DOI:10.16016/j.1000-5404.201507033

论著

左心腔声学造影在评估冠心病患者室壁节段运动异常中的应用价值

申 斌[1],郭燕丽[1],朱 平[2],柳强维[1],黄海韵[1],王文婷[1] (400038 重庆,第三军医大学西南医院:超声科[1],心血管内科,重庆市介入心脏病学研究所[2])

[摘要] **目的** 分析冠心病患者的二维常规超声心动图、实时三维超声心动图、左心腔声学造影及冠状动脉血管造影术的结果,评估左心腔声学造影在冠心病室壁节段运动评估中的应用价值。**方法** 回顾性分析我院心血管内科48例临床初诊为冠心病患者的二维常规超声心动图、实时三维超声心动图及左心腔声学造影数据,将其分别与冠状动脉血管造影术结果进行对照分析,评估3种方法在室壁节段运动评估中的准确性。**结果** 48例患者左心腔声学造影对心内膜的显示率为100%,明显高于二维常规超声心动图(90.56%)和实时三维超声心动图(91.05%);同时,其对室壁节段运动诊断的准确率2名医师分别为93.75%、95.83%,较二维常规超声心动图(89.58%,86.80%)和实时三维超声心动图(90.28%,90.97%)具有明显优势。**结论** 左心腔声学造影能明显提高左心室内膜面的显示效果,从而提高对冠心病室壁节段运动的诊断。

[关键词] 左心腔;超声心动描记术;室壁节段运动异常;冠心病
[中图法分类号] R445.1;R540.45;R541.4 [文献标志码] A

Clinical value of left ventricle opacification in evaluating regional wall motion abnormalities in patients with coronary artery disease

Shen Bin[1], Guo Yanli[1], Zhu Ping[2], Liu Qiangwei[1], Huang Haiyun[1], Wang Wenting[1] ([1]Department of Ultrasonography, [2]Department of Cardiology, Chongqing Institute of Interventional Cardiology, Southwest Hospital, Third Military Medical University, Chongqing, 400038, China)

[**Abstract**] **Objective** To evaluate clinical value of left ventricle opacification (LVO) in the diagnosis of left ventricular regional wall motion abnormalities (RWMA) through analyzing the results of two-dimensional echocardiography (2DE), real-time three-dimensional echocardiography (RT-3DE), LVO and coronary angiography in the patients with coronary heart disease (CHD). **Methods** The ultrasonic data of 2DE, RT-3DE and LVO of 48 patients preliminarily diagnosed with CHD were retrospectively analyzed. All the patients were examined by coronary angiography after echocardiography. The results of the 3 ultrasonic methods were respectively compared with the coronary angiographic results. The accuracy of 3 three ultrasonic methods in diagnosing RWMA was evaluated. **Results** The endocardium visualization rate of LVO was 100%, significantly higher than 90.56% of 2DE and 91.05% of RT-3DE. The diagnosis accuracy of LVO was 93.75% (95.83%), significantly higher than 89.58% (86.80%) of 2DE or 90.28% (90.97%) of RT-3DE. **Conclusion** LVO can greatly improve the diagnosis of RWAM through enhancing the endocardium visualization effect.

[**Key words**] left ventricle opacification; echocardiography; regional wall motion abnormalities; coronary artery heart disease

Supported by the Special Project of International Cooperation Program of National Science and Technology(2015DFA30920). Corresponding author: Guo Yanli, E-mail: guoyanli71@aliyun.com

[基金项目] 国家国际科技合作专项资助项目(2015DFA30920)
[通信作者] 郭燕丽,E-mail:guoyanli71@aliyun.com
[优先出版] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20150729.1608.002.html(2015-07-29)

冠心病是一种常见病、多发病，超声诊断冠心病的主要根据是由冠状动脉缺血引起的左室室壁节段运动异常（regional wall motion abnormal，RWMA）。当冠状动脉内径狭窄率达50%时，即可引起心肌收缩运动异常[1]。常规二维超声心动图（two-dimensional echocardiography，2DE）对图像质量及操作者水平要求较高，尤其在肥胖或者患有肺部疾病的患者中，2DE检查时由于左心室内膜部分节段显示不清，无法进行准确的诊断，其在准确评估冠心病心肌缺血的室壁运动中一直受到局限[2-3]。实时三维超声心动图（real-time three-dimensional echocardiography，RT-3DE）技术的临床应用在一定程度上提高了对左室室壁节段运动异常的评估[4-5]，但并未从根本上解决因左心室内膜显示不清而造成的错诊。近年来兴起的左心腔声学造影（left ventricle opacification，LVO）大大改善了左心室内膜面的显示效果，从而可以对左室室壁节段运动做出准确的评估。本研究拟通过分析和对比2DE、RT-3DE和LVO三种超声影像学技术诊断和评估左室RWMA的准确性，探讨LVO在冠心病诊断中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象

