



[DOI]10.3969/j.issn.1001-9057.2024.09.010
http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2024.09.010

· 论 著 ·

三维斑点追踪超声心动图在评估老年冠心病患者左心房功能及预后中的应用

李梦梅 宋弯弯

【摘要】 目的 分析三维斑点追踪超声心动图(3D-STE)在老年冠心病(CHD)患者左心房功能及预后评估中的应用价值。**方法** 回顾性选取2020年3月~2022年9月我院收治的老年CHD患者60例,根据随访结果将其分为主要心血管不良事件(MACE)组(22例)和非MACE组(38例)。比较两组患者基线资料和3D-STE左心房结构参数[舒张末期左心房最小容积(LAVmin)、左心房收缩前容积(LAVp)、收缩末期左心房最大容积(LAVmax)]、功能参数[左心房排空分数(LAEF)、左心房主动排空分数(LAAEF)、左心房被动排空分数(LAPEF)]和应变参数[左心房存储期应变(LASr)、左心房收缩期应变(LASct)和左心房管道期应变(LAScd)]。采用多因素logistic回归分析评估老年CHD患者发生MACE的危险因素;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析LAVmin和LAEF对其发生MACE的预测效能。**结果** MACE组患者LAVmin显著大于非MACE组,而LAEF明显小于非MACE组($P<0.05$)。多因素logistic回归分析结果显示,LAVmin、LAEF均是老年CHD患者发生MACE的独立危险因素($P<0.05$)。ROC曲线分析结果显示,LAVmin联合LAEF预测老年CHD患者发生MACE的曲线下面积(AUC)显著高于二者单独预测($Z=3.058, 2.650, P=0.002, 0.006$)。**结论** 3D-STE可用于评估老年CHD患者左心房功能及预后,LAVmin、LAEF与老年CHD患者发生MACE密切相关,且二者联合检测效能更高。

【关键词】 三维斑点追踪超声心动图; 冠心病; 老年患者; 左心房功能; 预后

【中图分类号】 R541.4 **【文献标识码】** A

作者单位:430000 武汉,武汉大学中南医院心血管超声医学科

参 考 文 献

- [1] 张帅,许志云,董高超,等.肺癌合并其他器官多原发癌的临床特点分析[J].中国肺癌杂志,2021,24(1):7-12.
- [2] 肖佳龙,郑莹.全球肺癌的流行及预防进展[J].中国癌症杂志,2020,30(10):721-725.
- [3] 黄岩,张力.2020 CSCO 非小细胞肺癌诊疗指南更新要点解读[J].临床内科杂志,2020,37(8):603-605.
- [4] Zhang C, Zhou Y, Zhang B, et al. Identification of lncRNA, miRNA and mRNA expression profiles and ceRNA Networks in small cell lung cancer[J]. BMC Genomics, 2023, 24(1): 217.
- [5] Gumusoglu AE, Gunel T, Hosseini MK, et al. Metabolic pathways of potential miRNA biomarkers derived from liquid biopsy in epithelial ovarian cancer[J]. Oncol Lett, 2023, 25(4): 142.
- [6] Khodaii Z, Mehrabani NM, Khalighfar S, et al. Novel targets in rectal cancer by considering lncRNA-miRNA-mRNA network in response to Lactobacillus acidophilus consumption; a randomized clinical trial[J]. Sci Rep, 2022, 12(1): 9168-9168.
- [7] 刘敏,陈实,吴娟娟,等.非小细胞肺癌患者血清长链非编码RNA LOC285194 和微小RNA-211 的表达水平及其临床意义[J].临床内科杂志,2023,40(4):248-251.
- [8] Tanigawa K, Misono S, Mizuno K, et al. MicroRNA signature of small cell lung cancer after treatment failure: impact on oncogenic targets by miR-30a-3p control[J]. Mol Oncol, 2022, 17(2): 328-343.
- [9] Cai Y, An BP, Yao DJ, et al. MicroRNA miR-30a inhibits cisplatin resistance in ovarian cancer cells through autophagy[J]. Bioengineered, 2021, 12(2): 10713-10722.
- [10] Lin X, Lai XJ, Feng W, et al. MiR-30a sensitized lung cancer against neoadjuvant chemotherapy by depressing autophagy[J]. Jpn J Clin Oncol, 2021, 51(5): 675-684.
- [11] Pang LL, Cheng Y, Zou SH, et al. Long noncoding RNA SNHG7 contributes to cell proliferation, migration, invasion and epithelial to mesenchymal transition in non-small cell lung cancer by regulating miR-449a/TGIF2 axis[J]. Thorac Cancer, 2020, 11(2): 264-276.
- [12] Wu DD, Liu J, Chen JL, et al. MiR-449a suppresses tumor growth, migration and invasion in non-small cell lung cancer by targeting HMGB1-mediated NF- κ B signaling way[J]. Oncol Res, 2018, 27(2): 227-235.
- [13] 蒙冲,董文,黄奕江,等.安罗替尼与安维汀分别联合化疗治疗非鳞状非小细胞肺癌的疗效及安全性[J].临床内科杂志,2020,37(11):781-784.
- [14] 罗清泉,黄佳.肺癌微创手术的生物学意义之思考[J].中国肺癌杂志,2018,21(3):173-175.
- [15] Carr SR, Wang HT, Hudlikar R, et al. A unique gene signature predicting recurrence-free survival in stage IA lung adenocarcinoma[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2023, 165(4): 1554-1564. e1.
- [16] 张伟然,林雪峰,李鑫,等.转录组分析鉴定肺腺癌潜在的生物标志物[J].上海交通大学学报(医学版),2020,40(12):1598-1606.
- [17] 张皓曼,杨波,陈红飞,等.肺腺癌预后相关miRNA生物信息学筛选及其临床意义[J].中国应用生理学杂志,2018,34(6):530-535.
- [18] 郝鹏菲,刘晓飞,张红,等.肺结核合并非小细胞肺癌患者临床特征分析:一项单中心临床研究[J].科学技术与工程,2022,22(35):15554-15564.
- [19] 吕志强,李海刚,张蔚,等.非小细胞肺癌预后与分子生物学因素的关系[J].中山大学学报(医学科学版),2006,27(z2):200-202.

