

## 实时三维超声心动图对行急诊 PCI 的左心室室壁瘤患者短期疗效的评估

张明珠<sup>1</sup>, 张璐<sup>2</sup>, 任凤霞<sup>2</sup>, 刘天蕊<sup>2</sup>, 邓爱云<sup>2△</sup>

(1. 山西师范大学医院超声室, 山西临汾 041000; 2. 兰州大学第一医院心内科, 甘肃兰州 730000)

**[摘要]** **目的** 利用实时三维超声心动图(RT-3DE)对行急诊冠状动脉介入治疗(PCI)的左心室室壁瘤(LVA)患者术前及术后 2 个月的心功能相关指标进行比较, 评估急诊 PCI 短期疗效。**方法** 应用 RT-3DE 观察 31 例急性前壁心肌梗死(AAMI)并 LVA 患者术前、术后 2 个月的左心室舒张末期容积(LVEDV)、收缩末期容积(ESV)、心排量(CO)、舒张末期容积指数(EDVI)、收缩末期容积指数(ESVI)、心脏指数(CI)、左心室射血分数(LVEF)及左心室球形指数(SPI)。将 31 例 AAMI 患者分为功能性 LVA(A 组)、解剖性 LVA(B 组)及伴有血栓性 LVA(C 组)。对各组患者心功能参数进行组内及组间比较。**结果** 与术前比较, A 组术后 2 个月 LVEF 提高, SPI 降低( $P < 0.01$ ); B 组术后 2 个月的 CO、CI、LVEF 提高, SPI 降低( $P < 0.05$ ); C 组术后 2 个月 SPI 下降( $P < 0.05$ ); 3 组患者组间术前及术后 2 个月 EF 及 SPI 比较, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。术前及术后 2 个月 SPI 与 LVEF 呈负相关, 与 EDV、ESV、EDVI、ESVI、CO、CI 呈正相关。**结论** 功能性和解剖性 LVA 患者 PCI 术后 2 个月左心室形态及整体收缩功能改善, 伴有血栓性 LVA 术后 2 个月疗效不明显。

**[关键词]** 实时三维超声心动图; 左心室室壁瘤; 左心室功能; 球形指数; 冠状动脉介入治疗**[中图分类号]** R445.1**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2018)05-0650-04

**Evaluation of real-time three-dimensional echocardiography on short term curative effect of emergency percutaneous coronary intervention in patients with left ventricular aneurysm**

ZHANG Mingzhu<sup>1</sup>, ZHANG Lu<sup>2</sup>, REN Fengxia<sup>2</sup>, LIU Tianrui<sup>2</sup>, DENG Aiyun<sup>2△</sup>

(1. Ultrasound Room, Hospital of Shanxi Normal University, Linfen, Shanxi 041000, China; 2. Department of Cardiology, First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000, China)

**[Abstract]** **Objective** To use real-time three-dimensional echocardiography(RT-3DE) to compare the cardiac function related indicators between before operation and at postoperative 2 months in the patients with left ventricular aneurysm(LVA) undergoing emergency percutaneous coronary intervention(PCI), and to assess the PCI short term effect. **Methods** RT-3DE was applied to observe the left ventricular end-diastolic volume(LVEDV), end systolic volume(LVESV), cardiac output(CO), end-diastolic volume index(EDVI), end systolic volume index(ESVI), cardiac index(CI), left ventricular ejection fraction(LVEF) and left ventricular spherical index(SPI) before operation and at postoperative 2 months in 31 cases of acute anterior myocardial infarction(AAMI) complicating LVA. The patients were divided into the functional LVA group(A), anatomical LVA group(B) and complicating thrombus LVA group(C). The cardiac function parameters in various groups conducted the intra-group and inter-group comparisons. **Results** Compared with before operation, LVEF at postoperative 2 months in the group A was increased and SPI was decreased( $P < 0.05$ ); CO, CI and LVEF before operation and at postoperative 2 months in the group B were increased and SPI was decreased( $P < 0.05$ ); SPI at postoperative 2 months in the group C was decreased( $P < 0.05$ ); EF and SPI before operation and at postoperative 2 months had no statistical difference among 3 groups( $P > 0.05$ ). SPI before operation and at postoperative 2 months was negatively correlated with LVEF and positively correlated with EDV, ESV, EDVI, ESVI, CO and CI. **Conclusion** The left ventricular morphology and overall systolic function at 2 months after PCI in the patients with functional and anatomical LVA are improved, but the curative effect in the patients with complicating thrombus LVA is unobvious.