收集2014年9－12月48例于我院心血管内科行冠状动脉血管造影术住院患者术前24 h内超声心动图结果。以上患者均有明确冠心病史或临床疑诊为冠心病，并排除有左心腔声学造影禁忌证：急性冠脉综合征、临床不稳定或近期恶化的心力衰竭、严重的室性心律失常、呼吸衰竭、重度肺高压患者（PASP ≥70 mmHg）、肺栓塞、成人呼吸窘迫综合征患者、LVEF < 40%（Simpson法）。48例患者中，男性29例，女性19例，年龄（64.47 ± 10.41）岁，身高（165.90 ± 7.13）cm，体质量（69.45 ± 14.21）kg。92%的患者有胸痛症状，21%的患者既往有心肌梗死病史，23%的患者既往接受过冠脉造影检查。

1.2 方法

1.2.1 仪器设备与分析　冠状动脉造影仪器采用西门子AXIOM Artis DTA，造影剂为碘克沙醇。于右侧桡动脉穿刺后分别行左、右冠状动脉血管造影术。左前降支（LAD）及其分支病变均记为LAD病变，左回旋支（LCX）及右冠状动脉（RCA）同LAD。狭窄率≥50%为阳性，<50%为阴性[1]。

超声检查仪器为iE33（Philips Medical System，Andover，MA），探头为X5-1全容积三维探头。连接心电图，每个切面于患者屏气后采集6～8个心动周期[6]。图像采集完成后，由2名从事超声心动图检查5年以上医师分别分析，数据分别记录。每名患者分别采用2DE、RT-3DE及LVO 3种方法评估RWMA。

1.2.2 心肌分段方法　按照美国心脏病协会（AHA）的左室17节段法（图1）[1,7]（因第17节段心尖部由LAD、LCX及RCA供血，不利于分析统计，故不列入对冠状动脉的评估）。将冠状动脉分为三支进行研究：1、2、7、8、13、14节段由LAD供血；5、6、11、12、16节段由LCX供血；3、4、9、10、15节段由RCA供血。

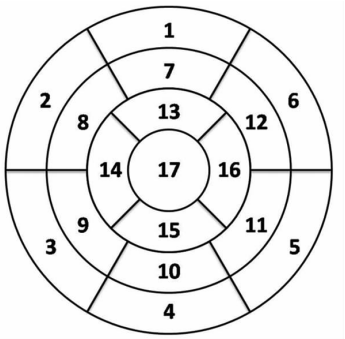


图1 左室17节段法示意图

1.2.3 2DE、RT-3DE和LVO观察与分析

1.2.3.1 2DE　采集患者心尖四腔心切面、心尖三腔心切面及心尖两腔心切面图像。心尖四腔心切面：由二尖瓣前瓣瓣根处向二尖瓣后瓣瓣根处分为7个节段，依次记为3、9、14、17、16、12、6。心尖三腔心切面：由二尖瓣前瓣瓣根处向下侧壁与主动脉瓣移行处分为7个节段，依次记为2、8、13、17、16、11、5。心尖两腔心切面：由前壁与二尖瓣移行处向下壁与二尖瓣移行处分为7个节段，依次记为1、7、13、17、15、10、4[8]。记录患者全部17节段的显示情况，结果记为显示清晰（该节段在至少1个切面能显示清晰）和显示不清（该切面在3个切面均显示不清），该结果较为客观，故仅由医生1分析，RT-3DE和LVO室壁节段显示情况分析同2DE。然后，采用半定量方法分析局部室壁节段运动，记为正常（－）、运动减低（＋）、运动消失（＋＋）、反向运动（＋＋＋）；（－）记为节段阴性，（＋）～（＋＋＋）记为节段阳性。冠状动脉供血节段均为节段阴性，该冠状动脉记为阴性；冠状动脉供血节段存在≥1节段为节段阳性，该冠状动脉记为阳性。

