

组织多普勒成像技术对系统性红斑狼疮心脏功能评价的研究进展

贺贇 李国杰 朱向明

【摘要】 目的 探讨组织多普勒成像技术(TDI)对系统性红斑狼疮心脏功能的评价及其进展。**方法** 通过 pubmed 数据库、中国知网数据库查阅 2009 年 1 月—2015 年 2 月国内外关于组织多普勒成像技术在系统性红斑狼疮心脏病变中的应用有关文献,进行总结归类。**结果** 发现系统性红斑狼疮心脏病变表现是多方面的,包括心肌、心包、瓣膜以及冠脉等不同程度的损害。这些损害 2D 超声早期难以判断;而运用 TDI 相关指标 S_m 、 e'/a' 值、 e' 值、 E/e' 比值不仅可以对其进行早期评估,还可以对其严重程度及预后可做出准确的判断,从而为临床及时处置提供决策信息。**结论** TDI 不但能够早期并较好的评价系统性红斑狼疮心脏功能改变,而且对心脏损害的系列病变的检测也具有重要价值。

【关键词】 红斑狼疮,系统性; 心脏功能; 组织多普勒成像技术; 评价; 进展

Value and research progress of tissue Doppler imaging in evaluating cardiac function of patients with systemic lupus erythematosus He Yun, Li Guojie, Zhu Xiangming. Department of Ultrasound, Yijishan Hospital of Wannan Medical College, Wuhu 241001, China
Corresponding author: Zhu Xiangming, Email: zhuxmwuhu@163.com

【Abstract】 Objective To explore the value and research progress of the Tissue Doppler Imaging in evaluating cardiac function of patients with systemic lupus erythematosus. **Methods** To review and summarize the relevant literatures in PubMed database and CNKI database from January 2009 to February 2015 concerning the application of Tissue Doppler Imaging in cardiac involvement of systemic lupus erythematosus. **Results** Find varieties of heart disease complicated with systemic lupus erythematosus, including varying degrees of impairment about myocardial, pericardium, coronary artery and valvular, because of the damage is difficult to determine by two-dimensional ultrasound early, using TDI index such as S_m , e'/a' value, e' value and E/e' ratio can not only early assessment, but also can make accurate judgment and about the damage degree and the prognosis, so as to provide decision-making information for clinical treatment timely. **Conclusions** Tissue Doppler Imaging has not only high sensitivity for early change of cardiac function complicated with systemic lupus erythematosus, but also higher value for detecting the series heart diseases about systemic lupus erythematosus.

【Key words】 Lupus erythematosus, systemic; Cardiac function; Tissue Doppler Imaging; Evaluation; Progress

系统性红斑狼疮(systemic lupus erythematosus, SLE)为一原因未明的自身免疫性疾病,一般认为其大部分病变系Ⅲ型变态反应,即免疫复合物沉积所致。SLE 多器官损害中,心脏是最易遭受免疫复合物侵害的器官之一,随病程进展,包括心肌、心包、冠状动脉及瓣膜等均可受到不同严重程度的损伤,是降低患者生存率的主要因素之一^[1]。由于 SLE 患者临床症状和体征无明显特异性,且许多患者在无明显临床表现时就可能已经存在心肌损害^[2],因此早期检测心脏结构及功能改变情况,对指导临床进行相应治疗具有重要意义。现将有关组织多普勒成像技术(tissue Doppler imaging, TDI)对 SLE 心脏病功能评价及其进展综述如下。

1 TDI 检测 SLE 患者左心功能

近年来,国内外学者应用 TDI 对 SLE 并发心脏疾病的检查及早期诊断做了多方面的研究,Shang 等^[3]研究报道,在检测 SLE 心脏早期损害方面,TDI 比传统超声检查更敏感。TDI 技术通过低频滤波器去除了心腔内血流产生的高速低振幅的频移信号,保留了心脏结构的低速高振幅运动信号。TDI 在 1 次心动周期中显示 3 个峰,一个正相收缩期波峰和两个负相舒张期波峰;正相波(s')表示心肌的收缩期峰值,负相波分别代表舒张早期心肌运动峰值(e')和舒张晚期心肌收缩峰值(a')。舒张早期瓣口血流速度 E 峰与 TDI 舒张早期瓣环运动速度的比值即 E/e' 比值;由于 e' 能有效地反映舒张期心肌运动情况, E/e' 比值能精确反映舒张末期左心房压(left atrial pressure, LAP)或左心室充盈压(left ventricular filling pressure, LVFP),从而评估其舒张功能^[4-5]。

