

射血分数保留的终末期肾病患者左室质量指数与左室心肌做功指数的关系

伍婷婷,解翔,姜凡,方思华

摘要 目的 应用左室压力-应变环(PSL)技术量化评价射血分数保留的终末期肾病(ESRD)患者的左室心肌做功指数(MWI),并根据左室质量指数(LVMI)进行分组,旨在对比研究不同LVMI水平对左室MWI的影响。方法 选取81例慢性肾病5期患者,其中男43例,女38例。根据LVMI不同,分为左室肥厚组(LVH组)(44例)和非左室肥厚组(NLVH组)(37例);另随机选取37名年龄、性别与ESRD患者相匹配的正常人作为对照组。比较3组一般临床资料、常规超声心动图测量参数、左室整体纵向应变(GLS)以及心肌做功指数(MWI),MWI包括整体做功指数(GWI)、整体有效功(GCW)、整体无效功(GWW)、整体做功效率(GWE);并分析ESRD患者的MWI与各参数的相关性及其独立影响因素。结果 3组的年龄、性别、身高、体质量等其他一般临床资料以及左室射血分数(LVEF)比较差异无统计学意义($P>0.05$)。NLVH组及LVH组的GWW高于对照组、GWE低于对照组,且均以LVH组更为显著($P<0.05$)。ESRD患者中,LVMI分别与GWW呈正相关、与GWE呈负相关,且具体独立相关性($P<0.05$)。结论 GWW、GWE可以早期发现ESRD患者的左室收缩功能受损,LVH组的心肌功能受损较NLVH组更加严重。LVMI是GWW的独立正向影响因素,是GWE的独立负向影响因素。

关键词 压力-应变环;左室质量指数;终末期肾病;心肌做功指数

中图分类号 R 540.45

文献标志码 A 文章编号 1000-1492(2023)03-0481-05
doi: 10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2023.03.022

左室肥厚(left ventricular hypertrophy, LVH)是终末期肾病(end-stage renal disease, ESRD)患者最常见的心脏异常,也是这类患者死亡的独立预测因子^[1]。LVH与心室功能损害密切相关,早期即可导致舒张功能障碍^[2],而收缩功能障碍往往出现或被发现较晚。虽然常规超声心动图能够确定严重的

左室收缩功能不全,但其检测早期心肌收缩功能受损的效果有限。左室压力-应变环(pressure-strain loops, PSL)技术,是在二维斑点追踪技术的基础上,结合心肌形变与左室的后负荷压力计算左室心肌做功指数(myocardial work index, MWI)^[3],以评估左室收缩功能;较传统超声心动图及整体纵向应变(global longitudinal strain, GLS)更客观^[4],可以更加准确地评估左室收缩功能。该研究应用PSL技术量化评价射血分数保留的ESRD患者的MWI,并根据左室质量指数(left ventricular mass index, LVMI)进行分组,旨在对比研究不同LVMI水平对左室MWI的影响,以期发现该类患者的心肌收缩功能受损。

1 材料与方法

1.1 病例资料 选取2019年1月—2022年12月于安徽医科大学第二附属医院就诊的慢性肾病(chronic kidney disease, CKD) 5期患者81例。纳入标准:该阶段患者的肾小球滤过率 $<15\text{ ml}/(\text{min}\cdot 1.73\text{ m}^2)$ ^[5];且超声测量左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)均 $\geq 50\%$ 。排除标准:排除先天性心脏病、原发性心肌病、心脏瓣膜病、冠状动脉性心脏病等患者;排除心脏手术患者;排除合并严重肝病、甲状腺功能障碍等患者。所有患者根据LVMI不同分为2组:左室肥厚(LVH)组:44例,男22例,女22例,年龄 (56.05 ± 14.03) 岁;非左室肥厚(non left ventricular hypertrophy, NLVH)组:37例,男21例,女16例,年龄 (54.08 ± 13.41) 岁;LVMI诊断LVH的标准为男性 $\geq 115\text{ g}/\text{m}^2$ 、女性 $\geq 95\text{ g}/\text{m}^2$ 。另随机选取37名正常人作为对照组,男21例,女16例,年龄 (54.32 ± 15.22) 岁。

