

左室压力-应变环技术评估妊娠期高血压疾病患者左室功能的临床价值

何美玲 贾春莲 谢满英 汪伟 甘玲

摘要 **目的** 探讨左室压力-应变环技术定量评估妊娠期高血压疾病患者左室功能的临床价值。**方法** 选取于我院就诊的妊娠期高血压疾病患者 38 例(病例组)和孕龄与之匹配的健康孕妇 42 例(对照组),均行常规超声心动图检查,并应用左室压力-应变环技术测量左室整体纵向应变(GLS)、心肌整体做功指数(GWI)、整体有用功(GCW)、整体无用功(GWW)及整体做功效率(GWE),比较两组一般资料、常规超声心动图参数、GLS 及心肌做功参数的差异。采用 Spearman 相关分析法分析心肌做功参数与收缩压和舒张压的相关性。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析各参数评估妊娠期高血压疾病患者左室功能受损的诊断效能。**结果** 与对照组比较,病例组收缩压、舒张压、左房收缩末期内径、室间隔舒张末期厚度、左室后壁舒张末期厚度、GWI、GCW、GWW 均增高,GWE、GLS 均降低,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。相关性分析显示,GWI、GCW、GWW 与收缩压、舒张压均呈正相关,GWE、GLS 与收缩压、舒张压均呈负相关(均 $P < 0.05$)。ROC 曲线分析显示,GWI、GCW 和 GWW 评估妊娠期高血压疾病患者左室功能受损的诊断效能均明显高于 GLS 和左室射血分数,尤以 GCW 和 GWW 的诊断效能最高,曲线下面积分别为 0.766、0.882,灵敏度、特异度分别为 75.0%、73.7% 和 75.0%、94.7%。**结论** 左室压力-应变环技术在评估妊娠期高血压疾病患者左室功能受损方面具有一定的临床价值。

关键词 超声心动描记术;左室压力-应变环;妊娠期高血压疾病;收缩功能;心室,左

[中图分类号]R540.45;R714.25

[文献标识码]A

Clinical value of left ventricular pressure-strain loop technology in the assessment of left ventricular function in patients with hypertensive disorder complicating pregnancy

HE Meiling, JIA Chunlian, XIE Manying, WANG Wei, GAN Ling

Department of Ultrasound Imaging, the Xiangyang First People's Hospital Affiliated to Hubei University of Medicine, Hubei 441000, China

ABSTRACT **Objective** To explore the clinical value of left ventricular pressure-strain loop technology in quantitative assessment of left ventricular function in patients with hypertensive disorder complicating pregnancy. **Methods** Thirty-eight patients with hypertensive disorder complicating pregnancy (case group) and 42 healthy pregnant women with matched gestational age (control group) in our hospital were selected for routine echocardiography examination, while the left ventricular global longitudinal strain (GLS), myocardial global work index (GWI), global constructive work (GCW), global wasted work (GWW) and global work efficiency (GWE) were measured by left ventricular pressure-strain loop technique. The differences of general data, conventional echocardiographic parameters, GLS and myocardial work parameters were compared between the two groups. Spearman correlation analysis was used to analyze the correlation between myocardial work parameters and systolic and diastolic blood pressure. Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the parameters in evaluating the diagnostic efficacy of left ventricular function impairment in patients with hypertensive diseases during pregnancy.

基金项目:2021 年度襄阳市医疗卫生领域科技计划项目(2021ZD16)

作者单位:441000 湖北省襄阳市,湖北医药学院附属襄阳市第一人民医院超声影像科(何美玲、谢满英、汪伟、甘玲),产科(贾春莲)

通讯作者:甘玲,Email:gl_echo@163.com

Results Compared with control group, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, left atrial end-systolic diameter, ventricular septal end-diastolic thickness, left ventricular posterior wall diastolic thickness, GWI, GCW, GWW increased in case group, and GWE, GLS decreased, with statistical significances (all $P < 0.05$). Correlation analysis showed that GWI, GCW, GWW were positively correlated with systolic and diastolic blood pressure, while GWE and GLS were negatively correlated with systolic and diastolic blood pressure (all $P < 0.05$). ROC curve analysis showed that GWI, GCW and GWW were significantly more effective than GLS and left ventricular ejection fraction in diagnosing left ventricular function impairment in patients with hypertensive disorder complicating pregnancy, especially GCW and GWW, with areas under the curve of 0.766 and 0.882, respectively. The sensitivity and specificity were 75.0%, 73.7% and 75.0%, 94.7%, respectively. **Conclusion** Left ventricular pressure-strain loop technology has certain clinical value in evaluating left ventricular function impairment in patients with hypertensive disorder complicating pregnancy.