(收稿日期:2023-08-02)

(本文编辑:余晓曼)

Application of three-dimensional speckle tracking echocardiography in the evaluation of left atrial function and prognosis in elderly patients with coronary heart disease

Li Mengmei, Song Wanwan.

Department of Cardiovascular Ultrasound, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430000, China

[Abstract] **Objective** To analyze the application value of three-dimensional speckle tracking echocardiography (3D-STE) in the evaluation of left atrial function and prognosis in elderly patients with coronary heart disease (CHD). **Methods** A total of 60 elderly patients with CHD who were admitted to the hospital from March 2020 to September 2022 were retrospective enrolled and divided into major cardiovascular adverse event (MACE) group (22 cases) and non-MACE group (38 cases) according to follow-up results. Baseline data, left atrial structure, function and strain parameters [end diastolic minimum left atrial volume (LAVmin), left atrial volume just before left atrium contraction (LAVp), end systolic maximal left atrial volume (LAVmax), left atrial emptying fraction (LAEF), left atrial active emptying fraction (LAAEF), left atrial passive emptying fraction (LAPEF), left atrial storage strain (LASr), left atrial contractile strain (LASct) and left atrial conduit strain (LAScd)] measured by 3D-STE were compared between the two groups. Multivariate *logistic* regression analysis was conducted to screen the risk factors for MACE in elderly patients with CHD. Receiver operating characteristic (ROC) curves were used to analyze the predictive efficacy of LAVmin and LAEF for the occurrence of MACE. **Results** LAVmin of MACE group was significantly larger than that of non-MACE group and LAEF was significantly lower than that of non-MACE group ($P < 0.05$). Multivariate *logistic* regression analysis showed that LAVmin and LAEF were independent risk factors for MACE in elderly patients with CHD ($P < 0.05$). ROC curve analysis results showed that the area under the curve (AUC) of LAVmin combined with LAEF for predicting MACE in elderly patients with CHD was significantly larger than that of prediction with a single parameter ($Z = 3.058, 2.650, P = 0.002, 0.006$). **Conclusion** 3D-STE can be used to evaluate left atrial function and prognosis in elderly patients with CHD. LAVmin and LAEF are closely related to the occurrence of MACE in elderly patients with CHD, and joint detection of the two can achieve better performance.

