

- [16] Herbst RS, Lynch C, Vasconcells M, et al. Gemcitabine and vinorelbine in patients with advanced lung cancer: preclinical studies and report of a phase I trial[J]. *Cancer Chemother Pharmacol*, 2001, 48(2):151.
- [17] 李静, 张华. 泽菲联合消癌平治疗晚期非小细胞肺癌 38 例临床观察[J]. *中国中医药科技*, 2009, 16(3):254.
- [18] 罗扬, 张湘茹. 吉西他滨治疗晚期非小细胞肺癌的现状[J]. *中国肺癌杂志*, 2002, 11(1):74.
- [19] 张春梅. 低剂量泽菲单药治疗老年晚期非小细胞肺癌 19 例临床观察[J]. *辽宁医学院学报*, 2007, 28(5):491.
- [20] Stomiolo AM, Enas NH, Brown CA, et al. An investigational new drug treatment program for patients with gemcitabine; results for over 3000 patients with pancreatic carcinoma[J]. *Cancer*, 1999, 85(6):1261.
- [21] 邢士超, 沈丽琴, 庄志祥. 国产吉西他滨联合重组人血管内皮抑制素二线治疗晚期胰腺癌的临床观察[J]. *临床肿瘤学杂志*, 2008, 13(12):1018.
- [22] 贾林, 刘艳虹. 吉西他滨联合光动力疗法治疗人胰腺癌裸鼠移植瘤的研究[J]. *中华消化杂志*, 2008, 28(5):524.
- [23] 唐三元, 艾小红. 经动脉灌注盐酸吉西他滨和氟尿嘧啶治疗中晚期胰腺癌的临床疗效观察[J]. *海南医学*, 2007, 18(6):201.
- [24] Bergh J, Jonsson PE. A systematic overview of chemotherapy effects in breast cancer[J]. *Acta oncol*, 2001, 40:253.
- [25] 徐蕾, 罗荣城. 紫杉醇、吉西他滨分别联合顺铂治疗晚期乳腺癌的临床研究[J]. *重庆医学*, 2005, 34(3):306.
- [26] 洪卫, 余新民, 郭勇, 等. 吉西他滨联合顺铂治疗复发转移性膀胱癌的 II 期临床研究[J]. *实用肿瘤杂志*, 2008, 23(2):225.
- [27] 魏洪伟, 于荣哲, 姚丽, 等. 应用药盒导管行动脉灌注吉西他滨治疗膀胱癌 16 例临床分析[J]. *中华肿瘤防治杂志*, 2006, 13(7):150.
- [28] 汪荃, 王淑梅, 逢丽红, 等. 吉西他滨治疗复发、难治性非霍奇金淋巴瘤临床观察[J]. *中华肿瘤防治杂志*, 2006, 13(20):2014.

(收稿日期:2010-03-14 修回日期:2010-05-28)

· 综 述 ·

## 心脏超声技术评价左室舒张功能的研究现状

李 毅<sup>1</sup>综述, 秦 俭<sup>2</sup>审校

(1. 重庆医科大学临床学院 400016; 2. 重庆医科大学附属第一医院心血管内科 400016)

**关键词:**左室舒张功能;心脏超声技术;频谱多普勒

**中图分类号:**R445.1

**文献标识码:**A

**文章编号:**1671-8348(2010)14-1920-03

大部分心力衰竭患者左室舒张功能异常早于收缩功能异常,其中舒张功能不全的占 40%~50%,即使存在收缩功能障碍,其症状和预后亦主要取决于舒张功能障碍的程度。心脏超声技术是目前临床最广泛用于评价左心室舒张功能的无创检查技术<sup>[1]</sup>。本文就超声技术评价左室舒张功能的研究现状做一综述。

