

## Tei 指数和血浆脑钠肽对前壁心肌梗死长期预后的预测价值\*

常学伟<sup>1</sup>,张守彦<sup>1△</sup>,马惠芳<sup>1</sup>,田利平<sup>1</sup>,魏毅东<sup>2</sup>,魏经汉<sup>3</sup>

(1. 郑州大学附属洛阳中心医院心内科,河南洛阳 471009;2. 同济大学附属上海第十人民医院心内科,上海 200072;3. 郑州大学第一附属医院心内科,郑州 450000)

**[摘要]** **目的** 探讨 Tei 指数和血浆脑钠肽(BNP)对前壁心肌梗死(MI)患者长期随访主要不良心血管事件(MACE)的预测价值。**方法** 选取前壁 MI 患者 238 例,根据 BNP 和 Tei 中位数分组:G1 组( $Tei \leq 0.66, BNP \leq 532.60 \text{ ng/mL}, n=70$ ),G2 组( $Tei \leq 0.66, BNP > 532.60 \text{ ng/mL}, n=51$ ),G3 组( $Tei > 0.66, BNP \leq 532.60 \text{ ng/mL}, n=50$ ),G4 组( $Tei > 0.66, BNP > 532.60 \text{ ng/mL}, n=67$ )。随访终点为发生 MACE。**结果** BNP 与 Tei 呈强正相关( $r=0.582, P=0.000$ ),Tei( $\beta=0.658, P<0.05$ )进入 BNP 回归方程。4 组患者无 MACE 生存率比较,差异有统计学意义( $\chi^2=9.975, P=0.019$ );Cox 回归分析显示 Tei 指数、BNP 是 MACE 事件的独立预测因子。Tei 联合 BNP 对 MACE 有更强的预测价值( $AUC=0.781, 95\%CI:0.721\sim 0.841, P=0.000$ ),灵敏度为 72.52%,特异度为 76.89%。**结论** Tei 联合 BNP 对前壁 MI 长期随访 MACE 有较强的预测价值。

**[关键词]** 心力衰竭;射血分数;脑钠肽;Tei 指数**[中图分类号]** R541.4**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2018)04-0463-04

**Predictive value of Tei index and plasma brain natriuretic peptide on long-term prognosis in patients with anterior myocardial infarction\***

CHANG Xuewei<sup>1</sup>,ZHANG Shouyan<sup>1△</sup>,MA Hui Fang<sup>1</sup>,TIAN Liping<sup>1</sup>,WEI Yidong<sup>2</sup>,WEI Jinghan<sup>3</sup>

(1. Department of Cardiology, Affiliated Luoyang Municipal Central Hospital, Zhengzhou University, Luoyang, Henan 471009, China; 2. Department of Cardiology, Affiliated Shanghai Tenth People's Hospital, Tongji University, Shanghai 200072, China; 3. Department of Cardiology, First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou, Henan 450052, China)

**[Abstract]** **Objective** To explore the predictive value of Tei index and plasma brain natriuretic peptide(BNP) on major adverse cardiovascular events(MACE) during long term follow up in the patients with anterior myocardial infarction(MI). **Methods** A total of 238 patients with anterior MI were selected and divided into four groups according to the median of Tei index and BNP: G1 group( $Tei \leq 0.66, BNP \leq 532.60 \text{ ng/mL}, n=70$ ), G2 group( $Tei \leq 0.66, BNP > 532.60 \text{ ng/mL}, n=51$ ), G3 group( $Tei > 0.66, BNP \leq 532.60 \text{ ng/mL}, n=50$ ) and G4 group( $Tei > 0.66, BNP > 532.60 \text{ ng/mL}, n=67$ ). The follow up end was the MACE occurrence. **Results** There was a significant positive correlation between the Tei index and BNP( $r=0.582, P=0.000$ ). Tei entered the BNP regression equation( $\beta=0.658, P<0.05$ ). The MACE-free survival rate had no statistical difference among 4 groups( $\chi^2=9.975, P=0.019$ ). The Cox regression analysis showed that Tei index and BNP were the independent predictive factors for MACE. Tei combined with BNP had stronger predictive value to MACE( $AUC=0.781, 95\%CI:0.721-0.841, P=0.000$ ), its sensitivity was 72.52% and specificity was 76.89%. **Conclusion** Tei combined with BNP has stronger predictive value for anterior MI during long term follow up.

