

◁心脏、血管影像学▷

压力-应变环评价心脏淀粉样变左心室心肌做功的价值

张音佳, 金佳美, 邢雨蒙, 王海尔, 王 燕, 钟春燕, 陈 林

(复旦大学附属华东医院超声医学科, 上海 200040)

[摘要] 目的:探讨压力-应变环评价不同左心室射血分数(Left ventricular ejection fraction, LVEF)的心脏淀粉样变(Cardiac amyloidosis, CA)患者左心室心肌做功的价值。方法:回顾性分析 23 例 CA 患者(CA1 组 16 例, LVEF \geq 50%; CA2 组 7 例, LVEF $<$ 50%)和 25 例健康受试者(对照组)基于二维斑点追踪技术的压力-应变环左心室心肌做功参数的差异。结果:① CA1 组、CA2 组与对照组比较,左心室整体纵向应变(Global longitudinal strain, GLS)、整体做功指数(Global work index, GWI)、整体有效功(Global constructive work, GCW)、整体做功效率(Global work efficiency, GWE)降低($P<0.05$), GLS 达峰时间离散度(Peak strain dispersion, PSD)、整体无效功(Global wasted work, GWW)增高($P<0.05$); CA2 组与 CA1 组比较, GLS、GWE 降低($P<0.05$), GWW 增高($P<0.05$)。② CA1 组、CA2 组与对照组比较,基底段和心尖段纵向应变(Longitudinal strain, LS)、心肌做功指数(Myocardial work index, MWI)、心肌有效功(Myocardial constructive work, MCW)、心肌做功效率(Myocardial work efficiency, MWE)均降低($P<0.05$), CA2 组心尖段无效做功(Myocardial wasted work, MWW)较对照组及 CA1 组增加($P<0.05$)。CA1 组 LS、MWI、MCW、MWE 具有相对“心尖保留”模式, CA2 组 MWI、MCW、MWE 无“心尖保留”模式。③ GLS、GWW、心尖段 MWW、MWW_{心尖/基底}与 LVEF 呈负相关, GWE、心尖段 MWE 与 LVEF 呈正相关 ($P<0.05$)。影响 CA 患者 LVEF 的主要因素为心尖段 MWW 及 GLS($P<0.05$)。结论:CA 患者左心室整体及节段心肌做功减低,左心室心尖段 MWW 及 GLS 是影响 CA 患者 LVEF 的重要因素。左心室压力-应变环有望成为评价 CA 患者左心室心肌做功便捷、无创的影像学新方法。

[关键词] 心脏病; 淀粉样变性; 心室功能, 左; 超声心动描记术**[中图分类号]** R541; R540.45 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1008-1062(2024)06-0418-05

DOI:10.12117/jccmi.2024.06.008

Evaluation of myocardial work of left ventricle in patients with cardiac amyloidosis by pressure-strain loop

ZHANG Yin-jia, JIN Jia-mei, XING Yu-meng, WANG Hai-er, WANG Yan, ZHONG Chun-yan, CHEN Lin

(Department of Ultrasound, Huadong Hospital Affiliated to Fudan University, Shanghai 200040, China)

Abstract: Objective: To explore the value of pressure-strain loop (PSL) in evaluating myocardial work of left ventricle in patients with cardiac amyloidosis (CA) with different left ventricular ejection fraction (LVEF). **Methods:** Twenty-three patients with CA (Group CA1, 16 cases, LVEF \geq 50%; Group CA2, seven cases, LVEF $<$ 50%) and 25 healthy subjects (control group) were enrolled. The difference of left ventricular longitudinal strain (LS) and myocardial work among groups were analyzed by PSL based on two-dimensional speckle tracking imaging. **Results:** ① Compared to the control group, global longitudinal strain (GLS), global work index (GWI), global constructive work (GCW) and global work efficiency (GWE) were decreased in group CA1 and group CA2 ($P<0.05$). Peak strain dispersion (PSD) and global wasted work (GWW) of left ventricle were increased in group CA1 and group CA2 compared to the control group ($P<0.05$). GLS and GWE were lower in group CA2 than in group CA1 ($P<0.05$) while GWW was higher in group CA2 than in group CA1 ($P<0.05$). ② LS, myocardial work index (MWI), myocardial constructive work (MCW), and myocardial work efficiency (MWE) in basal and apical segments were decreased in group CA1 and group CA2 compared to control group, myocardial wasted work (MWW) in apical segments were higher in group CA2 than group CA1 and control group ($P<0.05$). Relative apical sparing patterns of LS, MWI, MCW, and MWE were found in group CA1. However, this pattern was not found in MWI, MCW and MWE in group CA2. ③ GLS, GWW, and MWW in apical segments, apical-to-base ratio of MWW had negative correlations with LVEF ($P<0.05$), while GWE and MWE in apical segments had positive correlations with LVEF ($P<0.05$). The major factors influenced LVEF were MWW in apical segments and GLS. **Conclusion:** The global and regional myocardial work are decreased in patients with CA. MWW in apical segments and GLS have a significant effect on LVEF. PSL is of great value to evaluate the myocardial work of left ventricle in patients with CA.

