

左室压力-应变环技术评估甲状腺功能减退患者左室心肌做功

彭熠 张莉 王锐 朱浩 尹立雪

摘要 **目的** 应用左室压力-应变环(LV-PSL)技术评估甲状腺功能减退患者左室心肌做功情况,探讨其临床价值。**方法** 连续纳入于四川省人民医院就诊的甲状腺功能减退患者42例(甲减组),另选健康志愿者44例为对照组。应用常规超声心动图获取舒张末期室间隔厚度(IVSd)、舒张末期左室后壁厚度(LVPWd)、二尖瓣口舒张早期和晚期血流峰值速度(E、A)、左室侧壁二尖瓣环舒张早期和晚期运动峰值速度(e'、a')、左室射血分数(LVEF),并计算E/A和E/e';应用斑点追踪技术获取左室整体纵向应变(GLS),LV-PSL技术获取心肌整体做功指数(GWI)、整体做功效率(GWE)、整体有效做功(GCW)、整体无效做功(GWW),计算左室基底段、中间段和心尖段心肌做功指数(MWI)、做功效率(MWE)、有效做功(CW)、无效做功(WW),比较两组上述参数的差异。**结果** ①常规超声心动图参数比较:与对照组比较,甲减组IVSd、LVPWd均增高,E、A、e'、E/A均降低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);两组LVEF、a'、E/e'比较差异均无统计学意义;②左室整体心功能参数比较:与对照组比较,甲减组GWW增高,GLS、GWI、GCW、GWE均降低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);③左室各节段心肌做功参数比较:与对照组比较,甲减组基底段、中间段和心尖段MWI、MWE、CW均降低,WW增高,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。**结论** LV-PSL技术能够定量评估甲状腺功能减退患者左室心肌做功情况,为临床早期诊治和疗效评估提供影像学依据。

关键词 超声心动描记术;压力-应变环;心肌做功;甲状腺功能减退;心室,左
[中图分类号]R540.45;581.2 [文献标识码]A

Assessment of myocardial work in patients with hypothyroidism by left ventricular pressure-strain loop technology

PENG Yi, ZHANG Li, WANG Rui, ZHU Hao, YIN Lixue
North Sichuan Medical College, Sichuan 637000, China

ABSTRACT **Objective** To investigate the clinical value of myocardial work in patients with hypothyroidism by left ventricular pressure-strain loop(LV-PSL) technology.**Methods** A total of 42 patients with hypothyroidism treated in Sichuan Provincial People's Hospital were included as the hypothyroidism group, and 44 healthy volunteers were employed as the control group. The interventricular septal thickness at end-diastole (IVSd), left ventricular posterior wall thickness at end-diastole (LVPWd), early and late diastolic peak velocity of mitral valve orifice (E, A), early and late diastolic mitral annular peak velocity of left ventricular lateral wall (e', a'), left ventricular ejection fraction (LVEF), E/A, E/e' were obtained by conventional echocardiography. Left ventricular global longitudinal strain (GLS) was obtained by speckle tracking imaging technology. The global work index (GWI), global work efficiency (GWE), global constructive work (GCW), global wasted work (GWW) were obtained by LV-PSL technology. The average values of myocardial work index (MWI), myocardial work efficiency (MWE), constructive work (CW) and wasted work (WW) of basal, middle and apical segments of myocardium were calculated. The differences of the above parameters were compared between the two groups. **Results** ① Comparison of conventional echocardiographic parameters: compared with the control group, IVSd and LVPWd were increased, and E, A, e' and E/A were

decreased in the hypothyroidism group, with statistical significance (all $P < 0.05$). There were no significant differences in LVEF, a' and E/e' between the two groups. ② Comparison of left ventricular global cardiac function parameters: compared with the control group, GWW was increased and GLS, GWI, GCW and GWE were decreased in the hypothyroidism group, with statistical significance (all $P < 0.05$). ③ Comparison of myocardial work parameters of each segment of left ventricle: compared with the control group, MWI, CW and MWE of basal, middle and apical segments in the hypothyroidism group were decreased, while WW were increased. The differences were statistically significant (all $P < 0.05$). **Conclusion** LV-PSL technology could be used to quantitatively assess myocardial work in patients with hypothyroidism, providing imaging evidences for the early clinical diagnosis and treatment, and efficiency evaluation.