1.2.3.2 RT-3DE　选取全容积三维模式（full volume），适当增加Elevation Width和Lateral Width使心尖完全包裹，采集6～8个心动周期三维图像。图像后处理利用在机版QLab工作站，选用3DQ Adv插件，首先切割出标准的心尖四腔心切面、心尖三腔心切面

及心尖两腔心切面图像,记录患者全部 17 节段的显示情况,结果分析同 2DE。然后选取舒张末期以及收缩末期五点:心尖四腔心切面二尖瓣前瓣瓣根处、后瓣瓣根处、心尖两腔心切面左室前壁与二尖瓣移行处、下壁与二尖瓣移行处、心尖。待软件自动计算后,通过“牛眼图”记录 16 节段的位移。结果记为:≥5 mm 记为节段阴性,<5 mm 记为节段阳性[1]。最后,通过节段运动分析相应冠状动脉情况,同 2DE。

1.2.3.3 LVO 超声造影剂选用 SonoVue(Bracco Imaging,Milan,Italy),按照与生理盐水 1∶5 比例配制。选取患者左前臂浅表静脉穿刺,抽取 2 mL 配制溶液,利用微量泵以 60 mL/h 速度泵入。选取 LVO 模式(MI=0.3)[6,9],适当调节微量泵的速度,待左室完全均匀浊化后分别采集患者心尖四腔心切面、心尖三腔心切面及心尖两腔心切面图像[10]。首先,记录患者全部 17 节段的显示情况,得出结果。然后通过半定量的方法分析室壁节段运动,并根据其结果分析相应冠状动脉情况,分段及结果分析方法同 2DE。

1.3 统计学分析

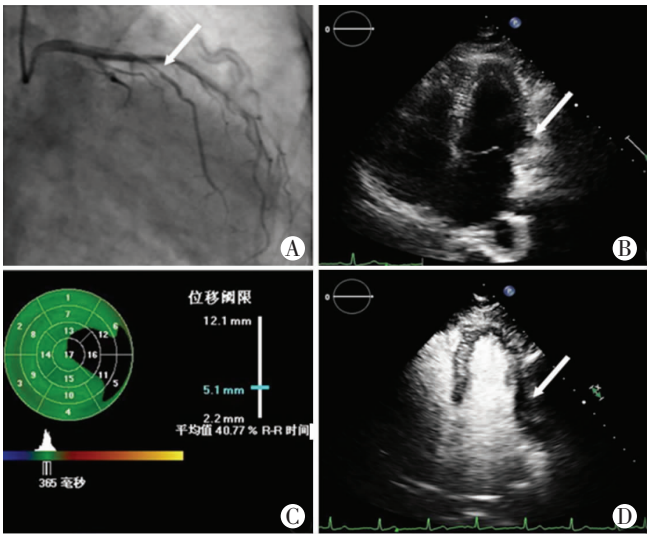
采用 SPSS 13.0 统计软件。先比较 3 种超声方法对室壁节段的显示率,然后对 2 名医生的结果分别进行比较。将 48 例患者共 144 支冠状动脉进行分析,以冠状动脉血管造影术结果为“金标准”,分别将其与 2DE、RT-3DE 及 LVO 进行对比。实验设计采用 2×2 配对设计,分别计算 P 值及 Kappa 系数。Kappa 系数>0.7 为吻合度较强;0.7<Kappa 系数<0.4 为吻合度一般;Kappa 系数<0.4 为吻合度较弱[11]。并比较 3 种超声检查的灵敏度、特异度等指标。最后,分别比较 2 名医师 3 种超声方法的分析结果,观察不同检查者之间的分析结果差异。

2 结果

冠状动脉血管造影术发现冠状动脉狭窄患者 19 例,其中二支冠状动脉病变患者 5 例,三支冠状动脉病变患者 2 例(图 2A),阳性率为 39.58%。

2.1 2DE 评估冠心病患者室壁运动及其与冠状动脉血管造影术的对比

应用 2DE 技术评估 48 例患者的心肌节段,共计 816 节段,清晰显示 739 节段,显示率是 90.56%。通过 768 节段(不包括 17 节段)对三支冠状动脉情况进行评价(48 例患者共 144 支冠状动脉),2 名医师检查结果之间共 103 例结果相符,符合率为 71.53%。2 名超声心动图医师分别于冠状动脉造影结果对照后,诊断灵敏性、特异性、准确性以及 Kappa 系数(表 1,图 2B)。