Key words: Heart Diseases; Amyloidosis; Ventricular Function, Left; Echocardiography

心脏淀粉样变(Cardiac amyloidosis, CA)是由异常折叠的蛋白形成淀粉样物质, 沉积于心肌细胞外间质和血管周围, 造成心脏结构和功能改变的一类疾病。CA 确诊需要依靠活检, 常规超声心动图在

[收稿日期] 2023-11-07; **[修回日期]** 2024-01-01**[作者简介]** 张音佳(1976-), 女, 上海人, 副主任医师。E-mail: yiny6-6@hotmail.com**[通信作者]** 陈林, 复旦大学附属华东医院医学超声科, 200040。E-mail: cl_point@126.com**[基金项目]** 上海市级医院老年医学科临床能力促进与提升专科联盟项目(SDHC22023302)。

CA 的早期诊断、病情随访中具有一定的价值,但在评价 CA 的心脏功能方面不够敏感。压力-应变环是一项通过评价心肌做功从而评估心脏功能的超声检查新技术,无创、简便。现有研究表明^[1-2],CA 患者心肌纵向应变(Longitudinal strain,LS)、心肌做功存在“心尖保留”现象,而对于心脏收缩功能降低的 CA 患者,针对其心肌 LS、心肌做功变化情况及是否依然存在“心尖保留”的研究较少。因此,本研究旨在应用压力-应变环评价不同左心室射血分数(Left ventricular ejection fraction,LVEF)CA 患者心肌 LS 及心肌做功情况。

1 资料与方法

1.1 研究对象

纳入 2019 年 7 月—2022 年 3 月于华东医院确诊的 23 例 CA 患者作为病例组,其中男 12 例,女 11 例,平均年龄(58.2±16.7)岁。CA 诊断标准:经心脏外组织学活检明确存在淀粉样物质沉积,且心脏 MRI 或心肌核素显像检查提示心肌受累。根据 LVEF 将病例组分为 CA1 组(LVEF≥50%)及 CA2 组(LVEF<50%)。CA1 组 16 例,平均年龄(58.3±15.2)岁,均为免疫球蛋白轻链型淀粉样变性(AL 型),其中伴完全性左束支传导阻滞 2 例,完全性右束支传导阻滞 1 例,左前分支阻滞 1 例;CA2 组 7 例,平均年龄(59.1±18.5)岁,AL 型 5 例,转甲状腺素蛋白淀粉样变性(ATTR 型)2 例,伴完全性左束支传导阻滞 4 例,完全性右束支传导阻滞 1 例。选择同期健康体检者 25 例作为对照组,其中男 13 例,女 12 例,平均年龄(48.5±13.6)岁,所选患者既往无心脏、肾脏、血液及神经肌肉骨骼系统疾病史,无心脏不适症状,常规心电图及超声心动图检查均未见明显异常。排除标准:超声检查图像不清晰不符合图像定量分析者。本研究经复旦大学附属华东医院伦理委员会批准,所有受检者均知情同意。

