

◁心脏、血管影像学▷

二维斑点追踪成像技术评估无心肌梗死冠心病
三支血管病变患者的右心室功能的临床应用价值王一凡, 李 祯, 张思然, 马 乐, 礼广森
(大连医科大学附属第二医院超声科, 辽宁 大连 116027)

【摘要】 目的: 利用二维斑点追踪成像技术(2D-STE)评价有冠心病三支血管病变但不合并心肌梗死的病人右心室功能初期变化。方法: 随机采集 30 例行健康检查的体检者设为对照组(A 组)。另选取本院已行冠状动脉造影且结果显示为冠状动脉三支血管发生病变的患者 60 例, 根据其三支血管的狭窄程度分为两组, 32 例狭窄率为 50%~<75% 划入 B 组。28 例狭窄率 $\geq 75\%$ 划入 C 组。收集患者一般资料; 常规超声得到三尖瓣环平面收缩位移(TAPSE)、收缩期峰值速度(s')、舒张早期和舒张晚期峰值速度(e' , a')、右心室收缩末期、舒张末期容积(RVESV、RVEDV)计算得到右室射血分数(RVEF); 利用 2D-STE 获得右室收缩期整体应变(GS)、收缩期、舒张早晚期应变率(SRs, SRe, SRa)。利用 Pearson 线性相关, 分析受检者 GS 和 N 末端 B 型脑钠肽前体(NT-pro BNP)及之间的相关性。**结果:** 与 A 组相比, B 组 e' 、 e'/a' 减小($P<0.05$), 而 s' 、E/A、FAC、TAPSE、LVEF 及 RVEF 无明显统计学差异(均 $P>0.05$); 与 A、B 两组相比, C 组 RVEF、LVEF、E/A、 e' 、 e'/a' 、 s' 、FAC 及 TAPSE 均减低(均 $P<0.05$)。2D-STE 参数: 与 A 组相比, B、C 两组 GS、SRe、SRa、S、SRs 均减低, 且 C 组各参数较 B 组降低更明显(均 $P<0.05$); 相关性分析显示 B、C 组 GS 与血清 NT-pro BNP 有较强的负相关关联性($r=-0.91$, $r=-0.64$, $P<0.05$)。**结论:** 2D-STE 是评估无心肌梗死型冠心病三支血管病变患者的右心室早期功能改变的可行方法。

【关键词】 冠心病; 心室功能, 右; 超声心动描记术**【中图分类号】** R541.4; R540.45**【文献标识码】** A**【文章编号】** 1008-1062(2024)07-0480-04

DOI:10.12117/jccmi.2024.07.006

The evaluation of right ventricular function in patients with triple vessels coronary artery disease
without myocardial infarction in two-dimensional speckle tracking echocardiography

WANG Yi-fan, LI Zhen, ZHANG Si-ran, MA Le, LI Guang-sen

(Department of Ultrasound, the Second Hospital of Dalian Medical University, Dalian Liaoning 116027, China)

Abstract: Objective: To evaluate right ventricular function in patients with triple vessels disease without myocardial infarction by using the two-dimensional speckle tracking technique(2D-STE). **Methods:** Thirty cases were randomly selected from health check-ups into group A. According to the results of coronary arteriography, 60 individuals of coronary artery disease without myocardial infarction were chosen and split into two groups. 32 patients with stenosis of 50%~<75% were classified into group B. 28 patients with stenosis of $\geq 75\%$ were classified into group C. General clinical data were collected; TAPSE, end-systolic and end-diastolic area(RVESA, RVEDA), peak systolic velocity(s'), peak early and late diastolic velocities(e' , a') of the tricuspid annulus were measured by conventional 2D echocardiography. 2D-STE was used to measure the global peak systolic strain (GS), peak early and late diastolic strain rate (SRe, SRa), as well as peak systolic strain rate (SRs). Correlation between GS and NT-pro BNP in subjects was assessed using Pearson linear correlation. **Results:** Compared with group A, e' , e'/a' were reduced in group B($P<0.05$), while s' , E/A, RVEF, LVEF, FAC and TAPSE had no significantly difference(all $P>0.05$). RVEF, LVEF, E/A, e'/a' , s' , FAC and TAPSE were reduced (all $P<0.05$). 2D-STE parameters: GS, SRe, SRa, SRs were reduced in groups B and C compared with group A (all $P<0.05$); correlation analysis showed that the correlation between GS and serum NT-pro BNP in group B and group C showed a negative correlation ($r=-0.91$, $r=-0.64$, $P<0.05$). **Conclusion:** 2D-STE can effectively recognize the early functional changes in the right ventricle in patients with triple vessels disease in coronary artery disease without myocardial infarction.

