

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2024.19.044

## 多模态超声联合评估冠心病患者颈动脉斑块易损性的价值\*

王丽莉<sup>1</sup> 张皓然<sup>2</sup> 沈健<sup>3Δ</sup> 刘斌<sup>4</sup> 侯天华<sup>2</sup> 桑晓一<sup>1</sup>(1 承德医学院第二附属医院神经诊断科 河北 承德 067000; 2 承德医学院附属医院心内科 河北 承德 067000;  
3 承德医学院附属医院神经功能检查室 河北 承德 067000; 4 承德医学院附属医院医学影像科 河北 承德 067000)

**摘要 目的:**探讨多模态超声联合评估冠心病患者颈动脉斑块易损性的价值。**方法:**选取 2022 年 2 月-2023 年 12 月在承德医学院第二附属医院神经诊断科采用冠脉造影对确诊为冠状动脉粥样硬化导致的冠状动脉狭窄的患者 110 例作为研究对象,按照斑块性质将颈动脉斑块分为易损斑块组(n=35)与稳定斑块组(n=75),用常规颈动脉超声检查、剪切波弹性成像和超声造影方法研究颈动脉斑块的性质,比较不同参数差异性;多因素 Logistic 回归分析发生冠心病颈动脉斑块易损性的独立危险因素,并绘制 ROC 曲线。**结果:**两组患者年龄、高血压史、吸烟史、LDL-C、Hcy、hs-CRP 相比,差异具有统计学意义( $P<0.05$ );两组患者回声、极低回声、钙化、钙化结节差异具有统计学意义( $P<0.05$ );稳定斑块组平均、最小、最大杨氏模量均高于对照组,差异具有统计学意义( $P<0.05$ );冠心病颈动脉斑块易损性有影响的是年龄、高血压史、吸烟史、LDL-C、Hcy、hs-CRP、超声造影增强程度、钙化结节、斑块回声、平均剪切波弹性杨氏模量。**结论:**多模态超声联合应用可以有效提升冠心病患者颈动脉斑块易损性的效能,为临床诊断和治疗提供重要参考依据。

**关键词:**多模态超声;冠心病;颈动脉斑块;易损性;评估

**中图分类号:** R445.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6273(2024)19-3769-03

## The Value of Multimodal Ultrasound Combined Assessment of Carotid Artery Plaque Vulnerability in Patients with Coronary Heart Disease\*

WANG Li-li<sup>1</sup>, ZHANG Hao-ran<sup>2</sup>, SHEN Jian<sup>3Δ</sup>, LIU Bin<sup>4</sup>, HOU Tian-hua<sup>2</sup>, SANG Xiao-yi<sup>1</sup>

(1 Neurodiagnosis Department of the Second Affiliated Hospital of Chengde Medical College, Chengde, Hebei, 067000, China;

2 Cardiology Department of the Affiliated Hospital of Chengde Medical College, Chengde, Hebei, 067000, China;

3 Neurological Function Examination Room of the Affiliated Hospital of Chengde Medical College, Chengde, Hebei, 067000, China;