1.2 方法

采用 GE-Vivid E95 彩色多普勒超声诊断仪, M5Sc 探头,探头频率 1~5 MHz。配备 EchoPAC 工作站。

记录研究对象一般信息,输入身高、体质量获得体表面积(Body surface area,BSA);测量上臂袖带血压后输入机器。然后嘱患者取左侧卧位,充分暴露前胸部,连接心电图,完整采集并存储常规心脏超声各个切面,清晰显示心内膜边界,心尖切面帧频>40 帧/s,所有图像均采集连续 3 个心动周期。测量获取常规心脏超声参数,包括左心房前后径(Left atrial diameter,LADd)、左心室舒张末期内径(Left ven-

tricular end-diastole diameter,LVEDd)、左心室收缩末期内径(Left ventricular end-systole diameter,LVESd)、舒张末期室间隔厚度(Inner-ventricular septum dimeter,IVSd)、舒张末期左心室后壁厚度(Left ventricular posterior wall diameter,LVPWd);计算左心室质量指数(Left ventricular mass index,LVMI)和相对室壁厚度(Relative wall thickness,RWT), $RWT=2 \times LVPWd/LVEDd$;运用双平面 Simpson's 法测得 LVEF;运用频谱多普勒获得二尖瓣舒张早期峰值速度(E)以及舒张晚期峰值速度(A),计算 E/A;采用组织多普勒获得二尖瓣环室间隔及左心室侧壁舒张早期速度的平均值(e'),计算 E/e';运用 M 型超声测量右心室侧壁三尖瓣环收缩期位移(Tricuspid annular plane systolic excursion,TAPSE)。

进入 EchoPAC 工作站的 AFI 模式,勾勒心尖三腔、心尖四腔、心尖两腔左心室心内膜,获得左心室 LS 牛眼图及整体纵向应变(Global longitudinal strain,GLS)、GLS 达峰时间离散度(Peak strain dispersion,PSD);随后点击 Myocardial Work 功能键,根据二尖瓣及主动脉瓣关闭及开放调整等容收缩期、射血期、等容舒张期、舒张期时间,点击 Approve 后软件自动生成左心室压力-应变环及心肌做功牛眼图,获得左心室整体心肌做功参数:整体做功指数(Global myocardial 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);节段心肌做功参数:心肌做功指数(Myocardial work index,MWI)、心肌有效做功(Myocardial constructive work,MCW)、心肌无效做功(Myocardial wasted work,MWW)、心肌做功效率(Myocardial work efficiency,MWE)。然后将心尖段平均 LS 与基底段平均 LS 的比值记为 $LS_{\text{心尖/基底}}$,同样获得 $MWI_{\text{心尖/基底}}$, $MCW_{\text{心尖/基底}}$, $MWW_{\text{心尖/基底}}$, $MWE_{\text{心尖/基底}}$ 。

收缩期心肌细胞缩短及等容舒张期心肌细胞延长所做功之和为 MCW,收缩期心肌细胞延长及等容舒张期心肌细胞缩短所做功之和为 MWW,MWI 即为心动周期内心肌从二尖瓣关闭至二尖瓣开放(包括等容收缩期、射血期、等容舒张期)心肌做功的总和, $MWE=MCW/(MCW+MWW)^{[3]}$ 。

1.3 统计学分析

采用 Stata 10.0 软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,3 组间比较采用方差分析,组间两两比较采用 *t* 检验;不符合正态分布的计量资料用 M(QR)表示,3 组间比较采用 Kruskal-Wallis 检验,组间两两比较采用

Wilcoxon 秩和检验。不符合正态分布的计量资料行自然对数转换成服从或者近似服从正态分布数据,使用 Pearson 相关性分析法进行相关性分析,并运用多因素回归分析建立多重线性回归模型,变量进入方式使用逐步后退法。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义,本次研究均为双侧检验。

2 结果

2.1 一般资料比较与常规超声心动图参数比较

CA1 组、CA2 组与对照组比较,年龄、心率、血压间差异均无统计学意义($P>0.05$),但 LADd、IVSd、LVPWd、E/e'、RWT、LVMI 均大于对照组 ($P<0.05$),

e'、TAPSE 均小于对照组($P<0.05$)。CA2 组 LVEDd、LVESd 大于 CA1 组和对照组。RWT、LVMI 在 CA1 组和 CA2 组间无显著差异($P<0.05$)(表 1)。

2.2 左心室 GLS 及整体心肌做功参数比较

CA1 组、CA2 组与对照组比较,CA1 组和 CA2 组 GLS、GWI、GCW、GWE 均降低($P<0.05$),PSD、GWW 均增高 ($P<0.05$)。CA1 组与 CA2 组比较,CA2 组 GWW 高于 CA1 组,GLS、GWE 低于 CA1 组($P<0.05$)(表 2,图 1)。