**[Key words]** heart failure; ejection fraction; brain natriuretic peptide; Tei index

心力衰竭是影响心肌梗死(myocardial infarction, MI)患者生活质量和预后的主要原因,准确评估心脏功能对治疗方案选择、疗效评价、预后评估均具有重要的作用。脑钠肽(brain natriuretic, BNP)是由心室细胞分泌的一种神经肽类激素,心室张力及压力负荷过重时,BNP 分泌增加,能够敏感而特异地反映心脏功能水平<sup>[1]</sup>。Tei 指数测量方法简便,不受心率、心室几何形态和瓣膜反流的影响,可以快速而准确地评估心室整体功能<sup>[2-5]</sup>。KARASEK 等<sup>[6]</sup>研究发现,在射血分数保留的心力衰竭患者中,血浆 BNP 和 Tei 指数明显升高,二者呈明显正相关,可以预测心力衰竭的严重程度。本研究旨在探讨前壁 MI 患者 Tei 指数与 BNP 的相关性,通过两年长期随访,评价二者对主要不良心血管事件(MACE)的预测价值,并确定其切点界值。

**1 资料与方法**

**1.1 一般资料** 选择 2013 年 1—12 月在郑州大学附属洛阳中心医院住院的前壁 MI 患者 238 例,患者均于急性 MI (AMI)1 个月后病情稳定时入选,其中男 143 例,女 95 例;年龄 40~75 岁,平均(52.53±10.61)岁。排除周围血管性疾病、严重的肝肾功能异常、慢性肺病、结缔组织病、肿瘤等疾病。根据 BNP 和 Tei 中位数将 238 例患者分为 4 组:G1 组( $Tei \leq 0.66, BNP \leq 532.60 \text{ ng/L}, n=70$ );G2 组( $Tei \leq 0.66, BNP > 532.60 \text{ ng/L}, n=51$ );G3 组( $Tei > 0.66, BNP \leq 532.60 \text{ ng/L}, n=50$ );G4 组( $Tei > 0.66, BNP > 532.60 \text{ ng/L}, n=67$ )。