[Key words] 3D speckle tracking echocardiography; Coronary heart disease; Elderly patient; Left atrial function; Prognosis

据调查显示,心血管疾病仍然是全球人口死亡的主要原因,其致死率远超恶性肿瘤及其他疾病^[1]。受人口老龄化、不良生活方式等因素影响^[2],心血管疾病患病率逐年上升,其中以冠状动脉粥样硬化性心脏病(简称冠心病,CHD)较为多见。CHD 病程较长,发病率、致残率和致死率均较高,不仅严重影响患者身心健康^[3],还给家庭及社会公共医疗带来沉重负担,是亟待解决的全球医学难题。由于身体机能衰退,老年患者的 CHD 发病风险显著高于中青年人群^[4],易发生主要心血管不良事件(MACE),且预后更差。CHD 患者大多伴有左心房结构及功能改变^[5],左心房病理性变化程度与老年 CHD 患者发生 MACE 相关,因此,若能在早期检测到老年 CHD 患者左心房结构及功能异常,有利于尽早准确评估患者病情并及时采取有效防治措施以改善其预后。既往研究提出,超声斑点追踪技术可以用于评估冠心病患者左室收缩功能^[6]。此外,超声检查方便快捷、重复性好,而且价格容易被患者接受。经查阅文献发现,常规超声、斑点追踪技术等方法均以左心室结构和功能检查居多^[7-8],关于三维斑点追踪超声心动图(3D-STE)在老年 CHD 患者左心房功能及预后评估中应用的研究尚不多见。基于此,本研究拟分析 3D-STE 在老年 CHD 患者左心房功能及预后评估中的应用价值,以期临床诊疗提供一定的参考依据。

对象与方法

1. 对象:回顾性选取 2020 年 3 月~2022 年 9 月我院收治的老年 CHD 患者 60 例,其中男 37 例、女 23 例,年龄 60~82 岁,平均年龄 (70.03 ± 7.95) 岁。纳入标准:(1)均符合《2019 美国心脏病学会/美国心脏协会心血管疾病一级预防指南》^[9]中 CHD 的诊断标准,且结合临床症状、体征及影像学检查结果确诊;(2)年龄 ≥ 60 岁;(3)意识清楚,无认知障碍及精神类疾病。排除标准:(1)存在其他心脏疾病(如心肌炎、肥厚性心肌病及心脏瓣膜疾病等);(2)合并恶性肿瘤、严重感染及免疫系统疾病;(3)3D-STE 图像质量欠佳,难以进行结果判读;(4)临床资料缺失或随访期间失联。本研究已通过我院医学伦理委员会审核。

2. 方法

(1)基线资料收集及相关定义:包括性别、年龄、身高、体重、BMI、美国纽约心脏病协会(NYHA)心功能分级^[10]、合并症(高血压、糖尿病及高脂血症)、生活史(吸烟史、饮酒史)、心肌梗死及左心室射血分数(LVEF)。高血压定义:非同日 3 次及以上测得收缩压 ≥ 140 mmHg 或舒张压 ≥ 90 mmHg;糖尿病定义:存在多饮、多食、多尿、体重下降等典型症状,同时测得空腹血糖 ≥ 7.0 mmol/L 和(或)餐后 2 h 血糖 ≥ 11.1 mmol/L;高脂血症定义:血浆总胆固醇(TC) > 5.17 mmol/L 且

甘油三酯(TG) > 2.3 mmol/L。

(2)3D-STE 检查:使用超声诊断仪,患者取左侧卧位,呈放松状态,保持平静呼吸,连接心电图。超声帧频范围调至 50 ~ 80 帧/s,先使用 M5S 探头进行二维图像(包括标准心尖两腔切面、心尖三腔切面及心尖四腔切面)采集,随后切换为三维探头,患者屏气显示为稳定心电图后,采集至少 1 个心动周期的三维超声图像,必须涵盖整个左心房,容积帧频 > 12 容积/s。将所得图像均予数字化存储,以供结果分析。将采集到的图像输入分析工作站,通过左心房定量分析软件得到相关参数(左心房结构、功能和应变参数):舒张末期左心房最小容积(LAVmin)、左心房收缩前容积(LAVp)、收缩末期左心房最大容积(LAVmax)、左心房排空分数(LAEF)、左心房主动排空分数(LAAEF)、左心房被动排空分数(LAPEF)、左心房存储期应变(LASr)、左心房收缩期应变(LASct)和左心房管道期应变(LAScd),LAEF、LAAEF 及 LAPEF 分别提示左心房储存、收缩及管道功能。