2.3 左心室基底段及心尖段 LS 及节段心肌做功参数比较

CA1 组、CA2 组与对照组比较,CA1 组和 CA2

表 1 一般资料及常规超声心动图参数比较($\bar{x}\pm s$)

参数	CA1 组	CA2 组	对照组	F 值	P 值
年龄(岁)	58.3±15.2	59.1±18.5	48.5±13.6	3.20	0.056
心率(bpm)	73.14±16.72	82.42±10.09	72.29±8.70	1.76	0.187
收缩压(mmHg)	101.03±21.11	132.21±57.10	119.35±15.41	0.36	0.699
舒张压(mmHg)	74.05±16.78	84.91±8.78	78.63±9.06	1.74	0.190
LVEF(%)	63.8±7.5	39.5±5.1 ^{1,2}	66.4±3.8	75.45	0.000
LADd(mm)	42.50±3.76 ¹	42.86±7.52 ¹	31.17±3.50	7.246	0.000
LVEDd(mm)	44.50±5.60	52.29±8.98 ^{1,2}	45.44±2.59	7.05	0.002
LVESd(mm)	26.57±4.23	43.00±10.09 ^{1,2}	27.93±3.20	17.26	0.000
IVSd(mm)	13.14±1.41 ¹	12.71±1.25 ¹	8.94±0.54	67.94	0.000
LVPWd(mm)	11.71±1.59 ¹	11.57±1.27 ¹	8.89±0.47	27.54	0.000
E(cm/s)	90.14±28.19	86.86±26.60	83.39±15.74	0.26	0.769
E/A	1.99±1.9	2.47±0.9	1.35±0.4	1.12	0.339
e'(cm/s)	4.95±1.62 ¹	5.85±3.44 ¹	13.55±2.73	52.22	0.000
E/e'	20.53±9.30 ¹	18.68±9.26 ¹	6.28±5.60	18.49	0.000
RWT	0.57±0.10 ¹	0.51±0.09 ¹	0.32±0.04	33.51	0.000
LVMI(g/m ²)	134.61±34.73 ¹	156.23±55.98 ¹	66.66±10.24	30.14	0.000
TAPSE(mm)	15.93±5.04 ¹	16.33±3.78 ¹	23.22±1.76	32.48	0.000

注:1:与对照组比较, $P<0.05$;2:与 CA1 组比较, $P<0.05$ 。

表 2 3 组患者左心室 GLS 及心肌做功参数比较($\bar{x}\pm s, M(QR)$)

参数	CA1 组	CA2 组	对照组	F/H 值	P 值
GLS(%)	-10.47±2.33 ¹	-7.28±2.60 ^{1,2}	-20.17±2.15	112.15	0.000
PSD(ms)	78.01(56.25) ¹	104.03±38.04 ¹	35.77±8.21	30.67	0.000
GWI(mmHg%)	956.44±364.57 ¹	804.52±456.06 ¹	2 036.94±280.66	54.53	0.000
GCW(mmHg%)	1 139.72±443.63 ¹	1 129.17±576.55 ¹	2 212.11±306.13	35.09	0.001
GWW(mmHg%)	118.55±84.67 ¹	237.83±123.85 ^{1,2}	69.22±42.37	12.53	0.002
GWE(%)	87.13±5.41 ¹	83.51(15.00) ^{1,2}	96.39±1.60	29.52	0.000

注:1:与对照组比较, $P<0.05$;2:与 CA1 组比较, $P<0.05$ 。

组基底段和心尖段 LS、MWI、MCW、MWE 均降低,基底段 MWW 均增加。CA2 组心尖段 MWW 较对照组增加,而 CA1 组心尖段 MWW 与对照组无差异。CA1 组 LS_{心尖/基底}、MWI_{心尖/基底}、MCW_{心尖/基底}、MWE_{心尖/基底} 高于对照组,CA2 组 LS_{心尖/基底}、MWW_{心尖/基底} 高于对照组。CA1 组与 CA2 组比较,CA2 组心尖段 MWW 高于 CA1 组,心尖段 MWE、MWI_{心尖/基底}、MCW_{心尖/基底}

低于 CA1 组($P<0.05$,表 3)。

2.4 CA 患者心肌做功参数与 LVEF 相关性分析及多因素回归分析

GLS、GWW、心尖段 MWW、MWW_{心尖/基底} 与 LVEF 呈负相关($r=-0.438, -0.454, -0.581, -0.521, P<0.05$), GWE、心尖段 MWE 与 LVEF 呈正相关($r=0.480, 0.507, P<0.05$)。对以上参数进行多重线性回归分析,最终