Key words: Coronary Disease; Ventricular Function, Right; Ventricular Function, Right

在全球范围内, 冠心病是心脏性猝死的首要病因。冠心病在中国的发病率一直居高不下。其中三支血管病变是指心脏三条主要心外膜血管发生狭窄。此种类型患者, 心血管疾病的发生率会升高, 生存率

【收稿日期】 2023-11-13; **【修回日期】** 2023-12-31**【作者简介】** 王一凡(1999-), 女, 辽宁朝阳人, 在读硕士研究生。E-mail: wyf18742560026@163.com**【通信作者】** 礼广森, 大连医科大学附属第二医院超声科, 116027。E-mail: liguangsen009@163.com

也会降低^[1]。右冠支的狭窄使右室壁的血液供应减少,从而出现右室壁运动减弱,从维持心输出量所发挥的作用方面考虑,右心室与左心室一样不可或缺^[2]。且右心室功能障碍是心力衰竭的关键影响因素,早期监测右心室的功能变化对挽救患者生命及提高患者预后起到至关重要的作用。

二维斑点追踪成像技术(2D-STE)的临床应用价值在近几年被认可,它通过对心肌纤维在整个心动周期中的运动进行分段测量来提供有关心脏功能的信息^[3],其测量所得的心室整体应变已被证明较常规心脏超声心动图更为准确和灵敏^[4]。但以往研究多关注于左心室的评估,对于右心室研究较少。因此本研究旨在应用 2D-STE,评价无心肌梗死型冠状动脉三支血管病变患者的右心室结构及功能的改变,为临床发现右心室心肌受损情况,尽早采取治疗措施以预防心力衰竭的发生提供依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究纳入 2022 年 6 月—2023 年 10 月健康体检的无器质性心脏病及冠状动脉病变的志愿者 30 例,设为 A 组即对照组,男 20 例女 10 例,平均年龄(58.9±5.1)(49~68)岁。收取同期我院诊断为无心肌梗死型冠心病的在院患者 60 例。所有受试者的诊断标准均符合欧洲心脏病学会于 2020 年发布的 CAD 诊疗指南^[5]。

入选标准:均存在冠心病症状,且各节段心肌均未发生梗死;冠状动脉造影显示三支血管均出现不同程度的狭窄。冠脉造影显示冠脉三个分支血管的管腔狭窄率均≥50%。60 例受试者的分组依据为三支血管的狭窄率:狭窄率 50%~<75%(B 组)32 例,男 19 例女 13 例,平均年龄(59.7±4.6)(53~68)岁。狭窄率≥75%(C 组)28 例,男 18 例女 10 例,平均年龄(62.0±5.6)(52~74)岁。

排除标准:①仅存在单只或双支冠状动脉狭窄或病变;②对造影剂或碘剂过敏;③存在先天性心脏病、原发性高血压、酒精性心脏病和心房颤动等可能对心脏结构和功能产生不利影响的疾病;④入院前有服用胺碘酮等抗心律失常药物史;⑤既往有改善冠脉血运的药物或手术治疗史。这项研究的试验过程得到了医院医学伦理委员会的认可(伦理审批号 2023098),所有参与的受试者对于本实验的研究目的及试验方案均知情同意。

