敏(1989-),女,硕士,主治医师,研究方向:脑血管疾病、神经免疫和遗传疾病、A型肉毒毒素治疗, E-mail:fxm1767@126.com

men diameter significantly increased. The peak systolic flow velocity (PSV) and resistance index in the initial segment of vertebral artery significantly decreased after surgery. And the PSV, resistance index and pulse index of vertebral artery intervertebral segment and intracranial segment were significantly higher than those before surgery. The differences were statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion** The combination of TCD and CDFI is an important noninvasive method which can accurately evaluate the hemodynamic changes before vertebral artery ostium stenting as well as evaluate the postoperative outcomes.

Key words: ultrasound, Doppler, color; ultrasound, Doppler, transcranial; hemodynamics; ostium stenting

目前,有研究报告后循环缺血性卒中约占所有缺血性脑卒中的 20%^[1],而后循环缺血性卒中主要是由椎动脉狭窄引起^[2],而其中最易发生狭窄致后循环系统缺血部位为椎动脉起始段。在对症状性后循环动脉狭窄病人的治疗中,血管内支架植入术已被广泛应用^[3-4],脑血管造影是公认的诊断血管性疾病的金标准,可用于椎动脉狭窄患者行血管支架植入的术前血管检测、狭窄的诊断及手术效果评估,但由于该技术费用较高,且是有创检查,不适合作为常规的检查方法,这就需要更为经济且无创的方法作为术前诊断、评估术后的手段。目前已有报道^[5]经颅多普勒超声(transcranial Doppler, TCD)联合彩色多普勒血流成像(color Doppler flow imaging, CDFI)在颈内动脉血管成形术中的应用,而在椎动脉支架治疗中报道尚少,为此,本文将探讨 TCD 结合 CDFI 检查在椎动脉起始段支架植入手术前后的血流动力学变化,现报道如下:

1 资料与方法

1.1 研究对象 本研究为广西民族医院收治的椎动脉起始段重度狭窄行血管支架置入术的患者 30 例,其中男 18 例,女 12 例,年龄 53~82 岁,平均年龄(68.13±8.20)岁。所有患者在手术前、手术后 3 d 均完善 TCD 及 CDFI 检查。

1.2 诊断、纳入和排除标准 纳入标准:所有病人手术前均经 DSA 检查为椎动脉起始段重度狭窄(狭窄率判定方法依据于北美症状性颈动脉内膜切除试验)^[6],狭窄率为 70%~90%,平均狭窄率为 81%。临床症状主要表现为发作性头昏、眩晕、共济失调、猝倒等症状。同意参加本研究。排除标准:①同时伴有动脉瘤、颅内肿瘤、动静脉畸形;②单侧椎动脉先天发育异常;③其他血管狭窄者。

1.3 CDFI 检查 使用 Philips iU22、HDI 5000 型彩色多普勒超声检测仪,使用 7~11 MHz 线阵高频探头联合 3.5~5.0 MHz 凸阵低频探头。先使用高频探头由椎动脉的起始部位向上探查,观察管腔尺寸、VA 走形、血流方向、血管内膜厚度、血流充盈状况、斑块大小,再用 3.5 MHz 的凸阵低频探头观察 VA 起始部(VA. Pr),测量狭窄段管腔内径、斑块大小、椎动

脉椎间段(VA. Iv, C4-5 或 C3-4)血流收缩期最高峰值流速(PSV)、舒张末期流速(end diastolic velocity, EDV)、收缩期最大流速/舒张末期流速(S/D)、阻力指数(RI)、搏动指数(PI)等。

1.3.1 TCD 检查 采用由德国 EME 公司生产经颅多普勒超声波诊断仪,使用 2 MHz 探测头位于枕旁窗,检测时需将探头前端向检查部位施一定压力,检测双侧椎动脉起始段(VA. Pr)、颅内段(VA. Ic)、基底动脉(BA)、大脑后动脉血流(PCA),记录各血管的收缩期峰值血流流速(PSV)、舒张末期流速(EDV)、收缩期最大流速/舒张末期流速(S/D)、血管搏动指数(PI)、阻力指标(RI)、以及观察频谱图、血流走向和音频的改变。

1.3.2 椎动脉起始段狭窄判定 狭窄程度:狭窄率=(狭窄远段正常直径-最窄处直径)/狭窄远段正常直径×100%。狭窄率<50%为轻度狭窄,50%≤狭窄率<70%为中度狭窄,狭窄率≥70%为重度狭窄。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 19.0 统计软件处理分析,计量资料采用($\bar{x} \pm s$)描述;术前和术后比较采用配对 t 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