KEY WORDS Echocardiography; Pressure-strain loop; Myocardial work; Hypothyroidism; Ventricle, left

甲状腺功能减退(以下简称甲减)是全身性甲状腺激素缺乏引起的一种内分泌疾病,对人体多个器官和系统功能均有着严重影响,心血管系统为其重要靶点器官之一^[1-2]。严重甲减甚至可出现黏液性水肿昏迷,其死亡率为50%~60%^[3]。因此,早期识别心脏功能受损的甲减患者,尽早实施干预,改善其心脏功能障碍尤为重要。左室压力-应变环(left ventricular pressure-strain loop, LV-PSL)技术将左室压力与心肌应变结合,克服了后负荷依赖,已被应用于无创评估左室心肌做功。本研究应用LV-PSL技术评估甲减患者左室心肌做功情况,旨在为临床早期诊治和疗效评估提供更科学、准确的影像学依据。

资料与方法

一、研究对象

连续纳入2021年2月至2022年9月于四川省人民医院初诊且未经任何治疗的甲减患者42例(甲减组),男10例,女32例,年龄24~57岁,平均(38.76±8.59)岁。纳入标准:血清促甲状腺激素明显升高(>20 mU/L),同时伴游离甲状腺素明显降低(<6.00 pmol/L)。排除孕妇、肝癌、慢性肾脏病、高血压、糖尿病、先天性心脏病、慢性阻塞性肺疾病,以及患有其他对心脏结构和功能有影响疾病者。另选同期年龄及性别与之相匹配的健康志愿者作为对照组44例,男12例,女32例,年龄21~57岁,平均(35.57±7.28)岁;经心电图和超声心动图检查均无心血管疾病或其他可能影响心脏结构和功能的器质性疾病。本研究经四川省人民医院医学伦理委员会批准,所有研究对象均签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. 常规超声心动图检查:使用GE Vivid E 95彩色多普勒超声诊断仪, M5S探头,频率1.5~4.6 MHz,帧频 >60 帧/s;配备EchoPAC 203工作站。受试者均休息10 min后,取左侧卧位,同步连接肢体导联心电图,参

照《中国成年人超声心动图检查测量指南》^[4]行常规超声心动图检查。经胸骨旁左室长轴切面分别测量舒张末期室间隔厚度(IVSd)、舒张末期左室后壁厚度(LVPWd),于心尖四腔心切面测量二尖瓣口舒张早期和晚期血流峰值速度(E、A)、左室侧壁二尖瓣环舒张早期和晚期运动峰值速度(e' 、 a'),并计算 E/A 、 E/e' ;应用双平面Simpson法测量左室射血分数(LVEF)。分别存储至少3个心动周期的心尖四腔心、三腔心及两腔心切面动态二维图像。所有参数均重复测量2次取平均值。

2. 图像分析:打开EchoPAC 203工作站,导入心尖四腔心、三腔心及两腔心切面图像,手动描记左室心内膜曲线,输入收缩压及舒张压,即可获得整体纵向应变(GLS)及左室整体心肌做功参数,包括整体做功指数(GWI)、整体做功效率(GWE)、整体有效做功(GCW)、整体无效做功(GWW),手动计算左室基底段、中间段及心尖段心肌做功指数(MWI)、做功效率(MWE)、有效做功(CW)及无效做功(WW)。所有参数均重复测量2次取平均值。

3. 重复性检验:随机选取20例甲减患者,由同一经验丰富的医师分别在1个月前后使用上述方法测量左室整体心肌做功参数,评估观察者内重复性;由另一相同经验丰富的超声医师按照上述方法测量左室整体心肌做功参数,评估观察者间重复性。

三、统计学处理

应用SPSS 26.0统计软件,连续变量采用Shapiro-Wilk检验正态性,服从正态分布者以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组比较采用独立样本 t 检验;不服从正态分布者以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,两组比较采用Mann-Whitney U 检验。计数资料以例或率表示,两组比较采用 χ^2 检验。观察者内和观察者间的重复性采用组内相关系数(ICC)进行评价,ICC >0.75 表明重复性良好。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、两组临床资料比较