(3)质量控制及重复性检验:均由同一位高年资心脏超声科医师进行 3D-STE 检查,但其不参与图像结果判读和基线资料采集。由影像科 2 名高年资医师对 3D-STE 图像进行独立判读,若判读结果不一致,对存疑区域予以再次测量,并结合患者基线资料进行探讨,最终获取统一结论;若仍存在分歧,则由更高级别医师进行判读。若图像中出现可干扰判读结果的明显伪影,则直接舍弃。在 60 例患者中随机抽取 20 例,由影像科 2 名医师在不同日期分别进行结果判读,用于观察者间重复性检验。在不告知第一次分析结果的前

提下,由同一名医师在 1 周后再次进行结果判读,用于观察者内重复性检验。

(4)随访及分组:所有患者出院后均随访 1 年,观察患者是否因发生主要心血管不良事件(MACE)再次住院,MACE 包括再发心肌梗死、严重心律失常、心力衰竭、心源性休克或死亡等。根据随访期间是否发生 MACE,将所有患者分为 MACE 组(22 例)和非 MACE 组(38 例)。

3. 统计学处理:应用 SPSS 21.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以例数和百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素 logistic 回归分析评估老年 CHD 患者发生 MACE 的危险因素;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析 LAVmin 及 LAEF 对老年 CHD 患者发生 MACE 的预测效能。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 两组患者基线资料比较:两组性别、年龄、BMI、NYHA 心功能分级、合并症、吸烟史、饮酒史、LVEF 及心梗患者比例比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

2. 两组患者左心房结构参数、功能参数及应变参数比较:MACE 组患者 LAVmin 显著大于非 MACE 组, LAEF 明显小于非 MACE 组($P < 0.05$);两组患者 LAVp、LAVmax、LAAEF、LAPEF、LASr、LASct 和 LAScd 比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。两组患者 3D-STE 左心房图像示例见图 1。

表 1 两组患者基线资料比较[例, (%)]

组别	例数	性别(男/女)	年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	吸烟史	饮酒史	心肌梗死史	LVEF(% , $\bar{x} \pm s$)
MACE 组	22	15/7	70.54 ± 8.13	24.18 ± 2.37	10(45.45)	7(31.82)	5(22.73)	51.97 ± 6.48
非 MACE 组	38	22/16	69.42 ± 7.58	23.96 ± 2.24	18(47.37)	11(28.95)	6(15.79)	56.14 ± 8.73
χ^2/t 值		0.624	0.537	0.359	0.021	0.055	0.448	1.948
P 值		0.430	0.593	0.721	0.886	0.815	0.503	0.056

组别	例数	合并症			NYHA 心功能分级		
		高血压	糖尿病	高脂血症	I ~ II 级	III ~ IV 级	
MACE 组	22	16(72.73)	8(36.36)	13(59.09)	13(59.09)	9(40.91)	
非 MACE 组	38	24(63.16)	13(34.21)	20(52.63)	21(55.26)	17(44.74)	
χ^2/t 值		0.574	0.028	0.235		0.083	
P 值		0.449	0.866	0.628		0.773	

表 2 两组患者左心房结构参数、功能参数及应变参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	左心房结构参数(ml)			左心房功能参数(%)			左心房应变参数(%)		
		LAVmin	LAVp	LAVmax	LAEF	LAAEF	LAPEF	LASr	LASct	LAScd
MACE 组	22	30.64 ± 8.75	41.06 ± 12.16	50.16 ± 12.47	42.13 ± 5.06	41.06 ± 9.35	22.97 ± 6.85	17.86 ± 5.49	- 8.75 ± 2.64	- 9.55 ± 2.76
非 MACE 组	38	21.03 ± 6.12	35.76 ± 9.84	44.83 ± 10.95	53.28 ± 9.74	36.84 ± 7.92	25.36 ± 7.19	19.24 ± 6.13	- 10.16 ± 3.27	- 10.84 ± 3.29
t 值		4.993	1.832	1.727	4.787	1.861	1.262	0.872	1.722	1.549
P 值		< 0.001	0.072	0.090	< 0.001	0.068	0.212	0.387	0.091	0.127

