

二维斑点追踪技术评估冠状动脉粥样硬化性心脏病合并右冠状动脉狭窄患者右室功能

陈悦 董芝芝 刘祖林 石豆子 刘蓉

摘要 **目的** 应用二维斑点追踪(2D-STE)技术评估冠状动脉粥样硬化性心脏病(以下简称冠心病)合并右冠状动脉狭窄患者右室功能。**方法** 选取我院拟诊为冠心病的患者137例,根据冠状动脉造影结果及是否合并右冠状动脉狭窄,分为对照组64例(A组,冠状动脉狭窄率 $<50\%$)、冠心病未合并右冠状动脉狭窄组37例(B组)及冠心病合并右冠状动脉狭窄组36例(C组),应用2D-STE测量各组右室游离壁整体峰值纵向应变(GLS)、游离壁和室间隔侧基底段、中间段、心尖段收缩期纵向峰值应变(ϵ),以及右室收缩期峰值应变率(SRs)、舒张早期峰值应变率(SRe)及舒张晚期峰值应变率(SRa),比较各组上述参数的差异。**结果** 各组室间隔侧基底段、中间段 ϵ 和游离壁侧基底段、中间段、心尖段 ϵ ,以及游离壁GLS、SRs比较,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);A、B组游离壁侧各节段 ϵ 、游离壁GLS及SRs比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);C组室间隔侧基底段和中间段 ϵ 、游离壁侧各节段 ϵ 、游离壁GLS及SRs均较B组减低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);各组室间隔侧心尖段 ϵ 、SRe及SRa比较差异均无统计学意义。**结论** 2D-STE可有效评估冠心病合并右冠状动脉狭窄患者右室功能障碍,为冠心病患者右室功能的早期诊断及预后评估提供参考。

关键词 超声心动描记术;斑点追踪;冠状动脉粥样硬化性心脏病;右冠状动脉狭窄;心室功能,右
[中图分类号]R540.45;R541.4 [文献标识码]A

Evaluation of right ventricular function in patients with coronary atherosclerotic heart disease complicated with right coronary artery stenosis by two-dimensional speckle tracking echocardiography

CHEN Yue, DONG Zhizhi, LIU Zulin, SHI Douzi, LIU Rong

Department of Ultrasound, the First Clinical College of China Three Gorges University, Yichang Central People's Hospital, Hubei 443000, China

ABSTRACT **Objective** To evaluate right ventricular function in patients with coronary atherosclerotic heart disease (CHD) complicated with right coronary artery stenosis by two-dimensional speckle tracing echocardiography (2D-STE). **Methods** A total of 137 patients who were suspected with CHD in our hospital were selected. According to the results of coronary angiography and the presence or absence of right coronary artery stenosis, the patients were divided into control group (Group A, coronary artery stenosis $<50\%$, $n=64$), CHD without right coronary artery stenosis group (Group B, $n=37$) and CHD with right coronary artery stenosis group (Group C, $n=36$). 2D-STE was used to measure the free wall global longitudinal peak strain (GLS), the peak systolic strain (ϵ) of the free wall and ventricular septal side for basal, mid, and apical segment, the peak systolic strain rate (SRs), the peak early diastolic strain rate (SRe) and peak late diastolic strain rate (SRa) in right ventricular, and the differences of the above parameters among the groups were compared. **Results** There were significant differences in the basal and mid segment ϵ of the ventricular septum, the basal segment, the middle segment and the apical segment ϵ of the free wall side, and the GLS and SRs of the free wall among all groups (all $P<0.05$). There were significant differences in each segment ϵ , GLS and SRs of the free wall between Group A and Group B (all $P<0.05$). Compared with Group B, the basal and mid segment ϵ of ventricular septum, each segment ϵ and GLS and SRs of the free wall decreased in group C (all $P<0.05$). There were no

基金项目:湖北省宜昌市医疗卫生科研项目(A20-2-006)

作者单位:443000 湖北省宜昌市,三峡大学第一临床医学院 宜昌市中心人民医院超声科

通讯作者:刘蓉, Email: stream0917@163.com

significant difference in septal apical segment ε , SRe and SRa among all groups. **Conclusion** 2D-STE can effectively evaluate right ventricular dysfunction in patients with CHD complicated with right coronary stenosis, providing reference for the early diagnosis and prognosis of right ventricular function in patients with CHD in clinic.

