

论 著

MR-VWI技术评价症状性颈动脉斑块易损特征的价值观察

张 芳* 刘四斌 谢中凯

荆州市中心医院放射科 (湖北荆州 434020)

【摘要】目的 探讨磁共振管壁成像(MR-VWI)技术评价症状性颈动脉斑块易损特征的应用价值。方法 选取2020年7月~2022年7月在我院神经内科收治的98例症状性颈动脉狭窄患者作为研究对象,并在入组后完成双侧颈动脉MR-VWI检查。对入组对象进行颈动脉狭窄分级,比较不同分级患者斑块易损特征,相关性分析颈动脉斑块易损特征与卒中量表神经功能(NIHSS)评分的关系;比较症状侧与非症状侧斑块负荷水平[最小管腔面积(Min LA)、平均管壁面积(Mean WA)、最大管壁厚度(Max WT)、管壁体积标准化指数(PWV)、不同斑块成分[富脂质核(LRNC)、出血(IPH)、钙化(CA)、纤维帽(FCR)]及其大小差异。结果 轻度、中度和重度颈动脉狭窄患者分别有32例、37例和29例。随着颈动脉狭窄分级增高,Min LA水平不断降低,Max WT、PWV水平和NIHSS评分不断升高;CA、LRNC、IPH、FCR发生率逐渐增加($P<0.05$)。Pearson相关性分析显示,NIHSS评分与Min LA呈负相关($r=-0.704$),与Max WT、PWV呈正相关($r=0.719$ 、 0.565)。症状侧Min LA水平低于非症状侧,Mean WA水平、Max WT水平、PWV水平均高于非症状侧($P<0.05$)。症状侧CA、FCR发生率高于非症状侧,差异均有统计学意义($P<0.05$);症状侧LRNC、IPH、CA水平均高于非症状侧,差异均有统计学意义($P<0.05$)。结论 MR-VWI技术对症状性颈动脉斑块易损特征有良好的应用价值,可以评估动脉狭窄斑块患者斑块特征和血管壁情况。

【关键词】症状性颈动脉狭窄;磁共振管壁成像;斑块易损特征;相关性

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.10.018

Evaluation Value of MR-VWI for Characteristics of Plaque Vulnerability in Symptomatic Carotid Stenosis

ZHANG Fang*, LIU Si-bin, XIE Zhong-kai.

Department of Radiology, Jingzhou Central Hospital, Jingzhou 434020, Hubei Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the evaluation value of magnetic resonance vessel wall imaging (MR-VWI) for characteristics of plaque vulnerability in symptomatic carotid stenosis. **Methods** A total of 98 patients with symptomatic carotid stenosis admitted to Neurology Department of the hospital were enrolled as the research objects between July 2020 and July 2022. All underwent MR-VWI examination of bilateral carotid artery after enrollment. The characteristics of plaque vulnerability in patients with different grading of carotid stenosis were compared. The relationship between characteristics of plaque vulnerability and score of National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) was analyzed by correlation analysis. The differences in plaque load [minimum lumen area (Min LA), mean wall area (Mean WA), maximum wall thickness (Max WT), percent wall volume (PWV)], different plaque components [lipid-rich necrotic core (LRNC), intraplaque hemorrhage (IPH), calcification (CA), fibrous cap (FCR)] and plaque size in symptomatic and asymptomatic sides were compared. **Results** In the 98 patients, there were 32 cases, 37 cases and 29 cases with mild, moderate and severe carotid stenosis, respectively. With the increase of carotid stenosis grading, Min LA level was decreased, Max WT, PWV and NIHSS score were increased. The incidence of CA, LRNC, IPH and FCR was increased ($P<0.05$). Pearson correlation analysis showed that Min LA level was negatively correlated with NIHSS score ($r=-0.704$), while Max WT and PWV were positively correlated with it ($r=0.719$, 0.565). Min LA level in symptomatic side was lower than that in non-symptomatic side, while Mean WA, Max WT and PWV were higher than those in non-symptomatic side ($P<0.05$). The incidence of CA and FCR in symptomatic side was higher than that in non-symptomatic side ($P<0.05$), LRNC, IPH and CA were higher than those in non-symptomatic side ($P<0.05$). **Conclusion** MR-VWI has good application value in characteristics of plaque vulnerability in symptomatic carotid stenosis, which can evaluate plaque characteristics and vascular wall conditions in patients with carotid stenosis. **Keywords:** Symptomatic Carotid Stenosis; Magnetic Resonance Vessel Wall Imaging; Plaque Vulnerability; Correlation

