

超声造影与常规超声测量左心室心肌厚度的对比研究

于超¹ 张锋¹ 靳文英¹ 朱天刚¹

[摘要] **目的:**评价在生理和病理情况下超声造影技术测量左心室心肌厚度及左心室质量指数的价值。**方法:**选取进行过常规超声及超声造影检查的72例患者,包括31例入院检查后无明确心脏相关疾病者作为对照组、11例扩张型心肌病患者(扩张型心肌病组)、11例肥厚型心肌病患者(肥厚型心肌病组)及20例心肌梗死的患者(心肌梗死组),按心肌17节段分段法,分别在常规超声及超声造影下测量各节段心肌厚度及左心室质量指数并进行比较。**结果:**总体情况下,超声造影所测平均心肌厚度及左心室质量指数均显著低于常规超声的测量值($P < 0.05$);按心肌节段分析,在大部分心肌节段中,造影测量的心肌节段厚度显著低于常规超声的测量值($P < 0.05$)。按疾病分组情况下,造影情况下各组的平均心肌厚度均显著低于常规超声的测量值($P < 0.05$),且对照组、扩张型心肌病组和心肌梗死组的左心室质量指数超声造影测量结果显著低于常规超声测量($P < 0.05$)。**结论:**在多数情况下,超声造影测量所得心肌厚度及左心室质量指数的数值显著低于常规超声。

[关键词] 心肌厚度;超声造影;左心室肥厚;心肌病;左心室质量指数

DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2022.12.004

[中图分类号] R445.1 **[文献标志码]** A

Comparison assessment of left ventricular wall thickness measured by contrast-enhanced and standard echocardiography

YU Chao ZHANG Feng JIN Wenying ZHU Tiangang

(Department of Cardiology, Peking University People's Hospital, Beijing Key Laboratory of Early Prediction and Intervention of Acute Myocardial Infarction, Beijing, 100044, China)

Corresponding author: ZHU Tiangang, E-mail: tg_zh@aliyun.com

Abstract Objective: The study was performed to evaluate the value of contrast-enhanced echocardiography in measuring left ventricular myocardial thickness and left ventricular mass index under physiological and pathological conditions. **Methods:** 72 patients who underwent standard echocardiography and contrast-enhanced echocardiography were enrolled, including control group without definite heart-related diseases($n=31$), dilated cardiomyopathy group($n=11$), hypertrophic cardiomyopathy group($n=11$), and myocardial infarction group($n=20$). The 17-segment myocardial thickness and left ventricular mass index were measured by standard echocardiography and contrast-enhanced echocardiography. **Results:** Under contrast-enhanced echocardiography, the mean myocardial thickness and left ventricular mass index were significantly lower than those determined by standard echocardiography($P < 0.05$). In most myocardium segments, based on the analysis of independent myocardium segments, the myocardium thickness determined by contrast-enhanced echocardiography was significantly lower than that determined by standard echocardiography($P < 0.05$). The average myocardial thickness of each group determined by contrast-enhanced echocardiography was also significantly lower than that of standard echocardiography($P < 0.05$). In the normal group, the dilated cardiomyopathy group, and the myocardial infarction group, the left ventricular mass index determined by contrast-enhanced echocardiography was significantly lower than those determined by standard determination($P < 0.05$). **Conclusion:** In most cases, the values of myocardial thickness and left ventricular mass index determined by contrast-enhanced echocardiography are significantly lower than those obtained by standard echocardiography. This analysis indicates that contrast-enhanced echocardiography may be a valuable method to measure left ventricular myocardial thickness and left ventricular mass index in some situations.

