

❖ 心脏、血管影像学

E/Em ratio for assessment of diastolic heart failure in patients with atrial fibrillation

CHEN Shao-min, FENG Xin-heng, LI Wei-hong*, LI Zhao-ping, CHEN Bao-xia
(Department of Cardiology, Peking University Third Hospital, Key Laboratory of Cardiovascular Molecular
Biology and Regulatory Peptides, Ministry of Health; Key Laboratory of Molecular Cardiovascular Sciences,
Ministry of Education, Beijing 100191, China)

[Abstract] **Objective** To observe the diagnostic value of the ratio of early diastolic transmitral velocity to early diastolic mitral annular velocity (E/Em) for diastolic heart failure (DHF) in patients with atrial fibrillation. **Methods** Patients with nonvalvular atrial fibrillation and normal left ventricular ejection fraction (LVEF) were enrolled in the study, which were classified into DHF group ($n=62$) and non-heart failure group (NHF group, $n=36$). The clinical and echocardiographic data were compared between the two groups. ROC curve was used to assess the value of E/Em for the identification of DHF. **Results** Compared with NHF group, patients with DHF were older, more had hypertension, higher NT-proBNP, larger left atrial, higher E, lower Em and higher E/Em ($P<0.001$). Using E/Em for identification of DHF, the area under ROC curve was 0.770 (95%CI: 0.675—0.865). Taking E/Em ≥ 9.50 as optimal cut-off value, the sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value was 67.7%, 72.2%, 71.0% and 69.1%, respectively. **Conclusion** E/Em could be useful in identifying DHF in patients with atrial fibrillation.

[Key words] Atrial fibrillation; Heart failure, diastolic; Echocardiography; Tissue Doppler imaging

E/Em 比值对心房颤动患者舒张性心力衰竭的诊断价值

陈少敏, 冯新恒, 李卫虹*, 李昭屏, 陈宝霞

(北京大学第三医院心内科 卫生部心血管分子生物学与调节肽重点实验室
及分子心血管学教育部重点实验室, 北京 100191)

[摘要] **目的** 评价二尖瓣舒张早期血流峰速度 E 与二尖瓣环舒张早期运动峰速度 Em 之比(E/Em)诊断心房颤动患者舒张性心力衰竭(DHF)的价值。**方法** 将左心室射血分数(LVEF)正常的 98 例非瓣膜病心房颤动患者分为 DHF 组(62 例)和非心力衰竭(NHF)两组(36 例)。对两组临床资料和超声心动图参数进行比较,应用 ROC 曲线评价 E/Em 诊断心房颤动患者 DHF 的价值。**结果** 与 NHF 组比较,DHF 组年龄更大,合并高血压比例更多,NT-proBNP 更高,左心房增大,E 峰增高,Em 降低,E/Em 增高($P<0.001$)。E/Em 诊断 DHF 的 ROC 曲线下面积为 0.770(95%CI:0.675~0.865)。以 E/Em ≥ 9.50 为截点时,诊断 DHF 的敏感度、特异度、阳性预测值及阴性预测值分别为 67.7%、72.2%、71.0% 和 69.1%。**结论** E/Em 比值对诊断心房颤动患者 DHF 具有较好的应用价值。

[关键词] 心房颤动;心力衰竭,舒张性;超声心动描记术;组织多普勒成像

[中图分类号] R541.6; R540.45 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2012)03-0465-05

[基金项目] 国家高技术研究发展计划(863 计划)项目(2007AA02Z457)。

[作者简介] 陈少敏(1981—),女,山西大同人,硕士,主治医师。研究方向:心血管内科临床。E-mail: chenshaomin1999@163.com

[通讯作者] 李卫虹,北京大学第三医院心内科 卫生部心血管分子生物学与调节肽重点实验室及分子心血管学教育部重点实验室,100191。

E-mail: weihong70@gmail.com

[收稿日期] 2011-10-14 **[修回日期]** 2011-11-22

心力衰竭已经成为人类死亡的主要原因之一,其中约 50% 患者左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)正常^[1],被称为舒张性心力衰竭(diastolic heart failure, DHF)。诊断 DHF 的金标准是心导管测定的左心室充盈压(left ventricular filling pressure, LVFP)升高,但有创。超声心动图可以通过二尖瓣舒张早期血流峰速度 E 与晚期血流峰速度 A 之比(E/A)及 E 峰减速时间(deceleration time, DT)无创评估舒张功能及判定有无 LVFP 升高^[2],且简便、可重复,在临床得到广泛应用。