近年来随人口老龄化结构改变和生活水平改善,颈动脉狭窄所引起的心脑血管疾病发病率逐年递增。与动脉粥样硬化有关,因斑块脱落形成栓塞引起管腔的狭窄和闭塞,并发脑梗死和心肌梗死,具有较高的致死率和致残率^[1-2]。因此,早期判断并识别斑块的性质和成分尤为重要。动脉斑块常分类为稳定斑块和易损性斑块,其中后者主要指容易形成血栓的斑块,不具稳定性,在患者日常生活中容易发生脱落引发心血管不良事件^[3-4]。临床特征表现为薄的纤维帽、大且富含脂质的坏死核、斑块内出血、溃疡及突向管腔的钙化结节。传统的血管成像方式包括CT血管成像(CT angiography, CTA)、数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)等技术均只能显示管腔内的狭窄状态,难以观察血管壁的具体情况,因此临床应用存在一定局限性。磁共振管壁成像(MR vessel wall imaging, MR-VWI)具有无创、多参数成像、软组织分辨率高的优势,不仅可以显示动脉管腔的狭窄状态,还可以清晰显示血管壁,并分析斑块的成分特征,判定斑块的稳定性^[5-6]。鉴于此,本次研究旨在探讨MR-VWI技术评价症状性颈动脉斑块易损特征的价值,在为临床诊疗提供一定依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2020年7月至2022年7月在我院神经内科收治的98例症状性颈动脉狭窄患者作为研究对象。

纳入标准:患者因急性脑梗死或短暂性脑缺血发作^[7]入院,且症状发生 $\leq 3d$;年龄 >18 岁;患者仅有一侧肢体伴临床症状;均在入组后完成双侧颈动脉MR-VWI检查。排除标准:合并心力衰竭、心律失常、心肌梗死和不稳定型心绞痛;合并颅内出血、恶性肿瘤和严重感染性疾病;既往有外科手术史致患者神经功能缺损;存在磁共振检查禁忌症。本研究符合《赫尔辛基宣言》相关伦理准则,患者及家属在医护人员告知下知情同意并签署同意书。

1.2 方法 仪器:德国西门子MAGNETOM Skyra 3.0T 磁共振成像系统,8通道头颈部联合线圈。入组患者均取仰卧位,使颈部自然伸展,放置颈动脉专用线圈。采用快速序列进行矢状位、冠状位和横轴位的三平面定位扫描,各扫描序列参数具体如表1。

1.3 图像分析 由2名血管影像学诊断经验丰富的临床医师采用双盲法完成目标血管的MRI诊断和数据分析,意见不一致者经双方协商一致后得出统一结果。

1.4 观察指标 将所获取的颈动脉图像上传至血管斑块分析平台运用轮廓勾绘面积计

【第一作者】张 芳,女,主治医师,主要研究方向:头颈部疾病影像诊断。E-mail: lxcd20230113@163.com

【通讯作者】张 芳

算工具,分析斑块内主要成分:富脂质核(lipid-rich necrotic core, LRNC)、出血(intraplaque hemorrhage, IPH)、钙化(calcification, CA)、纤维帽(fibrous cap rupture, FCR),信号特点见表2。依据北美症状性颈动脉内膜剥脱术临床试验(North American symptomatic carotid endarterectomy trial, NASCET)计算相关参数:最小管腔面积(min lumen area, Min LA):单侧血管的各层面管腔面积的最小值。管壁面积(wall area, WA):血管外界包含的面积减去管腔面积;平均管壁面积(mean wall area, Mean WA)。最大管壁厚度(max wall thickness, Max WT):单侧血管的各层面血管壁的最大厚度。管壁体积标准化指数(percent wall volume, PWV):管壁体积与血管总体积的比值。并识别颈动脉斑块成分是否存在CA、LRNC、IPH和FCR,记录体积大小。

1.5 颈动脉狭窄分级 参考赵永娜等的研究^[8]对入组患者进行颈动

脉狭窄分级,轻度狭窄(<50%)、中度狭窄(50%~69%)和重度狭窄(70%~99%)。

1.6 神经功能 采用美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS)^[9]评价患者神经功能,包括11项内容,总分为0~42分,分数越高,表示患者神经功能缺损越严重。