A:冠状动脉血管造影显示 LCX 近段狭窄,箭头示狭窄率为 80%;B:2DE 收缩期心尖四腔心切面观,箭头示 6、12 节段显示不清;C:RT-3DE 方法 QLab 工作站分析所得“牛眼图”,5、6、11、12、16 节段绝大部分区域运动低于 5 mm(图中黑色区域室壁运动小于 5 mm);D:LVO 收缩期心尖四腔心切面观,箭头示 6、12 节段显示清晰,可见运动减弱

图 2 冠心病患者室壁节段运动异常患者 3 种超声心动图与冠状动脉血管造影表现

表 1 2DE 检查结果与冠状动脉血管造影结果比较

医师	灵敏度	特异度	假阳性率	假阴性率	准确率	P	Kappa 系数
医师 1	65.63%	96.43%	3.57%	34.38%	89.58%	0.12	0.67
医师 2	59.38%	94.64%	5.36%	40.63%	86.80%	0.17	0.59

2.2 RT-3DE 评估冠心病患者室壁运动及其与冠脉造影的对比

应用 RT-3DE 技术评估 48 例患者的心肌节段,共计 816 节段,清晰显示 743 节段,显示率是 91.05%。通过节段运动对三支冠状动脉情况进行评价,2 名医师检查结果之间共 138 例结果相符,符合率为 95.83%。

RT-3D-TTE 能较 2DE 清晰显示 16 节段的运动位移,通过 QLab 软件自动分析,2 名医师诊断结果符合率高,2 名超声心动图医师分别于冠状动脉造影结果对照后,诊断灵敏性、特异性、准确性以及 Kappa 系数(表 2,图 2C)。

表 2 RT-3DE 检查结果与冠状动脉血管造影结果比较

医师	灵敏度	特异度	假阳性率	假阴性率	准确率	P	Kappa 系数
医生 1	90.63%	90.18%	9.82%	9.38%	90.28%	0.06	0.74
医生 2	90.63%	91.07%	8.93%	9.38%	90.97%	0.09	0.76

2.3 LVO评估冠心病患者室壁运动及其与冠状动脉血管造影术的对比

应用LVO技术评估48例患者的心肌节段,共计816节段,清晰显示816节段,显示率是100%,明显高于2DE(90.56%)与RT-3DE(91.05),P值均<0.05。诊断准确率2名医师分别为93.75%、95.83%,优于2DE(89.58%,86.80%)和RT-3DE(90.28%,90.97%)。通过节段运动对三支冠状动脉情况进行评价,2名医师检查结果之间共131例结果相符,符合率为90.97%。2名超声心动图医师分别在与冠状动脉造影结果对照后,诊断灵敏性、特异性、准确性以及Kappa系数(表3,图2D)。

表3 LVO检查结果与冠状动脉血管造影结果比较

医师	灵敏度	特异度	假阳性率	假阴性率	准确率	P	Kappa系数
医生1	78.13%	98.21%	1.79%	21.88%	93.75%	0.18	0.81
医生2	84.38%	99.11%	0.89%	15.63%	95.83%	0.22	0.87

3 讨论

超声心动图作为诊断冠心病的常用影像学手段,在诊断冠心病、心肌梗死常见并发症如心肌变薄、室壁瘤及破裂、血栓等具有重要临床价值,但是对于冠心病心肌缺血时室壁运动异常的准确评估一直是超声心动图诊断的难点。大量的临床研究显示,心内膜边界的清晰显示是评价室壁运动、定量分析心功能指标的基础和重要环节[9-10]。