筛选出 2 个对 CA 患者 LVEF 变化有统计学意义的参数,分别为心尖段 MWW、GLS(表 4)。

3 讨论

LVEF 是评价左心室收缩功能最常用的指标,

但容易受到多种因素(如左心室前、后负荷)的影响,从而影响结果的准确性^[4]。二维斑点追踪成像技术通过追踪心肌组织运动得到心肌应变值,从机械力学方面分析心肌收缩功能^[5],较 LVEF 敏感,但仍存在负荷依赖性。而 Russell 等^[6]引入后负荷概念,将斑

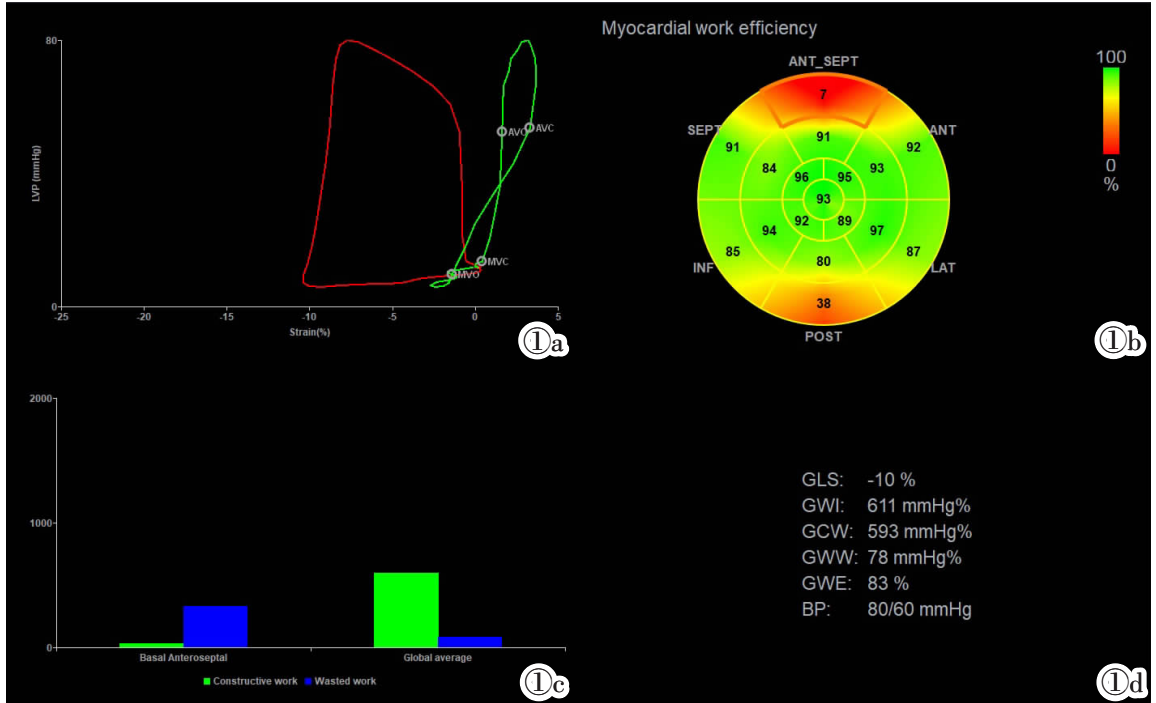


图 1 压力-应变环及左心室心肌做功示意图。图 1a:左心室压力-应变环,红色为整体压力应变环,绿色为所选节段压力-应变环;图 1b:MWE 牛眼图;图 1c:MCW 及 MWW 示意图,绿色柱状图为 MCW,蓝色柱状图为 MWW;图 1d:心肌做功参数。本图为 CA2 组压力-应变环及左心室心肌做功。GLS:整体长轴应变;GWI:整体做功指数;GCW:整体有效功;GWW:整体无效功;GWE:整体做功效率;BP:血压。

Figure 1. The diagrams of pressure-strain loop and myocardial work of left ventricle. Figure 1a: Left ventricular pressure-strain loops, red loop is global pressure-strain loop, green loop is the regional pressure-strain loop; Figure 1b: The “bull’s eye plots” of MWE; Figure 1c: The diagram of GCW and GWW, the green bar shows GCW and the blue bar shows GWW; Figure 1d: Myocardial work parameters in CA2 group. GLS: Global longitudinal strain; GWI: Global myocardial work index; GCW: Global constructive work; GWW: Global wasted work; GWE: Global work efficiency; BP: Blood pressure.