1.7 统计学处理 将本次研究中入组的症状性颈动脉狭窄患者临床资料纳入SPSS 22.0进行整理和分析,满足正态分布且方差齐的计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示,采用t检验比较组间差异,单因素方差分析比较三组组间差异,Pearson相关性分析Min LA、Max WT、PWV水平与NIHSS评分关系。计数资料用率表示,采用 χ^2 检验, $P<0.05$ 提示有统计学意义。

表1 颈动脉MR-VWI扫描序列及参数

扫描序列	TR/TE(ms)	FOV(cm)	矩阵	分辨率(mm)	层厚(mm)	扫描时间(min)
T ₁ WI	550/19	14×14	256×256	0.3×0.3	2	4.5
PDWI	2500/31	14×14	256×256	0.3×0.3	2	4.5
3D TOF	21/3.69	24×24	320×320	0.4×0.4	1	4.5
SPC-3D	700/28	21×21	256×256	0.4×0.4	0.4	4.5
增强CE-T ₁ W	550/19	14×14	256×256	0.4×0.4	2	4.5

表2 颈动脉斑块成分在不同序列下信号特点

扫描序列	LRNC	IPH	CA	FC
T ₁ WI	等或稍高信号	高信号	低信号	等信号
PDWI	低信号,部分呈现稍高信号	低信号或高信号	低信号	等信号
3D TOF	等信号	高信号	低信号	低信号
SPC-3D	等信号或稍低信号	高信号	低信号	等信号或低信号
增强CE-T ₁ WI	低信号	强化不明显	低信号	高信号

2 结果

2.1 不同颈动脉狭窄分级患者的临床特征比较 入组98例患者中,轻度、中度和重度颈动脉狭窄患者分别有32例、37例和29例。随着颈动脉狭窄分级增高,Min LA水平不断降低,Max WT、PWV水平和NIHSS评分不断升高,差异均有统计学意义($P<0.05$)。CA、LRNC、IPH、FCR发生率逐渐增加,差异均有统

计学意义($P<0.05$)。见表3。

2.2 相关性分析颈动脉斑块易损特征与NIHSS评分的关系 Pearson相关性分析显示,Min LA水平与NIHSS评分呈负相关($r=-0.704$),Max WT、PWV水平与NIHSS评分呈正相关($r=0.719$ 、 0.565),差异均有统计学意义($P<0.05$)。见图1。

表3 不同颈动脉狭窄分级患者的临床特征

临床特征	颈动脉狭窄程度			χ^2/F 值	P值
	轻度(n=32)	中度(n=37)	重度(n=29)		
Min LA(mm ²)	50.35±5.63	35.34±4.98	30.08±4.52	132.217	<0.001
Max WT(mm)	2.04±0.65	3.39±0.70	5.67±0.72	213.830	<0.001
PWV(%)	33.20±4.35	42.17±5.08	51.34±5.29	103.479	<0.001
LRNC[例(%)]	8(25.00)	30(81.08)	25(86.21)	32.127	<0.001
IPH[例(%)]	14(43.75)	32(86.49)	29(100.00)	30.080	<0.001
CA[例(%)]	0	10(27.03)	17(58.62)	26.199	<0.001
FCR[例(%)]	0	2(5.41)	7(24.14)	11.645	0.003
NIHSS评分(分)	4.02±0.67	4.75±0.60	5.68±0.62	53.006	<0.001