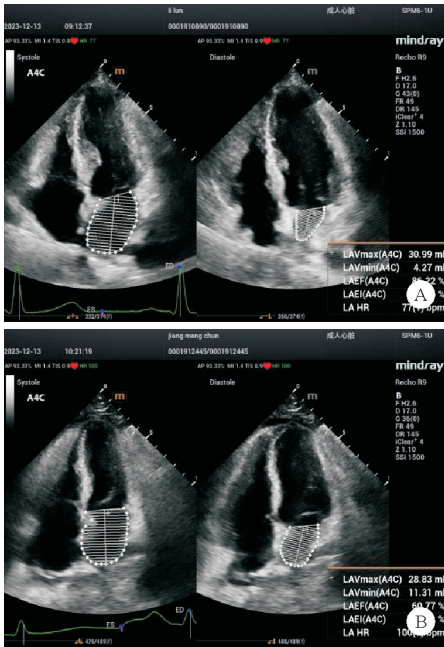


图1 患者3D-STE左心房图像(A:MACE组;B:非MACE组)

3. 老年CHD患者发生MACE的影响因素分析:以老年CHD患者发生MACE为因变量,以单因素分析具有统计学意义的各因素(LAVmin、LAEF)作为自变量建立多因素logistic回归模型,结果显示LAVmin、LAEF均是老年CHD患者发生MACE的独立危险因素($P<0.05$)。见表3。

表3 老年CHD患者发生MACE的多因素logistic回归分析结果

因素	β 值	S. E.	Wald χ^2 值	OR 值	95% CI	P 值
LAVmin	1.238	0.417	8.814	3.449	1.532 ~ 7.809	0.003
LAEF	0.972	0.346	7.892	2.643	1.342 ~ 5.208	0.005

4. LAVmin及LAEF对老年CHD患者发生MACE的预测价值:LAVmin及LAEF联合预测老年CHD患者发生MACE的曲线下面积(AUC)显著高于二者单独预测($Z=3.058、2.650,P=0.002、0.006$)。见图2、表4。

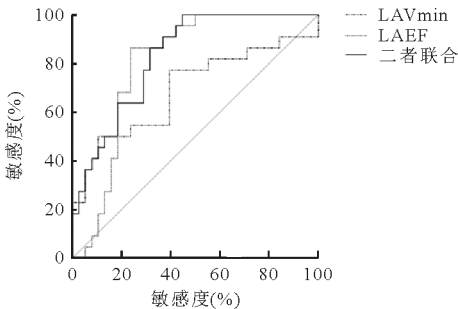


图2 LAVmin及LAEF预测老年CHD患者发生MACE的ROC曲线

表4 LAVmin及LAEF预测老年CHD患者发生MACE的ROC曲线分析结果

指标	AUC	S. E.	P 值	95% CI	敏感度 (%)	特异度 (%)	最佳截断值
LAVmin	0.693	0.078	0.013	0.560 ~ 0.805	50.00	89.47	29.28 ml
LAEF	0.799	0.059	<0.001	0.676 ~ 0.891	86.36	76.32	46.59%
二者联合	0.828	0.051	<0.001	0.708 ~ 0.913	100.00	55.26	-

讨 论

临床上CHD好发于中老年人,随着我国已逐步进入老龄化社会,其发病率呈上升趋势。CHD患者主要表现为心肌缺血^[11],尽早发现心脏功能损害有利于采取有效干预措施,以改善患者生活质量及预后。心房在心脏活动中具有重要作用,如参与心室充盈、心脏起搏与传导等^[12-13],故近年来,不少医者在临床工作中越来越重视对心房功能的检测。左心房同时具备储存、收缩及管道功能,不仅可显示疾病严重程度^[14],还能预测MACE发生风险^[15]。