1.2 仪器与方法

1.2.1 临床及实验室资料

记录受试对象的性别、年龄(岁)、体质量指数

(BMI,kg/m²),并检测 N 端脑钠肽前体(NT-Pro BNP)信息。其中 C 组患者中有 3 例合并有微量的心包积液。

1.2.2 常规及三维超声测量参数

三尖瓣环平面收缩期位移(TAPSE)、右心室舒张横径(RVTD)、收缩期末和舒张期末最大面积(RVEDA)在心尖四腔切面下被测量;左心室的射血分数(LVEF)由双平面 Simpson 法进行描记得到;脉冲多普勒测量三尖瓣口舒张早、晚期波型的速度峰值(E、A),组织多普勒测量收缩期三尖瓣环速度峰值(s'),舒张早、晚期速度峰值(e',a')。通过实时三维超声(RT-3DE)测量右心室收缩期末(RVESV)、舒张期末最大容积(RVEDV),并通过计算获得右室射血分数(RVEF=(EDV-ESV)/EDV×100%)。

1.2.3 2D-STE 参数

采用 GE Vivid E9 超声诊断仪,配置 M5S 探头(频率可选范围 1.5~4.5 MHz)。嘱受检者左侧卧位,采集右心显示较为清晰的标准心尖四腔切面,随之为其连接同步心电图,存储平静呼吸后屏气的 3 个心动周期的动态图,将动态采集图像以 Dicom 格式导入 EchoPAC 软件脱机处理与分析。手动描记右心室暴露满意的心内膜,标定感兴趣区域(ROI)后,软件自动得到在右心室壁检测的应变率,包括右心室整体收缩期应变(GS)以及舒张早、晚期和收缩期应变速率峰值(SRe,SRa,SRs)。

1.3 统计学分析

原始数据的统计学处理利用 SPSS 25.0 软件。一般实验室参数及超声所得参数特性均与正态分布的定量数据相吻合,表述采用 $\bar{x} \pm s$ 的方式。分析计量资料在多组间的关系时应用方差分析,非参数检验为方差不齐时所用方法,GS 与 NT-Pro BNP 的相关性采用 Pearson 进行分析描述。

2 结果

2.1 一般资料

三组患者 BMI、年龄、心率、血压等均无明显差异(均 $P>0.05$)。B、C 两组 NT-pro BNP 均高于 A 组,且 C 组显著高于 B 组($P<0.05$)。

2.2 常规超声心动图参数结果

与 A 组比较,B 组各参数 RVTD、RVESA、RVEDA、RVEDV、RVEDA/E/A、s'、TAPSE、LVEF、FAC 均无明显差异(均 $P>0.05$),而 e',e'/a',s',e',a',FAC 及 TAPSE 均显著降低(均 $P<0.05$)。与 A、B 组相比,C 组 RVTD、RVESA、RVEDA、RVEDV、RVEDV 显著增大,而 RVEF、LVEF、E/A、e'/a',s',e',a',FAC 及 TAPSE 均显著降低(均 $P<0.05$)。见表 1。

表 1 三组常规超声右心室参数比较

	RVTD(mm)	RVEF(%)	RVEDV(mL)	RVESV(mL)	TAPSE(mm)	FAC(%)
A 组(n=30)	31.76±5.01	57.50±8.47	76.53±8.17	29.40±7.07	21.50±3.26	47.77±6.51
B 组(n=32)	33.91±5.01	53.56±8.19	80.38±7.02	33.11±7.41	19.97±3.28	45.03±5.89
C 组(n=28)	49.18±2.61 ^{1,2}	40.64±6.40 ^{1,2}	104.46±7.88 ^{1,2}	63.93±7.43 ^{1,2}	15.48±1.01 ^{1,2}	30.03±3.38 ^{1,2}
F	133.838	36.961	111.891	193.679	30.893	87.435
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