KEY WORDS Echocardiography; Speckle tracking; Coronary atherosclerotic heart disease; Right coronary artery stenosis; Ventricular function, right

冠状动脉粥样硬化狭窄可导致心肌组织缺血、缺氧,从而引起心室功能障碍,其中以左室受累最常见,而右室常被忽略,右室 2/3 的血供来自右冠状动脉^[1]。研究^[2]表明,右冠状动脉病变可导致右室缺血梗死,显著增加冠状动脉粥样硬化性心脏病(以下简称冠心病)患者的死亡率。因此,早期评估右室功能对冠心病患者的治疗及预后尤为重要。研究^[3]发现,部分冠心病患者发生心肌缺血或功能障碍,尤其是右室受累时,在心电图及常规超声心动图上往往不易检出。二维斑点追踪(two-dimensional speckle tracing echocardiography, 2D-STE)技术是一种无创、简便评估心肌运动的新方法,近年已有研究^[4]证实了 2D-STE 评估右室功能的可行性。本研究旨在探讨 2D-STE 在评估冠心病合并右冠状动脉狭窄患者右室功能中的应用价值。

资料与方法

一、研究对象

选取 2020 年 5 月至 2021 年 6 月于我院心血管内科因胸痛、胸闷入院拟诊为冠心病患者 137 例,其中,男 70 例,女 67 例,年龄 50~73 岁,平均(60.64±9.05)岁。纳入标准:①均无节段性室壁运动异常;②既往无冠状动脉介入治疗及血运重建术史;③病史资料齐全。排除标准:①中至重度心脏瓣膜病;②严重心律失常及室性传导阻滞;③先天性心脏病;④严重肝肾功能不全等。根据冠状动脉造影结果及是否合并右冠状动脉狭窄分为对照组 64 例(A 组,冠状动脉狭窄率<50%)、冠心病未合并右冠状动脉狭窄组 37 例(B 组,左主干、左前降支或左回旋支任意一支狭窄率≥50%且未合并右冠状动脉狭窄)及冠心病合并右冠状动脉狭窄组 36 例(C 组,左主干、左前降支或左回旋支任意一支狭窄率≥50%且合并右冠状动脉狭窄)。本研究经我院医学伦理委员会批准(HEC-KYJJ-2019-057-01),所有研究对象均采取自愿原则并签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. 常规超声心动图检查:使用 GE Vivid E 9 彩色多普勒超声诊断仪,频率 1.7~3.4 MHz。于冠状动脉造影

前 24 h 内行超声心动图检查,连接同步心电图,于静息状态下测量右侧肱动脉收缩压及舒张压,获取心尖四腔心、三腔心及两腔心切面连续 5 个心动周期动态图像,根据美国超声心动图成人心腔测量指南^[5],测量右室舒张末期横径(RVEDD)、三尖瓣环收缩期位移(TAPSE);应用双平面 Simpson 法测量右室面积变化分数(RVFC)、左室射血分数(LVEF)、左室每搏量(LVSV);于心尖四腔心切面采用组织多普勒测量三尖瓣环收缩期峰值流速(S')、三尖瓣环舒张早期流速(Em)及三尖瓣环舒张晚期流速(Am)。以上参数均重复测量 3 次取平均值。

2. 2D-STE 检查:将所有超声心动图像导入 EchoPac 软件进行分析。使用 2D-STE 手动描绘右室心内膜边界并调整感兴趣区域宽度获得最佳图像,记录右室游离壁整体峰值纵向应变(GLS)和右室游离壁和室间隔侧基底段、中间段、心尖段收缩期纵向峰值应变(ε),以及右室收缩期峰值应变率(SRs)、舒张早期峰值应变率(SRe)、舒张晚期峰值应变率(SRa)。

3. 重复性检验:随机选择 30 例患者,由两名研究者按照同样的方法对上述 2D-STE 参数进行测量,检测观察者间重复性。

三、统计学处理

应用 SPSS 26.0 统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,多组比较采用单因素方差分析,组间两两比较采用 LSD 法;计数资料以频数或率表示,组间比较采用 χ^2 检验。观察者间重复性检验采用组内相关系数(ICC)表示。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、各组一般资料比较