KEY WORDS Echocardiography; Pressure-strain loop; Hypertensive disorder complicating pregnancy; Systolic function, ventricle, left

妊娠期高血压疾病 (hypertensive disorder complicating pregnancy, HDP) 是以血压增高为主要表现的一组妊娠期特有的综合性疾病^[1], 我国 HDP 发病率为 5%~10%, 且 HDP 是导致孕产妇死亡的原因之一^[2]。HDP 可导致母体冠状动脉痉挛、周围小动脉阻力增加及水钠潴留, 从而加重心脏负担, 增加心血管疾病发生风险^[3]。2018 年欧洲心脏病学会发布的妊娠期心血管疾病管理指南^[4]指出, HDP 治疗的目的是预防心脑血管意外, 由此可见早期识别 HDP 患者亚临床心脏功能障碍在预防病情进展方面具有重要意义。目前临床多通过左室射血分数 (LVEF) 评估 HDP 患者左室收缩功能, 但因 LVEF 存在负荷依赖性及主观性强等不足, 远不能满足临床早期诊治需求。基于二维斑点追踪技术的无创左室压力-应变环技术, 不仅能检测患者心肌收缩应变值, 且不受心脏后负荷的影响, 是一种无创、定量评估左室收缩功能的新方法^[5-6]。本研究应用左室压力-应变环技术评估 HDP 患者左室功能, 旨在为临床早期识别 HDP 患者心功能受损提供参考依据。

资料与方法

一、研究对象

选取 2021 年 12 月至 2022 年 11 月于我院就诊的 HDP 患者 38 例为病例组, 平均年龄 (29.33±3.87) 岁, 平均孕龄 (33.12±3.37) 周; 其中妊娠期高血压 17 例、子痫前期 14 例、妊娠合并慢性高血压 4 例、慢性高血压合并子痫前期 3 例。另选同期孕龄与之匹配的健康孕妇 42 例为对照组, 平均年龄 (30.74±3.43) 岁, 平均孕龄 (34.00±4.37) 周。纳入标准: ①病例组 HDP 诊断均符合《妊娠期高血压疾病诊治指南 (2020)》^[7] 诊断标准, 即检查当日收缩压 ≥ 140 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa)

和 (或) 舒张压 ≥ 90 mm Hg; ②两组受试者 LVEF 均 $> 50\%$; ③两组受试者均为自然受孕的单胎孕妇。排除标准: ①超声心动图检查有明确的心脏扩大、心脏瓣膜病、心肌病及先天性心脏病; ② LVEF $\leq 50\%$; ③心电图检查提示心律失常; ④合并妊娠期糖尿病、结缔组织病、风湿免疫病, 以及脑、肝及肾等重要脏器疾病; ⑤围产期心肌病史; ⑥图像质量不清晰。本研究经我院医学伦理委员会批准 (伦审号: 2021KYLX02), 所有受试者均签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. 仪器: 使用 GE Vivid E 90 彩色多普勒超声诊断仪, M5Sc 探头, 频率 2.0~4.5 MHz; 配备 EchoPAC 工作站。

2. 常规超声心动图检查: 受试者休息 30 min 以上, 取左侧卧位, 同步连接 12 导联心电图, 应用 M 型超声测量左房收缩末期内径 (LAD)、室间隔舒张末期厚度 (IVSD)、左室后壁舒张期厚度 (LVPWD)、左室舒张末期内径 (LVID); 测量舒张早期二尖瓣口前向血流速度 (E), 于组织多普勒模式下将取样容积分别置于二尖瓣环室间隔侧及侧壁侧, 测量舒张早期二尖瓣环运动速度 (e'), 计算 E/e' ; 采用双平面 Simpson 法测量 LVEF。所有参数均重复测量 3 次取平均值, 并存储 3 个完整心动周期的心尖四腔心、三腔心、两腔心切面动态图。以上操作均由 3 名主治医师及以上超声医师采用规范化操作获取。