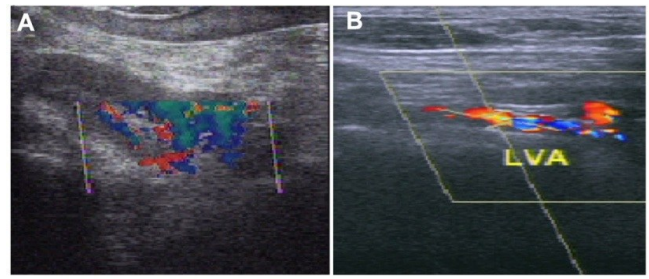
2 结果

2.1 基本资料 手术前经 DSA 明确诊断,单侧椎动脉起始段重度狭窄者 26 例,双侧椎动脉起始段重度狭窄者 4 例,30 例患者的 34 支狭窄血管均已成功放置了血管支架,术后进行 DSA 检测,结果显示椎动脉重度狭窄消失,支架位置走形正常。病人均有一项或多项相关危险因素,合并高血压 22 例(73.33%)、糖尿病 10 例(33.33%)、高脂血症 10 例(33.33%)、高同型半胱氨酸血症 21 例(70.00%),长期吸烟 13 例(43.33%)、长期饮酒 10 例(33.33%)、冠心病 5 例(16.67%)、高血压+糖尿病 8 例(26.67%)。

2.2 血管成形术前血流动力学资料 CDFI 术前查的椎动脉起始段狭窄率为 65%~90%,与 DSA 结果相当,差异无统计学意义,见表 1,具体表现为初始段管腔迂曲、血管内膜凹凸不平、管壁增厚,管腔内出现强回声斑块,局限性管腔变窄,狭窄部彩色血流变窄,并伴有狭窄后湍流,见图 1A。TCD 表现特征为:椎动

脉在起始段血流流速增快,频谱紊乱并伴有涡流,见图 2A,颅内段两侧椎动脉流速明显不对称,在狭窄侧呈收缩期上升速度减慢,峰值延迟,最后峰尖消失而成圆钝低搏动指数波浪状频谱,见图 2B。

2.3 血管成形手术前后血流动力学变化 见表 2。



A: 支架术前的 CDFI 显示术前左椎动脉起始段内径变窄,血流变细;B: 支架术后 CDFI 显示血流充盈改善,内径增宽。

图 1 支架术前、术后 CDFI 情况

表 1 CDFI、DSA 检测椎动脉起始段术前、术后狭窄率的比较结果

项目	CDFI	DSA	t	P
术前	79.94±7.74	81.18±6.78	-1.048	0.302
术后	23.44±6.48	22.12±6.34	1.439	0.160