4 Medical Imaging Department of the Affiliated Hospital of Chengde Medical College, Chengde, Hebei, 067000, China)

**ABSTRACT Objective:** To explore the value of multimodal ultrasound combined assessment of carotid artery plaque vulnerability in patients with coronary heart disease. **Methods:** From February 2022 to December 2023, 110 patients with coronary artery stenosis caused by coronary atherosclerosis who were diagnosed by coronary angiography in the Neurodiagnostic Department of the Second Affiliated Hospital of Chengde Medical College were selected as the research objects. According to the plaque nature, carotid plaque was divided into vulnerable plaque group (n=35) and stable plaque group (n=75). The properties of carotid plaque were studied by conventional carotid ultrasound, shear wave elastography and contrast-enhanced ultrasound, and the differences of different parameters were compared; Multivariate logistic regression analysis was conducted to identify independent risk factors for the vulnerability of carotid artery plaques in coronary heart disease, and ROC curves were plotted. **Results:** There was a statistically significant difference in age, history of hypertension, smoking history, LDL-C, Hcy, and hs CRP between the two groups of patients ( $P<0.05$ ); The difference in echo, extremely low echo, calcification, and calcified nodules between the two groups of patients was statistically significant ( $P<0.05$ ); The average, minimum, and maximum Young's modulus of the stable plaque group were higher than those of the control group, and the difference was statistically significant ( $P<0.05$ ); Age, history of hypertension, smoking history, LDL-C, Hcy, hs CRP, degree of contrast-enhanced ultrasound, calcified nodules, plaque echo, and mean shear wave elastic Young's modulus have an impact on the vulnerability of carotid plaques in coronary heart disease. **Conclusion:** The combined application of multimodal ultrasound can effectively improve the vulnerability of carotid plaques in patients with coronary heart disease, providing important reference for clinical diagnosis and treatment.

**Key words:** Multimodal ultrasound; Coronary heart disease; Carotid artery plaque; Vulnerability; Assess

**Chinese Library Classification(CLC):** R445.1 **Document code:** A

**Article ID:** 1673-6273(2024)19-3769-03

\* 基金项目:河北省承德市科学技术研究与发展计划项目(202401A003)

作者简介:王丽莉(1984-),女,本科,主治医师,研究方向:颈脑血管超声,E-mail: 5965871@qq.com

Δ 通讯作者:沈健(1985-),男,本科,主治医师,研究方向:血管超声,E-mail: 276815693@qq.com

(收稿日期:2024-04-14 接受日期:2024-05-10)

## 前言

多模态超声技术能够更准确地识别斑块成分、纤维帽厚度、脂质核心大小等重要指标,对冠心病的危险程度和预后评估具有重要的应用价值。有研究发现<sup>[1]</sup>,颈动脉因其特殊的生理结构和易受动脉粥样硬化影响,常与冠状动脉狭窄性病变同时出现。因此,寻找有效评估颈动脉斑块易损性的超声参数已然成为当前研究热点。本研究旨在通过多模态超声联合评估冠心病患者颈动脉斑块易损性,以期对冠心病患者的早期诊断、病情评估和治疗指导提供新的思路和方法。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究对象

选取 2022 年 2 月 -2023 年 12 月在承德医学院第二附属医院神经内科采用冠脉造影对确诊为冠状动脉粥样硬化导致的冠状动脉狭窄的患者 110 例作为研究对象,依据颈动脉内膜剥脱术后获取的斑块染色、标记,将斑块分为 I ~ VI 型,按照斑块性质将颈动脉斑块分为易损斑块组(n=35)与稳定斑块组(n=75)。

### 1.2 纳入及排除标准

纳入标准:①经冠脉造影检查证实存在冠状动脉狭窄的患者,颈动脉超声检查发现有颈动脉斑块的患者,且行颈动脉内膜剥脱术患者;②符合冠心病诊断标准<sup>[2]</sup>;③年龄 35-84 岁;④自愿参加本研究,并签署知情同意书。

排除标准:①确诊急性心梗者;②以往行冠脉血运重建者;③感染性疾病者;④先心病者;⑤严重肝、肾等慢性疾病者;⑥既往行颈动脉手术者。

### 1.3 检查方法

(1)常规颈动脉超声检查:使用日本日立公司生产的 HI VISION Avius 彩色超声诊断仪,扫描颈动脉各部位。(2)剪切波弹性成像检查:常规超声检查后,在同一机器和探头下进行剪切波弹性成像检查,获取斑块图像。(3)超微血管成像检查:在同一台超声机器上,将速度控制在 3~15 cm/s,将成像模式切换到灰阶模式下的超微血管成像。