1.2 研究方法

1.2.1 仪器 采用GE Vivid E95彩色多普勒超声诊断仪,M5Sc-D探头;Siemens SC2000 Prime彩色多普勒超声诊断仪,4V1c探头。

1.2.2 血压测量 超声心动图检查前,使用袖带压力计测量肱动脉收缩压(systolic blood pressure,

2022-12-23 接收

基金项目:安徽省高校自然科学研究重大项目(编号: KJ2020ZD22)

作者单位:安徽医科大学第二附属医院超声医学科,合肥 230601

作者简介:伍婷婷,女,主治医师,硕士研究生;

解翔,男,主任医师,硕士生导师,责任作者, E-mail: sonographer@126.com

SBP) 及舒张压(diastolic blood pressure, DBP), 共测量 3 次, 并记录平均值。

1.2.3 图像采集与分析 患者左侧卧位, 同步连接心电图, 嘱患者平静呼吸, 确保二维图像切面标准稳定, 左室各室壁必须全部显示, 心内膜清晰可见, 帧频 > 40 帧/秒。

在胸骨旁左室长轴切面测量左室舒张末前后径(left ventricular diastolic diameter, LVDd)、室间隔厚度(inter ventricular septum thickness, IVS)、左室后壁厚度(left ventricular posterior wall thickness, LVPW)、左房收缩末前后径(left atrial diameter, LAD)。根据以上测量数据, 计算相对左室壁厚度(relative wall thickness, RWT)、左室质量(left ventricular mass, LVM) 和 LVMI。计算公式如下: $RWT = (IVS + LVPW) / LVDd$, $LVM = 0.8 \times 1.04 \times [LVDd + IVS + LVPW]^3 - LVDd^3] + 0.6$, $LVMI = LVM / \text{体表面积}(\text{body surface area, BSA})$; $BSA(\text{m}^2) = 0.0061 \times \text{身高}(\text{cm}) + 0.0128 \times \text{体质量}(\text{kg}) - 0.1529$ 。

于心尖四腔心切面, 应用脉冲多普勒获取二尖瓣口前向血流舒张早期峰值速度(E); 在组织多普勒模式下, 将脉冲多普勒取样容积置于二尖瓣环水平左室侧壁处, 获取舒张早期组织运动速度(e'), 并计算 E/e' 值。

于心尖四腔心及两腔心切面采用双平面 Simpson 法测量 LVEF、左室舒张末容积(left ventricular end-diastolic volume, LVEDV)、左室收缩末容积(left ventricular end-systolic volume, LVESV)、左室每搏排出量(left ventricular stroke volume, LVSV)、左室每分排出量(left ventricular cardiac output, LVCO)。

存储心尖两腔心、三腔心、四腔心切面 3 到 5 个心动周期的动态图像, 并且依次分析。软件自动计算出左室 17 节段心肌的峰值纵向应变平均值, 即 GLS。继续点击 Myocardial Work 分析心肌做功, 软件自动识别病例采集时输入的血压, 分析完成后自动计算出 MWI, 包括整体做功指数(global work index, GWI)、整体有效功(global constructive work, GCW)、整体无效功(global wasted work, GWW)、整体做功效率(global work efficiency, GWE)。

1.3 统计学处理 采用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析。① 正态性检验: 运用 Kolmogorov Smirnov 检验判断连续变量分布类型, 符合正态分布的变量以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 不符合正态分布的变量以中位数(四

分位数间距) 表示。② 组间比较: 满足正态分布且方差齐的变量采用单因素方差分析比较三组间差异, 进一步两两比较采用 Bonferroni 法; 方差不齐或者不满足正态分布的变量采用 Kruskal-Wallis H 检验比较组间差异, $P < 0.05$ 者再采用 Mann-Whitney U 法进行多次两组间比较, 并且应用 Bonferroni 法校正手动调整 P 值; 分类变量采用卡方检验进行组间比较。③ 相关性分析: 将两组 ESRD 患者的数据进行合并, 分析 MWI 与各参数的相关性。当两组变量同时满足正态分布采用 Pearson 相关分析法, 不满足正态分布的采用 Spearman 相关分析法。④ 应用多元线性回归分析以确定 MWI 的独立影响因子, 在该模型中选择单变量分析中与 MWI 显著相关的所有参数作为自变量, 采用逐步的方法进行回归分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义, P 值为双尾。