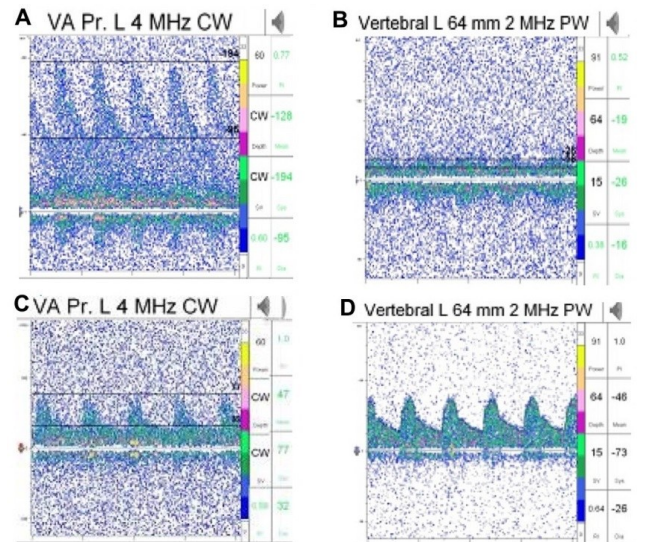
注:表内计量资料数据以($\bar{x} \pm s$)表示。

表 2 术后椎动脉血流动力学改变

项目	狭窄侧(n=34)		t	P	健侧(n=26)		t	P
	术前	术后			术前	术后		
内径/mm	1.71±0.40	3.75±0.56	-12.578	<0.01	4.10±0.38	3.79±0.48	1.916	0.067
PSV. Pr/(cm·s ⁻¹)	139.31±60.05	73.97±12.13	8.831	<0.01	63.12±13.85	65.91±12.88	0.593	0.559
RI. Pr	0.82±0.09	0.69±0.16	5.388	<0.01	0.60±0.09	0.62±0.12	-0.430	0.966
PSV. Iv/(cm·s ⁻¹)	44.34±12.19	56.42±9.84	-4.687	<0.01	68.67±13.51	64.21±11.44	1.754	0.092
RI. Iv	0.38±0.14	0.60±0.18	-10.587	<0.01	0.60±0.08	0.60±0.11	-0.057	0.955
PSV. Ic/(cm·s ⁻¹)	31.56±11.72	76.15±15.28	-11.772	<0.01	89.97±25.10	71.56±20.08	1.852	0.073
PI. Ic	0.62±0.19	0.90±0.23	-5.822	<0.01	0.91±0.23	0.81±0.28	1.541	0.136

注:①PSV. Pr:起始段收缩期峰值血流流速;RI. Pr:起始段阻力指数;PSV. Iv:椎间段收缩期峰值血流流速;RI. Iv:椎间段阻力指数;PSV. Ic:颅内段收缩期峰值血流流速;PI. Ic:颅内段血管搏动指数;②表内计量资料数据以($\bar{x} \pm s$)表示;③狭窄侧术后与术前比较,a: P<0.01。

2.3.1 椎动脉起始段血管成形术后 ①CDFI 术后检测椎动脉起始段狭窄率为 10%~35%,与 DSA 结果相当,无统计学差异,见表 1,且术后原狭窄侧椎动脉在起始段可见管状强回声、支架回声,支架内面光滑,管腔内透声良好,未见强回声斑块,血流充填完整均匀。椎动脉初始段内径从(1.71±0.40)cm 增宽至(3.75±0.56)cm,增加 119.30%;椎间段 PSV 较术前增快了 27.24%,阻力指数较术前升高了 57.89%,差异均具有统计学意义(P<0.05),见图 1B;②TCD 表现如下:双侧椎动脉初始段、颅内段血流对称,涡流消失,原狭窄侧椎动脉初始段 PSV 显著下降,下降 46.90%,阻力指数较术前平均降低 15.85%,见图 2C;狭窄侧颅内段 PSV 较术前平均增快 141.29%,颅内段血管搏动指数增高 45.16%,差异均有统计学意义(P<0.05);颅内段频谱形态由术前低流速低搏动指数的波浪状频谱恢复至正常,见图 2D;而健侧椎动脉起始段血流速度及阻力指数、颅内段血流速度及搏动指数较术前无差异(P>0.05),见表 2。



A: 术前 TCD 提示椎动脉在起始阶段的血流速度增快;B: 术前 TCD 提示左椎动脉颅内段呈低流速低搏动指数频谱;C: 术后 TCD 提示椎动脉起始段的血流流速恢复正常;D: 术后 TCD 显示椎动脉颅内段的血流速率加快,且搏动指数升高。

图 2 术前、术后 TCD 情况

2.3.2 支架植入术后的基底动脉血流动力学变化见表 3。单侧椎动脉狭窄病例中(26 例),术后基底动脉的收缩期峰值血流流速、搏动指数,与术前相比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);而对于双侧椎动脉狭

窄患者(4 例),术后基底动脉的收缩期峰值血流流速较术前增快、搏动指数较术前增高,差异有统计学意义($P < 0.01$)。

表 3 术后基底动脉血流动力学改变

项目	n	PSV/(cm·s ⁻¹)		t	P	PI		t	P
		术前	术后			术前	术后		
BA(unilateral)	26	76.12±16.09	80.91±10.48	-1.170	0.258	0.82±0.21	0.89±0.20	-1.276	0.214
BA(bilateral)	4	55.61±4.39	67.26±7.09	-5.988	0.009	0.72±0.13	0.99±0.20	-3.373	0.043

注:①BA(unilateral):单侧椎动脉狭窄患者基底动脉;BA(bilateral):双侧椎动脉狭窄患者基底动脉;PSV:收缩期峰值血流流速;PI:搏动指数;②表内计量资料数据以($\bar{x} \pm s$)表示。