各组性别、年龄、收缩压、舒张压、空腹血糖、吸烟史、饮酒史及高血压病史占比比较,差异均无统计学意义。B、C 组糖尿病史占比明显高于 A 组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);B、C 组糖尿病史占比比较差异无统计学意义。见表 1。

二、各组常规超声心动图参数比较

各组 RVEDD、RVFAC、TAPSE、LVEF、LVSV、S'、Em、Am 比较差异均无统计学意义。见表2。

三、各组 2D-STE 参数比较

各组室间隔侧基底段、中间段 ϵ 和游离壁侧基底段、中间段、心尖段 ϵ ，以及游离壁 GLS、SRs 比较，差异

均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。A、B 组游离壁 GLS、游离壁侧各节段 ϵ 及 SRs 比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)；C 组室间隔侧基底段和中间段 ϵ 、游离壁 GLS、游离壁侧各节段 ϵ 及 SRs 均较 A、B 组减低，差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。各组室间隔侧心尖段 ϵ 、SR ϵ 及 SR α 比较差异均无统计学意义。见表3和图1。

表1 各组一般资料比较($\bar{x} \pm s$)

组别	年龄(岁)	男/女(例)	收缩压(mm Hg)	舒张压(mm Hg)	吸烟史(例)	饮酒史(例)	糖尿病史(例)	高血压病史(例)	空腹血糖(mmol/L)
A组(64)	59.42±8.94	27/37	131.19±16.12	80.36±10.72	16	12	2	35	5.27±0.90
B组(37)	63.54±8.12	22/15	134.73±17.44	79.16±11.87	14	10	7 ^a	27	5.43±1.28
C组(36)	59.81±9.69	21/15	130.61±17.56	78.06±11.07	13	7	6 ^a	25	5.32±1.47
<i>F</i> / χ^2 值	2.701	3.823	1.515	1.816	2.300	1.175	7.636	4.126	0.444
<i>P</i> 值	0.071	0.148	0.469	0.403	0.317	0.556	0.022	0.127	0.801

与A组比较，^a $P < 0.05$ 。1 mm Hg=0.133 kPa

表2 各组常规超声心动图参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	RVEDD	RVFAC(%)	LVEF(%)	LVSV(ml)	TAPSE(mm)	S'(cm/s)	Em(cm/s)	Am(cm/s)
A组	29.55±4.74	65.33±6.36	63.19±4.17	66.20±11.95	19.58±2.49	9.51±1.71	6.98±1.59	10.30±1.74
B组	30.44±4.85	65.76±5.33	62.49±4.72	61.73±14.38	19.61±2.95	9.68±1.88	6.79±1.75	10.24±1.88
C组	28.85±5.00	62.97±7.42	61.06±3.95	64.81±13.22	18.77±2.88	9.23±1.85	6.30±1.67	9.59±2.05
<i>F</i> 值	0.962	3.275	2.875	3.390	3.222	0.573	1.954	1.781
<i>P</i> 值	0.385	0.194	0.060	0.184	0.200	0.565	0.146	0.173

RVEDD:右室舒张末期横径;RVFAC:右室面积变化分数;LVEF:左室射血分数;LVSV:左室每搏量;TAPSE:三尖瓣环收缩期位移;S':三尖瓣环收缩期峰值流速;Em:三尖瓣环舒张早期流速;Am:三尖瓣环舒张晚期流速

表3 各组 2D-STE 参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	游离壁 GLS (%)	室间隔侧 ϵ (%)			游离壁侧 ϵ (%)			SRs(s^{-1})	SR ϵ (s^{-1})	SR α (s^{-1})
		基底段	中间段	心尖段	基底段	中间段	心尖段			
A组	-18.91±5.26	-33.50±9.53	-28.79±7.00	-23.25±5.36	-21.07±8.07	-17.98±5.43	-18.05±4.70	-1.80±0.52	1.46±0.57	1.51±0.45
B组	-16.11±5.35 ^a	-31.56±7.47	-27.09±5.22	-21.94±5.48	-17.40±6.31 ^a	-14.99±6.02 ^a	-15.95±6.41 ^a	-1.72±0.43 ^a	1.39±0.61	1.45±0.48
C组	-12.91±3.71 ^{ab}	-27.52±7.85 ^{ab}	-24.75±5.97 ^{ab}	-20.62±5.98	-12.45±5.48 ^{ab}	-12.29±3.82 ^{ab}	-13.99±4.03 ^{ab}	-1.50±0.60 ^{ab}	1.25±0.54	1.40±0.55
<i>F</i> 值	17.301	5.603	4.774	2.629	17.495	14.023	7.604	7.046	1.505	0.588
<i>P</i> 值	<0.0001	0.005	0.010	0.076	<0.0001	<0.0001	0.001	0.030	0.226	0.557