2 结果

2.1 一般临床资料 各组的年龄、性别、身高、体质量、体质量指数、BSA、DBP、心率比较, 差异均无统计学意义; NLVH 组及 LVH 组的治疗方式比较, 差异无统计学意义。NLVH 组及 LVH 组的 SBP 均高于对照组($P < 0.05$), 见表 1。

2.2 各组常规超声心动图测量参数比较 NLVH 组的常规超声心动图参数与对照组比较均无显著差异($P > 0.05$)。LVH 组的 LVDd、LAD、IVS、LVPW、LVM、LVMI、E/e'、LVESV、LVEDV 均高于 NLVH 组及对照组, e' 低于 NLVH 组及对照组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。各组的 RWT、E、LVEF、LVSV、LVCO 比较差异无统计学意义($P > 0.05$), 见表 2。

2.3 各组患者 GLS、MWI 比较 NLVH 组的 GLS、GWI、GCW 与对照组比较差异无统计学意义($P > 0.05$), GWW 高于对照组、GWE 低于对照组($P < 0.05$)。LVH 组的 GWI、GCW 与对照组比较差异无统计学意义($P > 0.05$), GLS、GWE 低于 NLVH 组及对照组, GWW 高于 NLVH 组及对照组, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 见表 3。

2.4 各组间相关性分析 将两组肾病患者的数据合并, GWI、GCW 与 GLS、LVEF、SBP、DBP 呈正相关, 与 IVS、LVPW 呈负相关($P < 0.05$); GLS 与 GWW 呈负相关, 与 GWE 呈正相关; LVID、LAD、IVS、LVPW、LVM、LVMI 与 GWW 呈正相关, 与 GWE 呈负相关($P < 0.05$), 见表 4。

2.5 多元线性回归分析 多元线性回归分析显示, GWI 的回归方程显著($F = 137.629, P < 0.001$)。其

表1 3组一般临床资料比较($n=81, \bar{x} \pm s$)

项目	对照组	NLVH组	LVH组	$\chi^2/F/Z$ 值	P值
治疗方式				2.160	0.340
血液透析		13	22		
腹膜透析		11	12		
未透析(慢性肾病一体化治疗)		13	10		
年龄(岁)	54.32 ± 15.22	54.08 ± 13.41	56.05 ± 14.03	0.234	0.792
性别(男/女)	21/16	21/16	22/22	0.508	0.776
身高(cm)	163.57(8.50)	163.84(13.00)	162.30(15.75)	0.140	0.932
体重(kg)	62.75 ± 9.74	63.19 ± 11.26	62.47 ± 12.27	0.042	0.959
体质指数(kg/m ²)	23.41 ± 3.03	23.44 ± 2.95	23.68 ± 3.72	0.083	0.920
BSA(m ²)	1.65 ± 0.15	1.66 ± 0.18	1.64 ± 0.20	0.169	0.845
SBP(mmHg)	127.43 ± 13.72	138.73 ± 16.12*	139.39 ± 18.31*	6.509	0.002
DBP(mmHg)	80.19 ± 9.49	81.97 ± 11.72	80.43 ± 11.65	0.289	0.750
心率(次/min)	76.78 ± 10.59	81.11 ± 10.45	78.93 ± 13.90	1.222	0.299

与对照组比较: * $P < 0.05$ 表2 3组常规超声心动图测量参数比较($n=81, \bar{x} \pm s$)