Key words myocardial thickness; contrast-enhanced echocardiography; left ventricle hypertrophy; cardiomyopathy; left ventricular mass index

¹北京大学人民医院心内科 急性心肌梗死早期预警和干预北京市重点实验室(北京,100044)
通信作者:朱天刚,E-mail:tg_zh@aliyun.com

左心室心肌厚度是心血管事件的强烈预期指标,是对部分心脏病患者进行诊断和评估预后的关键因素^[1-3]。而心肌厚度的测量有诸多方法,如尸检评估、心电图、超声心动图、心脏磁共振成像等都可以评估心肌厚度^[4-8]。目前心肌厚度主要从超声心动图的相关研究中获得的^[9-10],但是由于常规超声心动图的空间分辨率较低,在区分心肌和心肌外邻近组织、心腔内其他结构上有一定的难度,可能妨碍对真实的室间隔边界或左心室心肌边界的准确测量^[11],所以现在心肌厚度的测量仍以心脏磁共振为非侵入性检查的金标准^[12]。近些年使用超声增强剂的超声造影检查被广泛应用,有部分研究显示在使用超声增强剂后,超声对心腔容积等一些参数的测量结果较常规超声更接近于心脏磁共振成像结果^[5]。因此,本研究开展此项研究来探讨超声造影检查与常规方法测量心肌厚度的差异,现报

告如下。

1 对象与方法

1.1 对象

选取2020年1月—12月在北京大学人民医院住院患者中,按美国心脏病协会/美国心脏协会(ACC/AHA)的诊断标准连续纳入分组,选择在同一天进行常规超声及超声造影检查的患者72例,并按疾病种类分为对照组(入院检查后无明确心脏相关疾病者,30例)、扩张型心肌病组(11例)、肥厚型心肌病组(11例)及心肌梗死组(20例)。患者一般临床资料见表1。

纳入标准:①年龄18~90岁;②在同一天进行常规超声及超声造影检查。排除标准:①年龄<18岁或>90岁;②曾进行过心脏外科手术;③快速心律失常、血流动力学不稳定;④声窗极差,常规超声无法获取心尖切面。

表1 患者一般临床资料及超声参数

Table 1 General clinical data and echocardiographic parameters of patient

例(%), $\bar{X} \pm S$

指标	总体 (72例)	对照组 (30例)	扩张型心肌病组 (11例)	肥厚型心肌组 (11例)	心肌梗死组 (20例)	P值
年龄/岁	56.22±15.04	54.90±15.40	51.82±19.12	60.36±14.88	58.35±12.07	0.50
男性	51(70.83)	16(53.33)	10(90.9)	8(72.72)	17(85.0)	0.04
体表面积/m ²	1.82±0.19	1.74±0.19	1.93±0.19	1.87±0.19	1.86±0.16	0.01
心率/(次·min ⁻¹)	80.40±14.65	80.30±13.45	90.27±16.37	67.73±10.00	82.10±13.39	0.01
高血压	14(19.44)	0(0)	1(9.09)	1(9.09)	12(60.00)	0.01
糖尿病	10(13.89)	0(0)	2(18.18)	0(0)	8(40.00)	0.01
高脂血症	6(8.33)	0(0)	0(0)	0(0)	6(30.00)	0.01
左心房前后径/cm	4.36±3.72	3.61±0.54	4.57±0.74	4.46±0.61	4.76±5.73	0.76
舒张末期容积/mL	109.43±57.68	89.90±23.37	210.64±80.13	85.82±32.01	96.05±25.27	0.01
EF(双平面法)/%	53.50±16.23	61.56±5.21	28.18±11.85	71.18±13.72	45.60±7.03	0.01
E/(m·s ⁻¹)	0.76±0.23	0.83±0.23	0.80±0.25	0.68±0.21	0.68±0.19	0.05
A/(m·s ⁻¹)	0.75±0.22	0.71±0.18	0.68±0.30	0.85±0.30	0.77±0.22	0.27
TR/(m·s ⁻¹)	2.51±0.41	2.33±0.33	2.70±0.37	2.58±0.43	2.54±0.53	0.17

1.2 仪器与方法

1.2.1 常规超声检查 使用GE Vivid E 95彩色多普勒超声诊断仪,M5S心脏探头,频率3.0~5.0MHz。使用常规模式,受检者取左侧卧位,待心电图波形平稳后,行常规超声检查,调节仪器参数使超声图像显示最佳,深度为14~17cm。采集胸骨旁长轴切面图像,使用线性方法测量左心室质量指数,采集心尖四腔切面、心尖两腔切面、心尖长轴切面3个心动周期的动态图像,按左心室17节段分段法在舒张末期分别测量各节段心肌厚度。