表 3 3 组患者左心室基底段及心尖段 LS 及心肌做功参数比较($\bar{x}\pm s, M(QR)$)

参数	CA1 组	CA2 组	对照组	F/H 值	P 值
基底段 LS(%)	-4.95(3.31) ¹	-3.51±2.88 ¹	-18.52±2.91	30.32	0.000
心尖段 LS(%)	-14.53(3.56) ¹	-13.81±5.58 ¹	-23.66±4.19	28.28	0.000
LS 心尖/基底	2.43(2.67) ¹	3.55(6.01) ¹	1.29±0.19	26.07	0.000
基底段 MWI(mmHg%)	555.30±331.60 ¹	753.28±366.65 ¹	1 878.53±391.82	29.98	0.000
心尖段 MWI(mmHg%)	1 479.72±517.87 ¹	923.89±725.82 ¹	2 295.32±272.84	23.94	0.000
MWI 心尖/基底	2.27(1.77) ¹	1.38±1.12 ²	1.26±0.21	25.82	0.000
基底段 MCW(mmHg%)	695.18±357.70 ¹	905.07±463.52 ¹	2 000.88±358.56	57.68	0.000
心尖段 MCW(mmHg%)	1 635.71±547.23 ¹	1 520.84±919.40 ¹	2 224.00(365.23)	16.67	0.000
MCW 心尖/基底	1.27(1.23) ¹	1.38±1.12 ²	1.26±0.21	25.82	0.000
基底段 MWW(mmHg%)	127.17(129.91) ¹	202.90±88.61 ¹	100.88±52.88	6.64	0.036
心尖段 MWW(mmHg%)	68.26±72.90	358.10±263.97 ^{1,2}	50.17±44.02	10.82	0.004
MWW 心尖/基底	0.46±0.25	0.89±1.29 ¹	0.50±0.42	7.40	0.025
基底段 MWE(%)	76.98±12.21 ¹	76.52±4.23 ¹	94.18±2.53	36.80	0.000
心尖段 MWE(%)	95.33±2.51 ¹	95.33±2.51 ^{1,2}	97.38±1.84	19.22	0.000
MWE 心尖/基底	1.21(0.3) ¹	0.86±1.78	0.97±0.61	21.59	0.000

注:1:与对照组比较,P<0.05;2:与 CA1 组比较,P<0.05。

表 4 影响 CA 患者 LVEF 的相关参数多重线性回归分析

变量	β	标准误	标准化 β	<i>t</i>	<i>P</i>	β 的 95.0% 置信区间	
						下限	上限
常量	13.946	4.350		3.206	0.006	4.726	23.167
GLS	-0.072	0.026	-0.911	-2.795	0.013	-0.126	-0.017
心尖段 MWE	1.892	0.909	1.220	2.081	0.054	-0.035	3.820
心尖段 MWW	-0.312	0.107	-1.495	-2.913	0.010	-0.540	-0.085
MWW _{心尖/基底}	0.303	0.145	1.309	2.097	0.052	-0.003	0.610

点追踪成像技术获得的二维应变和左心室压力曲线结合构建左心室压力-应变环来无创地反映心肌做功,解决了 LVEF 和 LS 对后负荷依赖的问题。动物实验及临床实验中均证实无创左心室压力-应变环测量的心肌做功与有创测量的心肌做功具有良好的-一致性,能综合反映心肌功能和代谢情况^[6-7]。