Yu 等^[6]对 85 例 SLE 患者回顾性分析显示,15 例

(17.6%)左右心室及心耳增大,12例(14.1%)左心室顺应性降低,36例(42.4%)左心室室壁运动异常,这足以显示SLE患者左心受累程度。而SLE患者在无心脏症状时,左心室整体的收缩和舒张功能就可能已经出现异常,应用超声心动图TDI技术可以早期发现亚临床心功能异常^[2]。有文献报道,SLE患者舒张功能异常较收缩功能异常出现早且明显,而舒张期充盈的异常变化更早、更明显^[7],进一步证实SLE患者左心室舒张功能的早期损害。在心动周期中,二尖瓣环平面于收缩期朝向心尖、舒张期背离心尖进行运动,可以代表左心室在长轴方向的收缩和舒张。TDI技术可以直接测量心肌收缩和松弛速度,显示心肌的位移及房室环的运动速度。Sasaki等^[8]报道, e' 不受前负荷和图像质量的影响,是评价心室功能的敏感方法,能够发现亚临床的心室功能异常,而且长轴心肌收缩功能(Systolic motion, Sm)的异常早于左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)的变化。Dini等^[9]进行前瞻性研究显示:在常规超声心动图未能显示左心室舒张功能异常时,TDI已经检测到SLE患者左心室舒张功能的减低,表现为 e' 的明显减低;而LVEF无显著降低时,TDI指标Sm已经较正常人有显著下降,表明SLE对左心室收缩和舒张功能的亚临床损害。然而左室舒张功能机制复杂,TDI指标 E/e' 比值受心肌负荷、心率及心律等因素影响较小,不论有无收缩功能下降, E/e' 比值都是评估LVFP的有效指标^[5]。室间隔、侧壁或平均 E/e' 比值 ≤ 8 提示LVFP正常;室间隔比值 ≥ 15 、侧壁比值 ≥ 12 或平均 E/e' 比值 ≥ 13 均提示LVFP升高; E/e' 比值在8~13时,需结合其他指标综合考虑^[10]。 E/e' 比值虽不能作为诊断左室舒张功能障碍(left ventricular diastolic dysfunction, LVDD)的唯一依据,但是对于明确存在LVDD的患者, E/e' 比值可进一步分析LVDD的严重程度,对疾病的治疗、预后评估有着至关重要的作用。平均 E/e' 比值 ≥ 8 ,提示轻度LVDD; ≥ 13 ,提示重度LVDD;比值介于二者之间,提示中度LVDD^[10]。Hirata等^[11]指出LVEF $\leq 40\%$ 以及 E/e' 比值 > 15 时,心力衰竭患者发生心脏不良事件的风险性更高。

Shang等^[3]对82例SLE患者与正常对照组研究结果显示, $e' < 10.0$ cm/s SLE患者29例(35.4%, 29/82),而对照组4例(4.9%, 4/82),差异有统计学意义($P < 0.01$),表明35.4%的患者出现早期左心室舒张功能障碍。李文根等^[12]对60例SLE患者早期左心室舒张功能减退危险因素分析发现:与健康对照组相比,SLE患者左心室 e' 值[(11.3 ± 2.2) cm/s]比对照组[(12.1 ± 1.2) cm/s]低,差异有统计学意义($P < 0.05$);而 E/e' 比值SLE组[(8.5 ± 2.5) cm/s]比对照组[(7.2 ± 2.4) cm/s]高,差异有统计学意义($P < 0.01$);SLE患者由于左心房充盈压升高,房室压差增大,会出现二尖瓣口舒张早期血流速度E峰/舒张晚期血流速度A峰(E/A) > 1 的假性正常化。 E/e' 比值是近年来评价心脏舒张功能的一个新指标,在评价左心室舒张功能方面研究比较多,已成为早期检测心室舒张功能的一个重要指标^[13],不仅能准确敏感地鉴别左心室舒张功能的假性正常,而且对SLE患者早期左心室功能做出准确的评价。