目前常规2DE仪器上常规配备有组织谐波技术方法诊断冠心病,具有简便、快捷的优点,但是仍有相当一部分患者的左心室内膜由于心尖振铃伪像等不可避免的原因显示不清晰或者不满意,这种情况在左心室前壁、侧壁和心尖部的心内膜显示上尤为突出,从而造成左心室节段室壁运动和整体心功能的评估困难[6]。国外学者的研究显示,10%~15%常规2DE无法获得清晰的左室心内膜,该比例在监护室的危重患者中上升到25%左右[12]。另外超声心动图医师的经验对于冠心病异常室壁运动准确识别的影响较大,这一局限性对于肥胖患者或者患有肺部疾病的患者检查时,尤为突出。本研究结果显示:应用2DE技术的心肌节段显示率为90.56%,仍有77节段显示不清,与国外的研究结果基本一致,但显示率略微高于国外研究,这可能是由于中国人种体型偏瘦造成的。2名超声心动图医师应用2DE技术评估冠心病患者室壁异常运动的符合率仅为71.53%,同时由于左室心内膜面显示不清或(和)显示不全,从而可能漏掉病变节段,容易发生漏诊。本研究假阴性率较高,为34.38%和40.63%。因此,该方法的灵敏度(65.63%和59.38%)、准确率(89.58%和86.80%)均较低,Kappa系数也仅为0.67(0.59),表明2DE与冠状动脉血管造影术结果之间吻合度一般,用于冠心病患者RWMA评估结果的可信度不高。

RT-3DE采用了实时三维全容积技术及先进的图像分析软件,因而可以较准确地获得心动周期中整个左心室室壁运动的情况,近几年来兴起的一种具有先进的矩阵探头和高通量的数据处理系统的心脏成像技术,它避免了传统二维超声心动图需要对心脏的三维空间几何形体进行假设的缺点,能实时、动态、快速、高效地显示出正常心脏解剖和心脏病理解剖的三维空间结构,特别是能清晰显示左室17节段的空间分布和运动状态。但是由于RT-3DE的图像质量来源于2DE,对于左室前壁、侧壁和心尖部等2DE显示欠清的心肌和左室内膜,RT-3DE同样也存在内膜显示不清的局限性。RT-3DE结果分析采用了软件定量的方法,虽极大地减小了操作者经验对检查结果的影响(2名医师检查结果符合率为95.83%),但未能解决2DE技术中图像质量对检查结果影响的问题,特别是在肥胖患者或者患有肺部疾病的患者中,由于图像质量不佳,软件无法对内膜面进行准确的追踪,因此可能出现假阳性(假阳性为9.82%和8.93%)或假阴性(假阴性率为9.38%和9.38%)结果。而且,患者如合并心率不齐,软件无法对心动周期进行识别,也会对检查结果造成一定的影响。因而,RT-3DE特异度(90.18%和91.07%)较低,容易发生误诊。但其准确率为90.28%和90.97%,较2DE明显增高,而且其Kappa系数为0.74和0.76,与冠状动脉血管造影术结果之间吻合度较强,因而RT-3DE技术在临床对冠心病患者的诊断中的价值高于2DE。

LVO是近年来飞速发展的一种超声心动图技术,美国超声心动图学会(ASE)2014年的指南指出,应用LVO能改善左心室心内膜边界的显示,其显示效果接近于心脏核磁共振电影成像[10]。由于超声造影剂的应用,极大地提高了左心室内膜面的显示[13-15],从而降低了由肥胖、肺部疾病、心尖振铃伪像及心尖缩短等引起的图像质量不佳对检查结果的影响,解决了2DE和RT-3DE技术未能解决的根本问题,提高了对室壁节段运动异常的诊断。已有相关临床研究显示,当左室内充满声学造影剂后,可清晰显示左室心内膜边界,从而可以更为准确地评价室壁的厚度及其有无运动障

碍,并可更加准确地评估左室收缩功能。本研究所用的超声造影剂 SonoVue 是一种脂类外膜包裹的六氟化硫微泡,平均直径为 3 μm,是目前在临床上广泛应用的声学造影剂,它在左心室造影、左室心肌声学造影等方面均具有较好的效果,受到临床的好评。本研究结果显示,采用 LVO 技术后,心肌节段的显示率由 2DE 的 90.56% 提高到 100%,差异具有统计学意义($P < 0.05$),表明 LVO 能明显改善室壁的显示效果。2 名医师诊断的特异度分别为 98.21% 和 99.11%,准确率分别为 93.75% 和 95.83%。而且 LVO 结果与冠状动脉血管造影术结果之间有很高的吻合度(Kappa 系数为 0.81 和 0.87),假阳性率(1.79% 和 0.89%)很低,不容易发生误诊。但是,由于该技术采用了半定量的检查方法,因而检查结果对操作者有一定的依赖性(2 名医师检查结果相同率为 90.97%,该结果略低于 RT-3DE 检查结果的符合率,但是远高于 2DE 的符合率)。