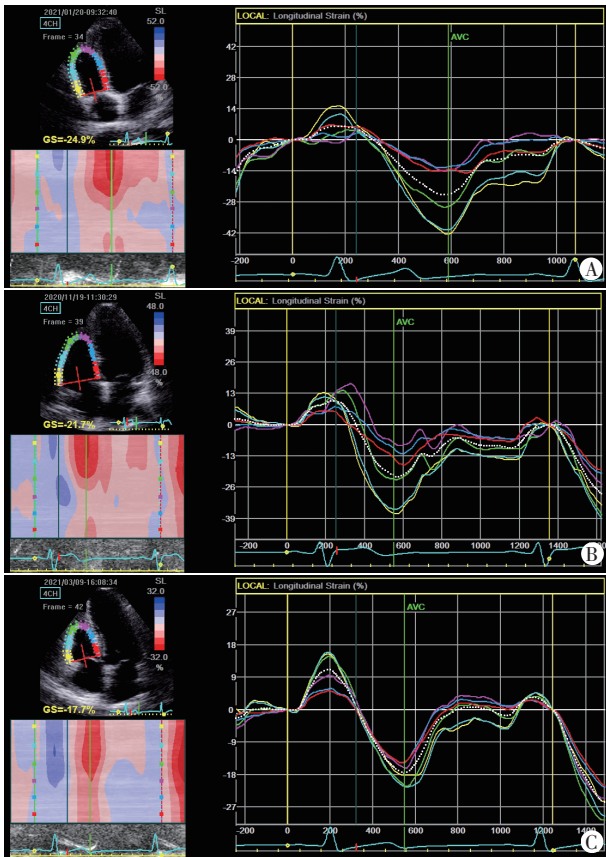
与A组比较，^a $P < 0.05$ ；与B组比较，^b $P < 0.05$ 。GLS:整体峰值纵向应变； ϵ :收缩期纵向峰值应变；SRs:收缩期峰值应变率；SR ϵ :舒张早期峰值应变率；SR α :舒张晚期峰值应变率

四、重复性检验结果

重复性检验结果显示,观察者间游离壁 GLS、室间隔侧基底段 ϵ 、中间段 ϵ 、心尖段 ϵ 及游离壁侧基底段 ϵ 、中间段 ϵ 、心尖段 ϵ 、SRs、SR ϵ 及 SR α 的 ICC 值分别为 0.800(95% 可信区间 0.736~0.819)、0.750(95% 可信区间 0.714~0.785)、0.745(95% 可信区间 0.700~0.787)、0.716(95% 可信区间 0.671~0.765)、0.771(95% 可信区间 0.737~0.826)、0.683(95% 可信区间 0.669~0.725)、0.735(95% 可信区间 0.706~0.795)、0.857(95% 可信区间 0.814~0.882)、0.830(95% 可信区间 0.741~0.851)、0.860(95% 可信区间 0.817~0.903);表明重复性均良好。

讨 论

冠心病是一种临床常见疾病,近年来其发病率逐渐增加,严重影响患者的生活质量。大多数冠心病患者早期虽无明显节段性室壁运动异常,但心肌功能已发生改变,且最常累及左室。而右室也是心脏的重要组成部分,其功能受损将严重影响患者预后^[6]。研究^[7]表明,冠心病患者右室功能障碍往往发生更早且进展更快,易导致心力衰竭、心律失常等不可逆性并发症。右室功能也是冠状动脉旁路移植术后发病率和死亡率的主要预测因素^[8]。由于右室几何形态复



A: A 组, 游离壁 GLS 为 -24.9%; B: B 组, 游离壁 GLS 为 -21.7%; C: C 组, 游离壁 GLS 为 -17.7%

图 1 各组 2D-STE 图

杂, 心肌收缩时运动方向不一致, 导致常规超声心动图评估右室壁运动时会低估右室功能障碍^[9]。本研究发现, 各组 RVEDD、RVFAC、TAPSE、LVEF、LVS_V、S_V、Em、Am 比较差异均无统计学意义, 表明常规超声心动图对冠心病患者早期右室功能的检测具有一定的局限性。2D-STE 通过逐帧追踪二维灰阶图像心肌的运动轨迹, 测量右室整体及各节段纵向应变以量化右室整体及局部收缩功能, 是检出右室功能障碍的有效方法^[10]。本研究旨在探讨 2D-STE 评估冠心病合并右冠状动脉狭窄患者右室功能改变的价值。