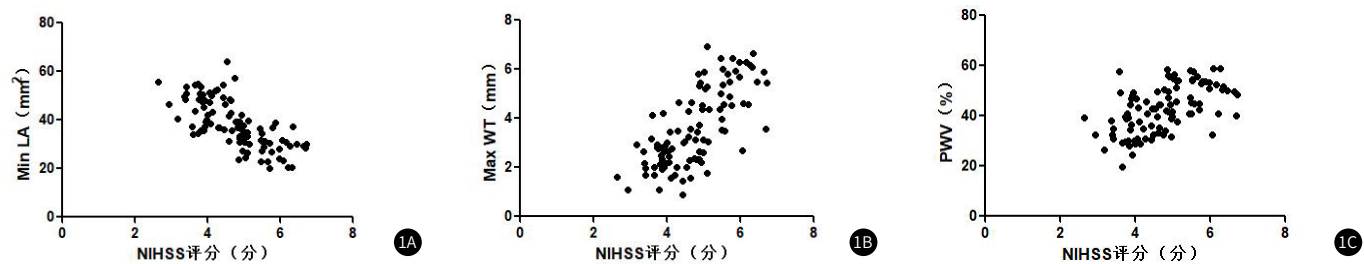


图1A-图1C Pearson相关性分析Min LA、Max WT、PWV水平与NIHSS评分关系

2.3 症状侧与非症状侧斑块负荷水平比较 症状侧Min LA水平低于非症状侧，Mean WA水平、Max WT水平、PWV水平均高于非症状侧，差异有统计学意义($P<0.05$)。见表4。

2.4 症状侧与非症状侧不同斑块成分发生率比较 症状侧CA、FCR发生率高于非症状侧，差异均有统计学意义($P<0.05$)；LRNC

和IPH发生率比较无明显统计学意义($P>0.05$)。见表5。

2.5 症状侧与非症状侧不同斑块成分大小比较 症状侧LRNC、IPH、CA水平均高于非症状侧，差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表6。

2.6 典型病例 某患者，男性，颈内动脉斑块患者，MR-VWI可见左侧颈内动脉起始段粥样斑块并纤维帽形成，伴血栓，考虑为易损斑块，见图2。

表4 症状侧与非症状侧斑块负荷水平比较

组别	例数	Min LA(mm ²)	Mean WA(mm ²)	Max WT(mm)	PWV(%)
症状侧	98	35.21±4.39	28.76±3.32	4.17±0.45	48.36±8.37
非症状侧	98	42.17±4.85	25.32±3.26	3.09±0.41	35.54±7.49
t值		10.532	7.319	17.562	11.299
P值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表5 症状侧与非症状侧不同斑块成分发生率比较[例(%)]

组别	例数	LRNC	IPH	CA	FCR
症状侧	98	63(64.29)	75(76.53)	27(27.55)	9(9.18)
非症状侧	98	51(52.04)	64(65.31)	15(15.31)	0
t值		3.019	2.993	4.364	9.433
P值		0.082	0.084	0.037	0.002

表6 症状侧与非症状侧不同斑块成分大小比较

组别	LRNC(mm ³)	IPH(mm ³)	CA(mm ³)
症状侧	65.34±10.68	22.38±6.69	15.63±3.76
非症状侧	31.76±10.37	2.06±0.54	7.34±2.20
t值	22.331	29.971	18.839
P值	<0.001	<0.001	<0.001

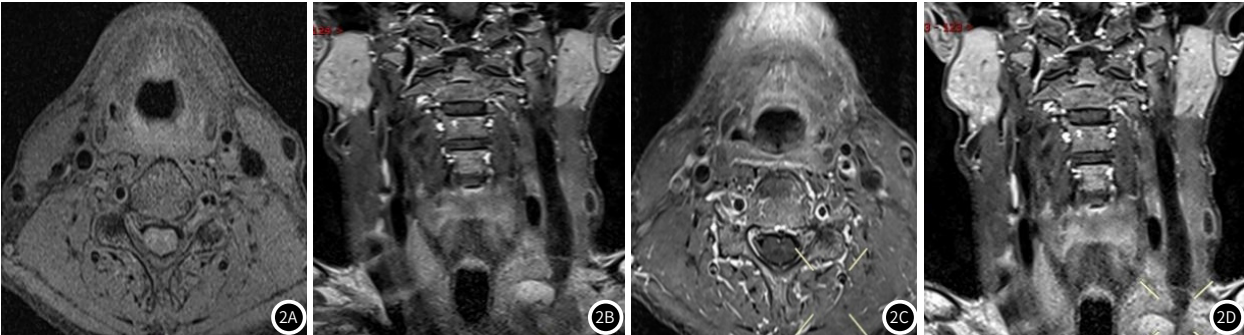


图2A 横断位T₁平扫左侧颈内动脉起始段偏心性重度狭窄(位于后壁)呈等或稍高信号。
图2B 冠位T₁平扫左侧颈内动脉起始段狭窄大于91.5%。
图2C 增强左侧颈内动脉起始段病灶强化不均匀，后方见斑点状低信号无强化灶(血栓)阳性重构。
图2D 增强左侧颈内动脉起始段管壁增厚表面呈弧形强化。