**[Key words]** real-time three-dimensional echocardiography; left ventricular aneurysm; left ventricular function; spherical index; Percutaneous coronary intervention

急性前壁心肌梗死(acute anterior myocardial infarction, AAMI)后左心室室壁瘤(left ventricular aneurysm, LVA)形成, 导致左心室形态失常, 部分患者左心室呈球形改变, 甚至伴有血栓形成<sup>[1-2]</sup>。实时三维超声心动图(real-time three-dimensional echocardiography, RT-3DE)能全容积显示左心室形态, 并能自动分析左心室容积及功能, 更接近实际<sup>[3]</sup>。本研究利用 RT-3DE 定量分析 LVA 患者急诊冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)术前、术后 2 个月的左心室几何形态及整体收缩功能, 探讨急诊 PCI 短期疗效。

**1 资料与方法**

**1.1 一般资料** 收集 2015 年 3 月至 2016 年 1 月于兰州大学第一医院心内科并行急诊 PCI 术的 LVA 患者 31 例, 均为 AAMI, 心尖部室壁瘤。其中男 23 例, 女 8 例, 年龄 40~80 岁, 平均(60.38±9.55)岁。伴有高血脂 5 例(16.13%), 高血压 15 例(48.39%), 吸烟 20 例(64.52%), 饮酒 10 例(32.29%), 冠状动脉(以下简称冠脉)3 支病变 20 例(64.52%), 冠脉 2 支病变 6 例(19.35%), 冠脉 1 支病变 5 例(16.13%)。将 31 例患者分为功能性 LVA 12 例(A 组), 解剖性 LVA 11 例(B 组),

伴有血栓性 LVA 8 例(C 组),均为住院患者,并获得知情同意,电话随诊。

**1.2 方法** 应用美国 GE VIVID E9 彩色多普勒超声显像仪,3 V 探头,频率为 1.7~3.4 MHz,帧速率大于 40 帧/秒,灰阶三维扇角 90°×90°,取样深度 15~25 cm,容积帧速率大于 20 容积/秒,仪器自带软件分析包,采集的图像可进行实时分析。受检者连接同步模拟心电图,左侧卧位,平静呼吸,采集三维图像:显示清晰的标准心尖四腔切面,调整帧频、增益等条件,启动“4D”模式,在“MEASURE”菜单中选取“Volume”下的“4D Auto LVQ”键,手动调整指示线;屏幕上同时显示出标准心尖四腔、心尖两腔、心尖三腔的二维图像,取心内膜显示最为清晰的心尖四腔图像;于左心室舒张末期和收缩末期,分别标记出二尖瓣环连线的中点和心尖位置;软件自动勾画出左心室内膜,系统自动显示左心室三维立体模型及左心室功能相关参数:舒张末期容积(EDV)、收缩末期容积(ESV)、心排血量(CO)、左心室射血分数(LVEF)及左心室球形指数(SPI),根据体表面积(body surface area,BSA),计算出左心室 EDV 指数(LVEDVI)、ESV 指数(ESVI)及心脏指数(CI)。LVA 患者超声纳入标准<sup>[4]</sup>:(1)功能性 LVA,在左心室前壁及心尖部室壁局部变薄,回声增强;收缩不同步,于收缩期心尖部室壁膨出呈瘤样改变。(2)解剖性 LVA,在功能性 LVA 基础上,心尖处室壁呈矛盾运动或无运动,整个心动周期中心尖部室壁膨出呈瘤样改变。(3)血栓性 LVA,在解剖性 LVA 的基础上伴有附壁血栓。为确保测量值的准确,由两位超声科主治医师进行图像采集,以上指标均测量 3 次,取平均值;二者观点不一致时请第三位医生参与,并进一步结合临床及冠脉造影术(CAG)检查结果进行综合诊断。BSA、EDVI 等计算公式如下:

$$BSA(m^2) = 0.0061 \times \text{身高}(cm) + 0.0128 \times \text{体质量}(kg) \quad (1)$$

$$EDVI = EDV/BSA \quad (2)$$

$$ESVI = ESV/BSA \quad (3)$$

$$CI = CO/BSA \quad (4)$$

**1.3 统计学处理** 应用 SPSS21.0 统计软件进行分析,计量资料符合方差齐性和正态分布的以  $\bar{x} \pm s$  表示,术前术后 2 个月参数组内比较采用两样本配对 *t* 检验;组间比较采用单因素方差分析;相关性采用直线相关 Pearson 分析法,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 3 组患者术前及术后 2 个月心功能各指标比较** 与术前比较,A 组患者术后 2 个月 LVEF 提高( $P < 0.01$ ),SPI 降低( $P < 0.01$ );B 组患者术后 2 个月 CO、CI、LVEF 均提高( $P < 0.05$ ),SPI 降低( $P < 0.01$ );C 组患者术后 2 个月 SPI 下降( $P < 0.01$ )。3 组患者术前及术后 2 个月心功能各指标比较,见表 1、2、3。

