

# 实时三维超声心动图与二维斑点追踪技术评估甲状腺 功能减低症患者左房功能

徐 艺 赵中千 陈 佳

**摘要** **目的** 应用实时三维超声心动图(RT-3DE)与二维斑点追踪技术(2D-STE)评估甲状腺功能减低症(以下简称甲减)患者左房功能。**方法** 选取我院收治的甲减患者 52 例(研究组)和同期健康成人 62 例(对照组),观察两组及研究组治疗前后常规超声心动图、RT-3DE 及 2D-STE 检测指标的差异,分析促甲状腺素(TSH)与 RT-3DE 和 2D-STE 指标的相关性。**结果** 两组常规超声心动图参数比较差异均无统计学意义。RT-3DE 检查显示,研究组治疗前后左房主动射血分数(LAAEF)、左房收缩期纵向应变(LASct)均高于对照组,左房被动射血分数(LAPEF)、左房管道期纵向应变(LAScd)和左房储备期纵向应变(LASr)均低于对照组,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ );研究组治疗后 LAPEF、LAScd 和 LASr 均高于治疗前(均  $P < 0.05$ ),LASct 低于治疗前( $P < 0.05$ )。2D-STE 检查显示,研究组治疗后各节段舒张早期应变率(SRe)和收缩期应变率(SRs)均高于治疗前(均  $P < 0.05$ );研究组治疗前各节段舒张晚期应变率(SRa)均高于对照组, SRe 和 SRs 均低于对照组,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。研究组治疗后各节段 SRa 均高于对照组, SRe 和 SRs 低于对照组,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。TSH 与 LAAEF 呈正相关,与 LAPEF 和左房中间段 SRe 绝对值均呈负相关(均  $P < 0.05$ )。**结论** 甲减患者左房储存功能下降,左房泵功能、管道均有所损伤,RT-3DE 和 2D-STE 可为临床治疗提供参考依据。

**关键词** 超声心动描记术,实时,三维;斑点追踪,二维;甲状腺功能减低症;心房功能,左  
[中图法分类号]R540.45 [文献标识码]A

## Application of real-time three-dimensional echocardiography and two-dimensional speckle tracking echocardiography in evaluating left atrial function in patients with hypothyroidism

XU Yi, ZHAO Zhongqian, CHEN Jia

Department of Cardiology, Chongqing Emergency Medical Hospital, Chongqing 400014, China

**ABSTRACT** **Objective** To apply real-time three-dimensional echocardiography (RT-3DE) and two-dimensional speckle tracking echocardiography (2D-STE) in assessing the left atrial function of patients with hypothyroidism. **Methods** Fifty-two cases of hypothyroidism (study group) and 62 healthy adults (control group) in our hospital were selected, and the differences in the detection indexes of conventional echocardiography, RT-3DE and 2D-STE between the two groups and in the study group before and after treatment were observed. The correlation between thyroid stimulating hormone (TSH) and RT-3DE and 2D-STE indicators were analyzed. **Results** There were no statistically significant difference in the conventional echocardiographic parameters between the two groups. RT-3DE showed that LAAEF and LASct in the study group were higher than those in the control group before and after treatment, and that LAPEF, LAScd and LASr were lower than those in the control group, and the differences were statistically significant (all  $P < 0.05$ ). LAPEF, LAScd and LASr in the study group after treatment were higher than those before treatment (all  $P < 0.05$ ), and LASct was lower than that before treatment ( $P < 0.05$ ). 2D-STE showed that the strain rate of early diastolic period (SRe) and the strain rate of systolic period (SRs) of each segment in the study group after treatment were higher than those before treatment (all  $P < 0.05$ ), the strain rate of late diastolic period (SRa) of each segment in

the study group was higher than that of the control group, and both SRe and SRs were lower than those of the control group. The differences were statistically significant (all  $P < 0.05$ ). After treatment, SRa of each segment in the study group was higher than that of the control group, while SRe and SRs were lower than those of the control group, and the differences were statistically significant (all  $P < 0.05$ ). TSH was positively correlated with LAAEF, and negatively correlated with LAPEF and the absolute value of SRe in the middle segment of the left atrium (all  $P < 0.05$ ). **Conclusion** In patients with hypothyroidism, the storage function of the left atrium is decreased, and the pump function and pipeline of the left atrium are damaged. RT-3DE and 2D-STE can provide reference for clinical treatment.