**1.2 方法**

**1.2.1 标本采集与检测** 所有研究对象记录年龄、性别、体质指数(BMI)、吸烟史、高血压病史、糖尿病史、收缩压(SBP)、

\* 基金项目:洛阳市科技攻关项目(1721001A-4)。 作者简介:常学伟(1981—),主治医师,硕士研究生,主要从事心血管疾病的诊治研究。

△ 通信作者, E-mail: zsydoctor@163.com。

表 1 4 组患者入院时临床基线资料比较

项目	G1 组(n=70)	G2 组(n=51)	G3 组(n=50)	G4 组(n=67)	F/ $\chi^2$	P
性别(男/女,n)	42/28	34/17	29/21	38/29	1.329	0.722
吸烟史[n(%)]	31(44.29)	27(52.94)	22(44.00)	33(49.25)	1.224	0.747
高血压史[n(%)]	31(44.29)	27(52.94)	31(62.00)	30(44.78)	1.488	0.685
糖尿病史[n(%)]	22(31.43)	20(39.22)	15(30.00)	23(34.33)	1.175	0.759
BMI( $\bar{x}\pm s$ ,kg/m <sup>2</sup> )	23.61±4.05	24.62±4.47	23.78±4.12	25.02±4.63	1.504	0.214
年龄( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	51.83±9.41	51.20±9.28	52.51±9.67	53.60±9.94	0.705	0.550
SBP( $\bar{x}\pm s$ ,mm Hg)	126.11±19.23	131.07±19.89	124.20±18.91	127.45±19.43	1.172	0.321
DBP( $\bar{x}\pm s$ ,mm Hg)	75.34±8.78	73.45±8.41	72.20±8.11	74.67±8.71	1.478	0.221
TC( $\bar{x}\pm s$ ,mmol/L)	4.73±0.68	4.96±0.73	4.69±0.66	4.85±0.70	1.679	0.172
TG( $\bar{x}\pm s$ ,mmol/L)	1.87±1.39	1.95±1.41	1.76±1.35	2.04±1.50	0.406	0.749
HDL-C( $\bar{x}\pm s$ ,mmol/L)	1.01±0.32	1.10±0.35	1.13±0.36	1.05±0.34	1.437	0.233
LDL-C( $\bar{x}\pm s$ ,mmol/L)	2.86±0.57	3.07±0.63	3.04±0.62	2.96±0.58	1.506	0.214
Fib( $\bar{x}\pm s$ ,g/L)	4.65±1.31	4.76±1.31	4.85±1.34	5.10±1.46	1.331	0.265
UA( $\bar{x}\pm s$ , $\mu$ mol/L)	320.40±72.60	325.60±75.30	299.70±63.20	317.60±70.10	1.281	0.282
IVSD( $\bar{x}\pm s$ ,mm)	7.78±1.10	7.91±1.11	8.04±1.17	7.89±1.16	0.298	0.827
LVEDD( $\bar{x}\pm s$ ,mm)	54.12±6.30	55.94±6.63	57.67±6.91	58.11±7.00 <sup>a</sup>	4.918	0.002
LVEF( $\bar{x}\pm s$ ,%)	50.11±7.89	49.13±7.62	46.30±7.12	46.45±6.78 <sup>ab</sup>	5.664	0.001
Tei 指数( $\bar{x}\pm s$ )	0.50±0.09	0.53±0.09	0.81±0.11 <sup>ab</sup>	0.85±0.12 <sup>ab</sup>	192.1	0.000
BNP( $\bar{x}\pm s$ ,ng/L)	5.76±0.23	6.68±0.25 <sup>a</sup>	5.83±0.23 <sup>b</sup>	6.75±0.26 <sup>ac</sup>	292.2	0.000

a:  $P < 0.05$ , 与 G1 组比较; b:  $P < 0.05$ , 与 G2 组比较; c:  $P < 0.05$ , 与 G3 组比较

舒张压(DBP)等。清晨空腹取外周静脉血,应用日立 7020 全自动生化仪测定总胆固醇(TC)、三酰甘油(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、纤维蛋白原(Fib)、尿酸(UA)等生化指标;采用双抗体夹心法测定血浆 BNP 水平,试剂盒由罗氏公司提供,正常参考值为 BNP < 100 ng/L。

**1.2.2 超声检查** 应用 Philips IE33 型彩色多普勒超声仪,频率 2~4 MHz,于左心长轴切面测量左心室舒张末期内径(LVEDD)、舒张末期室间隔厚度(IVSD),左心室射血分数(LVEF)由电脑自动计算;在心尖四腔观二尖瓣口测定 a 间期(二尖瓣血流 A 峰终止至下一心动周期 E 峰开始的时间),于心尖五腔观主动脉瓣下测定左心室流出道血流速度及 b 间期(一个心动周期中主动脉瓣口血流开始至终止时间),Tei 指数计算公式如下:

$$\text{Tei 指数} = (a - b) / b$$

其中 a 为左心室等容收缩时间(ICT)、左心室等容舒张时间(IRT)、左心室射血时间(ET)之和, b 为 ET。

**1.2.3 随访** 所有患者出院后每个月随访 1 次,随访期为 24 个月,随访终点为发生 MACE(心力衰竭再住院、MI、卒中、心源性死亡)。

**1.3 统计学处理** 采用 SPSS13.0 软件进行统计分析,计量资料以  $\bar{x}\pm s$  表示,组间比较采用单因素方差分析;计数资料以率表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。因 BNP 呈偏态分布,取自然对数使之正态化后进行统计分析;应用偏相关分析法分析各变量相关性;应用多元逐步回归分析和 Cox 回归分析确定危险因素;采用 Kaplan-Meier 生存曲线计算无 MACE 生存率,以