3. 左室压力-应变环检查: 将存储的心尖四腔心、三腔心及两腔心切面动态图导入 EchoPAC 工作站, 软件自动追踪描记心内膜边界创建感兴趣区, 点击 “Approve” 获得左室整体纵向应变 (GLS)。然后输入肱动脉收缩压, 进入 “Myocardial Work” 模式, 系统自动获取心肌做功参数, 包括整体做功指数 (GWI)、整体无

用功(GWW)、整体有用功(GCW)、整体做功效率(GWE)。以上参数均由3名主治医师采用规范化操作流程各测量1次,取平均值。

4. 临床资料收集:测量并记录所有受试者身高、体质量、孕周、年龄、心率及血压,计算体质量指数(BMI)。

三、统计学处理

应用SPSS 26.0统计软件,正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用独立样本 t 检验;非正态分布的计量资料以 $M(IQR)$ 表示,采用Mann-Whitney U 检验。采用Spearman相关分析法分析GLS、心肌做功参数与血压的相关性。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析各参

数评估HDP患者左室功能受损的诊断效能,曲线下面积(AUC)比较采用 Z 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、病例组与对照组临床资料比较

与对照组比较,病例组收缩压、舒张压均增高,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);两组年龄、孕周、身高、体质量、BMI及心率比较,差异均无统计学意义。见表1。

二、病例组与对照组常规超声心动图参数比较

表1 病例组与对照组临床资料比较($\bar{x}\pm s$)

组别	年龄(岁)	孕周(周)	身高(cm)	体质量(kg)	BMI(kg/m ²)	收缩压(mm Hg)	舒张压(mm Hg)	心率(次/min)
对照组	29.33±3.87	33.12±3.37	160.52±4.22	69.34±8.76	26.41±3.29	115.81±11.89	73.22±6.88	88.04±15.20
病例组	30.74±3.43	34.00±4.37	161.83±4.78	70.02±4.85	27.65±2.04	149.70±8.65	95.70±8.84	85.09±12.62
t 值	-1.35	-0.80	-1.03	-0.33	-1.56	-11.33	-10.09	0.74
P 值	0.184	0.427	0.309	0.731	0.124	<0.001	<0.001	0.464

BMI:体质量指数。1 mm Hg=0.133 kPa

与对照组比较,病例组LAD、IVSD、LVPWD均增高,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);两组LVID、LVEF、E/e'比较,差异均无统计学意义。见表2。

三、病例组与对照组GLS、心肌做功参数比较

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

四、相关性分析

相关性分析显示,GWI、GCW、GWW与收缩压均呈正相关($r=0.517、0.641、0.627$,均 $P<0.05$),与舒张压均呈正相关($r=0.370、0.481、0.559$,均 $P<0.05$);

GLS、GWE与收缩压均呈负相关($r=-0.296、-0.412$,均 $P<0.05$),与舒张压均呈负相关($r=-0.288、-0.409$,均 $P<0.05$)。见表4。

五、ROC曲线分析

ROC曲线分析显示,LVEF、GLS、GWI、GCW、GWW及GWE评估HDP患者左室功能受损的AUC分别为0.287、0.121、0.696、0.766、0.882、0.139;GWI、GCW、GWW评估HDP患者左室功能受损的AUC均明显高于LVEF和GLS的诊断效能(均 $P<0.05$),其中GCW和GWW的灵敏度、特异度均较高,分别为75.0%、73.7%和75.0%、94.7%。见图2。