### 1.4 实验方法

(1)实验室检查:不稳定斑块组与稳定斑块组血液学指标比较,包括尿酸(UA)和同型半胱氨酸(Hcy)。多模态超声诊断冠状动脉病变程度与实验室生化检测参数红细胞分布宽度(RDW)、超敏 C 反应蛋白(hs-CRP)的相关性及联合诊断价值。(2)冠状动脉造影:采用标准 Judkins 方法<sup>[3]</sup>诊断为冠心病所有患者进行冠状动脉造影检查,根据病变支数和严重程度评分确定冠心病。(3)多模态超声检查:使用多模态超声技术评估颈动脉斑块性质,分为稳定斑块和易损斑块组。按照美国颈动脉外科学会(NASCET)标准<sup>[4]</sup>:①狭窄程度计算公式:(1-颈动脉最窄处直径/狭窄病变远端正常颈动脉直径)×100%;②狭窄程度分类方法:轻度(0%~29%)、中度(30%~69%)、重度(70%~99%)。通过多模态超声评估颈动脉斑块风险等级,分为低、中、高、极高高度风险 4 级。研究发现随着冠状动脉狭窄严重程度增加,易损斑块检出率增加。

### 1.5 统计学方法

采用 SPSS22.0 软件进行统计学分析,计量资料采用  $\bar{x} \pm s$  表示,采用独立样本 t 检验,计数资料采用百分比表示,采用  $\chi^2$  检验,采用 Logistic 回归模型进行危险因素分析,采取 ROC 曲线分析诊断效能, $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者一般资料比较

两组患者年龄、高血压史、吸烟史、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、同型半胱氨酸(Hcy)、超敏 C 反应蛋白(hs-CRP)相比,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),性别、年龄、脑卒中病史、空腹血糖(GLU)、总胆固醇(TCH)、甘油三酯(TG)、尿酸(UA)、血小板计数(PLT)、血小板分布宽度(PDW)、血小板平均体积(MPV)、红细胞分布宽度(RDW)等指标相比均无统计学差异( $P > 0.05$ ),详见表 1。

### 2.2 两组患者常规超声参数比较

易损斑块组与稳定斑块组均匀低回声(6vs2 例)、均匀回声(8 vs 10 例)、非均匀回声(21 vs 63 例)、钙化结节(29vs47 例)差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),厚度( $2.62 \pm 1.11$  VS  $3.01 \pm 1.13$  mm)、长度( $18.36 \pm 7.21$  vs  $16.25 \pm 5.11$  mm)、位置(颈总动脉 9 vs 17 例;颈动脉分叉 23 vs 52 例;颈内动脉 3vs 6 例)相比无统计学差异( $P > 0.05$ )。

### 2.3 两组患者超声造影参数比较

易损斑块组与稳定斑块组患者峰值强度( $36.25 \pm 2.81$  vs  $27.61 \pm 2.11$  s)、基础强度( $42.51 \pm 2.12$  vs  $33.16 \pm 2.45$  dB)、达峰时间( $15.28 \pm 2.42$  vs  $19.11 \pm 2.21$  dB)、斑块增强( $7.23 \pm 1.52$  vs  $4.05 \pm 1.06$  dB)相比有统计学差异( $P < 0.05$ )。

### 2.4 两组患者剪切波弹性参数比较

稳定斑块组平均杨氏模量( $81.77 \pm 2.91$  kPa)、最小杨氏模量( $20.36 \pm 1.35$  kPa)、最大杨氏模量( $101.18 \pm 8.89$  kPa)杨氏模量均高于对照组( $121.69 \pm 3.51$  kPa)、( $33.65 \pm 2.79$  kPa)、( $126.30 \pm 7.37$  kPa),差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。

### 2.5 多因素 Logistic 回归分析发生冠心病颈动脉斑块易损性的独立危险因素

Logist 回归线分析,发现对冠心病颈动脉斑块易损性的影响因素为年龄(OR=1.081)、高血压史(OR=2.531)、吸烟史(OR=1.054)、LDL-C (OR=1.816)、Hcy (OR=1.131)、hs-CRP (OR=1.337)、超声造影增强程度(OR=9.511)、钙化结节(OR=7.201)、斑块回声(OR=2.441)、平均剪切波弹性杨氏模量(OR=0.871)。采用 ROC 曲线分析多模态超声诊断颈动脉易损性的价值,结果显示超声造影增强、钙化结节、斑块回声、平均剪切波弹性杨氏模量及联合诊断颈动脉易损性的 ROC 曲线下面积分别为 0.713、0.635、0.667、0.653 和 0.831。