项目	对照组	NLVH组	LVH组	F/Z值	P值
LVDd(mm)	44.10 ± 3.61	44.57 ± 4.07	50.43 ± 6.13*#	22.057	<0.001
LAD(mm)	33.40 ± 3.45	34.14 ± 3.89	41.20 ± 5.88*#	35.841	<0.001
IVS(mm)	9.43(1.00)	10.16(2.00)	11.75(1.00)*#	53.795	<0.001
LVPW(mm)	9.16(2.00)	9.54(1.00)	11.05(2.00)*#	47.879	<0.001
RWT(mm)	4.23 ± 0.40	4.47 ± 0.62	4.50 ± 0.94	1.675	0.192
LVM(g)	136.02(32.45)	149.39(30.82)	224.52(69.61)*#	63.581	<0.001
LVMI(g/m ²)	82.85(25.61)	90.24(20.99)	137.06(25.50)*#	77.355	<0.001
E(cm/s)	0.78(0.24)	0.77(0.43)	0.83(0.38)	0.434	0.805
e'(cm/s)	0.079(0.02)	0.075(0.02)	0.052(0.02)*#	32.574	<0.001
E/e'	10.38 ± 3.17	12.78 ± 4.20	16.51 ± 5.34*#	20.134	<0.001
LVEF(%)	62.24 ± 4.66	62.70 ± 6.10	59.88 ± 5.84	3.042	0.052
LVESV(ml)	27.47(15.50)	27.49(13.00)	38.45(27.75)*#	11.796	0.003
LVEDV(ml)	72.64 ± 21.72	73.19 ± 18.57	90.82 ± 33.56*#	6.542	0.002
LVSV(ml)	46.68(14.50)	45.54(14.50)	52.44(27.00)	4.301	0.116
LVCO(L)	3.57(0.93)	3.68(0.98)	4.07(1.90)	2.712	0.258

与对照组比较: * $P < 0.05$; 与 NLVH 组比较: # $P < 0.05$ 表3 左室心肌应变及做功指数比较 [$n=81, \bar{x} \pm s, n(\%)$]

项目	对照组	NLVH组	LVH组	F/Z值	P值
GLS(-%)	20.23 ± 2.34	18.92 ± 2.33	16.50 ± 2.81*#	23.029	<0.001
GWI(mmHg%)	2 102.97 ± 304.36	2 161.67 ± 392.61	1 907.07 ± 394.71#	5.401	0.006
GCW(mmHg%)	2 401.73(285.50)	2 532.92(494.00)	2 206.32(812.50)#	9.967	0.007
GWV(mmHg%)	114.24(74.00)	166.35(96.50)*	259.34(245.75)*#	32.685	<0.001
GWE(%)	94.62(2.00)	92.16(4.50)*	87.80(8.00)*#	49.276	<0.001

与对照组比较: * $P < 0.05$; 与 NLVH 组比较: # $P < 0.05$; 1 mmHg = 0.133 kPa

表4 左室心肌做功指数与各参数的相关性分析

GWI			GCW			GWV			GWE		
项目	r值	P值	项目	r值	P值	项目	r值	P值	项目	r值	P值
GLS	0.745	<0.001	GLS	0.691	<0.001	GLS	-0.389	<0.001	GLS	0.571	<0.001
LVEF	0.403	<0.001	LVEF	0.427	<0.001	LVID	0.221	0.047	LVID	-0.226	0.042
SBP	0.461	<0.001	SBP	0.474	<0.001	LAD	0.264	0.017	LAD	-0.281	0.011
DBP	0.325	0.003	DBP	0.326	0.003	IVS	0.375	0.001	IVS	-0.460	<0.001
IVS	-0.282	0.011	IVS	-0.278	0.012	LVPW	0.460	<0.001	LVPW	-0.493	<0.001
LVPW	-0.225	0.043	LVPW	-0.220	0.048	LVM	0.392	<0.001	LVM	-0.433	<0.001
						LVMI	0.462	<0.001	LVMI	-0.499	<0.001

中 GLS、SBP 是其独立正向预测因子, IVS 是其独立负向预测因子 ($P < 0.05$), 这些变量共解释 GWI 83.7% 的变异。GCW 的回归方程显著 ($F = 134.291, P < 0.001$)。其中 GLS、SBP、LVEF 是其独立正向预测因子, LVPW 是其独立负向预测因子 ($P < 0.05$), 这些变量共解释 GCW 87.0% 的变异。GWW 的回归方程显著 ($F = 14.062, P < 0.001$)。LVMI 是其独立正向预测因子, GLS 是其独立负向预测因子 ($P < 0.05$), 这些变量共解释 GWE 24.6% 的变异。GWE 的回归方程显著 ($F = 33.925, P < 0.001$)。GLS 是其独立正向预测因子, LVMI 是其独立负向预测因子 ($P < 0.05$), 这些变量共解释 GWE 45.1% 的变异, 见表 5。