长期以来,临床上以冠脉造影检查作为诊断CHD的“金标准”^[16]。冠脉造影检查操作方便、直观,且准确率极高,但该检查为创伤性操作,部分患者可能对造影剂过敏,费用较高。因此,需寻求安全准确且价格适宜的检查方式。超声心动图可用于评估心脏功能^[17],但常规超声心动图在CHD患者早期检测中缺乏敏感性。斑点追踪技术可实时收集心肌回声斑点位置在心动周期中的变化情况,计算心肌应变率、应变力和运动速率^[18],还能清晰显示局部心肌收缩力变化及节段性运动的异常改变^[19]。但传统二维斑点追踪技术(2D-STE)耗时较长,测量左心房缺乏统一标准,可导致测量结果误差,缺乏对心肌三维运动模式下的计算。与2D-STE相比,3D-STE在采集和分析图像时操作更简单、耗时更短,在心动周期中可同步评估左心房容积和应变改变,准确记录三维运动模式下心肌各时相左心房容积和应变情况^[20]。

本研究结果发现,MACE组患者LAVmin显著大于非MACE组,而LAEF明显小于非MACE组,提示两组患者在3D-STE左心房结构和功能参数方面存在显著差异。与之类似,靳广甫等^[21]在研究中指出,与健康人群相比,老年CHD患者左心房结构及功能出现明显改变,左心房容积增大,主动及被动射血分数均下降。老年CHD患者左心房结构及功能改变,考虑与心肌供血异常有关。包丽雯等^[22]认为阵发性房颤患者3D-STE左心房容积和应变参数与健康人群存在明显差异,主要表现为左心房容积增加、左心房射血分数降低,与本研究结果类似。左心房容积和应变参数可分

别反映左心房储存、收缩及管道功能,上述 3 个功能互相影响,可动态调节左室充盈压及整体心血管运行。

本研究结果表明,发生与未发生 MACE 的老年 CHD 患者 3D-STE 参数中的 LAVmin、LAEF 存在显著差异,可用于评估老年 CHD 患者预后。多因素 logistic 回归分析结果显示,LAVmin、LAEF 均是老年 CHD 患者发生 MACE 的独立危险因素。ROC 曲线分析结果显示,LAVmin 和 LAEF 预测老年 CHD 患者发生 MACE 均具有一定价值,但二者联合后预测效能明显提高,提示二者联合检测可为临床诊断提供更有效的参考依据。束晶苇等^[23]提出左心房容积、应变指数可用于预测缺血性心脏病患者发生 MACE 可能,Takeuchi 等^[24]认为左心室容积/左心房容积比值可用于预测 CHD 患者发生 MACE 风险。由于 CHD 患者存在心肌供血异常,左心室心肌损伤后导致舒张功能下降,左心房泵血功能代偿性增加,随着心脏功能损伤逐步加重,左心房泵血功能因失代偿而下降,左心房功能发生病理改变后,其结构也逐渐发生变化。

本研究同时存在不足之处,基于已有临床资料的回顾性分析,且随访期限较短,未来应开展大样本、多中心的前瞻性研究以进一步证实。

综上所述,3D-STE 可用于评估老年 CHD 患者左心房功能及预后,LAVmin、LAEF 与老年 CHD 患者发生 MACE 密切相关,且二者联合检测预测效能更高。

参 考 文 献

- [1] Bergmark BA, Mathenge N, Merlini PA, et al. Acute coronary syndromes[J]. Lancet, 2022, 399(10332): 1347-1358.
- [2] 王燕道翔, 白建军, 宇传华. 基于全球视角的中国心血管病疾病负担现状及趋势[J]. 公共卫生与预防医学, 2021, 32(6): 6-11.
- [3] 范玉欢, 吴志红, 王建军. 冠心病患者焦虑检出情况及其对心电图的影响[J]. 国际精神病学杂志, 2023, 50(1): 96-98.
- [4] 宋俊迎, 王琼, 李凤德. 老年人冠心病患病及冠状动脉病变严重程度的相关因素分析[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2023, 25(7): 761-763.
- [5] Morrone D, Arbucci R, Wierzbowska-Drabik K, et al. Feasibility and functional correlates of left atrial volume changes during stress echocardiography in chronic coronary syndromes[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2021, 37(3): 953-964.
- [6] 刘韦华, 马敏涛. 超声斑点追踪技术评价冠心病患者经皮冠状动脉介入术后左室的收缩功能[J]. 实用临床医药杂志, 2021, 25(5): 87-90, 95.
- [7] 李传强, 高峰, 程昱, 等. 超声心动图在急性脑梗死患者心脏形态结构及功能评估中的应用价值[J]. 中国医药导报, 2021, 18(4): 151-154.
- [8] 朱慧, 左后娟, 马飞, 等. 二维斑点追踪超声心动图评价非缺血性心肌病和缺血性心肌病的左心室功能[J]. 中国动脉硬化杂志, 2021, 29(7): 595-599.