3 讨论

有研究报道^[7],CDFI 对椎动脉起始段狭窄行支架置入手术前后的评估具有重要的价值。CDFI 可以直接观察椎动脉本身结构和斑块的形态学特征,对临床诊断及治疗具有一定的价值。有研究表明^[8],斑块内新生血管、复杂斑块、斑块溃疡、低回声及斑块内运动更容易出现缺血症状,而不均质回声及不伴溃疡的斑块与症状无明显相关。因为许多病人椎动脉起始部被锁骨阻隔、血管迂曲,所以高频探头无法显示起始段血流,已有研究^[9-10]表明联合使用低频凸阵探头的可增强对椎动脉起始段狭窄程度的检测,凸阵探头能适应人体的颈部生理弯曲,且由于其频率低,穿透力强,视角广,能更好地观察椎动脉起始段,但在二维图像结构显示方面存在不足。所以低频凸阵探头并不能取代高频线阵探头,在本研究中采用的是 7~11 MHz 线阵高频探头和 3.5~5.0 MHz 低频凸阵探头,在椎动脉开口显示不清时,用低频凸阵探头加以补充来减少漏诊率。但尽管如此,本研究中 34 支椎动脉起始段重度狭窄,经 CDFI 共检测出 32 支,狭窄率与 DSA 符合率达到了 94.12%,与 DSA 结果高度相符,且在支架术后还能直观检测到椎动脉起始段所放置支架的测量内径、位置、长度、检测血流的充盈状况、以及观察支架内表面是否光滑、有无斑块。TCD 技术早在 20 世纪 80 年代初期,已证明是一个无创的评估脑血流动力学的检测方法^[11],已有研究表明^[12],TCD 对脑动脉狭窄的诊断具有积极的指导意义。本研究 30 例患者,通过其术后频谱图形、血流方向、音频的变化及血流动力学参数的改变,可用来直接评估支架植入术后颅内血流的改善效果。

本研究单侧椎动脉起始段重度狭窄 26 例,双侧椎动脉起始段重度狭窄 4 例,支架术后单侧狭窄患者基底动脉收缩期峰值血流流速、搏动指数与术前比较,无明显差异;而对于双侧椎动脉狭窄患者和术前相比,收

缩期峰值血流流速、搏动指数显著提高。可能因为:基底动脉由双侧椎动脉汇合而成,当单侧椎动脉起始段重度狭窄时,为保证基底动脉血供,健侧椎动脉代偿性扩张,血流量较正常时增加,基底动脉收缩期峰值血流流速、搏动指数不受影响或轻微影响。而双侧狭窄患者,术前基底动脉血供减少,收缩期峰值血流流速、搏动指数显著降低。

有研究报道^[13],椎动脉起始段支架植入术是较为成熟的手术,成功率已达到了 94% 以上,但在随访中发现术后的再狭窄率却高达 10%~43%。所以,术后狭窄已成为影响支架置入手术远期效果的一项关键因素。DSA 作为诊断椎动脉起始段狭窄的黄金标准,因为其费用高昂且有创性等缺点,在使用上存在一定局限性。本研究结合 TCD 及 CDFI 的检测结果,在术前评估椎动脉重度狭窄与 DSA 结果相一致,术后不仅可以直观检测支架的长度、位置,测量支架内径、狭窄率,还可提供血流动力学改变,具有简单、方便、可重复、经济、有效的特点,为临床提供直接、客观的证据,因此,TCD 联合 CDFI 可用于椎动脉起始段支架植入术后效果评价及远期随访再狭窄率的检测。

参考文献:

- [1] YOON N K, AWAD A W, KALANI M Y, et al. Stent technology in ischemic stroke [J]. Neurosurg Focus, 2017, 42(4): E11.
- [2] SAVITZ S I, CAPLAN L R. Vertebrobasilar disease [J]. N Engl J Med Overseas Ed, 2005, 352: 2618-2626.
- [3] SUN X, MA N, WANG B, et al. The long term results of vertebral artery ostium stenting in a single center [J]. J Neurointerv Surg, 2015, 7(12): 888-891.
- [4] EDGELL R C, ZAIDAT O O, GUPTA R, et al. Multi-center study of safety in stenting for symptomatic vertebral artery origin stenosis: results from the society of Vascular and Interventional Neurology Research Consortium [J]. J Neuroimaging, 2013, 23(2): 170-174.