Log-Rank 检验为标准;采用受试者工作特征(ROC)曲线评估 Tei 和 BNP 对 MACE 的预测价值,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结 果

**2.1 4 组患者入院时临床基线资料比较** 4 组患者年龄、性别、BMI、吸烟史、高血压病史、糖尿病史、SBP、DBP、TC、TG、HDL-C、LDL-C、Fib、UA、IVSD 等比较,均差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。G4 组患者 LVEDD 明显高于 G1 组,LVEF 明显低于 G1、G2 组,均差异有统计学意义( $P < 0.01$ );G3、G4 组患者 Tei 指数明显高于 G1、G2 组,G2、G4 组患者 BNP 明显高于 G1、G3 组,均差异有统计学意义( $P < 0.01$ ),见表 1。

**2.2 各指标相关性的分析结果** 对患者入院 SBP、LVEDD、LVEF、Tei 和 BNP 进行相关性分析,结果显示:BNP 与 Tei 呈强正相关( $r = 0.582, P = 0.000$ ),BNP 与 LVEF 呈强负相关性( $r = -0.507, P = 0.000$ ),BNP 与 LVEDD 呈中等正相关( $r = 0.416, P = 0.000$ );Tei 与 LVEF 呈中等负相关( $r = -0.378, P = 0.000$ );LVEDD 与 Tei 呈弱正相关( $r = 0.264, P = 0.000$ ),与 LVEF 存在较弱负相关( $r = -0.155, P = 0.017$ ),见表 2。

**2.3 BNP 的多元逐步回归分析结果** 以 BNP 为因变量,以其他指标为自变量进行多元逐步回归分析,进入回归方程的变量为 Tei、LVEF、LVEDD( $\beta = 0.658, -0.465, 0.372, P < 0.05$ ),见表 3。

**2.4 4 组患者远期随访结果及无 MACE 生存曲线** 随访时间为(20.02±0.43)个月,随访期间共发生 MACE 80 例,无 MACE 生存 158 例,其中 G1 组发生 MACE 15 例,无 MACE

生存 55 例;G2 组发生 MACE 18 例,无 MACE 生存 33 例;G3 组发生 MACE 16 例,无 MACE 生存 34 例;G4 组发生 MACE 31 例,无 MACE 生存 36 例。4 组患者发生 MACE 及无 MACE 生存比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ,表 4)。Kaplan-Meier 生存分析显示 4 组无 MACE 生存率存在明显差异,高 Tei 指数和高 BNP 患者无 MACE 生存率明显降低( $\chi^2 = 9.975, P = 0.019$ ),见图 1。

表 2 各指标相关性的分析结果(r)

指标	SBP	LVEDD	LVEF	Tei 指数	BNP
SBP	—	-0.125	0.045	-0.085	-0.125
LVEDD	-0.125	—	-0.155 <sup>a</sup>	0.264 <sup>b</sup>	0.416 <sup>b</sup>
LVEF	0.045	-0.175 <sup>a</sup>	—	-0.378 <sup>b</sup>	-0.507 <sup>b</sup>
Tei 指数	-0.085	0.264 <sup>b</sup>	-0.375 <sup>b</sup>	—	0.582 <sup>b</sup>
BNP	-0.125	0.416 <sup>b</sup>	-0.507 <sup>b</sup>	0.582 <sup>b</sup>	—

<sup>a</sup>: $P < 0.05$ ; <sup>b</sup>: $P < 0.01$ ; —:无数据

表 3 BNP 的多元逐步回归分析结果

自变量	回归系数	回归系数标准误	$\beta$	$t$	$P$
Tei 指数	3.295	0.835	0.658	3.946	0.000
LVEF	-0.132	-0.047	-0.465	2.809	0.007
LVEDD	0.151	0.059	0.372	2.559	0.014