	LVEF(%)	E/A	e'(cm/s)	a'(cm/s)	s'(cm/s)	e'/a'
A 组(n=30)	60.80±6.94	1.30±0.21	14.92±1.27	11.98±1.25	15.01±2.04	1.25±0.13
B 组(n=32)	57.77±6.56	1.22±0.15	11.51±1.29 ¹	12.31±1.17	14.12±2.04	1.02±0.09 ¹
C 组(n=28)	38.89±4.15 ^{1,2}	0.74±0.10 ^{1,2}	6.80±0.80 ^{1,2}	14.43±0.90 ^{1,2}	8.46±0.56 ^{1,2}	0.47±0.04 ^{1,2}
F	110.703	104.382	363.470	40.371	115.210	539.042
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:1;与 A 组相比,P 均<0.05;2;与 B 组相比,P 均<0.05。

2.3 2D-STE 参数结果

与 A 组相比,B、C 组患者 GS、SRs、SRe 及 SRa 均减低,C 组各参数较 B 组降低显著 (均 P<0.05)。见表 2 和图 1~3。

2.4 相关性分析结果

B、C 两组 GS 与 NT-pro BNP 呈较好的负性相关关系($r=-0.91, r=-0.64, P<0.01$)。

3 讨论

冠心病已是被人们熟知的一种疾病,其中三支血管病变,其受累动脉数量增多使心肌受损更加严重^[6-7]。此类患者常被重视的是左心室功能受损,但有研究发现,右心室也较易受到影响^[8]。近年来,右

心室功能障碍已被证明是慢性心力衰竭患者的关键预后指标^[9],而无心肌梗死型三支血管病变患者早期症状进展较隐匿,仅能通过冠脉造影对疾病的严重程度进行判断,因此对右心室心肌功能的全面评估成为了早期预防心力衰竭的重要步骤。

临床上常用超声心动图来观察心肌功能是否改变^[10]。但由于右心室解剖位置及结构的限制,存在一定的误差^[11]。另外,通过观察室壁运动的异常对心肌功能的评估方法^[12],易受主观因素影响,且诱发室壁运动的负荷试验提高了不良事件的风险。这就需要在不断提早对右心室心肌功能改变发出预告的过程中,寻求更安全、敏感的技术。2D-STE 是一种心脏内膜的自动追踪技术,临床上多被应用于左心室改变的评估^[13],近年来,已经有研究证实 2D-STE 对纵行心肌的应变评估,可以直接反映右心室的功能改变^[14]。能多角度测量心肌的运动参数,精准定量评价右室心肌功能,具有较高的精确度和可靠性^[15]。

研究表明右心室的舒张功能早于收缩功能发生改变^[16],且常规组织多普勒可以监测右心室早期舒张功能的变化^[17]。在我们的研究中,与 A 组相比,B

表 2 三组二维斑点参数比较

	GS(%)	SRs(s ⁻¹)	SRe(s ⁻¹)	SRa(s ⁻¹)
A 组	-28.90±1.67	-1.43±0.43	1.85±0.21	1.48±0.34
B 组	-20.25±1.03 ¹	-1.25±0.34 ¹	1.33±0.35 ¹	1.35±0.58 ¹
C 组	-18.11±1.27 ^{1,2}	-1.11±0.62 ^{1,2}	1.02±0.09 ^{1,2}	1.03±0.76 ^{1,2}
F	529.387	333.763	47.696	455.014
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:1;与 A 组相比,P 均<0.05;2;与 B 组相比,P 均<0.05。