本研究中 CA 患者 GLS 降低,与既往研究相符^[1];整体心肌做功参数 GWI、GCW、GWE 和节段心肌做功参数心尖段及基底段 MWI、MCW、MWE 在两组 CA 患者中均降低,PSD、GWW、基底段 MWW 在两组 CA 患者中均增高,而心尖段 MWW 仅在 LVEF 降低的 CA 患者中明显增高。CA 患者心肌做功异常原因可能为淀粉样物质沉积于血管及细胞外间质,致心肌形变阻力增加,并使间质小血管内皮功能受损^[8],导致心肌缺血、心肌功能障碍,或出现收缩不同步及收缩后收缩,降低 MWE。同时某些淀粉样物质如 AL 轻链型淀粉样物质本身对心肌细胞具有直接细胞毒性,作用于溶酶体及线粒体,出现细胞能量利用障碍,MWE 降低^[9]。另外,淀粉样物质沉积于心肌间质可能干扰心室壁内传导系统,出现房室传导阻滞、束支传导阻滞等^[10],部分心肌收缩期反常舒张,MWW 增加,MWE 降低。

LS 相对“心尖保留”是 CA 较具特征性的超声心动图表现,相对“心尖保留”比值(Relative apical sparing ratio,RELAS)和室间隔侧心尖段与基底段 LS 比值(Septal apical to basal ratio,SAB)常用于评价“心尖保留”模式,一般认为 CA 患者 RELAS>1^[11]或 SAB>2.1^[11],本研究提示无论 LVEF 正常还是降低,CA1 组和 CA2 组左心室 LS_{心尖/基底}均大于对照组,具有相对“心尖保留”模式,与近期研究^[12]结果一致,他们同样认为疾病进展并不意味 LS“心尖保留”消失。对于心肌做功,我们发现 CA1 组 MWI_{心尖/基底}、MCW_{心尖/基底}、MWE_{心尖/基底} 大于对照组,同样存在相对“心尖保留”模式,与已有研究相符^[2];但是 CA2 组 MWI_{心尖/基底}、MCW_{心尖/基底}、MWE_{心尖/基底} 与对照组没有差异,不再具有“心尖保留”模式。CA 患者 LS 及心肌做功“心尖保留”的机制目前认为可能是因为心尖段淀粉沉积较基底段少,心肌形变阻力小从而出现“心尖保留”;

另外心尖段心肌细胞较基底段结构不同,具有不同排列方向,基底段心肌有更多凋亡和重塑的趋势^[13]。随着疾病进展,心尖段淀粉样物质沉积增加,心尖段心肌也出现较多凋亡,导致 CA2 组心尖段 MWW 明显增加,心尖段 MCW 及 MWI 降低,MWE 降低,心肌做功参数的相对“心尖保留”消失。可见心肌做功参数可以通过分析 MWW、MWE 较 LS 更精确揭示 CA 患者心肌功能受损的情况。同时 CA 患者常出现低血压,相比 LS,心肌做功可以克服血压变化对心肌运动的影响,客观反映 CA 患者的心肌功能。

我们进一步分析了心肌 LS 及心肌做功参数和 LVEF 的相关性并进行多重线性回归,筛选出对 CA 患者 LVEF 有统计学意义的两个参数,按照影响效果由大到小分别为左心室心尖段 MWW 及 GLS。正常心尖运动对于收缩晚期主动脉血流的惯性力起重要作用,利于将血流推向主动脉,维持心脏射血功能^[14],LVEF 保留的心衰患者左心室心尖段 LS 明显高于左心室 GLS,当 LVEF 降低时,心尖段 LS 降低以致与 GLS 不再有差异^[15],以上研究均揭示了左心室心尖段运动对维持收缩功能的重要性。而 CA 患者大多表现为室壁增厚,左心室重构,心室限制性充盈障碍,本研究认为即使 CA 患者左心室构型改变,心尖段心肌做功同 GLS 一起仍对维持 LVEF 起重要作用。随着 CA 患者病情进展,心尖段 MWW 增加使 MWE 降低,伴随 GLS 降低,最终导致 LVEF 降低,左心室收缩功能减退。

本研究的局限性:①入选病例数较少,尤其是 LVEF 降低组病例数更少,一定程度影响回归分析模型拟合效果;因病例数少,未能将 AL 型和 ATTR 型分组分析;LVEF 降低组多为轻中度降低,无重度降低患者;本研究为回顾性研究,可能造成一定选择偏倚及混杂偏倚。②用肱动脉压代替左心室收缩压,可能对结果产生影响。③研究只分析了 LS 及基于 LS 的心肌做功,未对心肌径向应变及圆周应变可能对 LVEF 的影响进行分析。

综上所述,CA 患者左心室整体及节段心肌做功减低,左心室心尖段 MWW 和左心室 GLS 是影响 CA 患者心脏射血功能的重要因素。(下转 433 页)