**2.2 3 组患者术前及术后 2 个月 LVEF 与 SPI 比较** 3 组患者组间术前及术后 2 个月的 LVEF 及 SPI 比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 4。

**2.3 术前及术后 2 个月 SPI、LVEF 与左心室心功能指标的相关性分析** 术前及术后 2 个月 SPI 与 LVEF 值呈弱负相关( $P > 0.05$ ),与 EDV、ESV、EDVI、ESVI、CO、CI 呈弱正相关( $P > 0.05$ )。术前及术后 2 个月 LVEF 值与 EDV、ESV、EDVI、ESVI、CO、CI 呈负相关( $P < 0.05$ ),见表 5。

**2.4 3 组患者术后左心室形态及整体收缩功能改善情况** A、B 组 LVA 患者术后左心室形态及整体收缩功能明显改善,手

术有疗效;C 组 LVA 患者术后恢复不明显。

**2.5 典型病例** 患者,男,60 岁,心尖四腔心切面显示左心室心尖部室壁瘤(图 1);心尖四腔心、两腔心及三腔心切面测定左心室容积、LVEF 及 SPI(图 2);3DE 立体显示室壁瘤瘤体形态,见图 3。

表 1 A 组患者术前术后心功能指标比较( $\bar{x} \pm s, n = 12$ )

指标	术前	术后 2 个月	<i>t</i>	<i>P</i>
SPI	0.31±0.03	0.27±0.04	-4.519	0.001
LVEF	0.47±0.07	0.51±0.06	4.650	0.001
EDV	150.83±43.36	142.55±41.42	-0.462	0.653
ESV	84.17±45.29	71.08±21.90	-1.315	0.215
EDVI	76.79±22.25	73.30±20.73	-0.406	0.693
ESVI	42.95±23.33	36.44±11.80	-1.264	0.232
CO	4.67±2.07	5.05±1.54	0.732	0.480
CI	2.37±1.02	2.57±0.82	0.753	0.467

表 2 B 组患者术前术后心功能指标比较( $\bar{x} \pm s, n = 11$ )

指标	术前	术后 2 个月	<i>t</i>	<i>P</i>
SPI	0.32±0.04	0.28±0.02	-5.018	0.001
LVEF	0.45±0.04	0.49±0.04	4.644	0.001
EDV	158.73±48.71	150.17±42.61	-0.450	0.657
ESV	92.18±31.38	77.64±30.59	-1.345	0.210
EDVI	86.15±26.99	82.85±23.75	-0.378	0.705
ESVI	50.58±17.37	42.16±16.56	-1.336	0.220
CO	4.54±0.88	5.57±1.34	2.540	0.029
CI	2.42±0.54	3.02±0.73	2.703	0.022

表 3 C 组患者术前术后心功能指标比较( $\bar{x} \pm s, n = 8$ )

指标	术前	术后 2 个月	<i>t</i>	<i>P</i>
SPI	0.33±0.02	0.31±0.02	-3.010	0.003
LVEF	0.44±0.07	0.45±0.07	1.221	0.262
EDV	165.63±61.97	160.50±73.43	-0.415	0.670
ESV	98.00±51.86	90.00±47.80	-0.801	0.450
EDVI	87.75±34.50	85.35±38.56	-0.410	0.675
ESVI	51.89±28.25	48.12±25.52	-0.762	0.456
CO	4.73±1.29	5.29±2.29	0.787	0.457
CI	2.50±0.76	2.79±1.23	0.755	0.475

表 4 3 组患者术前术后 LVEF 与 SPI 比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	<i>n</i>	LVEF		SPI	
		术前	术后 2 个月	术前	术后 2 个月
A 组	12	0.47±0.07	0.51±0.06	0.31±0.03	0.27±0.04
B 组	11	0.45±0.04	0.49±0.04	0.32±0.04	0.28±0.02
C 组	8	0.44±0.07	0.45±0.07	0.33±0.02	0.31±0.02
<i>F</i>		1.384	1.885	0.289	0.751
<i>P</i>		0.261	0.163	1.164	0.327