DHF 常合并心房颤动^[3]。由于心房颤动患者心房缺乏有效收缩,A 峰消失,无法用 E/A 评价左心室舒张功能,超声心动图对心房颤动患者 DHF 的诊断受限。组织多普勒(tissue Doppler imaging, TDI)检测二尖瓣环舒张早期运动峰速度(Em)可反映心机的松弛性,窦性心律时,E 与 Em 之比(E/Em)与 LVFP 有较好相关性^[4]。本研究评价 E/Em 对心房颤动患者 DHF 的诊断价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象 对 2008 年 1 月—2011 年 6 月于我科住院、LVEF 正常的非瓣膜病心房颤动患者 98 例进行回顾性分析,根据有无舒张性心力衰竭分为 DHF 组(62 例)和非心力衰竭(non-heart failure, NHF)组(36 例)。DHF 诊断标准:有心力衰竭症状和体征,LVEF 正常(LVEF > 50%)^[5]。排除标准:急性冠状动脉综合征、陈旧性心肌梗死,超声心动图提示室壁节段性运动异常;左心室收缩功能减低(LVEF ≤ 50%);瓣膜病(包括狭窄性病变及中重度反流性病变)、二尖瓣环钙化、人工瓣膜置换术后;缩窄性心包炎、心包积液;预激综合征;行超声心动图时为起搏器心律及静息心率 > 100 次/分;血清肌酐 > 176 μmol/L;超声心动图资料不完整。

1.2 方法

1.2.1 临床资料 收集两组患者的临床资料,包括年龄、性别、体质量指数(body mass index, BMI)、症状、体征及美国纽约心脏病协会(New York Heart Association, NYHA)心功能分级、合并疾病,测量血清肌酐及血浆氨基末端 B 型利钠肽前体(N-terminal pro-B-type natriuretic peptide, NT-proBNP),超声心动图检查时测血压和心室率。

1.2.2 超声检查 采用 GE Vivid 7 彩色多普勒超声心动图仪。根据美国超声心动图学会的测量标准获取以下参数:于胸骨旁左心室长轴切面在二维超声引导

下行 M 型超声,测量左心室舒张末内径(left ventricular end-diastolic dimension, LVEDD)、左心室收缩末内径(left ventricular end-systolic dimension, LVESD)、舒张末室间隔厚度(interventricular septum thickness, IVS)及左心室后壁厚厚度(left ventricular posterior wall thickness, LVPW),根据 Teicholz 公式计算 LVEF,根据 Penn 公式计算左心室心肌质量(left ventricular mass, LVM)和左心室心肌质量指数(left ventricular mass index, LVMI),即 $LVM = 1.04 \times [(IVS + LVPW + LVEDD)^3 - LVEDD^3] - 13.6$, $LVMI = LVM / \text{体表面积}$;于心尖四腔心切面以二维超声测量左心房收缩末期面积,脉冲波多普勒超声测量 E;脉冲组织多普勒超声测量二尖瓣环侧壁收缩期运动峰速度 Sm 及舒张早期运动峰速度 Em,并计算 E/Em。M 型及多普勒超声参数均连续测量 5 个心动周期,取平均值。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 13.0 软件进行分析。正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,偏态分布的计量资料以中位数和四分位数间距表示,组间比较采用 *t* 检验(NT-proBNP 为偏态分布,先进行 ln 转换为正态分布);计数资料以百分数表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用 Spearman 相关性分析观察超声心动图参数和 NT-proBNP 的相关性。应用 ROC 曲线评价 E、Em、E/Em 对心房颤动患者 DHF 诊断的价值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料 本研究中 DHF 组 NYHA 心功能分级 II/III 级和 IV 级的患者分别为 44 例(70.97%, 44/62)和 18 例(29.03%, 18/62)。与 NHF 组比较,DHF 组年龄更大,合并高血压者更多,血清肌酐水平更高,NT-proBNP 亦显著增高。两组间性别、糖尿病、冠心病、高脂血症病史、心率、收缩压、舒张压、BMI 差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。见表 1。