表 4 4 组患者发生 MACE 的随访结果[n(%)]

组别	n	再住院	MI	卒中	心源性死亡	MACE
G1 组	70	11(15.71)	2(2.86)	1(1.43)	1(1.43)	15(21.43)
G2 组	51	9(17.65)	4(7.84)	2(3.92)	3(5.88)	18(35.29)
G3 组	50	8(16.00)	3(6.00)	2(4.00)	3(6.00)	16(32.00)
G4 组	67	16(23.88)	7(10.45)	3(4.48)	5(7.46)	31(46.27)
$\chi^2$		1.880	3.294	1.174	2.900	9.589
$P$		0.598	0.348	0.759	0.407	0.022

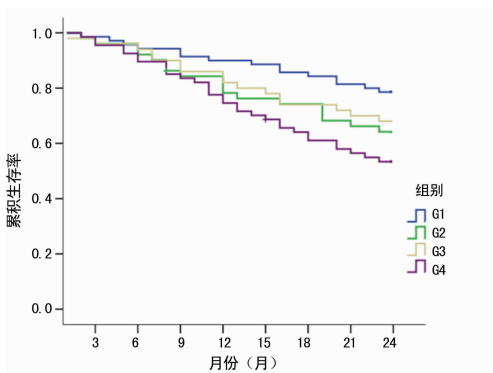


图 1 4 组患者无 MACE 的 Kaplan-Meier 生存曲线

2.5 发生 MACE 危险因素的 Cox 回归分析结果 对 MACE 事件进行 Cox 回归分析,结果显示入院时 Tei 和 BNP 与 MACE 发生明显相关,而年龄、性别、BMI、吸烟史、高血压病史、糖尿病史、SBP、DBP、TC、TG、HDL-C、LDL-C、Fib、UA、IVSD、LVEDD、LVEF 等与 MACE 发生无明显相关。随着 Tei 指数及 BNP 的升高,MACE 发生风险增加,见表 5。

2.6 ROC 曲线评估 Tei 和 BNP 对 MACE 的预测价值 ROC 曲线显示,Tei 预测 MACE 的界值为 0.81,曲线下面积(AUC)为 0.739 (95% CI: 0.673 ~ 0.804,  $P = 0.000$ ),灵敏度为 58.78%,特异度为 86.51%;BNP 预测 MACE 的界值为 848.50 ng/L, AUC 为 0.717 (95% CI: 0.649 ~ 0.785,  $P = 0.000$ ),灵敏度为 51.33%,特异度为 88.45%;Tei 联合 BNP 对 MACE 有更好的预测价值,AUC 为 0.781(95% CI: 0.721 ~ 0.841,  $P = 0.000$ ),灵敏度为 72.52%,特异度为 76.89%。

表 5 发生 MACE 危险因素的 Cox 回归分析结果

项目	B	标准误	Wald	OR	95%CI	P
Tei 指数	1.522	0.511	8.871	4.581	1.683~12.473	0.003
BNP	1.106	0.398	7.722	3.022	1.385~6.593	0.005
LVEF	0.225	0.129	3.042	1.252	0.973~1.613	0.081
LVEDD	0.279	0.163	2.930	1.322	0.960~1.819	0.087
Fib	0.503	0.314	2.566	1.654	0.894~3.060	0.109

### 3 讨论

MI 后心力衰竭严重影响患者生活质量和预后,BNP 是评估心脏功能的重要指标,具有较高的敏感性和特异性,但在临床应用中发现其有一定的局限性,且不能反映心脏结构情况<sup>[7-10]</sup>,因此,临床上迫切需要能够快速准确评估心室整体结构功能的指标。Tei 指数也称心肌性能指数,是心室 IRT、ICT、ET 之和减去心室 ET 与心室 ET 的比值。Tei 指数不受心室几何形态、心腔内压力及心率的影响,能够综合评价心室收缩、舒张功能<sup>[2-5]</sup>。在肺动脉高压患者中,右心室 Tei 指数与肺动脉高压的程度呈正相关,可以敏感、准确地评价心力衰竭,反映右心室功能受损的严重程度<sup>[11]</sup>,有研究发现,扩张型心肌病患者 Tei 指数可以预测心力衰竭的严重程度,与美国纽约心脏病学会心功能分级呈正相关<sup>[12]</sup>。本研究拟通过对 238 例前壁 MI 患者超声和 BNP 等临床资料及随访结果进行分析,评价二者对长期随访 MACE 的预测价值。