**KEY WORDS** Echocardiography, real-time, three-dimensional; Speckle tracking, two-dimensional; Hypothyroidism; Atrial function, left

甲状腺功能减退症(以下简称甲减)会导致体内甲状腺激素水平无法供应外周组织需求<sup>[1]</sup>。缺乏甲状腺激素会影响心血管血流动力学和心功能的调控,早期甲减导致的心血管系统初期损害无明显特异性,临床易漏误诊,因此,甲减患者心脏损害的早发现、早诊断和早治疗十分重要<sup>[2]</sup>。随着医学技术的不断发展,实时三维超声心动图(RT-3DE)、二维斑点追踪(2D-STE)和应变多普勒成像等均能定量评估左房功能<sup>[3]</sup>,其中RT-3DE具有较好的时间分辨率,能早期发现心肌形态学改变和功能改变;而基于二维灰阶图像的2D-STE可自动计算各节段的应变参数,对左房功能的评估亦有一定价值。本研究旨在应用RT-3DE和2D-STE评估甲减患者左房功能。

## 资料与方法

### 一、研究对象

选取2018年5月至2020年7月于我院就诊的52例甲减患者(研究组),男16例,女36例,年龄21~58岁,平均(41.36±9.50)岁。纳入标准:①均符合甲减诊断标准<sup>[4]</sup>;②窦性心律。排除标准:①肿瘤、呼吸系统疾病、慢性肾脏疾病、糖尿病、肝硬化患者;②桥本甲状腺炎的自身免疫性疾病者;③嗜酒者;④妊娠及哺乳期患者;⑤甲亢后甲减患者;⑥起搏器植入术后患者;⑦外周血管疾病、大量心包积液、房颤、心瓣膜病、先天性心脏病、高血压病等心血管疾病患者。另选同期健康成人62例为对照组,男18例,女44例,年龄19~58岁,平均(41.16±9.73)岁。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有受检者均签署知情同意书。

### 二、仪器与方法

1. 仪器:使用Philips EPIQ7和GE Vivid E 95彩色多普勒超声诊断仪,探头频率1~5 MHz。

2. 常规超声心动图检查:患者取左侧卧位,连接心电图,常规测量收缩末期左房前后径(LAD)、舒张

末期左室后壁厚度(LVPWd)、舒张末期室间隔厚度(LVSD)、舒张末期左室内径(LVEDD)、收缩末期左室内径(LVESD),采用Simpson法于心尖两腔和四腔切面测量左室射血分数(LVEF),组织多普勒测量舒张早期室间隔侧壁运动速度(Sep e')和舒张早期二尖瓣环左室侧壁运动速度(Lat e'),频谱多普勒检测二尖瓣E峰减速时间(EDT)及二尖瓣舒张早、晚期血流速度(A峰、E峰)。

3. RT-3DE检查:于心尖四腔标准切面获得清晰稳定的左房图像,进入4D Auto LVQ系统后自动描记左房边界,检测左房最小容积(LAMmin)和左房最大容积(LAVmax),获得左房收缩前容积指数(LAVIp)、左房最小容积指数(LAVImin)和左房最大容积指数(LAVImax);计算左房主动射血分数(LAAEF)、左房被动射血分数(LAPEF)、左房整体射血分数(LATEF)。然后测量左房应变参数,包括左房收缩期、管道期、储备期纵向应变(LASct、LAScd、LASr)。

4. 2D-STE检查:连接心电图后嘱患者屏气,采集心尖两腔切面和心尖四腔切面图像,储存5个心动周期。应用QLab图像分析软件对左房壁心内膜面进行自动勾画描记,获得各节段舒张晚期应变率(SRa)、舒张早期应变率(SRe)和收缩期应变率(SRs)。