表 5 患者术前及术后 2 个月 SPI、LVEF 与心功能指标的相关性分析( $n=31$ )

参数	SPI				LVEF			
	$r$ (术前)	$P$ (术前)	$r$ (术后)	$P$ (术后)	$r$ (术前)	$P$ (术前)	$r$ (术后)	$P$ (术后)
SPI	1.000	—	1.000	—	-0.171	0.279	-0.189	0.232
LVEF	-0.171	0.279	-0.189	0.232	1.000	—	1.000	—
EDV	0.285	0.068	0.299	0.054	-0.616	0.000	-0.606	0.000
ESV	0.287	0.065	0.298	0.055	-0.735	0.000	-0.721	0.000
EDVI	0.288	0.065	0.244	0.120	-0.610	0.000	-0.590	0.000
ESVI	0.290	0.063	0.258	0.099	-0.737	0.000	-0.712	0.000
CO	0.258	0.100	0.271	0.083	-0.362	0.019	-0.333	0.031
CI	0.260	0.097	0.195	0.215	-0.346	0.025	-0.318	0.040



图 1 心尖四腔心切面

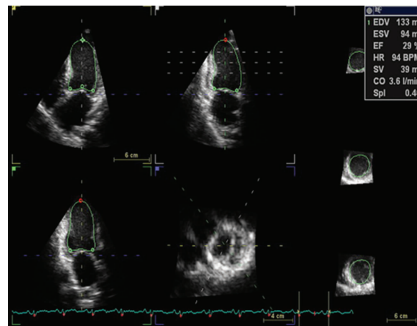


图 2 心尖四腔、两腔及三腔心切面

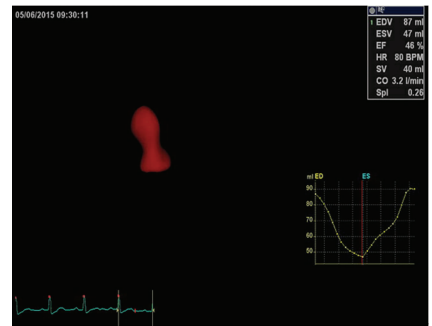


图 3 三维超声心动图立体

### 3 讨论

冠心病的发病率近年来仍然走高,发病年龄越来越年轻化,严重威胁着人类的健康,是众多专家研究的热点。AAMI 导致坏死心肌的收缩功能下降甚至丧失,从而引起心肌节段性运动异常,在心腔内压力等其他因素作用下,坏死的心肌局部向外膨出,形成室壁瘤。

功能性 LVA 瘤体的心肌并没有完全坏死,其内存在大量冬眠心肌细胞,发生不同程度的缺血缺氧,造成心肌收缩功能减低,室壁运动收缩不同步,心腔局部扩张、变形,呈瘤样改变。功能性 LVA 一般不需要外科手术,PCI 即可改善预后<sup>[5]</sup>。本研究中功能性 LVA 患者术后 2 个月 LVEF 比术前提高, SPI 比术前降低,均差异有统计学意义( $P<0.05$ ),说明左心室的收缩功能提高,左心室体积缩小,形态恢复。其中个别患者仅前壁和心尖部位减弱,术后不足以诊断为 LVA,说明术后左心室形态恢复明显,收缩功能改善良好,其原因可能是 PCI 术重建血运,有效地挽救了濒死心肌,唤醒了冬眠心肌,恢复了心肌的收缩功能<sup>[6]</sup>。

解剖性 LVA 发生于急性透壁性心肌梗死后,正常心肌组织被纤维结缔组织所取代,导致室壁变薄,收缩功能下降甚至丧失,局部膨出呈瘤样改变,左心室腔逐步整体扩大、变形,心功能明显下降<sup>[5]</sup>。LVA 术前的 SPI 越大,其形态越向球形发展,左心室容积越大, LVEF 就越小,收缩功能越差,心脏的排血能力就会下降, CI 就越小。这与本研究中 SPI 与心脏参数相关性分析的结果一致。PCI 术可以增强心肌的收缩功能,恢复左心室局部形态。本研究中 SPI 术后 2 个月比术前低,表明左心室体积缩小,形态有所恢复;术后 LVEF、CO、CI 比术前高,均差异有统计学意义( $P<0.05$ ),表明术后收缩功能提高,心脏排血能力有所恢复。LVEF、CO、CI 提高和 SPI 减小的原因是由于 AAMI 后短期内梗死区仍存在着存活的心肌细胞,