与对照组比较,甲减组心率、收缩压均降低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);两组性别比、年龄、舒张压、脉压比较差异均无统计学意义。见表1。

二、两组常规超声心动图参数比较

与对照组比较,甲减组IVSd、LVPWd均增高,E、A、e'、E/A均降低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);两组LVEF、a'、E/e'比较差异均无统计学意义。见表2。

三、两组GLS及左室整体心肌做功参数比较

与对照组比较,甲减组GWV增高,GLS、GWI、GCW、GWE均降低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。见表3和图1,2。

四、两组左室各节段心肌做功参数比较

与对照组比较,甲减组基底段、中间段和心尖段MWI、CW、MWE均降低,WW增高,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。见表4。

五、重复性检验

左室整体心肌做功参数GWI、GCW、GWV和GWE在观察者内和观察者间ICC均 >0.75 ,表明重复性均良好。见表5。

表1 两组临床资料比较

组别	男/女(例)	年龄(岁)	心率(次/min)	收缩压(mm Hg)	舒张压(mm Hg)	脉压(mm Hg)
对照组	12/32	35.57±7.28	70.59±8.83	116.75±8.80	72.39±8.68	44.18±6.50
甲减组	10/32	38.76±8.59	65.64±7.78	112.10±9.52	71.02±9.40	41.31±7.11
χ^2/t 值	0.135	-1.742	2.753	-2.123	0.699	1.957
P值	0.713	0.081	0.007	0.034	0.487	0.054

1 mm Hg=0.133 kPa

表2 两组常规超声心动图参数比较

组别	IVSd(mm)	LVPWd(mm)	LVEF(%)	E(m/s)	A(m/s)	e'(m/s)	a'(m/s)	E/A	E/e'
对照组	7.30±1.00	7.95±1.49	67.36±4.78	1.00±0.22	0.89±0.32	0.14(0.10,0.16)	0.07(0.06,0.08)	1.45±0.59	7.16±2.43
甲减组	8.31±1.02	9.10±1.48	67.21±5.01	0.93±0.26	0.50±0.51	0.10(0.08,0.12)	0.07(0.05,0.09)	1.33±0.48	7.31±2.28
t/Z 值	-4.280	-3.815	0.142	-2.172	3.702	-4.969	-1.831	-1.995	-1.070
P值	<0.001	<0.001	0.888	0.030	<0.001	<0.001	0.067	0.046	0.285

IVSd:舒张末期室间隔厚度;LVPWd:舒张末期左室后壁厚度;LVEF:左室射血分数;E:二尖瓣口舒张早期血流峰值速度;A:二尖瓣口舒张晚期血流峰值速度;e':左室侧壁二尖瓣环舒张早期运动峰值速度;a':左室侧壁二尖瓣环舒张晚期运动峰值速度

表3 两组GLS及左室整体心肌做功参数比较

组别	GLS(%)	GWI(mm Hg%)	GCW(mm Hg%)	GWV(mm Hg%)	GWE(%)
对照组	-22.11±1.40	1960.82±177.29	2298.30±186.68	43.50(31.00,62.75)	97.23±1.01
甲减组	-18.17±0.73	1572.90±243.15	1881.43±255.84	57.00(44.50,86.75)	95.48±2.73
t/Z 值	-8.051	8.482	8.661	-2.938	-4.977
P值	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	<0.001