本研究结果显示,BNP 与 Tei 呈强正相关性,BNP 与 LVEF 呈强负相关性,多元逐步回归分析显示 Tei 指数和 LVEF 进入 BNP 回归方程,本研究通过(20.02±0.43)个月的随访,共发生 MACE 事件 80 例,无 MACE 存活 158 例,生存分析 Log-Rank 检验显示,高 BNP 及高 Tei 指数患者 24 个月随访 MACE 发生率明显增高。OZTURK 等<sup>[13]</sup>对 50 例冠状动脉扩张患者和 40 例健康对照组进行研究,结果显示冠状动脉扩张患者存在明显的左心室不同步收缩,且 Tei 指数是左心室收缩不同步的独立危险因素。在射血分数保留的心力衰竭患者中,BNP 和 Tei 指数明显增高,二者存在强烈的正相关性,且与心脏舒张功能恶化密切相关<sup>[6]</sup>。在二尖瓣反流的患者中,随着心功能级别的增高,Tei 指数逐渐升高,Tei 指数与 LVEF 和 BNP 存在密切的相关性,可以作为随访过程中评价心室整体功能的超声指标<sup>[14]</sup>。邓新桃等<sup>[15]</sup>研究发现,充血性心力衰竭患者入院 BNP 水平和 Tei 指数是长期随访 MACE 发生的独立危险因素,BNP 超过 1 910 ng/L 的患者死亡风险明显增加。本研究通过 Cox 回归分析显示,入院 Tei 指数和 BNP 是两年随访 MACE 的独立危险因素,ROC 曲线显示,Tei 指数和 BNP 预测 MACE 的界值分别为 0.81 和 848.50 ng/L,

AUC 分别为 0.739 和 0.717。对于 Tei 指数大于 0.81、BNP > 848.50 ng/L 的患者,长期随访 MACE 的发生风险明显升高;Tei 指数联合 BNP 预测 MACE 的价值更大,AUC 为 0.781,灵敏度和特异度分别为 72.52% 和 76.89%。

BNP 是心力衰竭诊断和预后评估的重要指标,但 BNP 不能反映心脏结构情况,多种混杂因素均可影响 BNP 水平<sup>[7-10]</sup>;Tei 指数是定量评价心功能的新型超声指标,可以快速准确地评价心脏整体功能,且受其他因素影响较小,可以在一定程度上弥补 BNP 的局限性。本研究证实 Tei 联合 BNP 对前壁 MI 患者两年随访 MACE 发生有更好的预测价值,可联合用于筛查高危人群,为临床干预提供理论依据。但本研究样本量较小,结论的准确性仍有待大样本、多中心研究来证实。