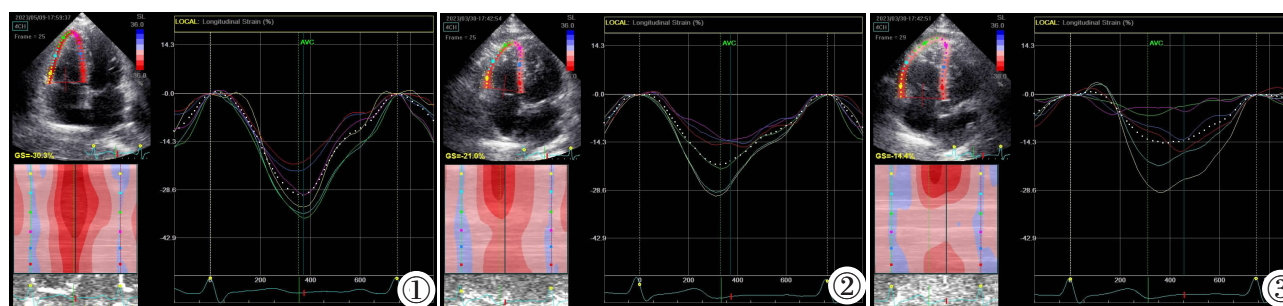


图 1 健康对照组受试者的右心室心肌整体应变随心动周期的变化曲线。图 2 狭窄率为 50%~<75% 的三支血管病患者,右心室心肌整体应变随心动周期的变化曲线。图 3 狭窄率为 ≥75% 的三支血管病患者,右心室心肌整体应变随心动周期的变化曲线。

Figure 1. Curves of global right ventricular myocardial strain over consecutive cardiac cycles in healthy control subjects. Figure 2. Curves of global right ventricular myocardial strain over consecutive cardiac cycles in patients with triple vessels coronary artery disease, all vessels stenosis rate 50%~<75%. Figure 3. Curves of global right ventricular myocardial strain over consecutive cardiac cycles in patients with triple vessels coronary artery disease, all vessels stenosis rate ≥75%.

组 e' , e'/a' 显著降低 ($P<0.05$), 而 EDV、ESV、EDA、ESA 等无明显改变, 提示右心室舒张功能在三支血管病变进展的早期就已改变。Miranda 等^[18]研究表明, 2D-STE 可以用来评估右心室的舒张功能。本研究中, 与 A 组相比, B 组 SRe、SRa 下降 (均 $P<0.05$), 表明了与常规组织多普勒相同的结果, 即早期的舒张功能发生改变。与 A 组、B 组比较, C 组 e' 、 e'/a' 、SRe、SRa、EDV、ESV、EDA、ESA 均显著降低 (均 $P<0.05$), 提示血管狭窄程度达到 50% 后, 右心室舒张功能发生随狭窄程度的增加而不断加重的损伤。其机制可能是长期心肌供血不足影响心肌细胞能量代谢, 甚至死亡而发生不可逆的纤维化, 进一步发展成弥漫性心肌纤维化^[19]。除此之外, 左右心室在同一个心包腔内, 拥有着互通的血液循环, 当左心室衰竭时, 右心室功能也会出现相应的改变^[20]。在本研究中, C 组患者的 LVEF 较 A 组、B 组下降 ($P<0.05$), 提示患者左心室的收缩功能减弱, 此时患者心室搏出量减低, 使全身表现为低血压低灌注状态, 进一步减弱右冠状动脉供血, 加重右心室的损伤^[21]。

在冠状动脉三支血管病变的情况下, 由于血管狭窄或闭塞导致心肌能量供应不足, 进而出现运动障碍, 因此除了舒张功能外, 收缩功能也会受到影响。

Agha 等^[17]研究了 2D-STE 评估扩张型心肌病患者的右心室早期功能改变, 并证明了评估收缩功能的可应用性。在我们的研究中, B 组的 s' 、FAC、TAPSE 与 A 组相比, 无明显改变 ($P>0.05$), 但 B 组 2D-STE 结果显示, 与 A 组相比, B 组 SRs、S 和 GLS 均有明显减低 (均 $P<0.05$)。同时 C 组 GS、SRs、 s' 值均显著低于 A 组、B 组 (均 $P<0.05$), 这一结果与 Agha 的结果一致, 说明缺血心肌壁运动受到影响和减弱, 提示右心室收缩功能受损, 且 2D-STE 较常规超声更早期提示收缩功能的改变。其收缩功能受损的机制可能是慢性缺血引起血浆钙离子 (Ca^{2+}) 含量减低, 被释放进入胞质并与肌钙蛋白 C 相结合的 Ca^{2+} 减少, 引起钙平衡失调进而引起收缩功能的减低^[22]。