综合上述,3 种超声心动图检查方法(2DE、RT-3DE 以及 LVO)均能用于冠心病患者 RWMA 的评估。LVO 在 RWMA 的诊断中的应用是一次超声心动图的革新,解决了长期困扰超声心动图发展的图像质量对检查结果影响的问题,因此,其在冠心病患者室壁运动的准确评估中具有很高的应用价值,主要体现在提高了 2DE 和 RT-3DE 对于心肌节段的显示率,避免了因检查者经验不同而造成的误诊或漏诊。本研究应用 LVO 技术分析室壁节段运动异常时采用了人工半定量的方法,存在一定程度的人为误差,做出正确的诊断需要检查者具有丰富的临床经验。但我们相信,随着技术的不断完善,LVO 将会得到更加广泛的临床应用。

参考文献:

[1] 刘延玲, 熊鉴然. 临床超声心动图学[M]. 北京: 科学出版社, 2014: 839-866.

[2] Henjes C R, Hungerbuhler S, Bojarski I B, *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.

[3] Mulvagh S L, Rakowski H, Vannan M A, *et al*. American Society of Echocardiography Consensus Statement on the Clinical Applications of Ultrasonic Contrast Agents in Echocardiography[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2008, 21(11): 1179-1201.

[4] Saloux E, Labombarda F, Pellissier A, *et al*. Diagnostic value of three-dimensional contrast-enhanced echocardiography for left ventricular volume and ejection fraction measurement in patients with poor acoustic windows: a comparison of echocardiography and magnetic resonance imaging[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2014, 27(10): 1029-1040.

[5] Senior R, Becher H, Monaghan M, *et al*. Contrast echocardiography: evidence-based recommendations by European Association of Echocardiography[J]. Eur J Echocardiogr, 2009, 10(2): 194-212.

[6] Porter T R, Abdelmoneim S, Belcik J T, *et al*. Guidelines for the cardiac sonographer in the performance of contrast echocardiography: a focused update from the American Society of Echocardiography[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2014, 27(8): 797-810.

[7] 周永昌, 郭万学. 超声医学[M]. 6版. 北京: 人民军医出版社, 2011: 622-633.

[8] 朱天刚, 霍勇, 张运, 等. 超声心动图规范化培训教材[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2012: 152-154.

[9] Coon P D, Pollard H, Furlong K, *et al*. Quantification of left ventricular size and function using contrast-enhanced real-time 3D imaging with power modulation: comparison with cardiac MRI[J]. Ultrasound Med Biol, 2012, 38(11): 1853-8.

[10] Hoffmann R, Barletta G, von-Bardeleben S, *et al*. Analysis of left ventricular volumes and function: a multicenter comparison of cardiac magnetic resonance imaging, cine ventriculography, and unenhanced and contrast-enhanced two-dimensional and three-dimensional echocardiography[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2014, 27(3): 292-301.

[11] 易东. 军事医学统计学[M]. 北京: 军事医学科学出版社, 2008: 63-78.

[12] Platts D G, Luis S A, Roper D, *et al*. The safety profile of perflutren microsphere contrast echocardiography during rest and stress imaging: results from an Australian multicentre cohort[J]. Heart Lung Circ, 2013, 22(12): 996-1002.

[13] Muraru D, Badano L P, Peluso D, *et al*. Comprehensive analysis of left ventricular geometry and function by three-dimensional echocardiography in healthy adults[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2013, 26(6): 618-628.

[14] Kurt M, Shaikh K A, Peterson L, *et al*. Impact of contrast echocardiography on evaluation of ventricular function and clinical management in a large prospective cohort[J]. J Am Coll Cardiol, 2009, 53(9): 802-810.

[15] Tomaszuk-Kazberuk A, Lewczuk A, Sobkowicz B, *et al*. Is contrast echocardiography safe and useful for the assessment of left ventricular function in the perioperative period after cardiac surgery? A pilot study[J]. Kardiol Pol, 2010, 69(7): 680-686.

(**收稿**:2015-07-06;**修回**:2015-07-24)

(编辑 王 红)