上述相关超声检查均由同一具有丰富经验的超声医师完成,所有参数测量5次取平均值。

5. 治疗及随访:研究组患者给予左甲状腺素钠片(优甲乐,Merck KGaA公司,国药准字:J20160065)治疗,用药方案根据指南<sup>[5]</sup>由内分泌科医师制定,治疗后促甲状腺素(TSH)恢复正常3个月设定为研究组治疗后。

### 三、统计学处理

应用SPSS 21.0统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组比较行 $t$ 检验,多组比较采用方差分析;计数资料以率表示,行 $\chi^2$ 检验。相关性分析采用Pearson分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、两组基本资料比较

两组舒张压、收缩压、体表面积比较差异均无统

计学意义,低密度脂蛋白胆固醇、血清总三碘甲状腺原氨酸、血清总三碘甲状腺原氨酸、血清总甲状腺素、游离三碘甲状腺原氨酸比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。见表 1。

表 1 两组基本资料比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	舒张压(mm Hg)	收缩压(mm Hg)	体表面积(m <sup>2</sup> )	TT3(ng/ml)	TT4( $\mu$ g/dl)	FT3(pmol/L)	LDL-C(mmol/L)	FT4(pmol/L)	TSH(mU/ml)
研究组									
治疗前	72.93 $\pm$ 8.93	122.36 $\pm$ 13.41	1.63 $\pm$ 0.11	0.83 $\pm$ 0.27	5.79 $\pm$ 1.92	2.57 $\pm$ 1.35	2.63 $\pm$ 0.82	0.81 $\pm$ 0.21	8.47 $\pm$ 4.31
治疗后	75.39 $\pm$ 11.86	124.57 $\pm$ 18.66	1.63 $\pm$ 0.11	1.06 $\pm$ 0.16	7.32 $\pm$ 1.41	2.94 $\pm$ 0.38	2.96 $\pm$ 0.74	1.05 $\pm$ 0.124	5.51 $\pm$ 2.37
对照组	70.16 $\pm$ 12.15	115.87 $\pm$ 13.14	1.64 $\pm$ 0.14	1.05 $\pm$ 0.13	7.78 $\pm$ 1.58	3.22 $\pm$ 0.31	2.54 $\pm$ 0.48	1.17 $\pm$ 0.128	3.23 $\pm$ 0.87
F 值	1.590	1.239	0.209	4.572	9.011	5.311	3.516	6.549	9.241
P	>0.05	>0.05	>0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

TT3:血清总三碘甲状腺原氨酸;TT4:血清总三碘甲状腺原氨酸;FT3:血清总甲状腺素;LDL-C:低密度脂蛋白胆固醇;FT4:游离三碘甲状腺原氨酸;TSH:促甲状腺素。1 mm Hg=0.133 kPa

### 二、两组常规超声心动图参数比较

研究组治疗前后常规超声心动图参数与对照组比较差异均无统计学意义。见表 2。

### 三、两组 RT-3DE 参数比较

研究组治疗前后 LAAEF、LASet 均高于对照组, LAPEF、LAScd 和 LASr 均低于对照组, 差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。LATEF、LAVIp、LAVImin 和 LAVImax 比较差异均无统计学意义。研究组治疗后 LAPEF、LAScd 和 LASr 均高于治疗前, LASet 低于治疗前, 差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ), LAAEF 比较差

异无统计学意义。见表 3 和图 1A~C。

### 四、两组 2D-STE 参数比较

研究组治疗前各节段 SRa 均高于对照组, SRe 和 SRs 均低于对照组, 差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。研究组治疗后房顶段、基底段 SRs 与对照组比较差异均无统计学意义, 治疗后各节段 SRa 均高于对照组, SRe 和 SRs 均低于对照组, 差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。研究组治疗后 SRe 和 SRs 均高于治疗前(均  $P < 0.05$ ); 各节段 SRa 与治疗前比较差异均无统计学意义。见表 4 和图 1D~E。

表 2 两组常规超声心动图参数比较( $\bar{x} \pm s$ )