### 1 频谱多普勒超声心动图

**1.1 二尖瓣血流频谱(MVF)** 它是目前评价左室舒张功能最常用的一种方法。常用 E 波峰值流速(E)、A 波峰值流速(A)、E/A 比值、E 波减速时间(DT)、A 波持续时间(Ad)等描述。正常值  $E > A$ ,  $1.0 < E/A < 2.0$ ,  $160 \text{ ms} < DT < 240 \text{ ms}$ 。临床上常以  $E/A < 1.0$ ,  $1.0 \sim 2.0$ ,  $> 2.0$  作为区分二尖瓣口血流舒张早期功能不全、伪正常期及限制性充盈的标准。心血管疾病早期,舒张期左室心肌松弛减退,左室内压下降缓慢,  $E < A$ ,  $E/A < 1.0$ ,  $DT > 240 \text{ ms}$ ;病变发展到左室顺应性降低,二尖瓣跨瓣压差增加致左室充盈形式呈假性正常时,  $E > A$ ,  $E/A > 1.0$ ,  $160 \text{ ms} < DT < 240 \text{ ms}$ ;病变继续进展到限制性充盈模式时,左室顺应性严重降低,  $E > A$ ,  $E/A > 2.0$ ,  $DT < 160 \text{ ms}$ ,  $Ad < 120 \text{ ms}$ 。虽然 MVF 可快速评价左室舒张功能,但易受左室前后负荷、左房室间压力阶差及心肌收缩力等影响,在出现伪正常充盈时,常需肺静脉血流频谱(PVF)等鉴别。

**1.2 肺静脉血流频谱(PVF)** 正常肺静脉血流频谱由收缩期逆行波峰(S波),舒张早期逆行波峰(D波),舒张晚期逆行波峰(AR波)3部分组成。常用指标包括 S 波峰值流速、D 波峰值流速、S/D 比值、AR 波峰值流速和 AR 波持续时间(ARd)。

正常人  $S \text{ 波} > D \text{ 波} > AR \text{ 波}$ ,  $AR \text{ 波} < 35 \text{ cm/s}$ ,  $ARd < Ad$ 。左室舒张功能心肌松弛性减低时,  $S/D > 1$ , AR 波峰和 ARd 基本不变;病情到二尖瓣血流频谱假性正常时,  $S/D < 1$ ;到左室限制型充盈时,  $S/D < 1$ , AR 波流速增大, ARd 延长。谭国娟等<sup>[2]</sup>指出在限制性充盈阶段,以肺静脉血流 S/D 比值作为评价左室舒张功能的指标较适宜。如联合应用肺静脉血流频谱和二尖瓣血流频谱,则能更好地评价左室舒张功能。当 ARd 超过 Ad 20 ms 时,左室舒张末压力增高非常明显<sup>[3]</sup>。研究发现  $ARd/Ad > 1$  能更好地反映高血压患者左室舒张功能障碍,联合应用 E/A 及 ARd/Ad 可鉴别二尖瓣血流频谱假性正常。但 PVF 易受声像条件、左室顺应性、左房压等影响,临床应用有限。

### 1.3 其他指标

**1.3.1 等容舒张时间(IRT)** 指从主动脉瓣关闭至二尖瓣开放的时间,正常值为  $70 \text{ ms} < IRT < 90 \text{ ms}$ 。左室心肌主动松弛降低时,  $IRT > 90 \text{ ms}$ ;二尖瓣血流频谱假性正常化时,  $70 \text{ ms} < IRT < 90 \text{ ms}$ ,左室限制性充盈模式时,  $IRT < 70 \text{ ms}$ ,但其易受到心率、主动脉压力的影响。