3 讨论

卒中在我国乃至全球均有较高的发生率,绝大部分的卒中可以归因于颈动脉粥样硬化。既往的研究多关注于颈动脉管腔狭窄程度与斑块的关系^[10-11],但对症状性斑块易损特征的研究并不多见。由于动脉粥样硬化具有一定的临床隐匿性,因此早期进行疾病诊断、评估斑块的易损性,有助于临床制定相应的干预方案,改善患者不良预后。MR-VWI技术具有无创、良好的分辨率和可重复检查的优点,近年来应用日益广泛,对于颈动脉斑块的检出、管壁成分中均有良好的应用,不仅可以清晰显示斑块中的脂质和纤维等成分,甚至可以对其中各个成分进行定量检测。

本次研究发现,随着颈动脉狭窄分级增高,Min LA水平不断降低,Max WT、PWV水平和NIHSS评分不断升高,CA、LRNC、IPH、FCR发生率逐渐增加。颈动脉狭窄分级常作为脑卒中患者疾病严重程度的参考指标,由于动脉粥样硬化是一种缓慢进展的管壁病变过程,在疾病早期,粥样斑块因偏心性存在及管腔的代偿性扩张不会影响颈动脉处血流变化,但这种保护性过程将持续至管腔严重扩张,后管腔将不断缩小血流逐步加速,此阶段可能发生血流受阻并导致靶器官缺血,故随着颈动脉狭窄程度增加,Min LA水平降低,Max WT、PWV增加。NIHSS评分是评价脑血管患者神经功能缺损程度的评分,目前多被用于脑卒中患者疾病严重程度的分级,既往姜柳米等的研究^[12]已经证实,脑卒中患者病情越严重,NIHSS评分越高,这与本次结论部分类似。CA常被用于评估钙化周围的斑块内炎症反应及出血特征,钙化沉积于斑块表面常会造成血小板聚集和粘附,增加血栓的形成风险,在遇到血流冲击后脱落,并造成梗死^[13]。LRNC是由胆固醇晶体和凋亡细胞的坏死碎片组成,纤维帽是由分隔斑块核心与动脉腔的纤维结缔组织组成。IPH是易损斑块最重要的影像学特征,可以导致LRNC扩大,并加速颈动脉斑块进展,颈动脉斑块最大剪切力过高可能导致斑块的机械性负荷增大,进而导致斑块破裂^[14]。FCR在血流的冲击下容易发生破裂和出血,使斑块在破裂后进入血液循环,堵塞远端血管造成不良预后。且经Pearson相关性分析显示,Min LA水平与NIHSS评分呈负相关,Max WT、PWV水平与NIHSS评分呈正相关,提示临床可以通过MR-VWI技术记录上述指标,判断患者疾病严重程度,评价神经功能的进展和恢复情况。

本次研究结果显示,症状侧Min LA水平低于非症状侧,Mean WA水平、Max WT水平、PWV水平均高于非症状侧。既往Fukuhara T等的研究^[15]用超声技术的同类研究显示,症状侧颈动脉膜厚度比非症状侧更高。结合本次研究结果可以认为,动脉粥样硬化作为系统性疾病,两侧颈动脉的病变程度并不呈对称性进展,症状侧与非症状侧颈动脉病变具有明显的临床差异。且本次研究发现,症状侧CA、FCR发生率高于非症状侧,症状侧LRNC、IPH、CA水平均高于非症状侧,提示症状侧斑块成分以CA、FCR居多,不规则的钙化和薄的纤维帽作为斑块的常见易损特征,直接影响了斑块的稳定性和危险性。临床研究显示,经降脂药物干预后,脑血管疾病患者动脉斑块中LRNC数量和含水量水平均显著降低。提示对于有症状的颈动脉斑块患者,可以采用MR-VWI技术对斑块中的LRNC成分进行量化,以及指导患者的病情判断和预后评价。IPH作为斑块易损性的触发因子对斑块稳定性有重要的影响,IPH增多后粥样斑块的内容物不断增加,使纤维帽张力增加,后在血流冲击下损伤纤维帽使其断裂,暴露了斑块内促凝物质,导致血栓风险增加发生心血管相关并发症。IPH较少时会增加斑块内张力,使残存的红细胞进入坏死核后成为游离胆固醇的来源物质,并促进动脉粥样硬化进展,除此之外,斑块内的红细胞降解产物具有一定的致炎效果,容易增加斑块的易损性^[16]。既往研究发现^[17],斑块表面钙化可能引起斑块表面的应力变化,使斑块破裂。这与本次研究中部分观点类似,证实了CA的发生率和含量对于斑块稳定性的确切影响。