GLS:整体纵向应变;GWI:整体做功指数;GCW:整体有效做功;GWV:整体无效做功;GWE:整体做功效率

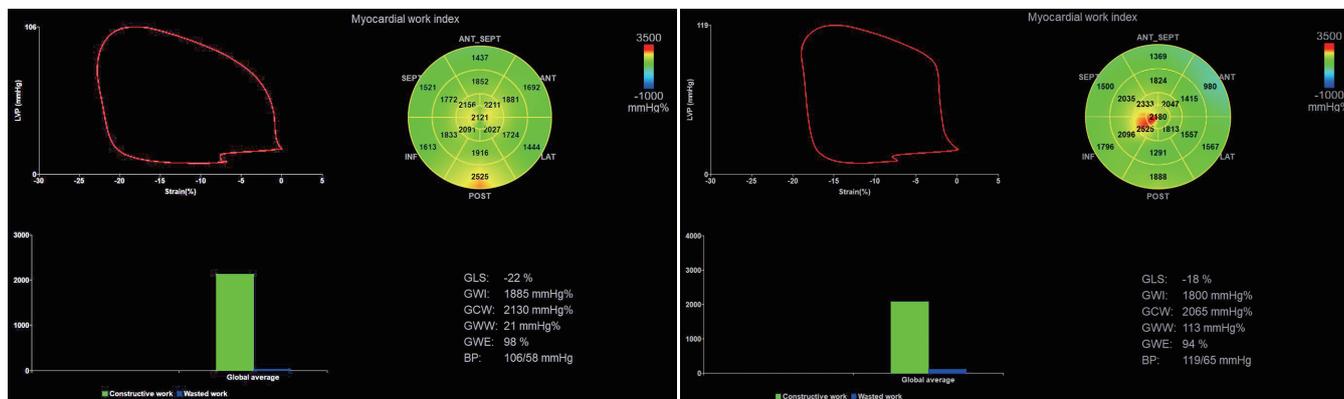


图1 对照组(女,48岁)LV-PSL分析图,GWI为1885 mm Hg%,GCW为2130 mm Hg%,GWV为21 mm Hg%,GWE为98%

图2 甲减组(女,54岁)LV-PSL分析图,GWI为1800 mm Hg%,GCW为2065 mm Hg%,GWV为113 mm Hg%,GWE为94%

表4 两组左室各节段心肌做功参数比较

组别	MWI(mm Hg%)			MWE(%)		
	基底段	中间段	心尖段	基底段	中间段	心尖段
对照组	1760.25±169.27	1943.61±188.88	2184.27±304.77	95.68±1.94	98.11±1.81	97.91±1.07
甲减组	1465.10±253.76	1577.21±258.74	1703.76±299.35	93.31±3.32	96.55±2.66	96.90±2.05
t/Z值	6.373	7.526	7.372	-4.165	-4.764	-4.619
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

组别	CW(mm Hg%)			WW(mm Hg%)		
	基底段	中间段	心尖段	基底段	中间段	心尖段
对照组	1972.50±167.20	2270.45±192.45	2653.86±344.27	65.00(49.00,99.00)	24.50(15.50,38.50)	34.00(18.25,59.75)
甲减组	1690.60±241.16	1877.95±262.63	2073.36±398.22	90.05(68.00,133.00)	42.00(24.50,61.50)	41.00(24.25,67.25)
t/Z值	6.323	7.931	7.242	-2.838	-3.444	-3.306
P值	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	0.001	0.001

MWI:心肌做功指数;MWE:心肌做功效率;CW:心肌有效做功;WW:心肌无效做功

表5 观察者内及观察者间测量左室整体心肌做功参数的重复性检验

参数	观察者内			观察者间		
	ICC值	95%可信区间	P值	ICC值	95%可信区间	P值
GWI	0.956	0.871~0.978	<0.001	0.935	0.837~0.973	<0.001
GCW	0.927	0.828~0.974	<0.001	0.884	0.725~0.964	<0.001
GWW	0.938	0.837~0.971	<0.001	0.892	0.768~0.965	<0.001
GWE	0.906	0.778~0.964	<0.001	0.858	0.658~0.947	<0.001