1.2.2 超声造影检查 与常规超声使用同款设备及探头,将其调整为超声造影模式,机械指数<0.3。超声增强剂使用声诺维(意大利Bracco公司),59mg/支,用0.9%氯化钠溶液稀释为5.0mL,混合

后摇匀直至冻干粉末完全分散,注射前再次摇匀,取2mL静脉缓慢注射,随后用5.0mL 0.9%氯化钠溶液快速推注冲管。待左心室内有充分的增强剂充盈后,采集胸骨旁长轴切面图像,使用线性方法测量左心室质量指数,分别留取心尖四腔切面、心尖两腔切面、心尖长轴切面3个心动周期的动态图像,并进行相关测量。

1.3 统计学处理

应用SPSS 21.0统计软件,针对连续性变量,服从正态分布或近似正态分布者以 $\bar{X} \pm S$ 表示,比较采用配对样本t检验,两组成像方法对于心肌肥厚分类的一致性采用Kappa一致性检验。所有检验均为双侧检验,以P<0.05为差异有统计学意义。

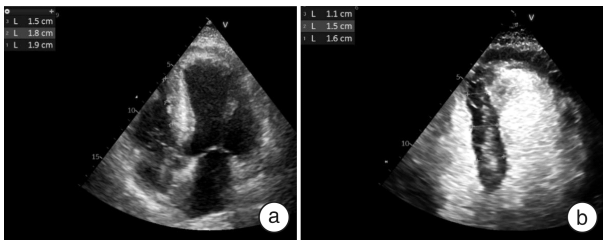
2 结果

2.1 可测量心肌节段

所有患者总计 1224 个节段,其中常规超声下共有 91 个(0.07%)心肌节段显示欠佳,无法进行心肌厚度的测量;超声造影下共有 9 个(0.01%)心肌节段显示欠佳,无法进行测量。

2.2 17 节段心肌厚度

超声造影测量所有患者 17 节段心肌厚度的均值显著小于常规超声测量心肌厚度的均值[(0.75±0.13) cm vs. (0.89±0.14) cm, $P<0.01$];超声造影测量各组心肌厚度均值均显著小于常规超声测量心肌厚度的均值($P<0.01$)。见图 1、表 2。



a: 常规超声测量室间隔基底段 1.9 cm, 下室间隔中段 1.8 cm, 室间隔心尖段 1.5 cm; b: 超声造影测量室间隔基底段 1.6 cm, 下室间隔中段 1.5 cm, 室间隔心尖段 1.1 cm。

图 1 常规超声与超声造影测量同一患者心肌厚度

Figure 1 Myocardial thickness was measured by conventional ultrasound and contrast-enhanced ultrasound in the same patient

表 2 心肌厚度均值比较

Table 2 Comparison of mean myocardial thickness

组别	cm, $\bar{X} \pm S$		
	超声造影	常规超声	P 值
总体(72 例)	0.75±0.13	0.89±0.14	<0.01
对照组(30 例)	0.70±0.07	0.82±0.10	<0.01
扩张型心肌组(11 例)	0.66±0.11	0.77±0.12	<0.01
肥厚型心肌组(11 例)	0.95±0.08	1.10±0.06	<0.01
心肌梗死组(20 例)	0.77±0.13	0.92±0.11	<0.01

独立观察各节段数值,超声造影下所有患者 17 节段中的 13 个节段(76.47%)心肌厚度显著小

于常规模式下心肌厚度($P<0.05$)。在前间隔中间段、前壁中间段、前侧壁中间段、室间隔心尖段心肌厚度差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 3。

对照组 70.6% 的心肌节段超声造影测量的心肌厚度显著小于常规超声,扩张型心肌组 52.9% 的心肌节段超声造影测量心肌厚度显著小于常规超声,肥厚型心肌组 58.8% 的心肌节段超声造影测量心肌厚度显著小于常规超声,心肌梗死组 70.6% 的心肌节段超声造影测量心肌厚度显著小于常规超声。