2 TDI检测SLE患者右心功能

SLE是一种慢性的系统自身免疫性疾病,不仅影响左心

结构及功能,而且对右心室同样有影响;同时,SLE患者中三尖瓣反流引起的右心室收缩压增高的比例比瓣膜本身病变要多^[14]。常规超声心动图主要通过测量三尖瓣口的血流频谱来间接反映右心室舒张功能,该方法容易受前后负荷等血流动力学的影响,正常值与异常值之间存在交叉;而且三尖瓣口血流较二尖瓣口血流速度低,声束与血流束之间的夹角较大,记录到的三尖瓣口血流频谱清晰度及可靠度较差。由于心肌纵行肌纤维的收缩与舒张主要表现为瓣环的运动,TDI能检测低速高振幅的心肌运动信号,反映组织的运动信息;因此,应用TDI技术记录瓣环运动来评价心室舒张功能是一种较理想的方法。柴丽等^[15]在应用TDI评价SLE患者右心室功能对比研究中发现:SLE患者 e' 降低, a' 增高, e'/a' 比值降低,等容舒张时间延长,且与对照组比较差异有统计学意义($P < 0.01$),表明SLE患者右心室舒张功能明显受损;SLE患者 E/e' 比值大于对照组,且与TDI所测得的 $e'/a' < 1$ 的结果相一致,表明 E/e' 比值可以作为评价右心室舒张功能的指标;7例SLE患者的频谱多普勒超声表现为 $E/A > 1$,而TDI所测得的 $e'/a' < 1$,TDI因不受前后负荷等血流动力学的影响,具有相对独立性,可以发现三尖瓣血流频谱的假性正常化。

SLE累及心脏传导系统,主要表现为窦性心动过速,心率过快使三尖瓣血流频谱E峰和A峰及TDI的 e' 与 a' 出现融合,此时很难发现假性正常的患者;而 E/e' 不受心率的影响,可用于心动过速患者舒张功能的评价。目前已有研究表明, E/e' 升高预示患者预后不佳^[13],并且该指标已用于临床,成为评价疾病预后的一个重要指标;因此,TDI能客观、敏感及早期发现SLE患者右心室舒张功能的变化,为评估SLE患者右心功能提供了一种无创、简便、准确的途径。

3 2D超声及TDI对SLE并发肺动脉高压的检测

由于SLE患者免疫复合物的沉积、炎症因子的刺激,使肺血管床受损,肺血管弹性减低,从而导致患者肺动脉压升高^[16],且肺动脉高压是SLE的严重并发症及常见死亡原因,仅次于感染和脏器衰竭;因此,如何定期评价SLE患者肺血管床状态越来越引起学者的重视。通过右心导管检查测得平均肺动脉压 ≥ 25 mmHg(1 mmHg = 0.133 kPa)时,称为肺动脉高压。Galie等^[17]指出,与右心导管技术相比,应用2D超声及TDI对肺动脉高压以及右心功能不全患者进行检查,不仅简便快捷,而且具有非侵袭性的优点。Sato等^[18]报道,肺动脉高压患者收缩期心肌运动速度明显减低,这意味着这些患者右心收缩功能不全;如同时伴有舒张期心肌运动速度减慢,结合 E/e' 比值的改变,表明右心室舒张功能的变化。正常情况下,右心室侧壁 E/e' 比值 < 8 ;SLE患者由于心肌有不同程度的损伤,侧壁 e' 下降,致侧壁 E/e' 比值增大;此外,三尖瓣环的 E/e' 比值与右心房压正相关,能有效评估右心室充盈压,并能预测肺高压的心血管不良事件。常规2D超声心动图通过检测SLE患者肺动脉瓣及三尖瓣反流情况探测肺动脉压力,从而间接反映右心室功能;而通过TDI对右心室心肌运动速度的测量以及用 E/e' 比值来衡量右心功能更直观,对SLE患者判定预后和疗效观察具有重要意义。