(下转第 448 页)

试验研究。

综上所述, 壮药泥灸治疗 KOA 疗效确切, 可减轻患者疼痛程度, 改善膝关节功能, 且该治疗方案经济方便, 操作简单, 无不良反应, 安全可靠, 但因本研究受周期、经费及病例数等限制, 结果存在一定的局限性, 有待下一步大样本、多中心的临床研究, 为临床推广应用提供更多依据。

参考文献:

- [1] 邓程远, 周桂娟, 王甜甜, 等. 膝关节炎的物理治疗进展[J]. 中国老年学杂志, 2021, 41(8): 1756-1760.
- [2] 靳天, 程志祥. 膝关节炎非手术治疗的现状与思考[J]. 中华医学杂志, 2021, 101(43): 3525-3527.
- [3] 陈百成, 张静. 骨关节炎[M]. 第二版. 北京: 人民卫生出版社, 2019: 10.
- [4] 李同林, 许仕龙. 刃针配合壮药熏蒸治疗膝关节炎的临床疗效评价[J]. 按摩与康复医学, 2020, 11(19): 79-81.
- [5] 中华医学会骨科学分会关节外科学组. 骨关节炎诊疗指南(2018年版)[J]. 中华骨科杂志, 2018, 38(12): 705-715.
- [6] KELLGREN J H, LAWRENCE J S. Radiological assess-

ment of osteoarthritis[J]. Ann Rheum Dis, 1957, 16(4): 494-502.

- [7] 李安柯, 丘洪进, 刘丽明. 壮医药线灸治疗类风湿性关节炎 36 例[J]. 右江医学, 2008, 36(1): 103-104.
- [8] 李凤珍, 钟丽雁, 龙朝阳, 等. 壮医药物竹罐疗法治疗膝骨性关节炎的技术规范研究[J]. 中国民族医药杂志, 2017, 23(4): 31-33.
- [9] 钟丽雁, 李凤珍, 谢爱泽. 壮药内服加药熨治疗膝关节骨性关节炎 30 例观察[J]. 实用中医药杂志, 2009, 25(6): 358.
- [10] 傅小兰. 中药热奄包联合红外线照射治疗膝关节骨性关节炎的效果[J]. 中国老年学志, 2021, 41(16): 3446-3449.
- [11] 牛庆英. 中药复方制剂联合泥灸治疗非酒精性脂肪性肝病的疗效研究[J]. 临床医药文献电子杂志, 2020, 7(69): 154, 156.
- [12] 王芳, 梅容. 泥灸在腰椎间盘突出症患者中的应用[J]. 健康之友, 2021(6): 113.
- [13] 孔艳芳, 秦合伟, 郭宁. 体外冲击波结合药泥灸治疗腰椎间盘突出症临床研究[J]. 实用中医药杂志, 2021, 37(5): 805-807.

收稿日期: 2021-12-03; 修回日期: 2022-03-04

(上接第 435 页)

- [5] 吴凤霞, 张勇, 白丽. TCD 与 CDFI 联合检测颈动脉狭窄在介入治疗前后应用研究[J]. 中国实用医刊, 2013, 40(2): 22-25.
- [6] BARNETT H J, TAYLOR D W, 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(20): 1415-1425.
- [7] 杜利勇, 华扬, 杨洁, 等. 超声评价椎动脉颅外段狭窄闭塞性病变血运重建的成功性[J/OL]. 中华医学超声杂志: 电子版, 2018, 15(9): 649-653.
- [8] 张渊, 邓舒昊, 朱一成, 等. 超声造影对颈动脉粥样硬化斑块稳定性及新生血管的评估价值研究[J]. 中国医药导报, 2018, 15(28): 142-145.
- [9] 姜惠悦, 周璇, 姚公志, 等. 低频凸阵超声探头在筛查椎动脉疾病中的应用价值[J]. 甘肃医药, 2018, 37(2): 118-

120.

- [10] 刘滨月, 陈金华, 贾保霞, 等. 高低频超声联用诊断椎动脉起始段狭窄的价值[J/OL]. 中华医学超声杂志(电子版), 2011, 8(7): 1522-1527.
- [11] AASLID R, MARKWALDER T M, NORNES H. Non-invasive transcranial Doppler ultrasound recording of flow velocity in basal cerebral arteries[J]. J Neurosurg, 1982, 57(6): 769-774.
- [12] 贲阳. 经颅彩色多普勒超声检查对脑血管疾病的诊断价值[J]. 右江民族医学院学报, 2018, 40(4): 348-350.
- [13] WEHMAN J C, HANEL R A, GUIDOT C A, et al. Atherosclerotic occlusive extracranial vertebral artery disease: indications for intervention, endovascular techniques, short-term and long-term results[J]. J Interv Cardiol, 2004, 17(4): 219-232.

收稿日期: 2021-12-26; 修回日期: 2022-01-24