2.3 左心室质量指数比较

超声造影测量所有患者左心室质量指数的均值显著小于常规超声[(93.44±24.37) g/m² vs. (106.54±27.54) g/m², $P<0.05$]。对照组、扩张型心肌组、心肌梗死组超声造影测量左心室质量指数显著小于常规超声($P<0.05$)。见表 4。

表 3 17 节段心肌厚度比较

Table 3 Comparison of myocardial segments thickness

节段	cm, $\bar{X} \pm S$		
	超声造影	常规造影	P 值
前间隔基底段	1.02±0.35	1.13±0.34	<0.05
前壁基底段	0.69±0.12	0.77±0.34	<0.05
前侧壁基底段	0.71±0.12	0.81±0.12	<0.05
下侧壁基底段	0.74±0.14	0.83±0.14	<0.05
下壁基底段	0.74±0.16	0.89±0.15	<0.05
下间隔基底段	0.94±0.34	1.13±0.38	<0.05
前间隔中间段	0.85±0.27	0.88±0.27	0.20
前壁中间段	0.69±0.11	0.68±0.34	0.71
前侧壁中间段	0.69±0.11	0.73±0.27	0.29
下侧壁中间段	0.73±0.13	0.95±0.74	<0.05
下壁中间段	0.76±0.18	0.93±0.20	<0.05
下间隔中间段	0.82±0.23	0.99±0.29	<0.05
室间隔心尖段	0.67±0.14	0.62±0.40	0.29
前壁心尖段	0.66±0.14	0.78±0.16	<0.05
侧壁心尖段	0.69±0.13	0.83±0.16	<0.05
下壁心尖段	0.72±0.17	0.83±0.27	<0.05
心尖帽	0.64±0.15	0.76±0.18	<0.05
均值	0.75±0.13	0.89±0.14	<0.05

表 4 左心室质量指数比较

Table 4 Comparison of left ventricular mass index

项目	g/m ² , $\bar{X} \pm S$				
	总体 (72 例)	对照组 (30 例)	扩张型心肌组 (11 例)	肥厚型心肌组 (11 例)	心肌梗死组 (20 例)
超声造影	93.44±24.37	80.52±19.89	110.90±18.49	113.7±20.46	90.51±23.20
常规超声	106.54±27.54	92.89±20.27	134.38±24.65	126.09±22.27	98.92±23.99
P 值	<0.05	<0.05	<0.05	>0.05	<0.05

2.4 诊断心肌肥厚一致性分析

按国际指南标准心肌厚度 >1.2 cm 诊断心肌增厚,按此标准常规超声诊断肥厚的共有 99 个节段,其中有 62 个节段(62.62%)与超声造影诊断一致;常规超声诊断不肥厚的共有 1032 个节段,其中有 1029 个节段(99.71%)与超声造影诊断一致。见表 5。

按国际指南标准心肌厚度 >1.5 cm 诊断肥厚型心肌病,按此标准常规超声诊断肥厚的共有 43 个节段,其中有 16 个节段(37.21%)与超声造影诊断一致;常规超声诊断不肥厚的共有 1088 个节段,其中有 1081 个节段(99.36%)与超声造影诊断一致。见表 6。相比诊断心肌肥厚,在诊断肥厚型心肌病时,2 种方法的一致性降低;若以超声造影为标准,在诊断肥厚型心肌病标准时,常规方法敏感性显著下降,特异度变化不大。

表 5 2 种方法在诊断心肌肥厚(≥ 1.2 cm)的一致性分析

Table 5 Consistency analysis of two methods in diagnosing myocardial hypertrophy(≥ 1.2 cm)

常规超声	超声造影		Kappa 值	P 值
	是	否		
是	62(62.62)	37(37.37)	0.74	0.00
否	3(0.29)	1029(99.71)		

表 6 2 种方法在诊断肥厚型心肌病(≥ 1.5 cm)的一致性分析

Table 6 Consistency analysis of two methods in diagnosing hypertrophic cardiomyopathy(≥ 1.5 cm)