## 3 讨论

常规颈动脉超声检查下,有学者提出剪切波弹性成像,它可以评估斑块的硬度,间接评估其易损性<sup>[5]</sup>。新生血管也影响斑块的易损性,而常规超声无法观察斑块内部的新生血管,但剪切波弹性成像可以更敏感地捕捉斑块内的新生血管<sup>[6]</sup>,进一步评估易损性。本研究结果发现,两组患者峰值强度、基础强度、达峰时间、斑块增强相比有统计学差异( $P < 0.05$ )。提示,超声造

表 1 两组患者一般资料相比( $\bar{x} \pm s, n/\%$ )Table 1 Comparison of General Information between Two Groups of Patients( $\bar{x} \pm s, n/\%$ )

Groups	Vulnerable plaque group (n=35)	Stable plaque group (n=75)	$\chi^2/t$	P
Gender (male/female)	17/18	36/39	0.003	0.955
Age	69.26± 11.26	61.25± 10.36	3.673	<0.001
History of hypertension	24(68.57)	36(48.00)	4.073	0.043
Smoking history	22(62.85)	31(41.33)	4.428	0.035
History of stroke	25(71.42)	29(38.66)	0.125	0.723
GLU(mmol/L)	20(57.14)	33(44.00)	1.651	0.198
TCH(mmol/L)	5.23± 3.02	5.26± 3.03	0.048	0.961
TG(mmol/L)	1.72± 0.75	1.69± 0.73	0.199	0.842
LDL-C(mmol/L)	2.76± 1.25	2.32± 1.24	1.729	<0.001
UA(mmol/L)	275.62± 94.33	275.59± 94.31	0.001	0.998
Hcy(mmol/L)	19.52± 10.21	14.50± 10.13	2.284	0.024
hs-CRP(mmol/L)	2.82± 1.62	4.43± 1.51	5.089	<0.001
PLT( $\times 10^9/L$ )	211.35± 81.26	211.25± 81.21	0.006	0.995
PDW(%)	16.26± 1.23	16.17± 1.21	0.361	0.718
MPV(fL)	9.65± 1.23	9.61± 1.19	0.162	0.871
RDW(fL)	2.53± 0.46	2.55± 0.42	0.225	0.821

影可提高斑块检出率,及时检测斑块。剪切波弹性成像可以量化斑块的硬度,反映其成分,间接反映其病理结构<sup>[7]</sup>。硬度越低,脂质成分越多,易损性越高。剪切波弹性成像在量化颈动脉斑块的硬度方面具有很好的再现性<sup>[8]</sup>。本研究结果发现,稳定斑块组平均、最小、最大杨氏模量均高于对照组( $P<0.05$ )。提示,剪切波弹性成像诊断结果,辅助判断冠状动脉病变程度。