表2 病例组与对照组常规超声心动图参数比较

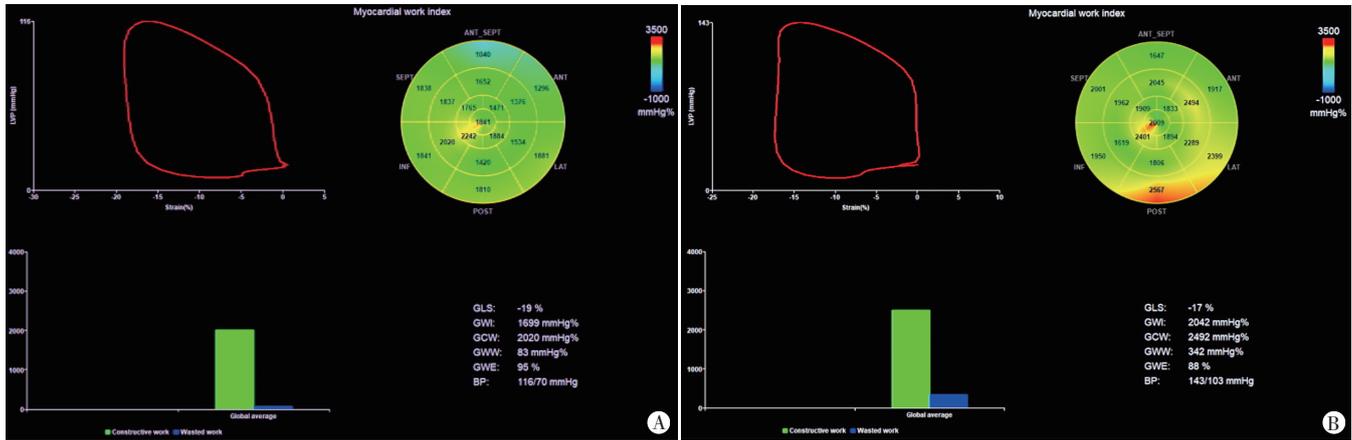
组别	LAD(mm)	LVID(mm)	IVSD(mm)	LVPWD(mm)	LVEF(%)	E/e'
对照组	34.11±3.28	44.44±3.25	9.00(1.00)	9.00(2.00)	65.00(6.00)	6.67±1.60
病例组	36.13±2.75	46.00±3.41	10.00(1.00)	10.00(1.00)	64.00(6.00)	7.01±1.34
t/Z 值	-2.33	-2.36	-2.28	-2.07	-0.43	-0.81
P 值	0.024	0.106	0.023	0.039	0.666	0.422

LAD:左房收缩末期内径;LVID:左室舒张末期内径;IVSD:室间隔舒张末期厚度;LVPWD:左室后壁舒张期厚度;LVEF:左室射血分数;E/e':舒张早期二尖瓣口前向血流速度与舒张早期二尖瓣环运动速度比值

表3 病例组与对照组GLS、心肌做功参数比较

组别	GLS(%)	GCW(mm Hg%)	GWI(mm Hg%)	GWW(mm Hg%)	GWE(%)
对照组	-18.00(2.00)	1955.00±219.26	1573.32±204.53	92.00±37.48	95.00(2.00)
病例组	-15.00(3.00)	2203.55±298.06	1790.45±399.71	203.85±82.33	90.00(6.00)
t/Z 值	-4.09	-2.95	-2.11	-5.41	-3.90
P 值	<0.001	0.005	0.041	<0.001	<0.001

GLS:左室整体纵向应变;GWI:整体做功指数;GCW:整体有用功;GWW:整体无用功;GWE:整体做功效率



A: 对照组(孕妇28岁,孕35⁺⁵周),GLS为-19%,GWI为1699 mm Hg%,GCW为2020 mm Hg%,GWW为83 mm Hg%,GWE为95%;B:病例组(孕妇26岁,孕37⁺²周),GLS为-17%,GWI为2042 mm Hg%,GCW为2492 mm Hg%,GWW为342 mm Hg%,GWE为88%

图1 两组左室压力-应变环图

表4 GLS、心肌做功参数与血压的相关性分析

参数	收缩压		舒张压	
	r值	P值	r值	P值
GLS	-0.296	0.037	-0.288	0.043
GWI	0.517	<0.001	0.370	0.008
GCW	0.641	<0.001	0.481	<0.001
GWW	0.627	<0.001	0.559	<0.001
GWE	-0.412	0.003	-0.409	0.003