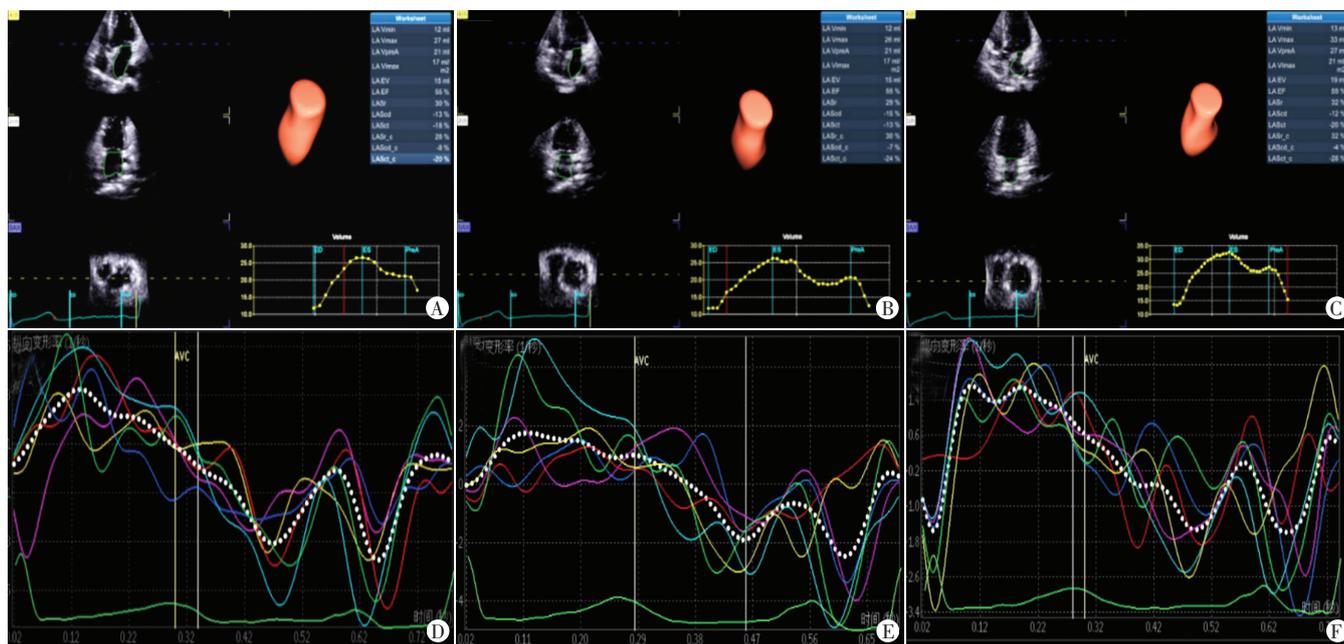
组别	LAD(mm)	LVPWd(mm)	IVSd(mm)	LVEDD(mm)	LVESD(mm)	LVEF(%)	A 峰(cm/s)	E 峰(cm/s)	Sep e'(cm/s)	Lat e'(cm/s)	EDT(ms)
研究组											
治疗前	33.69 $\pm$ 2.50	9.09 $\pm$ 0.94	9.27 $\pm$ 0.82	43.72 $\pm$ 3.26	30.03 $\pm$ 3.13	63.18 $\pm$ 2.88	67.23 $\pm$ 6.44	71.82 $\pm$ 8.71	9.23 $\pm$ 1.41	10.71 $\pm$ 1.24	181.24 $\pm$ 12.61
治疗后	33.43 $\pm$ 2.56	9.02 $\pm$ 0.95	9.21 $\pm$ 0.84	43.37 $\pm$ 3.16	29.95 $\pm$ 3.19	63.66 $\pm$ 2.61	67.71 $\pm$ 6.32	72.24 $\pm$ 6.73	9.35 $\pm$ 1.27	10.82 $\pm$ 0.98	181.15 $\pm$ 13.14
对照组	33.07 $\pm$ 2.32	8.92 $\pm$ 0.88	9.16 $\pm$ 0.91	42.94 $\pm$ 3.14	29.60 $\pm$ 3.04	64.16 $\pm$ 2.46	68.25 $\pm$ 7.33	72.83 $\pm$ 7.91	10.37 $\pm$ 3.16	10.94 $\pm$ 1.16	181.72 $\pm$ 14.56
F 值	0.632	0.569	0.336	0.421	0.509	0.338	0.492	0.463	0.622	0.267	0.137
P	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