2.2 超声心动图参数比较 DHF 组左心房面积显著大于 NHF 组($P < 0.05$)。与 NHF 组比较,DHF 组 E 增高($P < 0.01$),Em 降低($P < 0.01$),E/Em 增高($P < 0.001$),两组 LVEDD、IVS、LVPW、LVMI、LVEF 差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。见表 2、图 1。

2.3 ROC 曲线分析 E/Em、E 和 Em 诊断 DHF 的 ROC 曲线下面积分别为 0.770 (95% CI: 0.675 ~ 0.865)、0.706 (95% CI: 0.602 ~ 0.809)和 0.658 (95% CI: 0.545 ~ 0.771)(表 3、图 2)。以 E/Em ≥ 9.50 为截点,诊断 DHF 的敏感度和特异度分别为 67.7% 和

表 1 两组一般临床资料比较

组别	年龄 (岁)	男性 [例(%)]	高血压病 [例(%)]	糖尿病 [例(%)]	冠心病 [例(%)]	高脂血症 [例(%)]
DHF 组 (n=62)	77.8±6.5	22(35.48)	55(88.71)	25(40.32)	15(24.19)	13(20.97)
NHF 组 (n=36)	70.1±8.1	18(50.00)	26(72.22)	9(25.00)	6(16.67)	14(38.89)
P 值	<0.001	>0.05	<0.05	>0.05	>0.05	>0.05

组别	心率 (次/分)	收缩压 (mmHg)	舒张压 (mmHg)	BMI (kg/m ²)	血清肌酐 (μmol/L)	NT-proBNP (pg/ml)
DHF 组 (n=62)	80.82±20.97	136.48±25.33	75.61±11.59	26.05±4.46	105.72±41.87	2402(1234~3618)
NHF 组 (n=36)	80.36±19.28	129.56±23.26	79.06±9.78	26.92±8.00	91.17±16.81	932(416~1591)
P 值	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	<0.05	<0.01

表 2 两组超声心动图参数比较

组别	左心房面积 (cm ²)	LVEDD (mm)	IVS (mm)	LVPW (mm)	LVMI (g/m ²)
DHF 组 (n=62)	30.98±6.28	46.42±6.02	9.82±1.99	9.04±1.57	96.58±32.96
NHF 组 (n=36)	27.52±6.23	47.52±4.44	9.19±2.14	8.52±1.26	87.25±27.00
P 值	<0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

组别	LVEF (%)	E (cm/s)	Sm (cm/s)	Em (cm/s)	E/Em
DHF 组 (n=62)	66.77±7.26	105.77±22.70	8.42±1.97	9.93±1.99	11.15±3.53
NHF 组 (n=36)	68.94±6.76	90.47±17.01	8.12±2.29	11.43±2.62	8.22±2.31
P 值	>0.05	<0.01	>0.05	<0.01	<0.001