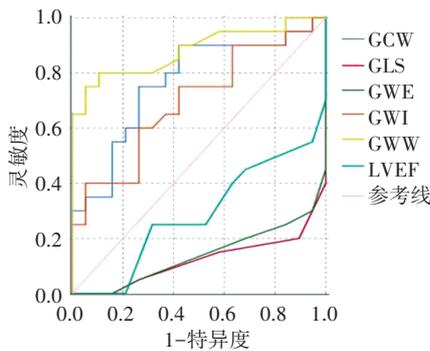


图2 各参数评估HDP患者左室功能受损的ROC曲线图

讨论

HDP是妊娠期心血管并发症之一,研究^[8-9]表明HDP尤其是子痫前期与心血管疾病发病机制存在共同的致病信号通路及生物标志物,由此推测HDP患者可能存在亚临床心脏功能障碍。及早识别亚临床心脏功能障碍有助于早期干预和预防症状性心血管疾病,目前临床评估左室收缩功能最常用的超声心动图参数为LVEF,但也难以早期识别HDP患者细微的心脏功能变化。GLS具备早期识别细微心脏功能障碍的临床价值^[10],但也具有负荷依赖性,研究^[11]证实当后负荷增加时,可导致心肌应变降低,但这并不代表心

肌功能受损。HDP为一类后负荷增加的疾病,因此应用GLS评估患者心肌功能可能导致真实心肌功能的误判。基于二维斑点追踪技术的左室压力-应变环技术综合了心肌应变和后负荷,能够定量分析心肌做功情况,被认为是心肌应变分析的进步^[12]。

本研究结果显示,病例组与对照组LVID、LVEF、E/e'比较,差异均无统计学意义,表明应用常规超声心动图并不能有效识别HDP患者心肌功能受损。与对照组比较,病例组GWI、GCW、GWW均增高,GWE、GLS均降低,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),提示当HDP患者LVEF正常时,心肌做功参数已经发生改变,GWI、GCW和GWW增高提示心肌做功增加,GLS降低提示心脏收缩功能减低,两者临床意义相矛盾,表明单独应用GLS评估HDP患者心肌功能并不准确,而左室压力-应变环技术能更精准、全面地量化HDP患者的心肌做功情况。研究^[13]表明妊娠存在对长期容量负荷的生理适应,这种容量负荷的增加会引发孕妇心脏重塑反应,主要包括左室几何形态改变,从而增加了心肌收缩性,表现为心输出量增加。HDP患者除要适应生理性容量负荷增加外,还要适应后负荷的增加,为满足机体供血需求,心肌在左室射血过程中需克服高水平的后负荷,导致心肌射血有效做功增加,即GCW增高。GWI被认为与心肌葡萄糖代谢高度相关^[14],在整个心动周期中心肌葡萄糖代谢增强,因此HDP患者GWI增高。此外,本研究中HDP患者GWW也较对照组增高($P < 0.05$),分析原因为:①孕妇容量负荷增加可导致其心脏重塑反应,在心室等容舒张期心肌缩短所做的功增加,从而导致GWW增高;②患者可因血管内皮细胞损伤导致冠状动脉痉挛,出现心肌缺

血缺氧,导致心肌节段性收缩乏力、运动不同步,等容收缩期和等容舒张期延长,射血时间缩短,心肌做功结果无助于收缩期左室射血,即GWW增高。本研究中HDP患者GWE降低,而GWE为GCW与GCW、GWW之和的比值,考虑GWW增加幅度大于GCW,最终导致GWE降低。

本研究结果发现,HDP患者GWI、GCW、GWW及GWE的变化趋势与王维英等^[15]研究结果相似,但本研究中HDP组GWI、GCW、GWW虽高于对照组(均 $P<0.05$),但明显低于该研究结果。分析其原因,该研究纳入的研究对象为妊娠合并慢性高血压患者,而本研究病例组纳入了HDP的多种分型,其中很大一部分为子痫前期患者,子痫前期患者除表现为孕20周后新发高血压外,还表现为蛋白尿或其他重要脏器功能的损伤,并非仅以心脏后负荷增加为主要表现,故研究对象的不同可能影响GWI、GCW、GWW测值。后续需进一步探讨HDP不同分型患者的心肌做功情况以明确出现此差异的原因。Li等^[16]研究了普通高血压患者心肌做功情况,本研究结果与其并不一致,表现为HDP患者GWW更高,GWE更低,原因可能为HDP患者心肌GWW包括容量负荷增加和心肌节段性收缩运动不同步两方面所做的功,故其值增高更明显,最终导致GWE降低更显著。且Li等^[16]研究纳入的研究对象为中老年人,关于育龄期普通高血压人群与HDP患者心肌做功参数的差异还需进一步深入探讨。