PCI 术将狭窄甚至完全阻塞的冠脉再通后,促进侧支循环,梗死区的存活心肌血流灌注改善,其收缩功能提高,射血能力恢复,心脏排血能力增强;左心室容积缩小,形态有所恢复<sup>[7]</sup>,这与相关研究结论一致<sup>[8-9]</sup>。

AAMI 并 LVA 形成,室壁变薄,收缩功能下降,矛盾运动或无运动,为附壁血栓形成创造了一定条件。心内膜发生炎症反应及内皮损伤,瘤体内血流速度减慢,血小板及纤维蛋白附着于粗糙的心室内膜从而形成血栓<sup>[10]</sup>。本研究中 C 组患者 SPI 术后 2 个月明显下降,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),说明形态有所恢复,但术后 LVEF 改善不明显,与术前比较差异无统计学意义( $P>0.05$ );其原因可能为左心室附壁血栓多附着于矛盾运动的心尖处,是 LVA 好发的部位<sup>[11]</sup>,由于血栓的影响,血流淤滞,左心室收缩功能明显下降,即便 PCI 术重建血运循环,残存的心肌也无法在短时间内恢复其局部的收缩功能,左心室重构可能会进行性发展<sup>[12]</sup>。由于 LVA 患者伴血栓者情况危急,保守治疗者居多,样本量少可能也是原因之一。具体机制有待于进一步研究和分析。

3 组患者 LVA 术前、术后 2 个月左心室几何形态及整体收缩功能恢复情况中, A 组状态最好, C 组收缩功能提高不明显,主要原因与各组病理进展相关,功能性 LVA 损伤较小,恢复最好, C 组恢复最慢。3 组患者组间术前、术后 2 个月的 LVEF 及 SPI 比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。原因可能是外科手术直接将增大的瘤体切除,左心室容积可以恢复正常状态<sup>[13]</sup>, PCI 仅改善残存心肌血供,无法拯救坏死心肌,一旦瘤体形成,短期内体积无法恢复到正常,仅仅只是缩小左心室体积或延缓瘤体的进一步发展。

RT-3DE 全容积显示左心室腔形态,能自动测定 SPI(图 2、3),无需几何假设及公式计算<sup>[14]</sup>。RT-3DE 立体成像可较准

确测量左心室功能参数,赵景宏等<sup>[15]</sup>研究发现,测量 LVA 患者的左心室容积及 LVEF 方面,RT-3DE 比二维超声(two dimensional ultrasound,2DE)更准确,与左心室造影所测值很接近。相关文献报道,RT-3DE 与 MRI、2DE 比较,RT-3DE 定量分析左心室功能准确性明显高于 2DE,与 MRI 有很好的相关性<sup>[16-18]</sup>。本研究利用 RT-3DE 定量分析 LVA 患者术前、术后 2 个月 LVEF 及 SPI,证实了急诊 PCI 术短期对功能性和解剖性 LVA 患者有疗效,对伴有血栓性的 LVA 患者疗效不明显。

但本研究尚存在一定的不足,样本量较小(总共 31 例),可能存在偏差。患者术前未行左心室造影,无法与超声结果进行比较。三维探头过大、视野角度过小等,对于左心室明显增大者可能出现心尖部不能完全包络,这些不足都有待于进一步完善。