ICC:组内相关系数

讨 论

甲状腺激素(TH)主要通过血清三碘甲状腺原氨酸(T3)水平的变化来调节心肌细胞特异性基因转录的能力和改变重要调节蛋白的功能,从而影响心肌收缩能力,其水平降低会导致心肌结构和功能异常。严重和持续的甲减会引起血管阻力增加、心输出量减少、心脏收缩力降低、心包积液等,最终导致心血管事件发生。因此,早期诊断和有效治疗对于改善甲减患者心功能具有重要意义。LVEF是评估左室收缩功能的常用指标,但其诊断左室早期收缩功能受损敏感性低。本研究甲减组与对照组LVEF比较差异无统计学意义,且均>60%;另外本研究甲减组常规超声心动图参数IVSd、LVPWd均增高,E、A、e'、E/A均降低,与对照组比较差异均有统计学意义(均P<0.05),与Tiryakioglu等^[5]和Galderisi等^[6]研究结果一致;表明甲减患者出现了左室结构改变,舒张功能降低情况。但依据《中国成年人超声心动图检查测量指南》^[4],上述左室常规超声心动图参数均在正常参考值范围内,提示常规超声心动图早期评估甲减患者亚临床心肌受损存在一定局限性,需要新的更敏感的超声检测技术。Russell等^[7]基于二维斑点追踪技术提出的LV-PSL技术综合左室应变及压力两种因素,减少了

后负荷影响,所测参数可以反映心肌做功量,定量评价左室收缩功能。本研究旨在应用LV-PSL技术评估甲减患者左室心肌做功情况。

本研究甲减组GLS、GWI、GCW、GWE均降低,GWW增高,与对照组比较差异均有统计学意义(均P<0.05),与高霞等^[2]研究结果一致;提示甲减患者已经出现了左室机械形变功能受损,且整体心肌收缩功能已出现异常。GWI降低推测可能是甲减状态下T3对心脏正性肌力作用减弱,同时低代谢状态下组织耗氧量减少所致。心肌损伤使得收缩期心肌缩短所做的有用功降低,即GCW降低。甲减时心肌组织的改变影响心肌的形变和协调性,引起心肌出现离散功能障碍、运动同步性降低^[8],使心肌在射血过程中损耗的能量过多,引起GWW增高。由于GCW降低,GWW增高,进而引起GWE的降低。左室各节段心肌做功参数与整体心肌做功参数结果基本一致,本研究基底段、中间段和心尖段MWI、CW、MWE均降低,WW增高,与对照组比较差异均有统计学意义(均P<0.05),表明左室节段心肌受损情况与整体心肌基本一致,提示甲减患者心肌组织弥漫性损伤。分析原因为:TH通过调节心肌细胞特异性基因表达直接影响心脏功能,甲减时心脏肌浆网钙-三磷酸腺苷酶基因表达减少、磷酸蛋白表达增加、β肾上腺素能受体下调、肌球蛋白下调等^[9],引起

甲减患者心功能损害,左室整体和节段心肌收缩功能异常。此外,本研究结果还显示,左室整体心肌做功参数GWI、GCW、GWW和GWE在观察者内和观察者间ICC均 >0.75 ,表明重复性均良好。总之,LV-PSL技术可早期发现射血分数保留的甲减患者左室收缩功能改变。