NT-pro BNP 是一种肽类物质, 主要由心室分泌, 它在容量和(或)压力过载的情况下从心肌释放, 改善心肌舒张, NT-pro BNP 的监测对心血管事件有很强的预后评估价值^[23]。在本研究中, 与 A 组相比, B 组和 C 组的 NT-pro BNP 均明显升高, 且 C 组含量显著高于 B 组 ($P<0.05$), 表明随着血管狭窄程度的加重, 心室为缓解心肌受损而释放的肽类物质也逐渐增多。同时相关分析表明, GS 与 NT-pro BNP 均呈负相关 ($r=-0.91$, $r=-0.64$, $P<0.05$)。综上, 在反映右心室收缩功能方面, 2D-STE 与血清 NT-

pro BNP 水平是一致的, 所以可以用来对无心肌梗死冠心病三支血管病变患者右心室功能进行评估。

本研究存在一定的局限性: ①2D-STI 技术需要清晰的心内膜, 肺气肿等因素会导致受检者无法获得理想右心室图像。②本研究缺乏对入组患者进行长期随访。③本研究所使用的数据分析软件仍存在不足, 算法仍存在误差。

综上所述, 2D-STE 可以作为超声心动图新技术, 无创且操作方便, 对无心肌梗死冠心病三支血管病变患者的右心室功能改变进行早期评估。

[参考文献]

- [1] Peng L, Guo X, Gao Y, et al. Impact of right coronary dominance on triple-vessel coronary artery disease: A cross-sectional study[J]. *Medicine(Baltimore)*, 2018, 97(32): e11685.
- [2] Chemla D, Berthelot E, Assayag P, et al. Pathophysiology of right ventricular hemodynamics [J]. *Rev Mal Respir*, 2018, 35 (10): 1050-1062.
- [3] Cap M, Akyüz A, Isik F, et al. Myocardial Strain Assessment by 2D Speckle-Tracking Echocardiography in Patients [J]. *J Cardiovasc Echogr*, 2021, 31(4): 214-219.
- [4] Longobardo L, Suma V, Jain R, et al. Role of Two-Dimensional Speckle-Tracking Echocardiography Strain in the Assessment of Right Ventricular Systolic Function and Comparison with Conventional Parameters[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2017, 30(10): 937-946.e6.
- [5] Knuuti J, Wijns W, Saraste A, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes[J]. *Eur Heart J*, 2020, 41(3): 407-477.
- [6] Madhavan MV, Gersh BJ, Alexander KP, et al. Coronary Artery Disease in Patients ≥ 80 Years of Age [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2018, 71(18): 2015-2040.
- [7] 于婷婷, 常文星, 礼广森, 等. 二维斑点追踪技术评价冠状动脉三支病变患者左心房功能[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2021, 32 (11): 803-806.
- [8] 王春梅, 庄晓晨, 关丽娜, 等. 三维斑点追踪技术评价冠状动脉单支重度病变患者经皮冠状动脉介入术前右心室功能变化[J]. *中国医学影像技术*, 2020, 36(1): 11-15.
- [9] Thandavarayan RA, Chitturi KR, Guha A. Pathophysiology of Acute and Chronic Right Heart Failure [J]. *Cardiol Clin*, 2020, 38 (2): 149-160.
- [10] Karamitsos TD, Arvanitaki A, Karvounis H, et al. Myocardial Tissue Characterization and Fibrosis by Imaging [J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2020, 13(5): 1221-1234.
- [11] Smolarek D, Gruchala M, Sobiczewski W. Echocardiographic evaluation of right ventricular systolic function: The traditional and innovative approach[J]. *Cardiol J*, 2017, 24(5): 563-572.
- [12] Henjes CR, Hungerbühler S, Bojarski IB, et al. Comparison of multi-detector row computed tomography with echocardiography for assessment of left ventricular function in healthy dogs[J]. *Am J Vet Res*, 2012, 73(3): 393-403.