综上所述,MR-VWI技术对症状性颈动脉斑块易损特征有良好的应用价值,可以评估动脉狭窄斑块患者斑块特征和血管壁情况,有助于对病情进展的判断,为临床提供有效的参考依据。

参考文献

- [1] 付瑶,张媛媛,裴颖,等.脑梗死患者颈动脉粥样硬化斑块性质和颈动脉狭窄程度变化及意义[J].中华实用诊断与治疗杂志,2022,36(9):951-954.
- [2] Sun W, Li G, Zeng X, et al. Clinical and imaging characteristics of cerebral infarction in patients with nonvalvular atrial fibrillation combined with cerebral artery stenosis[J]. J Atheroscler Thromb, 2018, 25(8): 720-732.
- [3] Mushenkova NV, Summerhill VI, Zhang D, et al. Current advances in the diagnostic imaging of atherosclerosis: insights into the pathophysiology of vulnerable plaque[J]. Int J Mol Sci, 2020, 21(8): 2992.
- [4] van Veelen A, van der Sangen NMR, Henriques JPS, et al. Identification and treatment of the vulnerable coronary plaque[J]. Rev Cardiovasc Med, 2022, 23(1): 39.
- [5] Fushimi Y, Yoshida K, Okawa M, et al. Vessel wall MR imaging in neuroradiology[J]. Radiol Med, 2022, 127(9): 1032-1045.
- [6] Song JW, Wasserman BA. Vessel wall MR imaging of intracranial atherosclerosis[J]. Cardiovasc Diagn Ther, 2020, 10(4): 982-993.
- [7] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国缺血性脑卒中和短暂性脑缺血发作二级预防指南2014[J]. 中华神经科杂志, 2015, 48(4): 258-273.
- [8] 赵永娜, 李思静, 孔娅娜, 等. 新型颈动脉狭窄预测模型在急性缺血性脑血管病中的验证与应用[J]. 中国实用内科杂志, 2020, 40(4): 320-324.
- [9] 张磊, 刘建民. 美国国立卫生研究院卒中量表[J]. 中华神经外科杂志, 2014, 30(1): 79-80.
- [10] 高亚军, 张欢, 师强, 等. 急性脑梗死患者颈动脉狭窄程度与颈动脉易损斑块MRI特征关系研究[J]. 陕西医学杂志, 2022, 51(9): 1094-1097.
- [11] 韩佳颖, 张庆, 孟竹, 等. 颈动脉斑块性质和管腔狭窄与年龄的相关性研究[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2018, 20(5): 466-469.
- [12] 姜柳米, 王进平, 张敏, 等. 急性缺血性脑卒中患者血清NSE、hs-CRP水平与脑梗死体积、NIHSS评分的关系及临床指导意义[J]. 临床急诊杂志, 2019, 20(2): 132-135.
- [13] 江莹, 张光武, 王丽岳, 等. 心脏彩超检测心脏瓣膜病钙化患者颈动脉内膜中层厚度、管腔狭窄程度与颈动脉粥样硬化的关系[J]. 实用临床医药杂志, 2019, 23(11): 24-26, 31.
- [14] 冯莹印, 高晓, 宋金玉, 等. 基于HR-MRI对脂肪坏死核心与颈动脉斑块负荷、临床因素的相关性分析[J]. 国际医学放射学杂志, 2022, 45(5): 497-502, 514.
- [15] Fukuhara T, Namba Y, Kuyama H. Evaluation of extracranial carotid artery duplex ultrasound scanning parameters in cerebral ischemic or nonischemic patients without significant cervical carotid artery stenosis[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2018, 14(1): 12-16.
- [16] 刘丹丹, 李茜楠, 田野. 声学造影和高分辨核磁共振评估颈动脉粥样硬化斑块新生血管及斑块内出血研究进展[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2019, 11(2): 254-256.
- [17] 阚艳敏, 何文, 宁彬, 等. 颈动脉斑块内钙化分布特征对斑块稳定性的影响[J]. 中国动脉硬化杂志, 2020, 28(2): 128-133.

(收稿日期: 2023-02-20)

(校对编辑: 谢婷婷)