高同型半胱氨酸是一种非蛋白氨基酸,当其与蛋白质混合时会自动将含有高同型半胱氨酸的蛋白质自行分解。黄剑锋等人<sup>[9]</sup>研究发现,降低高同型半胱氨酸,可降低血症病人血压,缩小颈动脉斑块面积。王晓好等人<sup>[10]</sup>研究发现,超声造影联合超微血流成像可显著提高颈动脉斑块易损性的诊断效能,提供可靠的斑块易损评价。hs-CRP 是一种血液中的炎症标志物,它独立地关联着心脑血管疾病的风险。研究表明<sup>[10]</sup>,hs-CRP 能够预测缺血性脑卒中以及颈动脉和脑小血管病的发展,暗示它在脑血管病变过程中扮演着重要的炎症角色。CRP 可能通过激活血小板和内皮细胞间的相互作用来促进血栓形成,当脑梗死患者的 CRP 水平升高,血小板会更加活跃。本研究结果发现,冠心病颈动脉斑块易损性有影响的是年龄( $OR=1.081$ )、高血压史( $OR=2.531$ )、吸烟史( $OR=1.054$ )、LDL-C( $OR=1.816$ )、Hcy( $OR=1.131$ )、hs-CRP( $OR=1.337$ )、超声造影增强程度( $OR=9.511$ )、钙化结节( $OR=7.201$ )、斑块回声( $OR=2.441$ )、平均剪切波弹性杨氏模量( $OR=0.871$ )。提示,随年龄的增长,机体更新紊乱,当高血压、LDL-C、Hcy、hs-CRP 异常时,可加重颈动脉粥样硬化斑块结构改变,与朱芳莹等人研究结果一致。超声造影是检测颈动脉粥样硬化斑块内新生血管的可靠方法。结果显示超声造影增强、钙化结节、斑块回声、平均剪切波弹性杨氏模量及联合诊断颈动脉易损性的 ROC 曲线下面积分别为 0.713、0.635、

0.667、0.653 和 0.831。提示,将各模态超声学联合应用可及时评估颈动脉斑块的易损性。

综上所述,多模态超声联合应用可以有效提升冠心病患者颈动脉斑块易损性的效能,为临床诊断和治疗提供重要参考依据。

#### 参考文献(References)

- [1] Wang R, Zeng Y, Chen Z, et al. Shear-Sensitive circRNA-LONP2 Promotes Endothelial Inflammation and Atherosclerosis by Targeting NRF2/HO1 Signaling[J]. JACC: Basic to Translational Science, 2024, 9(5): 652-670.
- [2] 张倩,周彤,黄娟. 标准化心脏康复护理对冠心病 PCI 术后患者运动耐力及生活质量的应用效果研究 [J]. 中国标准化, 2023, (22): 269-272.
- [3] Rosa G, Scalabrino S, Bavota G, et al. What Quality Aspects Influence the Adoption of Docker Images? [J]. ACM transactions on software engineering and methodology, 2023, 32 (6): 142.1-142.30.
- [4] Kawanami R, Sawada K, Kino T, et al. Recent Results for Carotid Artery Stenosis Complicated with Severe Aortic Valve Stenosis: TAVI and CEA, from the Examination of Our Institution [J]. Surgery for Cerebral Stroke, 2022, 50(1): 44-49.
- [5] 齐永涛,郭美红,林秀梅. 剪切波弹性成像联合 Lp-PLA2 定量评估颈动脉斑块与脑梗死复发关系[J]. 医学影像学杂志, 2022, 32(004): 577-581.
- [6] Evdokimenko A N, Kulichenkova K N, Gulevskaya T S, et al. Defining Characteristics of Angiogenesis Regulation in Advanced Human Carotid Plaques[J]. Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology: A Journal of Original Papers and Reviews on Evolutionary, Comparative, and Ecological Aspects of Physiology, Biochemistry, and Morphology, 2022, 58(3): 825-840.