表 5 左室 MWI 的多元线性回归分析

变量	未标准化 系数(B)	标准化 系数(Beta)	t 值	P 值	F 值	调整后 R ² 值
GWI (mmHg%)						
GLS (-%)	104.833	0.728	14.834	<0.001	137.629	0.837
SBP (mmHg)	13.246	0.555	11.876	<0.001		
IVS (mm)	-43.556	-0.151	-2.994	0.004		
GCW (mmHg%)						
GLS (-%)	106.868	0.642	12.869	<0.001	134.291	0.870
SBP (mmHg)	16.635	0.603	14.384	<0.001		
LVEF (%)	11.565	0.148	3.078	0.003		
LVPW (mm)	-64.064	-0.180	-4.078	<0.001		
GWW (mmHg%)						
GLS (-%)	-9.580	-0.235	-2.268	0.026	14.062	0.246
LVMI (g/m ²)	1.308	0.354	3.698	<0.001		
GWE (%)						
GLS (-%)	0.787	0.471	5.328	<0.001	33.925	0.451
LVMI (g/m ²)	-0.050	-0.355	-4.021	<0.001		

3 讨论

左室肥厚是 CKD 和 ESRD 患者主要的初始心肌结构紊乱。在 CKD 的早期阶段就开始出现左室结构异常和心肌纤维化。LVH 及心肌间质纤维化主要通过三种方式损害左室收缩力: ① I 型胶原与 III 型胶原比值的增加使左室僵硬度增加; ② 使心肌灌注减低; ③ 心肌细胞及间质内胶原纤维的排列变化会损害左室舒张功能, 导致运动不耐受, 最终导致心力衰竭和心律失常。LVH 导致的收缩功能障碍与 ESRD 患者死亡率密切相关, 因此早期发现这类患者的收缩功能受损, 并且及时给予临床治疗, 对降低患者死亡率至关重要。

本研究在初期通过分析三组的常规超声心动图数据, 发现 LVH 组的左心大小、室壁厚度及左室质

量均大于另两组, 而且 LVH 组的舒张功能受损程度也是较另两组更严重, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。LVH 组的心脏重构是左室收缩功能受损的基础, 但是临床上作为评估收缩功能的经典指标 LVEF 仍在正常范围。因此, 虽然常规超声心动图对了解心脏结构至关重要, 但是并不能早期发现 LVH 组的左室收缩功能受损。

进一步研究发现 GLS、GWW 和 GWE 可以较早发现 LVH 患者的左室收缩功能受损。ESRD 患者由于长期的慢性高血压及血管僵硬导致压力负荷增加, 以及肾性贫血、动静脉瘘、钠水潴留导致容量负荷超标; 左心室对压力和容量过载做出反应, 从而导致左室肥厚^[8]。左室肥厚的主要组织学特征包括心肌细胞肥大、心肌间质纤维化; 并且随着厚度的增加心肌细胞本身耗氧量增加, 而且毛细血管分布密度降低、氧气输送受损使心肌灌注不足和进一步的间质纤维化, 从而导致左室心肌收缩延迟、收缩不同步、收缩程度减低等。国内有学者发现尿毒症患者中肥厚组患者的左室运动同步性要较非肥厚组和正常对照组明显下降, 并且随着左室重构程度的加重, 左室收缩期运动同步性下降更明显^[9]。GWW 反映的是收缩期左室所浪费的功, 在左室不能同步收缩时会产生浪费功。因此 LVH 组的 GWW 较 NLVH 组及对照组明显升高, 进一步导致 GWE 的明显降低。

值得注意的是, 本研究中 NLVH 组较对照组的 GWW 有所升高, GWE 有所降低, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。表明 GWW、GWE 甚至可以在 ESRD 患者左室结构发生变化 (如肥大和重塑) 之前早期发现其心肌功能受损。这可能是由于 ESRD 患者体内代谢毒素蓄积以及电解质紊乱等可以直接引起心肌组织的损害, 虽然这些损害尚未导致 NLVH 组的心室结构发生变化, 但是仍会促进心肌细胞纤维化、影响冠脉微循环, 从而导致左室心肌收缩运动不同步性等, 这与 Liu et al^[8] 研究结果一致。

和以往的研究^[8]一致, 本研究中的 MWI 均与 GLS 显著相关, 并且 GWI、GCW 还与 SBP、DBP 显著正相关, 这正是符合无创 PSL 技术的原理。同时也解释了 LVH 组的 GWI、GCW 与对照组比较均无明显差异的原因, 虽然 LVH 组的 GLS 水平较对照组明显降低, 但是其高收缩压水平中和了该类患者的 GWI 及 GCW, 从而导致其仍处于正常水平。