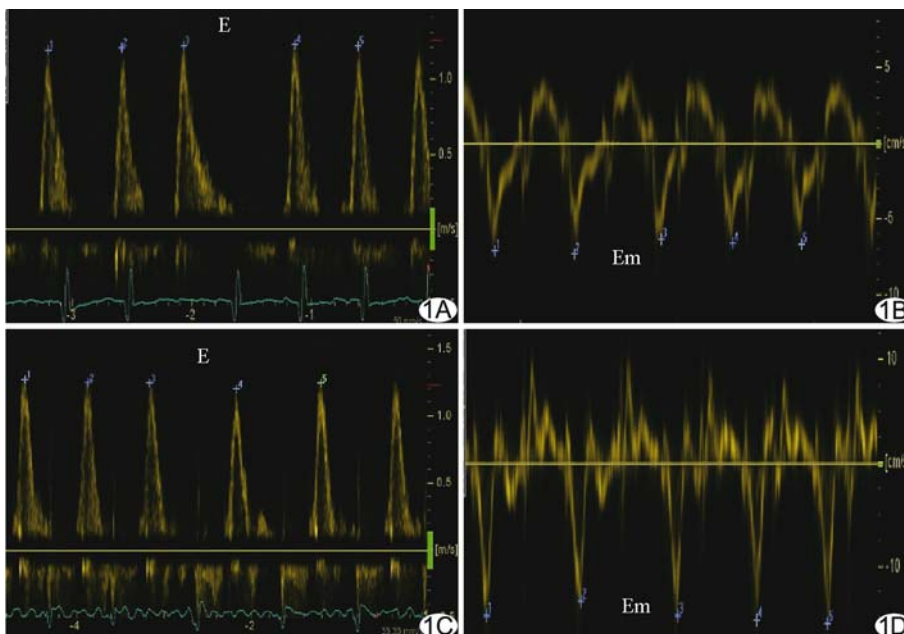


图 1 心房颤动合并舒张性心力衰竭患者(A、B)和非心力衰竭患者(C、D)的二尖瓣舒张早期血流峰速度 E(A、C)和二尖瓣环侧壁舒张早期运动峰速度 Em(B、D)。两者 5 个心动周期平均 E/Em 分别为 14.6 和 6.5

72.2%，阳性预测值及阴性预测值分别为 71.0% 和 69.1%，具有较好的诊断价值。

2.4 DHF 组患者资料分析
DHF 组患者的 E、Em、E/Em 与 NT-proBNP 均无相关性 (P>0.05)。比较 DHF 组内 NYHA 心功能 II/III 级和 IV 级患者，发现心功能 IV 级的患者 E/Em 更高 (P<0.05)，E、Em、NT-proBNP 差异无统计学意义(表 4)。

3 讨论

心力衰竭是多种心血管病的严重阶段，具有高发病率和高死亡率的特点。根据左心室收缩功能是否正常，心力衰竭分为收缩性心力衰竭和 DHF。DHF 约占全部心力衰竭的 50%，预后与收缩性心力衰竭相似^[1]。约 41%

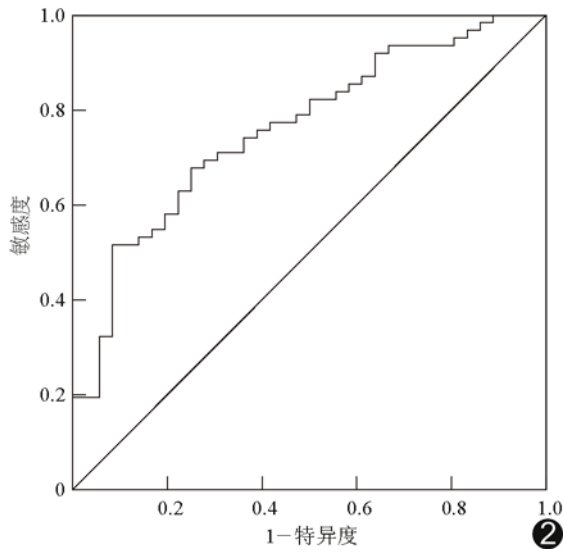


图 2 E/Em 诊断心房颤动患者 DHF 的 ROC 曲线 曲线下面积为 0.770(95%CI:0.675~0.865)

DHF 患者合并心房颤动,且死亡率高^[3]。本研究发现,与 NHF 患者相比,合并心房颤动的 DHF 患者 E 升高,Em 降低,E/Em 显著升高,提示 LVFP 升高。因此,E/Em 可用于诊断心房颤动伴 DHF。

表 3 E/Em、E 及 Em ROC 曲线分析

参数	曲线下面积	截点	敏感度 (%)	特异度 (%)	阳性预测值 (%)	阴性预测值 (%)
E/Em	0.770	9.50	67.7	72.2	71.0	69.1
E(cm/s)	0.706	96.50	69.4	63.9	65.8	67.6
Em(cm/s)	0.658	10.85	62.9	55.6	58.6	60.0