4 2D 超声及 TDI 对 SLE 并发心包病变的检查

Plazak 等^[19]研究指出,SLE 患者病变累及心包时主要表现为心包增厚、心包积液,其发生率高达 43.4%,部分患者以心包积液为首发症状。周少岚等^[20]对 102 例 SLE 患者心脏损害分析显示,59 例心脏损害的患者中,有 21 例(35.6%)出现心包积液,其中少量心包积液 18 例,中大量积液 3 例,可以看出 SLE 引起的少量心包积液多见,中~大量心包积液以及急性心包填塞症状少见,这可能与狼疮性心包炎大多为慢性过程有关。丰荣红等^[21]指出,2D 超声检查不仅能够检测 SLE 患者心包增厚程度、定量以及动态观察心包积液量来判断 SLE 病情活动情况,而且还可进行超声引导下穿刺引流,对临床诊疗有指导价值。Welch 等^[22]对心包慢性炎症引起心包增厚、粘连而导致缩窄性心包炎,研究指出:二尖瓣环 e' 值与缩窄性心包炎高度相关;缩窄性心包炎患者中平均 e' 值(12.9±4.1)cm/s 与对照组中平均 e' 值(7.0±2.6)cm/s 比较,差异有统计学意义($P < 0.001$)。Choi 等^[23]进行缩窄性心包炎与限制性心肌病对比研究发现,缩窄性心包炎患者中左心室侧壁 e' 值及右心室侧壁 e' 值均比正常对照组低($P < 0.01$),限制性心肌病患者左、右心室侧壁 e' 值均比缩窄性心包炎低。因此笔者认为,检测室间隔和侧壁 e' 值不仅可以用于 SLE 引起的心包积液导致的慢性心包炎的诊断,同时可以与限制性心肌病进行鉴别诊断。

5 2D 超声及 TDI 对 SLE 并发冠状动脉疾病(coronary artery disease, CAD)的检测

CAD 在 SLE 患者中发病率高,是 SLE 早期的主要并发症之一;因此,对 SLE 患者早期冠状动脉受累的准确评估至关重要。SLE 并发的冠状动脉病变是一种原发性冠状动脉炎,有研究报道,抗磷脂抗体与本病有密切联系,长期慢性炎症导致内皮细胞变性,内膜增生、坏死,加速动脉硬化的进程,在此基础上可发生心肌梗死等严重并发症^[24]。很多 SLE 患者更可能处于 CAD 亚临床状态,其中仅少数患者出现心肌梗死或心绞痛等临床症状,而这些患者心肌梗死或心绞痛发病时相对年轻,大多数为绝经前女性,有些甚至在儿童时期发病^[25]。因此,对 SLE 并发 CAD 的早期诊断显得尤为必要。SLE 并发 CAD 常规超声心动图主要表现为冠状动脉强回声粥样硬化斑块、动脉瘤样扩张、管腔局限性狭窄及血栓形成等声像图改变,对于 CAD 是否导致心肌功能改变的检测,常规心动图则逊色于 TDI。Tsougos 等^[26]报道,通过运动诱导,测得并发冠心病患者 E/e' 比值明显增高,且诊断冠心病的敏感性及特异性(分别为 87.3%、75.2%)均高于常规负荷超声心动图(分别为 74.3%、66.9%)。监测负荷超声 E/e' 比值的变化可以间接反映左心室舒张功能(left ventricular diastolic function, LVDF),负荷和静息状态下 E/e' 比值均与 LVDF 明显相关;LVDF 正常者,负荷导致 E 和 e' 同步增加,E/e' 比值不变或减少;当存在 LVDF 不全时,e' 增加少于 E,导致 E/e' 比值升高。可见对冠心病的诊断,负荷超声 E/e' 比值检测优于单纯节段性室壁运动检测。