常规超声	超声造影		Kappa 值	P 值
	是	否		
是	16(37.21)	27(62.79)	0.47	0.00
否	7(0.64)	1081(99.36)		

3 讨论

超声心动图技术是最常用的测量心肌厚度的影像学方法^[10],常规超声受限于技术条件以及患者声窗的影响,会存在心内膜、心外膜描绘不准确的问题,这会显著影响心肌厚度的准确测量^[11]。目前使用超声增强剂的超声造影检查已证实可以显著改善心内膜的识别,使得心腔容积及射血分数等心脏相关指标的测量与磁共振检查更为接近^[13],理论上有助于克服常规超声在测量心肌厚度上所面临的一些问题。我们的主要研究结果也证实了在大多数情况下,这 2 种方法测量心肌厚度存在显著差异。

本研究主要结果为超声造影测量的心肌厚度

平均值及大部分心肌节段的厚度是显著小于常规超声测量值,仅在少数心肌节段差异不显著,我们回顾图像认为差异不显著的心肌节段集中在左心室的前侧壁,这与左心室前侧壁常规超声成像质量欠佳及受前外侧乳头肌附着位置的影响,且常规超声无法完成测量的节段也多为这些节段。既往也有研究提出超声测量前侧壁心肌厚度的误差较大,可能是由于常规超声在该部位较难清晰显示心内外膜及心肌与乳头肌的分界^[6]。在分组比较中,对照组与心肌梗死组有显著差异的心肌节段多于肥厚型心肌病组和扩张型心肌病组,这可能与 2 种心肌病患者组纳入患者数量较少有关。在既往有针对肥厚型心肌病的研究中也有类似的结论,这些研究对左心室最厚处心肌的测量显示常规超声较易高估心肌厚度^[14-16]。这些研究针对肥厚型心肌病患者,使用了常规超声及超声造影测量肥厚心肌厚度并与磁共振检查结果进行比较,显示超声造影结果与磁共振有更好的相关性,常规超声测量的厚度一般也都高于其他 2 种方法。这些研究认为绝大多数不一致的病例是来源于超声心动图技术的局限性,我们总结了导致这些情况发生的 4 个主要机制:①心内膜/心外膜边界的描绘不准确;②成像平面倾斜;③声窗差,导致局部节段精确测量受限;④心肌局灶性的肥厚。但这些研究没有进行心肌所有节段的测量,本研究按 17 节段法测量了左心室心肌的所有节段,并且涉及了多种会影响心肌厚度的疾病,应更有说服力。同时本研究也在诊断心肌肥厚和肥厚型心肌病的标准上进行了一致性分析,按照超声心动图测量心肌厚度 >1.2 cm 诊断心肌肥厚的标准,常规超声与超声造影的一致性分析中 Kappa 值为 0.74,2 种方法一致性较好;按测量心肌厚度 >1.5 cm 诊断肥厚型心肌病,2 种方法 Kappa 值为 0.47,其一致性较差。结合我们对于心肌厚度诊断一致性结果,本研究认为在怀疑肥厚型心肌病或常规方法测量心肌厚度 >1.5 cm 时应充分考虑结合超声造影或心脏磁共振等多模态影像学检查。

本研究局限性:本研究为单中心研究,且由于条件所限,未能采用心脏磁共振检查所测定的心肌厚度作为金标准来比较超声测值的准确性;本研究测量心肌节段总数较多,但各分组患者数量较少,加大样本采集量以及增加疾病分组,研究的准确性及可信度可能更高。