超声心动图二尖瓣舒张期血流频谱是最常用的评价舒张功能的方法。根据 E/A 值和 DT,可将左心室舒张功能不全分为 3 级:Ⅰ级为松弛受损;Ⅱ级为“假性正常化”;Ⅲ级为充盈受限。Ⅱ级及Ⅲ级均提示 LVFP 升高^[2]。但心房颤动患者由于心房收缩不同步,失去了舒张晚期对心室的辅助泵作用,A 峰消失,因此不能用二尖瓣舒张期血流频谱来评价左心室舒张功能。组织多普勒测定 Em 可反映心机的松弛能力,是较 E/A 更敏感的评价舒张功能的参数^[6]。E/Em

与心导管测得的 LVFP 在窦性心律时有很好的相关性,是公认的评估 LVFP 的无创方法^[4]。研究^[7]提示,与心导管测压相比,E/Em>9.0 对诊断心房颤动患者 LVFP 升高(>15 mmHg)的敏感度和特异度分别为 72.7%和 70.4%。本研究 E/Em 的 ROC 曲线分析表明,其诊断 DHF 的曲线下面积达 0.770,以 E/Em≥9.50 为截点,对 DHF 诊断的敏感度和特异度分别为 67.7%和 72.2%,提示 E/Em 可用于评估心房颤动患者 LVFP 升高。

心房颤动时心动周期长短不等,E 峰变异大:在短心动周期,心房充盈至心室的血液减少,左心房血液滞留增多,致左心房压增高,使下一心动周期的 E 增大;反之亦然。而 Em 受心动周期的影响相对较小^[8],如不在同一心动周期测量,可能加大 E/Em 的误差。双通道多普勒法可同时测定脉冲多普勒和脉冲组织多普勒,获得同一个心动周期的 E/Em 比值。该方法比传统方法测得的 E/Em 与 LVFP 的相关性更好^[7],E/Em>9 对诊断 LVFP 升高的敏感度和特异度分别为 86.4%和 77.8%,但需要特定仪器。本研究仍用传统方法,为减少心动周期变异的影响,对心房颤动患者行脉冲多普勒和组织多普勒时取连续 5 个心动周期的平均值,结果表明由此获得的 E/Em 对诊断心房颤动合并 DHF 是有价值的。

本研究中,与 NHF 组相比,DHF 组 E 升高,Em 降低。E 升高可能是由于左心室顺应性减低,左心房压升高致舒张早期房室压差加大;Em 降低则提示左心室心肌松弛异常。E、Em 的 ROC 曲线分析显示,其诊断 DHF 的曲线下面积分别为 0.706 和 0.658,提示对 DHF 的诊断具有一定价值,但不及 E/Em。影响二尖瓣舒张早期血流峰速度 E 的主要因素为左心房压、左心室主动松弛能力及年龄,而 Em 主要由左心室主动松弛能力和年龄决定,E/Em 则消除了左心室主动松弛能力和年龄的影响,主要反映 LVFP 的变化^[9-10],使 E/Em 在评估 LVFP 方面优于 E/A 和 Em,也是 E/Em 诊断 DHF 的理论基础。

心房颤动伴 DHF 患者的血浆 B 型利钠肽与 E/Em 显著相关^[11],后者诊断 DHF 的敏感度和特异度

表 4 DHF 组内不同 NYHA 心功能分级患者的 E、Em、E/Em 及 NT-proBNP 的比较心功能分级

心功能分级	E(cm/s)	Em(cm/s)	E/Em	NT-proBNP(pg/ml)
Ⅱ/Ⅲ级 (n=44)	102.30±22.25	10.03±1.91	10.52±2.87	2262(1078~3419)
Ⅳ级 (n=18)	114.28±22.11	9.69±2.20	12.67±4.51	3000(1472~6498)
P 值	>0.05	>0.05	<0.05	>0.05

优于前者^[12]。本研究提示 DHF 组的血浆 NT-proBNP 水平较 NHF 组高,但血浆 NT-proBNP 与 E/Em 无相关性,原因可能与样本量相对较小及两者并非均在同一天检查有关。另外,本研究显示 NHF 组的血浆 NT-proBNP 水平也高于正常值,提示心房颤动本身也可能增加 B 型利钠肽的分泌^[13]。本研究还显示,与 NYHA 心功能分级 II/III 级患者相比,IV 级患者 E/Em 更高,而 NT-proBNP 无显著变化,提示 E/Em 在反映临床表现的严重程度方面可能优于 NT-proBNP。