LAD:收缩末期左房前后径;LVPWd:舒张末期左室后壁厚度;LVSD:舒张末期室间隔厚度;LVEDD:舒张末期左室内径;LVESD:收缩末期左室内径;LVEF:左室射血分数;A 峰、E 峰:二尖瓣舒张早、晚期血流速度;Sep e':舒张早期室间隔侧运动速度;Lat e':舒张早期二尖瓣环左室侧壁运动速度;EDT:二尖瓣 E 峰减速时间

表 3 两组 RT-3DE 参数比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	LAAEF(%)	LAPEF(%)	LATEF(%)	LAVIp(ml/m <sup>2</sup> )	LAVImin(ml/m <sup>2</sup> )	LAVImax(ml/m <sup>2</sup> )	LASct(%)	LAScd(%)	LASr(%)
研究组									
治疗前	41.51 $\pm$ 8.96 <sup>#</sup>	39.48 $\pm$ 6.15 <sup>#</sup>	65.01 $\pm$ 3.39	14.55 $\pm$ 2.18	8.61 $\pm$ 1.27	24.68 $\pm$ 2.92	-18.92 $\pm$ 2.45 <sup>#</sup>	-15.51 $\pm$ 2.07 <sup>#</sup>	29.52 $\pm$ 3.76 <sup>#</sup>
治疗后	40.35 $\pm$ 8.83 <sup>#</sup>	41.39 $\pm$ 5.05 <sup>**</sup>	65.31 $\pm$ 3.94	14.91 $\pm$ 2.25	8.60 $\pm$ 1.49	24.84 $\pm$ 3.07	-17.35 $\pm$ 2.18 <sup>**</sup>	-16.73 $\pm$ 1.65 <sup>**</sup>	32.91 $\pm$ 4.96 <sup>**</sup>
对照组	36.70 $\pm$ 4.64	45.01 $\pm$ 4.32 <sup>*</sup>	65.24 $\pm$ 3.24	14.04 $\pm$ 1.82	8.88 $\pm$ 1.64	25.57 $\pm$ 2.81	-15.33 $\pm$ 3.29 <sup>*</sup>	-18.15 $\pm$ 2.16 <sup>*</sup>	36.97 $\pm$ 4.33 <sup>*</sup>
F 值	4.327	3.997	0.526	0.419	0.406	0.637	3.286	5.239	6.338
P	<0.05	<0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	<0.05	<0.05	<0.05

与研究组治疗前比较, <sup>#</sup> $P < 0.05$ ; 与对照组比较, <sup>\*</sup> $P < 0.05$ 。LAAEF:左房主动射血分数;LAPEF:左房被动射血分数;LATEF:左房整体射血分数;LAVIp:左房收缩前容积指数;LAVImin:左房最小容积指数;LAVImax:左房最大容积指数;LASct、LAScd、LASr:左房收缩期、管道期、储备期纵向应变



A、B、C分别为对照组和研究组治疗前后RT-3DE图；D、E、F分别为对照组和研究组治疗前后2D-STE图

图1 对照组及研究组治疗前后RT-3DE和2D-STE图

表4 两组2D-STE参数比较( $\bar{x}\pm s$ )

s<sup>-1</sup>

组别	房顶段			中间段			基底段		
	SRa	SRe	SRs	SRa	SRe	SRs	SRa	SRe	SRs
研究组									
治疗前	-1.31±0.29 <sup>#</sup>	-1.12±0.29 <sup>#</sup>	1.05±0.30 <sup>#</sup>	-2.04±0.25 <sup>#</sup>	-1.93±0.20 <sup>#</sup>	2.03±0.27 <sup>#</sup>	-2.34±0.21 <sup>#</sup>	-2.07±0.21 <sup>#</sup>	2.25±0.22 <sup>#</sup>
治疗后	-1.24±0.26 <sup>#</sup>	-1.19±0.24 <sup>#</sup>	1.13±0.31 <sup>#</sup>	-1.97±0.23 <sup>#</sup>	-2.06±0.24 <sup>#</sup>	2.07±0.24 <sup>#</sup>	-2.28±0.22 <sup>#</sup>	-2.17±0.25 <sup>#</sup>	2.34±0.23 <sup>#</sup>
对照组	-1.03±0.22	-1.32±0.23 <sup>*</sup>	1.24±0.25 <sup>*</sup>	-1.81±0.37	-2.22±0.39 <sup>*</sup>	2.21±0.29 <sup>*</sup>	-2.11±0.34	-2.43±0.42 <sup>*</sup>	2.40±0.29 <sup>*</sup>
F值	2.724	2.534	1.996	1.035	2.337	2.036	1.995	2.433	2.547
P	<0.05	<0.05	<0.05	>0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