**1.3.2 左心室心肌松弛时间常数(Tau)** 反映等容舒张期左心室压力下降的速率,不受心脏负荷和心率影响,是评价左心室松弛功能的较好指标,正常值  $< 40 \text{ ms}$ 。左心室松弛功能减退时, Tau 值增大。

**1.3.3 心肌做功指数(IMP)** 即 Tei 指数,以等容收缩时间(ICT)和等容舒张时间(IRT)反映左室整体功能。计算方法为  $IMP = (ICT + IRT) / ET$  (ET:射血时间)。左室舒张异常可引

起心肌弛异常,从而延长等容舒张期致 Tei 指数增加。Tei 指数在心室收缩功能正常时能很好地反映左室舒张功能的变化。Yu 等<sup>[4]</sup>用仓鼠充血性心力衰竭模型证实 Tei 指数可预测心力衰竭患者的预后。Patel 等<sup>[5]</sup>研究发现当 Tei 指数大于 0.5 时,提示左室功能受损。

## 2 M 型超声心动图

**2.1 房室平面位移(AVPD)** Alam 等提出 AVPD 可评价左心室舒张功能。其方法为用 M 型超声心动图测量左心房主动收缩引起房室平面位移(A)及房室平面位移最大值(T),计算 A/T 比值。章仁品等<sup>[6]</sup>应用 M 型超声心动图证实正常人 A/T 比值与二尖瓣血流频谱 A/E 比值存在良好正相关。但本法是建立在与二尖瓣血流频谱作对照的基础上,当左室舒张功能减退表现为二尖瓣血流频谱假性正常时,其评价心脏舒张功能易随之受到影响。

**2.2 舒张早期左室内血流播散速度(FPV 或 Vp)** 它是近年采用 M 型彩色多普勒技术评价左室舒张功能的一项新指标。正常值大于 45 cm/s,心肌弛性减退及二尖瓣血流频谱假性正常时 Vp 减小。通过 Vp 与 E/A 的对比,可将其用于鉴别二尖瓣血流频谱假性正常。Lopes 等<sup>[7]</sup>通过观察急性心肌梗死患者及时再灌注的左室舒张功能变化发现 Vp 是一个敏感及独立的评判左室舒张功能的指标。Matyal 等<sup>[8]</sup>研究也证实了围手术期 Vp 对左室舒张功能的评估可单独预测瓣膜置换术后患者并发心力衰竭的可能性。但目前 Vp 尚无统一的测定方法,在心率超过 110 次/分或 I 度房室传导阻滞时,测值困难,仍待研究。

## 3 二维超声心动图测定左房参数

**3.1 左房结构参数** 包括左心房内径指数(LADi)、左心房面积指数(LAAi)、左心房容积指数(LAVi)、左房舒张末内径与左房收缩末内径比值(LADd/LADs)等。研究指出 LAVi 与左室舒张功能分级存在良好的正相关,若以 LAVi $\geq$ 28 mL/m<sup>2</sup> 为左室舒张功能不全的诊断标准,则敏感度 91%,特异度 86%;若标准提高至 LAVi $\geq$ 32 mL/m<sup>2</sup>,则敏感度 100%,特异度 77%。Valocik 等<sup>[9]</sup>研究发现左室舒张功能减退的患者其左房容积较正常人偏大。严萍萍等<sup>[10]</sup>研究表明随左室舒张功能不全加重,LADd/LADs 比值逐渐增大,若 E/A $>$ 1,LADd/LADs $>$ 0.8 应考虑为二尖瓣血流频谱假性正常,故 LADd/LADs 可简便地鉴别左室舒张功能假性正常化。

**3.2 左房收缩功能参数** 包括左房分数缩短率(LAFS)、左房射血力(LAF)和左房灌注分数(LAT)等。左室舒张功能降低使左室早期充盈量减少,左房必然代偿性增加做功,LAFS、LAT、LAF 均会增大。Vizzardi 等<sup>[11]</sup>通过比较左室舒张功能减退组与对照组的 LAF,并与二尖瓣血流频谱 A/E 比较,发现 LAF 在左室舒张功能减退组中明显增大,且 LAF 对左室舒张功能的评价要优于 A/E 比值。