本研究的局限性:首先,E 和 Em 并非同一心动周期测得,虽取连续 5 个心动周期的平均值,但仍可能受心动周期不等的影响。其次,本研究为回顾性分析,DHF 组年龄较 NHF 组更大;有研究^[10]提示在健康人群中随年龄增加会出现 E 和 Em 降低而 E/Em 升高,因此两组的年龄差别可能会对结果产生一定影响。另外,血浆 NT-proBNP 与超声心动图检查非于同一天完成;样本量相对较小。

综上所述,E/Em 用于心房颤动患者 DHF 的诊断是可行的,并具有无创、简便的优点,以 $E/Em \geq 9.50$ 为截点,其诊断的敏感度和特异度均较合理。而 E/Em 对判断心房颤动合并 DHF 患者预后的价值还有待大样本前瞻性研究进一步证实。

[参考文献]

[1] Owan TE, Hodge DO, Herges RM, et al. Trends in prevalence and outcome of heart failure with preserved ejection fraction. *N Engl J Med*, 2006, 355(3):251-259.

[2] 白瑾,马国栋,张永珍,等.超声心动图评估左心室充盈压的研究进展. *中华超声影像学杂志*, 2011, 20(3):264-266.

[3] Sherazi S, Zaręba W. Diastolic heart failure: Predictors of mor-

tality. *Cardiol J*, 2011, 18(3):222-232.

- [4] Nagueh SF, Middleton KJ, Kopelen HA, et al. Doppler tissue imaging: A noninvasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of filling pressures. *J Am Coll Cardiol*, 1997, 30(6):1527-1533.
- [5] Dickstein K, Cohen-Solal A, Filippatos G, et al. ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J*, 2008, 29(19):2388-2442.
- [6] 孙璐瑶,贾大林,马春燕.应用二尖瓣环舒张早期运动速度评价冠心病患者左心室舒张功能. *中国医学影像技术*, 2008, 24(12):1966-1968.
- [7] Li C, Zhang J, Zhou C, et al. Will simultaneous measurement of E/e' index facilitate the non-invasive assessment of left ventricular filling pressure in patients with non-valvular atrial fibrillation? *Eur J Echocardiogr*, 2010, 11(3):296-301.
- [8] 孙琪玮,吴长君,刘秋颖.心房颤动病人舒张功能障碍的超声心动图特征. *哈尔滨医科大学学报*, 2005, 39(2):193-194.
- [9] Yu CM, Sanderson JE, Marwick TH, et al. Tissue doppler imaging a new prognosticator for cardiovascular diseases. *J Am Coll Cardiol*, 2007, 49(19):1903-1914.
- [10] 陈宝霞,李雪梅,王方芳,等.组织多普勒评估年龄及性别对左心室舒张功能及左心室充盈压的影响. *中国医学影像技术*, 2010, 26(12):2281-2284.
- [11] Baba O, Izuhara M, Kadota S, et al. Determinant factors of plasma B-type natriuretic peptide levels in patients with persistent nonvalvular atrial fibrillation and preserved left ventricular systolic function. *J Cardiol*, 2009, 54(3):402-408.
- [12] Watanabe T, Iwai-Takano M, Oikawa M, et al. Optimal noninvasive assessment of diastolic heart failure in patients with atrial fibrillation: Comparison of tissue doppler echocardiography, left atrium size, and brain natriuretic peptide. *J Am Soc Echocardiogr*, 2008, 21(6):689-696.
- [13] Inoue S, Murakami Y, Sano K, et al. Atrium as a source of brain natriuretic polypeptide in patients with atrial fibrillation. *J Card Fail*, 2000, 6(2):92-96.

《中国介入影像与治疗学》入选第二届中国精品科技期刊

由中国科学技术信息研究所主持的“2011 中国科技论文统计结果发布会”于 2011 年 12 月 2 日在北京国际会议中心举行。《中国介入影像与治疗学》入选第二届中国精品科技期刊。