## 参考文献

- [1] YANG H, ZHANG F F, PENG X H, et al. Efficacy of medication directed by home-monitoring cardiac resynchronization therapy in chronic heart failure patients[J]. *Chin Med Sci J*, 2014, 29(1): 61-62.
- [2] 樊红光,高歌,张昌伟,等.左心室下侧壁室壁瘤行左心室重建术后的近中期结果[J]. *中国循环杂志*, 2014, 29(3): 220-223.
- [3] 钱海红,吕凡,高洁.实时三维超声心动图定量评价急性下壁心肌梗死患者左心室节段收缩功能的价值[J]. *中华实用诊断与治疗杂志*, 2012, 26(9): 895-896.
- [4] 任卫东,常才. *超声诊断学*[M]. 3 版. 北京:人民卫生出版社, 2013: 132.
- [5] 曾宪珍,张蕾,刘剑刚.影响急性心肌梗死后早期心室重构的细胞外基质研究进展[J]. *中国心血管病研究*, 2011, 9(7): 520-523.
- [6] 刘利,王志刚,任建丽,等.实时三维超声心动图评价冠心病患者左前降支冠状动脉 PCI 术后左心室整体及局部收缩功能与同步性[J]. *中国医学影像技术*, 2012, 28(4): 680-684.
- [7] 王英莉.超声心动图在行经皮冠状动脉介入治疗的急性心肌梗死患者中的应用价值[J]. *实用心脑血管病杂志*, 2015, 23(7): 146-148.
- [8] 齐清华,张连仲,高传玉.实时三维超声心动图定量评价冠心病患者 PCI 术前后左心室重构及逆转[J]. *中国超声医学杂志*, 2011, 27(7): 621-623.
- [9] 王薇,李丹,黄雪兰,等.实时三维超声心动图对急性心肌梗死经皮冠状动脉介入治疗前后左心室功能变化的评价[J]. *中国全科医学*, 2015, 18(27): 3371-3375.
- [10] 张治平,鄢华,刘成伟,等.急性心肌梗死后室壁瘤形成与左室附壁血栓的关系[J]. *实用医学杂志*, 2011, 27(24): 4480-4481.
- [11] 张伟华,张新,罗鸿,等.冠心病合并左心室室壁瘤外科治疗临床分析[J]. *中华实用诊断与治疗杂志*, 2015, 29(3): 253-255.
- [12] 郭坤霞,卢桂林,刘成,等.超声心动图对急性心肌梗死并发左室附壁血栓的诊断价值分析[J]. *中国全科医学*, 2011, 14(35): 4084-4085.
- [13] 王瑶,高长青,王刚,等.术中经食管超声心动图比较 SAVE 和 Dor 手术切除左室前壁室壁瘤对左室形状、大小及功能的作用[J]. *中国超声医学杂志*, 2009, 25(4): 369-372.
- [14] 李玉曼,谢明星,王新房,等.应用新的四维左心室半自动定量工具测量正常人左心室容积和射血分数[J]. *中国医学影像技术*, 2011, 27(1): 83-86.
- [15] 赵景宏,乔彦,刘涛,等.实时三维超声心动图测量室壁瘤患者左心室容积和收缩功能的可行性研究[J]. *临床超声医学杂志*, 2014, 16(2): 20-22.
- [16] VILLANUEVA C, MILDRED D, MANGANAS C. Ruptured left ventricular false aneurysm following acute myocardial infarction; case report and review of the literature[J]. *Heart Lung Circ*, 2014, 23(12): 261-263.
- [17] ZHAI H, MU Y M, GUAN L N, et al. The value of aneurysm volume and myocardial strain rate for evaluating cardiac function of ischemia-related left ventricular aneurysm in a rabbit model using real time three-dimensional echocardiographic imaging combined with speckle tracking imaging[J]. *Echocardiography*, 2013, 30(7): 837-842.
- [18] MARSAN N A, WESTENBERG J J, ROES S D, et al. Three-Dimensional echocardiography for the preoperative assessment of patients with left ventricular aneurysm[J]. *Ann Thorac Surg*, 2011, 91(1): 113-122.

(收稿日期:2017-06-24 修回日期:2017-09-04)

(上接第 649 页)

heart disease in different criterion of impaired fasting glucose: a Meta-analysis[J]. *Medicine*, 2015, 94(40): e1740.

- [13] 王浩然,于春江.动脉粥样硬化发生机制及治疗药物的研究进展[J]. *首都医科大学学报*, 2010, 31(6): 828-833.
- [14] 中国心脏调查组.中国住院冠心病患者糖代谢异常研究——中国心脏调查[J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2006, 22(1): 7-10.
- [15] VANPOPELE N M, ELIZABETH H A, MATTACE-RASO F U, et al. Impaired fasting glucose is associated with increased arterial stiffness in elderly people without diabetes mellitus: the Rotterdam Study[J]. *J Am Geriatr Soc*, 2006, 54(3): 397-404.

[16] SUZUKI K, TAKANO H, KUBOTA Y, et al. Plaque characteristics in coronary artery disease patients with impaired glucose tolerance[J]. *PLoS One*, 2016, 11(12): e0167645.

[17] BARTER P, GOTTO A M, LAROSA J C, et al. HDL cholesterol, very low levels of LDL cholesterol, and cardiovascular events[J]. *N Engl J Med*, 2007, 357(13): 1301-1310.

(收稿日期:2017-06-28 修回日期:2017-09-08)