## 4 多普勒组织成像技术(DTI)

它是将彩色多普勒用于心肌显像,通过消除血流的高速信号,仅显示室壁运动的低速信号的新技术。常见有组织速度显像(TVI)、应变率显像(SRI)等显示形式。

**4.1 定量组织速度成像(QTVI)** 它可将同一切面上不同区域心肌节段的速度曲线显示在同一时间轴,可通过测定二尖瓣环运动速度来评价左室舒张功能,常用指标包括舒张早期心肌峰值运动速度(Ea)、舒张晚期心肌峰值运动速度(Aa)和 Ea/Aa 比值。正常值 Ea/Aa $>$ 1,Ea $>$ 8 cm/s。左室舒张功能减退早期,Ea 降低,Aa 升高;疾病发展到二尖瓣血流呈伪正常化

时,Ea/Aa 倒置,Ea/Aa $<$ E/A,此时二尖瓣环 DTI 可用于鉴别二尖瓣血流频谱伪正常化。Srivastava 等<sup>[12]</sup>研究显示室间隔二尖瓣环运动速度参数 Ea 比左室侧壁二尖瓣环运动速度参数 Ea 更具有较高的诊断价值。研究证明二尖瓣环 DTI 区分假性正常充盈与正常充盈的敏感度达 88%,特异度 67%。但谭国娟等<sup>[2]</sup>研究发现在二尖瓣血流 E/A $>$ 2 时,其敏感性反而不及肺静脉血流,即二尖瓣环 DTI 适于评价轻-中度左室舒张功能异常。

研究显示 E/Ea 比值与肺毛细血管楔压之间存在良好的正相关性,故可用其来估测左室充盈压。E/Ea $>$ 15,提示左室充盈压较高;E/Ea $<$ 8,则左室充盈压正常或较低。Bruch 等<sup>[13]</sup>发现 E/Ea 比值越大,尤其是超过 15,预后越差。由于 E/Ea 不受左室收缩功能影响,故可用于评估收缩功能正常的左室舒张功能。近年也有报道年龄、性别和左室质量对 E/Ea 比值有一定影响<sup>[14]</sup>。

**4.2 应变率显像技术(SRI)** SRI 是在 DTI 基础上定量分析局部心肌运动的技术,可反映局部心肌的变形速率,更准确地评价其收缩和舒张功能。Tanaka 等<sup>[15]</sup>指出局部心肌的收缩和舒张功能是影响左室整体收缩和舒张功能的重要因素,SRI 可用于评价冠心病局部心肌的收缩和舒张功能。局部心肌组织缺血、纤维化时会导致本身应变率降低。Chetboul 等<sup>[16]</sup>研究显示扩心病组在不同心脏彩超切面的应变率均较正常组低,表明 SRI 技术可评价心肌舒张功能。

## 5 超声背向散射积分技术(IFS)

IFS 是通过组织的声学参数定量描述正常和病理的组织特性,用于评价心肌病变的新技术。常用指标有背向散射积分周期变异(CVIB)、背向散射最大密度(MI)、跨壁背向散射积分梯度(TGIBS)及标化背向散射积分(%IFS)等。IFS 能反映心肌组织中胶原的含量,随患者舒张功能减退,心肌胶原含量增加,CVIB 却减小。Mizuta 等<sup>[17]</sup>研究发现长期服用缬沙坦能增大患者的左室平均背向散射积分周期变异(ACVIB),其舒张功能可得到一定改善。Talini 等<sup>[18]</sup>研究证实长期服用瑞舒伐他汀可增大高胆固醇血症患者的 CVIB,从而改善心脏舒张功能。