另外, 本研究中 LVMI 与 GWW、GWE 中度相关, 而且 LVMI 还是 GWW 的独立正向影响因子,

GWE 的独立负向影响因子。这也再次证明了 LVH 导致的心室重构可以增加左室的收缩无用功, 导致左室做功效率降低。

参考文献

- [1] 吴 艳, 杨 帆, 黄 程, 等. 合并高血压维持性血液透析患者左室质量指数改变相关危险因素研究 [J]. 临床军医杂志, 2021, 49(9): 999–1001.
- [2] Kaesler N, Babler A, Floege J, et al. Cardiac remodeling in chronic kidney disease [J]. *Toxins*, 2020, 12(3): 161–72.
- [3] Hubert A, Le Rolle V, Leclercq C, et al. Estimation of myocardial work from pressure-strain loops analysis: an experimental evaluation [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2018, 19(12): 1372–9.
- [4] Chen K W, Hsieh W T, Huang C Y, et al. Estimated left ventricular pressure-myocardial strain loop as an index of cardiac work predicts all-cause mortality in patients receiving regular hemodialysis [J]. *J Diabetes Complications*, 2021, 35(5): 107890–7.
- [5] 刘雅睿, 齐向明, 方 杰, 等. 终末期肾病患者脑白质改变与认知功能的相关性研究 [J]. 安徽医科大学学报, 2022, 57(10): 1670–5.
- [6] London G M. Left ventricular alterations and end-stage renal disease [J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2002, 17(suppl_1): 29–36.
- [7] 陈军红, 李东野, 王志荣, 等. 实时三维超声心动图评价尿毒症患者左室收缩同步性 [J]. 临床超声医学杂志, 2011, 13(10): 668–71.
- [8] Liu X, Chen L, Zhong X, et al. Noninvasive evaluation of myocardial work in patients with chronic kidney disease using left ventricular pressure-strain loop analysis [J]. *Diagnostics*, 2022, 12(4): 856–67.
- [9] 申凯凯, 朱好辉, 丁 晓, 等. 无创左室压力应变曲线在评估血液透析患者左室心肌做功中的应用 [J]. 中华超声影像学杂志, 2020, 29(6): 505–10.

Relationship between left ventricular mass index and left ventricular myocardial work index in patients with end – stage renal disease with preserved ejection fraction

Wu Tingting, Xie Xiang, Jiang Fan, Fang Sihua

(Dept of Ultrasound, The Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230601)

Abstract Objective To quantitatively evaluate the left ventricular myocardial work index (MWI) of patients with end-stage renal disease (ESRD) with preserved ejection fraction using left ventricular pressure-strain loop (PSL), and group them according to left ventricular mass index (LVMI), in order to compare the effect of different LVMI levels on left ventricular MWI. **Methods** 81 patients with stage 5 chronic kidney disease, including 43 males and 38 females, were divided into left ventricular hypertrophy group (LVH group) ($n=44$) and non-left ventricular hypertrophy group (NLVH group) ($n=37$) according to LVMI, and 37 healthy people matched in age and sex with the ESRD groups were randomly selected as the control group. The general clinical data, conventional echocardiographic parameters, global longitudinal strain (GLS), and MWI namely global work index (GWI), global constructive work (GCW), global wasted work (GWW) and global work efficiency (GWE) of the three groups were compared. The correlation between MWI and various parameters were analyzed, and the independent predictors of MWI were analyzed too. **Result** The results showed that there were no significant differences in age, gender, height, weight and other general clinical data as well as left ventricular ejection fraction (LVEF) among the three groups. In two ESRD groups, GWW was higher than that in control group, GWE was lower than that in control group, and were more significant in LVH group ($P<0.05$). LVMI was positively correlated with GWW, and negatively correlated with GWE, respectively, with specific independent correlation. **Conclusion** GWW and GWE can detect early impairment of left ventricular systolic function in ESRD patients, and myocardial function impairment in LVH group is more serious than that in NLVH group. LVMI is an independent positive factor of GWW and an independent negative factor of GWE.

Key words pressure-strain loop; left ventricular mass index; end-stage renal disease; myocardial work index