Tsougos 等^[26]还指出,E/e' 比值与 CAD 的数量呈正相关,急性期 E/e' 比值对患者的预后具有较高的价值。Snopek

等^[27]报道,急性期的 E/e' 比值 >12 是一年内猝死和再发急性心肌梗死的独立预测因子,E/e' 比值 >15 是急性冠脉综合征患者心源性猝死的独立危险因素。Pinar 等^[28]研究指出,急性冠脉综合征患者二尖瓣环、三尖瓣环的 s'、e' 及 a' 值均比正常对照组低,E/e' 比值高于正常对照组。对于 SLE 并发 CAD 导致的急慢性心力衰竭,Ho 等^[29]报道,E/e' 比值与 N 末端前 B 型利钠肽均是心血管主要不良事件及因急性心力衰竭再次入院或猝死的独立预测因子。Tang 等^[13]运用 TDI 对 207 例慢性心功能不全患者研究显示,慢性心力衰竭(LVEF≤40%)时,在随访出现的 23 例左心室舒张末期容积指数 >130 mL/m² 的室间隔 E/e' 比值不仅与利钠肽水平具有相关性($r = 0.38, P = 0.018$),而且与心血管不良事件密切相关($HR 1.91, 95\% CI 1.25 \sim 2.96, P = 0.003$),并具有独立的预测价值。Santas 等^[30]应用 TDI 对 417 例急性心力衰竭患者研究,通过对 E/e' 比值在 18~24 之间的 99 例患者多变量回归分析发现,E/e' 比值与心脏病病死率直线相关($HR 1.04, 95\% CI 1.03 \sim 1.05, P < 0.01$),E/e' 比值 >20 时心脏病病死率最高。

由此可见,TDI 对 SLE 患者并发 CAD 有着独特的诊断价值,不仅可以用于早期诊断来指导临床治疗,同时对其预后及风险评估具有重要价值。

6 2D 超声及 TDI 对 SLE 并发心脏瓣膜病变的检查

抗磷脂抗体在 SLE 心瓣膜病变的发病机制中可能具有重要作用,可表现为瓣膜赘生物、瓣膜增厚,以及特征性“疣状心内膜炎”;其中,“疣状心内膜炎”又称为 Libman-Sacks 心内膜炎,是一种发生在心内膜上的多发性非细菌性疣状赘生物,可侵犯心脏各瓣膜,以二尖瓣和主动脉瓣为多见,导致主动脉瓣反流、主动脉瓣狭窄以及二尖瓣反流^[31-32]。常规 2D 超声心动图虽能探及二尖瓣或主动脉瓣反流,可以发现瓣膜关闭不全、僵硬,反映各瓣膜反流程度,但由于瓣膜的反流及狭窄、心室扩大、室壁增厚等原因导致的心脏收缩与舒张功能难以准确地评估。TDI 可用于测量心肌舒缩的方向和速度,直观地反映心肌的运动情况,可更为客观地评价心肌功能,对 SLE 引起瓣膜病变而导致的心脏结构变化进行早期心脏收缩及功能的判断,辅助临床做出早期诊疗方案。

综上所述,TDI 不但能够在早期较好地评价 SLE 心脏功能改变,而且结合 2D 超声对 SLE 心脏损害的系列疾病的检测也有重要价值;尤其是早期检测 SLE 患者心脏功能及结构改变情况,对于指导临床进行相应干预和及时治疗的临床意义更大。

参 考 文 献

- [1] Miner JJ, Kim AH. Cardiac manifestations of systemic lupus erythematosus[J]. Rheum Dis Clin North Am, 2014, 40(1): 51-60. DOI:10.1016/j.rdc.2013.10.003.
- [2] Buss SJ, Wolf D, Korosoglou G, et al. Myocardial left ventricular dysfunction in patients with systemic lupus erythematosus: new insights from tissue Doppler and strain imaging[J]. J Rheumatol, 2010, 37(1): 79-86. DOI:10.3899/jrheum.090043.
- [3] Shang Q, Yip GW, Tam LS, et al. SLICC/ACR damage index independently associated with left ventricular diastolic dysfunction in patients with systemic lupus erythematosus[J]. Lupus, 2012,