综上所述,常规超声和超声造影测量的心肌厚度及左心室质量指数在大多数情况下是存在显著差异的,由于常规超声测量技术固有的局限性以及其他一些原因,较易高估心肌厚度。我们建议在一些心肌厚度作为关键诊断的患者中应用多模态影像学检查。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Ciccone MM, Scicchitano P, Zito A, et al. Correlation between coronary artery disease severity, left ventricular mass index and carotid intima media thickness, assessed by radio-frequency [J]. *Cardiovasc Ultrasound*, 2011, 9:32.
- [2] Katikireddy CK, Acharya T. Myocardial segmental thickness variability on echocardiography is a highly sensitive and specific marker to distinguish ischemic and non-ischemic dilated cardiomyopathy in new onset heart failure [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2019, 35 (5):791-798.
- [3] Khalid A, Lim E, Chan BT, et al. Assessing regional left ventricular thickening dysfunction and dyssynchrony via personalized modeling and 3D wall thickness measurements for acute myocardial infarction [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2019, 49(4):1006-1019.
- [4] Budhwani N, Patel S, Dwyer EM Jr. Electrocardiographic diagnosis of left ventricular hypertrophy: the effect of left ventricular wall thickness, size, and mass on the specific criteria for left ventricular hypertrophy [J]. *Am Heart J*, 2005, 149(4):709-714.
- [5] Webb J, Villa A, Bekri I, et al. Usefulness of Cardiac Magnetic Resonance Imaging to Measure Left Ventricular Wall Thickness for Determining Risk Scores for Sudden Cardiac Death in Patients With Hypertrophic Cardiomyopathy [J]. *Am J Cardiol*, 2017, 119 (9):1450-1455.
- [6] Cho YH, Kang JW, Choi SH, et al. Reference parameters for left ventricular wall thickness, thickening, and motion in stress myocardial perfusion CT: Global and regional assessment [J]. *Clin Imaging*, 2019, 56: 81-87.
- [7] Maanja M, Schlegel TT, Kozor R, et al. The electrical determinants of increased wall thickness and mass in left ventricular hypertrophy [J]. *J Electrocardiol*, 2020, 58:80-86.
- [8] Takigawa M, Martin R, Cheniti G, et al. Detailed comparison between the wall thickness and voltages in chronic myocardial infarction [J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2019, 30(2):195-204.
- [9] Rocha LA, Zielinsky P, Nicoloso L, et al. Development of the Z-score for the measurement of myocardial thickness by two-dimensional echocardiography in normal fetuses [J]. *Echocardiography*, 2021, 38 (1): 97-102.
- [10] Sepúlveda-Martínez A, García-Otero L, Soveral I, et al. Comparison of 2D versus M-mode echocardiography for assessing fetal myocardial wall thickness [J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2019, 32 (14): 2319-2327.
- [11] Bois JP, Geske JB, Foley TA, et al. Comparison of Maximal Wall Thickness in Hypertrophic Cardiomyopathy Differs Between Magnetic Resonance Imaging and Transthoracic Echocardiography [J]. *Am J Cardiol*, 2017, 119(4):643-650.
- [12] Krupickova S, Risch J, Gati S, et al. Cardiovascular magnetic resonance normal values in children for biventricular wall thickness and mass [J]. *J Cardiovasc Magn Reson*, 2021, 23(1):1.
- [13] Porter TR, Mulvagh SL, Abdelmoneim SS, et al. Clinical Applications of Ultrasonic Enhancing Agents in Echocardiography: 2018 American Society of Echocardiography Guidelines Update [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2018, 31(3):241-274.
- [14] Hindieh W, Weissler-Snir A, Hammer H, et al. Discrepant Measurements of Maximal Left Ventricular Wall Thickness Between Cardiac Magnetic Resonance Imaging and Echocardiography in Patients With Hypertrophic Cardiomyopathy [J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2017, 10(8).
- [15] Urbano-Moral JA, Gonzalez-Gonzalez AM, Maldonado G, et al. Contrast-Enhanced Echocardiographic Measurement of Left Ventricular Wall Thickness in Hypertrophic Cardiomyopathy: Comparison with Standard Echocardiography and Cardiac Magnetic Resonance [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2020, 33 (9): 1106-1115.
- [16] Maron MS, Lesser JR, Maron BJ. Management implications of massive left ventricular hypertrophy in hypertrophic cardiomyopathy significantly underestimated by echocardiography but identified by cardiovascular magnetic resonance [J]. *Am J Cardiol*, 2010, 105 (12):1842-1843.

(收稿日期:2021-10-06)