本研究的局限性:①样本量偏小;②对于左室节段心肌做功梯度差异的原因未能深入研究;③未对患者左旋甲状腺素替代治疗后进行长期随访,待今后扩大样本量的进一步探讨。

综上所述,LV-PSL技术可早期发现甲减患者亚临床心脏功能异常,定量评估左室整体及节段心肌做功,为临床的早期诊治和疗效评估提供新的、更敏感的影像学指标。

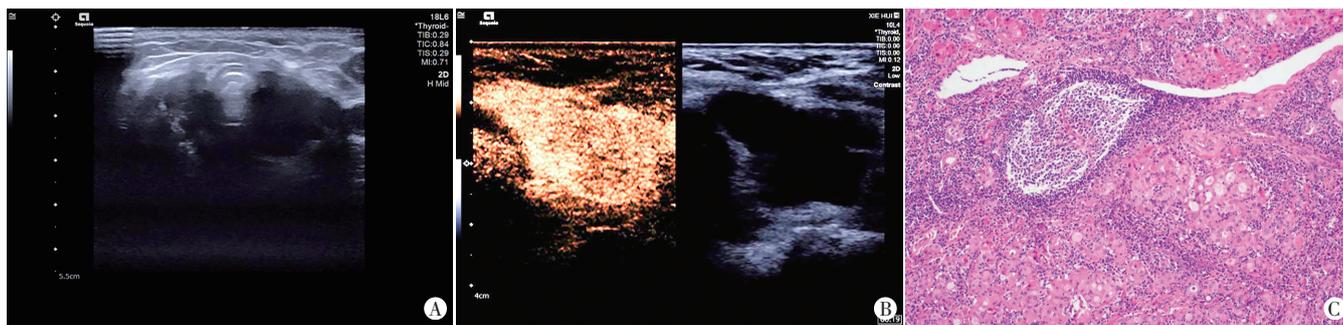
参考文献

- [1] Chaker L, Bianco AC, Jonklaas J, et al. Hypothyroidism [J]. Lancet, 2017, 390(10101):1550-1562.
- [2] 高霞,孔令云,陈玲等. 甲状腺功能减退症对心脏左、右心室形变能力及同步性的影响[J]. 中国循环杂志, 2019, 34(9): 893-898.

- [3] Chaker L, Razvi S, Bensenor IM, et al. Hypothyroidism [J]. Nat Rev Dis Primers, 2022, 8(1): 30.
- [4] 中华医学会超声医学分会超声心动图学组. 中国成年人超声心动图检查测量指南[J]. 中华超声影像学杂志, 2016, 25(8): 645-666.
- [5] Tiryakioglu SK, Tiryakioglu O, Ari H, et al. Left ventricular longitudinal myocardial function in overt hypothyroidism: a tissue Doppler echocardiographic study [J]. Echocardiography, 2010, 27(5): 505-511.
- [6] Galderisi M, Vitale G, D'Errico A, et al. Usefulness of pulsed tissue Doppler for the assessment of left ventricular myocardial function in overt hypothyroidism [J]. Ital Heart J, 2004, 5(4): 257-264.
- [7] Russell K, Eriksen M, Aaberge L, et al. Assessment of wasted myocardial work: a novel method to quantify energy loss due to uncoordinated left ventricular contractions [J]. Am J Physiol Heart Circ Physiol, 2013, 305(7): 996-1003.
- [8] Kong LY, Gao X, Ding XY, et al. Left ventricular end-diastolic strain rate recovered in hypothyroidism following levothyroxine replacement therapy: a strain rate imaging study [J]. Echocardiography, 2019, 36(4): 707-713.
- [9] Abdel-Moneim A, Gaber A, Gouda S, et al. Relationship of thyroid dysfunction with cardiovascular diseases: updated review on heart failure progression [J]. Hormones (Athens), 2020, 19(3): 301-309.

(收稿日期:2022-12-04)

(上接第366页)



A: 二维超声示甲状腺床呈低回声; B: 超声造影示甲状腺床呈均匀性等增强; C: 病理图(HE染色, $\times 200$)

图3 甲状腺次全切术后2年声像图和病理图

讨论:甲状腺组织切除后再增生临床罕见,其发病机制为TSH异常增高可刺激甲状腺细胞增殖,导致残余正常甲状腺组织异常增生或肿瘤复发^[1]。超声检查在术后随访中起到关键作用。本病例行甲状腺次全切术后2年复查超声示甲状腺呈不规则低回声,与2年前超声表现相比组织回声较低,分布较不均匀,无法分辨是否为肿瘤复发或转移性淋巴结融合所致,此时超声造影提供了新的信息,其增强方式表现为正常甲状腺组织增强模式,呈均匀性等增强,未见异常增强灶,由此提示可能为甲状腺组织再生,后经术后病理证实。因此,当甲状腺切除术后患者血清TSH控制不佳,且出现新的咽部症状及甲状腺替代剂量变化时,应积极行影像学检查^[2],如甲状腺残余组织呈不

规则低回声,考虑为功能性甲状腺组织再生。临床应注意与转移性淋巴结、肿瘤复发所导致的甲状腺区肿块相鉴别,最终确诊仍需依靠病理学检查。

参考文献

- [1] Biondi B, Cooper DS. Benefits of thyrotropin suppression versus the risks of adverse effects in differentiated thyroid cancer [J]. Thyroid, 2010, 20(2): 135-146.
- [2] Haddad RI, Bischoff L, Ball D, et al. Thyroid carcinoma, version 2.2022, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology [J]. J Natl Compr Canc Netw, 2022, 20(8): 925-951.

(收稿日期:2022-11-11)