- 21(10); 1057-1062. DOI:10.1177/0961203312446628.
- [4] Song JW, Jo YY, Jun NH, et al. The effect of milrinone on the intraoperative hemodynamics during off-pump coronary bypass surgery in patients with an elevated echocardiographic index of the ventricular filling pressure[J]. *Korean J Anesthesiol*, 2011, 60(3): 185-191. DOI:10.4097/kjae.2011.60.3.185.
- [5] McMurray JJ, Adamopoulos S, Anker SD, et al. ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012[J]. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*, 2012, 65(10): 938e1-938.e59. DOI:10.1016/j.rec.2012.08.003.
- [6] Yu XH, Li YN. Echocardiographic abnormalities in a cohort of Chinese patients with systemic lupus erythematosus—a retrospective analysis of eighty-five cases[J]. *J Clin Ultrasound*, 2011, 39(9): 519-526. DOI:10.1002/jcu.20863.
- [7] Kampolis C, Tektonidou M, Moyssakis I, et al. Evolution of cardiac dysfunction in patients with antiphospholipid antibodies and/or antiphospholipid syndrome: a 10-year follow-up study[J]. *Semin Arthritis Rheum*, 2014, 43(4): 558-565. DOI:10.1016/j.semarthrit.2013.07.016.
- [8] Sasaki N, Garcia M, Lytrivi I, et al. Utility of doppler tissue imaging-derived indices in identifying subclinical systolic ventricular dysfunction in children with restrictive cardiomyopathy [J]. *Pediatr Cardiol*, 2011, 32(5): 646-651. DOI:10.1007/s00246-011-9948-1.
- [9] Dini FL, Galderisi M, Nistri SA, et al. Abnormal left ventricular longitudinal function assessed by echocardiographic and tissue Doppler imaging is a powerful predictor of diastolic dysfunction in hypertensive patients: The SPHERE study [J]. *Int J Cardiol*, 2013, 168(4): 3351-3358. DOI:10.1016/j.ijcard.2013.04.122.
- [10] 张志华, 黄国倩. 超声心动图测量 E/e' 比值的临床应用 [J]. *上海医学影像*, 2012, 21(02): 141-145. DOI:10.3969/j.issn.1008-617x.2012.02.07.
- [11] Hirata K, Hyodo E, Hozumi T, et al. Usefulness of a combination of systolic function by left ventricular ejection fraction and diastolic function by E/E' to predict prognosis in patients with heart failure [J]. *Am J Cardiol*, 2009, 103(9): 1275-1279. DOI:10.1016/j.amjcard.2009.01.024.
- [12] 李文根, 钟冬梅, 张科, 等. 系统性红斑狼疮患者早期左心室舒张功能减退的危险因素分析 [J]. *中华临床医师杂志(电子版)*, 2014, 8(18): 3279-3282. DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-0785.2014.18.014
- [13] Tang WH, Shrestha K, Mullens W, et al. Impact of left ventricular remodeling on diagnostic and prognostic value of tissue Doppler indices in chronic systolic heart failure [J]. *J Card Fail*, 2011, 17(2): 128-134. DOI:10.1016/j.cardfail.2010.10.001.
- [14] Plazak W, Gryga K, Milewski M, et al. Association of heart structure and function abnormalities with laboratory findings in patients with systemic lupus erythematosus [J]. *Lupus*, 2011, 20(9): 936-944. DOI:10.1177/0961203311399607.
- [15] 柴丽, 陈武, 许建萍, 等. 组织多普勒成像评价系统性红斑狼疮患者右室舒张功能的临床价值 [J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2013, 11(4): 430-431.
- [16] Condliffe R, Howard LS. Connective tissue disease-associated pulmonary arterial hypertension [Z]. *F1000Prime Rep*, 2015, 7: 06. DOI:10.12703/P7-06.
- [17] Galìè N, Hooper MM, Humbert M, et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: the task force for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS), endorsed by the International Society of Heart and Lung Transplantation (ISHLT) [J]. *Eur Heart J*, 2009, 30(20): 2493-537. DOI:10.1093/eurheartj/ehp297.