- [8] 苏俊,程波,吴海,等. 临床路径下硬通道穿刺引流术治疗慢性硬膜下血肿的临床价值[J]. 检验医学与临床, 2021, 18(4): 3024-3027.
- [9] 张兴华, 宇克莉, 李咏兰, 等. 18~97 岁中国人的超重与肥胖: 来自 2002~2019 年 63449 例人体数据的分析 [J]. 中国科学: 生命科学, 2020, 50(6): 661-674.
- [10] Ozambela M Jr, Wang Y, Leow JJ, et al. Contemporary trends in percutaneous renal mass biopsy utilization in the united states[J]. Urol Oncol, 2020, 38(11): 835-843.
- [11] 谢青, 吴浩, 牟怡, 等. 超声剪切波组织定量技术在 IgA 肾病牛津分型中的应用[J]. 贵州医科大学学报, 2020, 45(5): 539-543.
- [12] Trajceska L, Severova-Andreevska G, Dzekova-Vidimliski P, et al. Complications and risks of percutaneous renal biopsy [J]. Open Access Maced J Med Sci, 2019, 7(6): 992-995.
- [13] Haochen W, Jian W, Li S, et al. Superselective renal artery embolization for bleeding complications after percutaneous renal biopsy: a single-center experience [J]. J Int Med Res, 2019, 47(4): 1649-1659.
- [14] 李荐德, 方兴奋, 邵丽梅, 等. 超声引导下右肾穿刺活检术后血肿发生率及相关因素分析 [J]. 川北医学院学报, 2022, 37(9): 1198-1201.
- [15] 刘聪, 陈冰, 周文杰, 等. 微通道经皮肾镜取石术联合负压吸引清石鞘在复杂性肾结石治疗中的应用价值 [J]. 湖南师范大学学报: 医学版, 2020, (3): 14-17.
- [16] 张蕾, 李国梁, 党宗辉, 等. 西藏地区肾穿刺活检术后出血风险分析[J]. 北京大学学报: 医学版, 2021, 53(2): 298-301.
- [17] 周大为, 郑丽, 梁发东, 等. 超声引导下经皮肾穿刺活检术后严重出血的危险因素[J]. 影像科学与光化学, 2022, 40(2): 357-361.
- [18] 杨帆, 雷群娟, 李丽娟, 等. 肾活检患者肾小球密度影响因素分析与取材长度探讨[J]. 中国实用内科杂志, 2022, 42(12): 1007-1011.
- [19] 梁婷玉, 冼志红. 肾穿刺石蜡切片厚度对肾小球系膜区及基膜 PASM 染色的影响 [J]. 临床与实验病理学杂志, 2023, 39(2): 245-246.
- [20] Ho QY, Lim CC, Thangaraju S, et al. Bleeding complications and adverse events after desmopressin acetate for percutaneous renal transplant biopsy[J]. Ann Acad Med Singap, 2020, 49(2): 52-64.
- [21] 张帅, 孙文奎, 时俊雨, 等. 超声引导下经皮肾穿刺活检术后出血相关因素分析[J]. 医学影像学杂志, 2021, 31(10): 1720-1722.
- [22] 李凤, 黄伟俊, 张蔚蓝, 等. 超声引导下经皮肾穿刺活检术后血肿发生的相关影响因素分析[J]. 江西医药, 2019, 54(1): 20-22.
- [23] 韩亚峰, 刘红. 乏脂肪肾脏血管平滑肌脂肪瘤与肾透明细胞癌的 CT 表现及其临床意义[J]. 山西医药杂志, 2021, 50(22): 3119-3121.
- [24] 李佳欣, 蒋建平, 杨培梁, 等. 经皮肾穿刺活检术前血液透析对急性肾损伤患者术后出血并发症的影响 [J]. 中华肾脏病杂志, 2020, 36(1): 13-17.
- [25] 覃夏川, 王宝福, 刘学彬, 等. 超声引导肾穿刺活检术后血肿形成的相关因素[J]. 西部医学, 2020, 32(4): 572-575.

(上接第 3771 页)

- [7] Jingjing X, Zhewei S. Shear wave elastography measured liver stiffness-spleen size-to-platelet ratio for the prediction of high-risk oesophageal varices: a meta-analysis [J]. European journal of gastroenterology and hepatology, 2023, 35(7): 753-760.
- [8] Wang G, Chen H, Sun P, et al. Predictive model containing gene signature and shear wave elastography to predict patient outcomes after Kasai surgery in biliary atresia [J]. Hepatology research: the official journal of the Japan Society of Hepatology, 2023, 53 (11): 1126-1133.
- [9] 黄剑锋, 肖善花, 李晨薇. 马来酸依那普利叶酸片对高血压伴高同型半胱氨酸血症病人颈动脉斑块面积的影响[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2022, 20(21): 3993-3995.
- [10] 王晓妤, 王磊, 顾利刚, 等. 超微血流成像联合超声造影评价颈动脉斑块新生血管的临床研究 [J]. 临床医学进展, 2024, 14(4): 2619-2625.