## 6 声学定量技术(AQ)

AQ 技术是基于彩色心内膜自动边缘描记发展起来的一种超声新技术,它根据心肌组织与血流的背向散射特性的不同而识别和实时显示心脏面积-时间曲线、容积-时间曲线,反映心脏的收缩与舒张功能。常用舒张早期峰值心室充盈率(PFR)、舒张晚期峰值心房充盈率(PAFR)及 PFR/PAFR 比值等指标。利用 AQ 技术可鉴别二尖瓣血流频谱假性正常,Gong 等<sup>[19]</sup>研究运用 AQ 技术发现服用奥美沙坦可提高高血压患者 PFR/PAFR 比值,改善其舒张功能。它具有操作简单、重复性好等优点,但也存在依赖图像质量、受声窗质量呼吸声束发射方向影响等缺点。

## 7 彩色室壁运动技术(CK)

CK 技术是 AQ 技术的进一步延伸,从血流和心肌组织整体背向散射中识别心内膜边界,并将心内膜运动轨迹按时间顺序彩色编码。常用前 1/3 舒张期心内膜位移面积百分比(1/3 RFAC)作为定量评价左室局部和整体舒张功能的指标。许玉芳等<sup>[20]</sup>研究表明随舒张功能降低,1/3 RFAC 值逐渐降低,提示 CK 能相对直接评价左室舒张功能。Takeda 等<sup>[21]</sup>研究发现左室舒张功能受损的患者二尖瓣血流频谱 E/A 与正常人无差别时,其心肌彩色室壁运动舒张指数(CKDI)小于正常人,表明

CK 技术能评价二尖瓣血流频谱假性正常化患者舒张功能的早期变化。但 CK 技术依赖于图像质量,且心率快时不能明确心内膜位移等。

### 8 实时三维超声心动图(RT-3DE)

RT-3DE 是从心室整体采集数据,根据心室实际几何形状测量及计算各项心功能参数。近年有学者采用左室节段容积-时间曲线(VTC)计算左室各节段最大充盈率(PFR)和最大射血率(PER)评价左室节段舒张功能,认为 RT-3DE 是定量评价冠心病左室充盈率的有效方法。费洪文等<sup>[22]</sup>研究发现左室松弛功能减退组及二尖瓣血流频谱假性正常组的舒张充盈参数(PFR)均较正常组降低,表明 PFR 可评估早期左室舒张功能减低。但 RT-3DE 视野不够大,角度太小,不能包含所有的心脏结构,不能实时评价心脏容积和功能。

### 9 展 望

正确评价左室舒张功能障碍及其严重程度对心功能不全的诊断具有重要价值。尽管目前已有多种评价左室舒张功能的超声方法,但由于不同方法各有其局限性,因而尚无单一指标精确反映某一时刻的舒张功能状态。进一步发展超声新技术以及筛选特异指标以精确评价左室舒张功能,将为心功能不全的病情控制以及预后干预等提供有用的信息。