与研究组治疗前比较, <sup>#</sup>P<0.05; 与对照组比较, <sup>\*</sup>P<0.05。SRa:舒张晚期应变率; SRe:舒张早期应变率; SRs:收缩期应变率

### 五、相关性分析

相关性分析显示, TSH与LAAEF呈正相关( $r=0.509, P<0.05$ ), 与LAPEF和左房中间段SRe绝对值均呈负相关( $r=-0.483, -0.309$ , 均 $P<0.05$ ), 与房顶段SRa和左房基底段SRe无明显相关( $r=0.084, -0.318$ )。

### 讨论

血管和心脏的正常生理功能与甲状腺激素密切相关, 心血管系统功能会因甲减的发生而受到影响。左房具有独特的生理学特征和解剖特点<sup>[6]</sup>, 其容积大小可通过超声心动图、CT和MRI检测, 超声心动图具有价廉、无创和操作简便等优点, 临床应用广泛<sup>[7]</sup>。由于左房大小是左室舒张功能不全的标志和心血管风险的预后决定因素, 故评估甲减患者左房整体性和节段性功能十分重要。2D-STE是在二维成像的基础上进行

斑点追踪的超声后处理技术, 可以评估心肌形变<sup>[8]</sup>。RT-3DE具有无创、安全等优点, 可准确评估左房大小, 诊断准确率高<sup>[9]</sup>。本研究应用RT-3DE和2D-STE评估甲减患者左房功能, 以期临床诊断提供依据。

本研究结果显示, 研究组与对照组患者LAVIp、LAVImin、LAVImax、LVEF、LVPWd、LVSD、LAD比较差异均无统计学意义, 说明甲减患者左心容积参数尚正常, 但SRs在左房各节段均减低, 说明左房储存功能下降, 左房泵功能、管道功能均有所损伤。为观察左房功能是否会随着甲减的有效治疗而有所恢复, 本研究对比了对照组和研究组治疗前后各项参数, 发现研究组治疗后LAPEF、LAScd和LASr均高于治疗前(均 $P<0.05$ ), LASct低于治疗前( $P<0.05$ ); 研究组治疗前后LAAEF、LASct均高于对照组, LAPEF、LAScd和LASr均低于对照组(均 $P<0.05$ )。研究组治疗后各节段SRe和SRs

均高于治疗前(均  $P < 0.05$ );且研究组治疗前、后左房各节段 SRa 均高于对照组, SRe 和 SRs 均低于对照组, 差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ), 说明 RT-3DE 和 2D-STE 均可准确反映甲减患者治疗效果。

既往研究<sup>[10]</sup>发现, 甲减可在影响左室功能的同时损伤心肌。本研究结果显示, 研究组 LAPEF 和左房各节段 SRe 均较对照组减小(均  $P < 0.05$ ), 原因可能是在出现左室早期舒张功能不全时, 进入左室的血液减少, 故左房被动排空功能受损, 管道功能减弱。随着甲减的进一步加重, 进入心室的血液减少, 心房存留的血液增多, 左房肌纤维长度和收缩前容积均增加, 同时左房肌主动收缩增强<sup>[11]</sup>, 本研究结果显示, 研究组治疗前、后 LAAEF 及左房各节段 SRa 均较对照组增大, 差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ), 与以上研究结论一致。