Lemarié 等^[11]研究发现, 与常规超声心动图参数相比, 应用 2D-STE 测得的右室应变参数评估心肌梗死患者右室功能更准确。Chang 等^[3]研究证实, 应用 2D-STE 所测右室纵向应变可无创评估冠心病患者右室整体收缩功能的早期改变。本研究结果显示, 与 A 组比较, B、C 组游离壁 GLS、游离壁侧各节段 ϵ 及 SR_s 均明显减低 (均 $P < 0.05$), 表明冠心病患者在出现节段性室壁运动异常之前其右室收缩功能已发生改变。与上述研究一致, 分析原因可能与右室的解剖学因素有

关。因冠状动脉狭窄时受累心肌缺血影响左室功能, 左室舒张功能减低使右室压力负荷增加, 而右室壁较薄, 顺应性大, 承受压力负荷的能力较弱, 因此首先发生右室心肌代偿性重塑及心肌纤维化, 导致右室收缩功能减低^[12]。由于右室游离壁心内膜下心肌的纵向运动在血流动力学中起主导作用^[13], 因此右室收缩功能减低主要表现为右室游离壁纵向应变的减低。

Kidawa 等^[14]使用 M 型超声测量 TAPSE 评估右室收缩功能, 发现与未合并右冠状动脉狭窄的右室心肌梗死患者相比, 合并右冠状动脉狭窄的右室心肌梗死患者 TAPSE 更低 ($P < 0.05$), 表明右冠状动脉狭窄时右室收缩功能减低更显著。本研究在此基础上纳入 2D-STE 参数即右室应变及应变率, 结果发现, 与 B 组比较, C 组游离壁 GLS、游离壁侧各节段 ϵ 及 SR_s 更低 (均 $P < 0.05$), 而两组 TAPSE 比较差异无统计学意义。这可能与右室的血供有关, 因右冠状动脉主要供应右室游离壁心肌, 当合并右冠状动脉病变时, 右室受累心肌缺血进一步加重, 游离壁运动程度更低, 从而使右室游离壁整体及各节段收缩功能进一步减低^[15]。而 2D-STE 无角度依赖性, 且不受运动方向的影响, 其参数较 TAPSE 可更准确、客观地评估右室收缩功能。另外, 本研究结果显示, 与 B 组比较, C 组室间隔侧基底段及中间段 ϵ 均减低 (均 $P < 0.05$), 分析原因为室间隔侧基底段及中间段的心肌同时接受右冠状动脉及部分左前降支血管的双重供应, 对缺血较敏感^[16]; 也可能与两心室收缩时的相互作用有关, 或是对心外膜下心肌纤维扭转增加的一种代偿表现。本研究中 B、C 组 SR_e 及 SR_a 比较差异均无统计学意义, 分析原因可能为右冠状动脉狭窄时, 右室血供减少使其舒张功能减低, 导致右室舒张末期容积减少即右室前负荷减低, 而舒张期应变率与前负荷的相关性较低^[17]。本研究还发现, 观察者间所测右室游离壁 GLS、各节段 ϵ 、SR_s、SR_e 及 SR_a 的 ICC 值为 0.74~0.87, 提示重复性均较好。与既往研究^[4]一致, 表明 2D-STE 作为一种无创、简便的方法可在临床工作中广泛使用。

综上所述, 2D-STE 可有效评估冠心病合并右冠状动脉狭窄患者右室功能障碍, 为临床早期干预提供参考依据。但本研究纳入样本量较小, 且未根据冠状动脉病变的严重程度进一步分组分析。未来将增加样本量, 评估右室应变与冠状动脉严重程度之间的相关性, 并针对冠心病患者的预后进行深入研究。