- [9] Arnett DK, Blumenthal RS, Albert MA, et al. 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines[J]. Circulation, 2019, 140(11): e596-e646.
- [10] 李忠超, 何燕. MRI 与二维超声心动图评价冠心病心功能及其与 NYHA 分级的关系[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2021, 19(3): 77-80.
- [11] 易妍, 王怡宁, 徐橙, 等. 动态负荷 CT 心肌灌注成像诊断中重度冠心病风险患者心肌缺血的价值[J]. 中华放射学杂志, 2021, 55(2): 117-122.
- [12] 龙义添, 郭应坤, 杨智, 等. 基于心脏磁共振评价肥厚型心肌病左心房功能损伤及与左心室心肌纤维化的相关性[J]. 中国医学影像学杂志, 2023, 31(8): 813-817, 823.
- [13] 王海军, 王璐, 王霞, 等. 左心房增大对心脏起搏器术后老年阵发性心房颤动患者脑卒中等终点事件的影响[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2022, 24(11): 1124-1127.
- [14] Takahata A, Watanabe T, Wanezaki M, et al. Left atrial strain time integral evaluated by two-dimensional speckle tracking predicts left atrial appendage dysfunction in patients with acute ischemic stroke[J]. Heart Vessels, 2024, 39(5): 454-463.
- [15] Tsuchiuchi M, Ebato M, Maezawa H, et al. The Prognostic Value of Left Atrial Reservoir Functional Indices Measured by Three-Dimensional Speckle-Tracking Echocardiography for Major Cardiovascular Events[J]. Circ J, 2021, 85(5): 631-639.
- [16] 张晓英, 程晓莉, 王竹青. 多排螺旋 CT 冠脉成像、心电图及冠状动脉造影对冠心病临床诊断价值的比较[J]. 贵州医药, 2021, 45(10): 1636-1637.
- [17] Ebrahimi F, Gharedaghi MH, Shafaroodi H, et al. Left Ventricular Strain Rate for Intraoperative Evaluation of Cardiac Diastolic Function by Transesophageal Echocardiography: The Correlation Between Late Diastolic Peak Longitudinal Strain Rate and the Severity of Diastolic Dysfunction[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2022, 36(1): 178-183.
- [18] Halvorsrød MI, Kiss G, Dahlslett T, et al. Automated tissue Doppler imaging for identification of occluded coronary artery in patients with suspected non-ST-elevation myocardial infarction[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2023, 39(4): 757-766.
- [19] 马玉磊, 李亚琼, 颜宁, 等. 二维斑点追踪技术评价急性心肌梗死合并心力衰竭患者主动脉球囊反搏治疗前后左心室收缩功能变化[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2021, 35(1): 63-65.
- [20] 刘志月, 刘梅, 黄鹤, 等. 实时三维超声心动图及三维斑点追踪技术评估左心室射血分数保留的多发性骨髓瘤患者左心房功能的价值[J]. 临床心血管病杂志, 2021, 37(10): 936-942.
- [21] 靳广甫, 黄震, 韩哲. 实时三维超声心动图和超声斑点追踪成像技术在老年冠心病患者中的应用价值[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2023, 25(2): 156-159.
- [22] 包丽雯, 程蕾, 包丽莲, 等. 三维斑点追踪超声心动图评价阵发性房颤患者的左房功能及其与左室充盈压相关性的病例对照研究[J]. 复旦学报: 医学版, 2022, 49(4): 492-498.
- [23] 束晶苇, 李小虎, 胡翀, 等. 基于心脏磁共振组织追踪初步探究左心房功能预测缺血性心脏病患者预后的价值[J]. 放射学实践, 2021, 36(3): 288-295.
- [24] Takeuchi M, Nabeshima Y, Kitano T, et al. Prognostic value of the left ventricular - left atrial volume ratio assessed using three-dimensional echocardiography with fully automated analytical software[J]. J Cardiol, 2021, 78(5): 406-412.

(收稿日期: 2023-12-24)

(本文编辑: 高婷)