- [18] Sato T, Tsujino I, Ohira H, et al. Validation study on the accuracy of echocardiographic measurements of right ventricular systolic function in pulmonary hypertension [J]. *J Am Soc of Echocardiogr*, 2012, 25(3): 280-286. DOI:10.1016/j.echo.2011.12.012.
- [19] Plazak W, Kopec G, Tomkiewicz-Pajak L, et al. Heart structure and function in patients with generalized autoimmune diseases: echocardiography with tissue Doppler study [J]. *Acta Cardiol*, 2011, 66(2): 159-165.
- [20] 周少岚, 宫怡, 竺红, 等. 102 例系统性红斑狼疮患者心脏损害分析 [J]. *宁夏医科大学学报*, 2011, 33(5): 425-427. DOI:10.3969/j.issn.1674-6309.2011.05.008.
- [21] 丰荣红, 李国杰. 超声影像技术在系统性红斑狼疮并发心血管病检查中的应用 [J]. *临床超声医学杂志*, 2011, 13(2): 112-114. DOI:10.3969/j.issn.1008-6978.2011.02.017.
- [22] Welch TD, Ling LH, Espinosa RE, et al. Echocardiographic diagnosis of constrictive pericarditis: Mayo Clinic criteria [J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2014, 7(3): 526-534. DOI:10.1161/CIRCIMAGING.113.001613.
- [23] Choi JH, Choi JO, Ryu DR, et al. Mitral and tricuspid annular velocities in constrictive pericarditis and restrictive cardiomyopathy: correlation with pericardial thickness on computed tomography [J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2011, 4(6): 567-575. DOI:10.1016/j.jcmg.2011.01.018.
- [24] Artenjak A, Lakota K, Frank M, et al. Antiphospholipid antibodies as non-traditional risk factors in atherosclerosis based cardiovascular diseases without overt autoimmunity. A critical updated review [J]. *Autoimmun Rev*, 2012, 11(12): 873-882. DOI:10.1016/j.autrev.2012.03.002.
- [25] Petri MA, Kiani AN, Post W, et al. Lupus Atherosclerosis Prevention Study (LAPS) [J]. *Ann Rheum Dis*, 2011, 70(5): 760-765. DOI:10.1136/ard.2010.136762.
- [26] Tsougos E, Paraskevidis I, Dages N, et al. Detection of high-burden coronary artery disease by exercise-induced changes of the E/E' ratio [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2012, 28(3): 521-530. DOI:10.1007/s10554-011-9840-3.
- [27] Snopek G, Drewniak W, Borys M, et al. Prognostic value of tissue Doppler echocardiographic imaging in elderly patients with acute myocardial infarction [J]. *Echocardiography*, 2011, 28(3): 298-302. DOI:10.1111/j.1540-8175.2010.01336.x.
- [28] Pinar M, Gulel O, Kucuksu Z, et al. Evaluation of biatrial size and functions by different echocardiographic parameters in patients with acute coronary syndromes [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2013, 29(8): 1725-1732. DOI:10.1007/s10554-013-0269-8.
- [29] Ho SJ, Feng AN, Lee LN, et al. Predictive value of predischage spectral tissue doppler echocardiography and n-terminal pro-B-type natriuretic peptide in patients hospitalized with acute heart failure [J]. *Echocardiography*, 2011, 28(3): 303-310. DOI:10.1111/j.1540-8175.2010.01322.x.
- [30] Santas E, Garcia-Blas S, Miñana G, et al. Prognostic implications of tissue Doppler imaging-derived e/ea ratio in acute heart failure patients [J]. *Echocardiography*, 2015, 32(2): 213-220. DOI:10.1111/echo.12617.
- [31] Zuily S, Regnault V, Selton-Suty C, et al. Increased risk for heart valve disease associated with antiphospholipid antibodies in patients with systemic lupus erythematosus: meta-analysis of echocardiographic studies [J]. *Circulation*, 2011, 124(2): 215-224. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.111.028522.
- [32] Ashikhmina EA, Schaff HV, Dearani JA, et al. Aortic valve replacement in the elderly determinants of late outcome [J]. *Circulation*, 2011, 124(9): U183-1070. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.110.987560.

(收稿日期:2015-04-18)

(本文编辑:张萍)