参考文献

- [1] Rambihar S, Dokainish H. Right ventricular involvement in patients with coronary artery disease [J]. *Curr Opin Cardiol*, 2010, 25 (5) : 456-463.
- [2] Zornoff LA, Skali H, Pfeffer MA, et al. Right ventricular dysfunction and risk of heart failure and mortality after myocardial infarction [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2002, 39(9) : 1450-1455.
- [3] Chang WT, Liu YW, Liu PY, et al. Association of decreased right ventricular strain with worse survival in non-acute coronary syndrome angina [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2016, 29(4) : 350-358.
- [4] Chang WT, Tsai WC, Liu YW, et al. Changes in right ventricular free wall strain in patients with coronary artery disease involving the right coronary artery [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2014, 27(3) : 230-238.
- [5] Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2016, 17 (4) : 412.
- [6] Nakagawa A, Yasumura Y, Yoshida C, et al. Prognostic importance of right ventricular-vascular uncoupling in acute decompensated heart failure with preserved ejection fraction [J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2020, 13(11) : e011430.
- [7] Lai W, Jie H, Jian-Xun D, et al. Impact of concomitant impairments of the left and right ventricular myocardial strain on the prognoses of patients with ST-elevation myocardial infarction [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 8(1) : 659364.
- [8] Peyrou J, Chauvel C, Pathak A, et al. Preoperative right ventricular dysfunction is a strong predictor of 3 years survival after cardiac surgery [J]. *Clin Res Cardiol*, 2017, 106(9) : 734-742.
- [9] 王颖,董彧,孙利华,等.二维斑点追踪技术评价系统性红斑狼疮并发不同程度肺动脉收缩压患者右室功能[J]. *中国超声医学杂志*, 2018, 34(2) : 129-132.
- [10] Chen YL, Xu TY, Xu JZ, et al. A speckle tracking echocardiographic study on right ventricular function in primary aldosteronism [J]. *J Hypertens*, 2020, 38(11) : 2261-2269.
- [11] Lemarié J, Huttin O, Girerd N, et al. Usefulness of speckle-tracking imaging for right ventricular assessment after acute myocardial infarction: a magnetic resonance imaging/echocardiographic comparison within the relation between aldosterone and cardiac remodeling after myocardial infarction study [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2015, 28(7) : 818-827.
- [12] Sanz J, Sánchez-Quintana D, Bossone E, et al. Anatomy, function, and dysfunction of the right ventricle: JACC state-of-the-art review [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2019, 73(12) : 1463-1482.
- [13] 刘修颖,孙阳,冉海涛,等.二维斑点追踪技术评价不同等级左室舒张功能不全心力衰竭患者的右室功能[J]. *中华超声影像学杂志*, 2020, 29(7) : 564-570.
- [14] Kidawa M, Kasprzak J, Wierchowski T, et al. Right ventricular function suffers from reperfusion delay: tissue Doppler study [J]. *Clin Cardiol*, 2010, 33(1) : 43-48.
- [15] Bowers TR, O'Neill WW, Grines C, et al. Effect of reperfusion on biventricular function and survival after right ventricular infarction [J]. *N Engl J Med*, 1998, 338(14) : 933-940.
- [16] Rallidis LS, Makavos G, Nihoyannopoulos P. Right ventricular involvement in coronary artery disease: role of echocardiography for diagnosis and prognosis [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2014, 27(3) : 223-229.
- [17] Marwick TH. Measurement of strain and strain rate by echocardiography: ready for prime time? [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2006, 47(7) : 1313-1327.

(收稿日期:2022-01-05)

《临床超声医学杂志》征订启事

《临床超声医学杂志》是经国家科委批准,集超声影像诊断、治疗、工程及基础研究为一体的科技刊物。国内外公开发行,月刊。为“中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊”、“中国科技核心期刊(中国科技论文统计源期刊)”。设有临床研究、实验研究、经验交流、病例报道、述评、专家讲座、工程及译文等栏目,报道超声医学领域影像诊断与治疗的先进技术和前沿进展,为广大临床超声医师和研究人员提供良好的学术交流平台。

本刊刊号:ISSN 1008-6978;CN 50-1116/R。邮发代号:78-116。

每期定价:19元,全年228元(含邮寄费)。请到全国各地邮局订阅,也可直接向本刊编辑部订阅。

地址:重庆市渝中区临江路74号,重庆医科大学附属第二医院内,临床超声医学杂志编辑部。邮编:400010

电话:023-63811304,023-63693117。Email:lccscq@vip.163.com