综上所述,应用左室压力-应变环技术可定量、敏感、无创地评估HDP患者心肌做功情况,在诊断左室功能受损方面有一定的价值。但本研究样本量较小,纳入研究对象时未根据HDP分型进行分组,后续需扩大样本量进一步探讨左室压力-应变环技术评估HDP不同分型间心肌功能障碍的临床价值。另外,HDP可导致女性远期患心血管疾病的风险增加,因此对HDP患者产后进行长期随访研究也十分必要。

参考文献

[1] Khedagi AM, Bello NA. Hypertensive disorders of pregnancy [J]. *Cardiol Clin*, 2021, 39(1): 77-90.

- [2] Li F, Qin J, Zhang S, et al. Prevalence of hypertensive disorders in pregnancy in China: a systematic review and Meta-analysis [J]. *Pregnancy Hypertens*, 2021, 24(1): 13-21.
- [3] Qu H, Khalil RA. Vascular mechanisms and molecular targets in hypertensive pregnancy and preeclampsia [J]. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2020, 319(3): 661-681.
- [4] 李晶, 田海涛, 王鸿燕, 等. 《2018欧洲心脏病学会妊娠期心血管疾病管理指南》妊娠期高血压疾病解读[J]. *转化医学杂志*, 2020, 9(1): 53-56.
- [5] 薛婷, 张鹏英, 陈允安, 等. 超声心动图研究新视角: 无创左室压力-应变环[J]. *临床心血管病杂志*, 2021, 37(6): 507-511.
- [6] 姬冰, 袁建军. 超声压力-应变环技术评估心肌做功研究进展[J]. *中国医学影像技术*, 2020, 36(10): 1579-1583.
- [7] 杨孜, 张为远. 妊娠期高血压疾病诊治指南(2020)[J]. *中华妇产科杂志*, 2020, 55(4): 227-238.
- [8] Suvakov S, Bonner E, Nikolic V, et al. Overlapping pathogenic signalling pathways and biomarkers in preeclampsia and cardiovascular disease [J]. *Pregnancy Hypertens*, 2020, 20(1): 131-136.
- [9] Levine RJ, Maynard SE, Qian C, et al. Circulating angiogenic factors and the risk of preeclampsia [J]. *N Engl J Med*, 2004, 350(7): 672-683.
- [10] Negishi T, Negishi K. How to standardize measurement of global longitudinal strain [J]. *J Med Ultrason* (2001), 2022, 49(1): 45-52.
- [11] Chan J, Edwards N, Khandheria BK, et al. A new approach to assess myocardial work by non-invasive left ventricular pressure-strain relations in hypertension and dilated cardiomyopathy [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2019, 20(1): 31-39.
- [12] 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): 1372-1379.
- [13] Melchiorre K, Sharma R, Khalil A, et al. Maternal cardiovascular function in normal pregnancy: evidence of maladaptation to chronic volume overload [J]. *Hypertension*, 2016, 67(4): 754-762.
- [14] Li X, Zhang P, Li M, et al. Myocardial work: the analytical methodology and clinical utilities [J]. *Hellenic J Cardiol*, 2022, 68(12): 46-59.
- [15] 王维英, 王净, 缪晓云, 等. 心肌做功技术在妊娠合并慢性高血压患者左心室收缩功能中的评价作用[J]. *东南大学学报(医学版)*, 2022, 41(3): 415-421.
- [16] Li X, Liu Q, Bao W, et al. Impact of blood pressure changes on myocardial work indices in hypertensive patients in a day [J]. *J Clin Hypertens (Greenwich)*, 2022, 24(1): 3-14.

(收稿日期: 2022-11-23)