左旋甲状腺素作为甲减的首选治疗药物, 能有效缓解患者的症状体征, 且长期疗效确切<sup>[12]</sup>。本研究结果显示, 治疗组治疗后 LAPEF 升高, 各节段 SRe 和 SRs 均有所升高, 与治疗前比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。表明左旋甲状腺素可恢复泵功能, 改善左房的管道功能和储存功能。另外, 本研究相关性分析发现 TSH 与 LAAEF 呈正相关, 与 LAPEF 和左房中间段 SRe 绝对值均呈负相关(均  $P < 0.05$ ), 说明左房功能与左房中间段 SR 密切相关, 可有效评估甲减患者左房功能。与 Yoon 等<sup>[13]</sup>的研究结论基本一致。

综上所述, 左房功能受损和甲减有一定相关性, 甲减患者左房储存功能下降, 左房泵功能、管道均有所损伤, RT-3DE 和 2D-STE 可为临床治疗提供参考依据。但本研究未长期随访研究对象, 无法了解左房功能在长期治疗后的改变情况, 今后需延长随访时间, 以获得更准确的研究结果。

#### 参考文献

- [1] Kanar BG, Kanar HS, Karatay A, et al. Assessment of left atrium and diastolic dysfunction in patients with hypertensive retinopathy: a real-time three-dimensional echocardiography-based study [J]. Clin Exp Hypertens, 2017, 39(8): 696-704.
- [2] Yagmur J, Cansel M, Kurtoglu E, et al. Assessment of left atrial volume and function by real time three-dimensional echocardiography in obese patients [J]. Echocardiography, 2017, 34(2): 210-216.
- [3] Figueras-Coll M, Sanchez-de-Toledo J, Gran F, et al. Echocardiography in the assessment of left atrial pressure after pediatric heart surgery: a comparison study with measurements obtained from left atrial catheter [J]. World J Pediatr Congenit Heart Surg, 2015, 6(3): 438-442.
- [4] Kishima H, Mine T, Takahashi S, et al. Left atrial ejection force predicts the outcome after catheter ablation for paroxysmal atrial fibrillation [J]. J Cardiovasc Electrophysiol, 2018, 29(2): 264-271.
- [5] Lazzeroni D, Gaibazzi N, Bini M, et al. Prognostic value of new left atrial volume index severity partition cutoffs after cardiac rehabilitation program in patients undergoing cardiac surgery [J]. Cardiovasc Ultrasound, 2016, 14(1): 35.
- [6] 彭芮, 邓爱云. 超声心动图技术评价左心房大小和功能的方法学进展 [J]. 医学综述, 2016, 22(12): 2381-2384.
- [7] 陈田, 韩勇, 夏良华, 等. 三维斑点追踪成像评价亚临床甲状腺功能减退患者左心室收缩功能 [J]. 中国医学影像技术, 2015, 31(5): 733-736.
- [8] Jia D, Zhou Q, Song HN, et al. The value of the left atrial appendage orifice perimeter of 3D model based on 3D TEE data in the choice of device size of Lambre occluder [J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2019, 35(10): 1841-1851.
- [9] Tsujiuchi M, Yamauchi T, Ebato M, et al. Prognostic value of left atrial size and functional indices measured by 3-dimensional speckle-tracking analysis [J]. Circ J, 2019, 83(4): 518-523.
- [10] van Tienhoven-Wind LJ, Dullaart RP. Low normal thyroid function and the pathogenesis of common cardio-metabolic disorders [J]. Eur J Clin Invest, 2015, 45(5): 494-503.
- [11] Badano LP, Nagueh SF, Muraru D. Left atrial function: an overloaded metrics in clinical routine echocardiography [J]. Eur J Heart Fail, 2019, 21(7): 815-821.
- [12] Yao XL, Tu YP, Zeng LF, et al. Relationship between subclinically pothyroidism and myeloperoxidase in patients with coronary heart disease and endothelial dependent vasodilation factor [J]. Chin J Gerontol, 2015, 35(6): 1490-1491.
- [13] Yoon YE, Kim HJ, Kim SA, et al. Left atrial mechanical function and stiffness in patients with paroxysmal atrial fibrillation [J]. J Cardiovasc Ultrasound, 2012, 20(1): 140-145.

(收稿日期: 2020-12-30)