### 参考文献:

- [1] Nagueh SF. Echocardiographic assessment of left ventricular relaxation and cardiac filling pressures [J]. *Curr Heart Fail Rep*, 2009, 6(3): 154.
- [2] 谭国娟, 智光, 盖鲁粤, 等. 评估冠心病左室舒张功能多普勒几项技术的对比研究[J]. *临床超声医学杂志*, 2005, 7(1): 5.
- [3] Bahar P, William A, Zoghbi, et al. Echocardiographic assessment of left ventricular diastolic function[J]. *Ana J Cardiol*, 2007, 9(1): 1105.
- [4] Yu B, Otsuji Y, Yoshifuku S. Prediction of prognosis in the UM-X7. 1 hamster model of congestive heart failure using the Tei index[J]. *Circ J*, 2005, 69(8): 991.
- [5] Patel DR, Cui W, Gambetta K, et al. A comparison of Tei index versus systolic to diastolic ratio to detect left ventricular dysfunction in pediatric patients [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2009, 22(2): 152.
- [6] 章仁品, 赵宝珍, 连娟, 等. 超声测量房室平面位移评价左室舒张功能研究[J]. *中国医学影像技术*, 2003, 19(1): 42.
- [7] Lopes LR, João I, Vinhas H, et al. Early flow propagation velocity for assessment of diastolic function in myocardial infarction treated with acute reperfusion [J]. *Rev Port Cardiol*, 2008, 27(1): 65.
- [8] Matyal R, Hess PE, Subramaniam B, et al. Perioperative diastolic dysfunction during vascular surgery and its association with postoperative outcome [J]. *J Vasc Surg*, 2009, 50(1): 70.
- [9] Valocik G, Mitro P, Druzbacka L, et al. Left atrial volume as a predictor of heart function [J]. *Bratisl Lek Listy*, 2009, 110(3): 146.
- [10] 严萍萍, 张文芳, 孙彬, 等. 左房内径变化鉴别左室舒张功能假性正常[J]. *超声医学杂志*, 2005, 7(2): 92.
- [11] Vizzardi E, Bonadei I, Teli M, et al. Usefulness of left atrial diameters and volumes for the evaluation of left ventricular diastolic function [J]. *Recenti Prog Med*, 2009, 100(6): 294.
- [12] Srivastava PM, Burrell LM, Calafiore P. Lateral vs medial mitral annular tissue Doppler in the echocardiography assessment of diastolic function and filling pressures: which should we use [J]. *Eur J Echocardiogr*, 2005, 6: 97.
- [13] Bruch C, Klem I, Breithardt G, et al. Diagnostic usefulness and prognostic implications of the mitral E/E' ratio in patients with heart failure and severe secondary mitral regurgitation [J]. *Am J Cardiol*, 2007, 100(5): 860.
- [14] De Sutter J, De Backer J, Van de Veire N, et al. Effects of age, gender, and left ventricular mass on septal mitral annulus velocity (Ea) and the ratio of transmitral early peak velocity to E (Ea/E) [J]. *J Am Cardiol*, 2005, 15(8): 1020.
- [15] Tanaka H, Kawai H, Tatsumi K, et al. Relationship between regional and global left ventricular systolic and diastolic function in patients with coronary artery disease assessed by strain rate imaging [J]. *Circulation*, 2007, 71(4): 517.
- [16] Chetboul V, Gouni V, Sampedrano CC, et al. Assessment of regional systolic and diastolic myocardial function using tissue Doppler and strain imaging in dogs with dilated cardiomyopathy [J]. *J Vet Intern Med*, 2007, 21(4): 719.
- [17] Mizuta Y, Kai H, Mizoguchi M, et al. Long-term treatment with valsartan improved cyclic variation of the myocardial integral backscatter signal and diastolic dysfunction in hypertensive patients: the echocardiographic assessment [J]. *Hypertens Res*, 2008, 31(10): 1835.
- [18] Talini E, Di Bello V, Bianchi C, et al. Early impairment of left ventricular function in hypercholesterolemia and its reversibility after short term treatment with rosuvastatin: A preliminary echocardiographic study [J]. *Atherosclerosis*, 2008, 197(1): 346.
- [19] Gong HP, Zhang W, Lee L, et al. Possible beneficial effect of olmesartan medoxomil on left atrial function in patients with hypertension: noninvasive assessment by acoustic quantification [J]. *Clin Drug Investig*, 2008, 28(4): 241.
- [20] 许玉芳, 刘丽, 刘玉红, 等. 彩色室壁运动技术评价左心室舒张功能-CK 软件定量价值 [J]. *中国心血管杂志*, 2006, 11(5): 349.
- [21] Takeda Y, Sakata Y, Mano T, et al. Noninvasive assessment of diastolic function in subjects with preserved left ventricular ejection fraction: usefulness of color kinetic imaging [J]. *J Card Fail*, 2008, 14(7): 569.
- [22] 费洪文, 何亚乐, 梁志敏, 等. 实时三维超声心动图容积-时间曲线评价左心室舒张功能的初步研究 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2006, 15(1): 9.