#### 参考文献

- [1] BAL L, THIERRY S, BROCAS E, et al. B-type natriuretic peptide (BNP) and N-terminal-proBNP for heart failure diagnosis in shock or acute respiratory distress[J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2006, 50(3): 340-347.
- [2] TEI C, LING L H, HODGE D O, et al. New index of combined systolic and diastolic myocardial performance: a simple and reproducible measure of cardiac function—a study in normal and dilated cardiomyopathy[J]. *J Cardiol*, 1995, 26(6): 357-366.
- [3] AURA A, SANCHEZ M, KATHLEED E, et al. Tissue Doppler Septal Tei Index Indicates Severity of Illness in Pediatric Patients With Congestive Heart Failure[J]. *Pediatr Cardiol*, 2014, 35(3): 411-418.
- [4] GAIBAZZI N, PETRUCCI N, ZIACCHI V. Left ventricle myocardial performance index derived either by conventional method or mitral annulus tissue-Doppler: a comparison study in healthy subjects and subjects with heart failure[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2005, 18(12): 1270-1276.
- [5] SU H M, LIN T H, VOON W C, et al. Differentiation of left ventricular diastolic dysfunction, identification of pseudonormal/restrictive mitral inflow pattern and determination of left ventricular filling pressure by Tei index obtained from tissue Doppler echocardiography[J]. *Echocardiography*, 2006, 23(4): 287-294.
- [6] KARASEK D, SINKIEWICZ W, BŁAZEJEWSKI J. Relationship between B-type natriuretic peptide serum level, echocardiographic TEI index and the degree of diastolic dysfunction in patients with heart failure with preserved systolic function[J]. *Arch Med Sci*, 2011, 7(3): 449-456.
- [7] TROUGHTON R W, RICHARDS A M. B-type natriuretic peptides and echocardiographic measures of cardiac structure and function[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2009, 2(2): 216-225.
- [8] GREWAL J, MCKELVIE R, LONN E, et al. BNP and NT-proBNP predict echocardiographic severity of diastolic dysfunction[J]. *Eur J Heart Fail*, 2008, 10(3): 252-259.
- [9] 黄辉, 刘坪, 李佳. 血浆 B 型利钠肽、胱抑素 C 水平与慢性心力衰竭的关系[J]. *重庆医学*, 2013, 42(23): 2789-2790.
- [10] OKAWA M, KITAOKA H, MATSUMURA Y, et al. Functional assessment by myocardial performance index (Tei index) correlates with plasma brain natriuretic peptide concentration in patients with hypertrophic cardiomyopathy[J]. *Circ J*, 2005, 69(8): 951-957.
- [11] OGIHARA Y, YAMADA N, DOHI K, et al. Utility of right ventricular Tei-index for assessing disease severity and determining response to treatment in patients with pulmonary arterial hypertension[J]. *J Cardiol*, 2014, 63(2): 149-153.
- [12] SANCHEZ MEJIA A A, SIMPSON K E, HILDEBOLT C F, et al. Tissue doppler septal Tei index indicates severity of illness in pediatric patients with congestive heart failure[J]. *Pediatr Cardiol*, 2014, 35(3): 411-418.
- [13] OZTURK S, AYHAN S, ASLANTAS Y, et al. Detection of left ventricular asynchrony and its relationship with the Tei index in patients with coronary artery ectasia[J]. *Exp Clin Cardiol*, 2013, 18(1): e8-11.
- [14] KARGIN R, ESEN O, AKCAKOYUN M, et al. Relationship between the tissue Doppler-Derived Tei index and plasma brain natriuretic peptide levels in patients with mitral regurgitation[J]. *J Heart Valve Dis*, 2010, 19(1): 35-42.
- [15] 邓新桃, 石桂良, 王如兴, 等. B 型利钠肽水平对慢性心力衰竭患者预后的影响[J]. *中华心血管病杂志*, 2012, 40(6): 462-466.

(收稿日期: 2017-06-24 修回日期: 2017-09-01)

(上接第 462 页)

- [15] 兰天, 赵世华, 陆敏杰, 等. 磁共振成像在缺血性心脏病与特发性 IDCM 鉴别诊断中的价值[J]. *中国循环杂志*, 2014, 29(4): 284-287.
- [16] CHOI Y, KIM S M, LEE S C, et al. Quantification of left ventricular trabeculae using cardiovascular magnetic resonance for the diagnosis of left ventricular non-compaction; evaluation of trabecular volume and refined semi-

quantitative criteria[J]. *J Cardiovasc Magn Reson*, 2016, 18(1): 24-26.

- [17] 张颖雪, 赵新湘, 孙勇. 心脏磁共振成像技术在扩张型心肌病中的应用及研究进展[J]. *心血管病学进展*, 2016, 37(1): 74-77.

(收稿日期: 2017-07-11 修回日期: 2017-09-20)