

• 临床研究 •

无创压力-应变环评估冠心病合并高尿酸血症患者的心肌做功

杨燕芬¹ 杨舒萍² 林丽卿² 陈荣荣² 黄淑铤¹ 吴珠娥¹ 余火标²

【摘要】 目的 应用无创压力-应变环 (PSL) 评估冠心病合并高尿酸血症患者的心肌做功情况。**方法** 回顾性分析 2021 年 12 月至 2022 年 12 月入住我院心内科行数字减影血管造影 (DSA) 确诊冠心病的 119 名患者, 记录患者血清尿酸基线水平, 根据血清尿酸水平分为高尿酸组 ($n=38$) 和正常尿酸组 ($n=81$), 两组均接受常规超声心动图检查并应用 EchoPAC 软件, 输入血压值构建左心室 PSL, 获得心肌做功参数, 包括整体做功指数 (GWI)、整体有效做功 (GCW)、整体无效做功 (GWW)、整体做功效率 (GWE), $GWE=GCW/(GCW+GWW)$, 比较各组上述参数的差异及与血清尿酸之间的相关性和回归性。**结果** 两组的 GWI 和 GCW 比较差异均有统计学意义 (均 $P<0.05$), 高尿酸组的 GWI 和 GCW 均减小; Pearson 相关分析表明, GWI、GCW 与尿酸值呈负相关 ($r=-0.255$ 、 -0.242 , $P<0.05$)。线性回归分析表明, 左室心肌做功值与冠心病患者的血清尿酸值存在线性相关。**结论** 无创压力-应变环可以量化高尿酸水平对冠心病患者的心肌损害情况, 为临床提供指导价值。

【关键词】 压力-应变环; 冠心病; 高尿酸血症; 心肌做功

【中图分类号】 R445.1; R541.4 **【文献标识码】** B **【文章编号】** 1002-2600(2024)03-0001-04

Non-invasive pressure-strain loop assessment of myocardial work in patients with coronary heart disease complicated with hyperuricemia

YANG Yanfen¹, YANG Shuping², LIN Liqing², CHEN Rongrong², HUANG Shuxuan¹, WU Zhue¹, SHE Huobiao²

¹ School of Clinical Medicine, Fujian Medical University, Fuzhou, Fujian 350122, China; ² Zhangzhou Affiliated Hospital of Fujian Medical University, Zhangzhou, Fujian 363000, China

Corresponding author: SHE Huobiao, Email: 673637902@qq.com

【Abstract】 Objective To evaluate myocardial work in patients with coronary heart disease (CHD) complicated with hyperuricemia using non-invasive pressure-strain loops (PSL). **Methods** A retrospective analysis was conducted on 119 patients with CHD who were admitted to the cardiology department of our hospital and diagnosed with digital subtraction angiography (DSA) from December 2021 to December 2022. The baseline serum uric acid levels of the patients were recorded, and they were divided into a high uric acid group ($n=38$) and a normal uric acid group ($n=81$) based on their serum uric acid levels. Both groups underwent routine echocardiography and utilized the EchoPAC software to construct left ventricle PSL by inputting blood pressure values. Myocardial work parameters were obtained, including global work index (GWI), global constructive work (GCW), global wasted work (GWW), and global work efficiency (GWE). $GWE=GCW/(GCW+GWW)$. The differences in these parameters between the groups, as well as their correlation and regression with serum uric acid, were compared. **Results** There were statistically significant differences in GWI and GCW between the two groups (both $P<0.05$). Both GWI and GCW were reduced in the high uric acid group. Pearson correlation analysis showed that GWI and GCW were negatively correlated with serum uric acid values ($r=-0.255$, -0.242 , $P<0.05$). Linear regression analysis showed a linear correlation between left ventricular myocardial work values and serum uric acid levels in patients with CHD. **Conclusion** Non-invasive pressure-strain loops can quantify the myocardial damage caused by high uric acid levels in patients with CHD, thus providing clinical guidance.

【Key words】 pressure-strain loop; coronary artery disease; hyperuricemia; myocardial work

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目 (2021J011418)

作者单位: 1 福建医科大学临床医学部, 福州 350122; 2 福建医科大学附属漳州市医院, 漳州 363000

通信作者: 余火标, Email: 673637902@qq.com

DOI: 10.20148/j.fmj.2024.03.001

冠状动脉粥样硬化性心脏病（以下简称冠心病）为冠状动脉粥样硬化引起的心肌缺血、缺氧或坏死的心脏病，是全世界发病率和死亡率最高的疾病之一。长时间缺血可能导致永久性心肌功能障碍、心力衰竭，最终降低患者的生存率^[1-2]。尿酸（uric acid, UA）是人体内嘌呤核苷酸代谢的最终产物。高尿酸血症是血液中有异常高水平的 UA，可能对全身多个靶器官造成损害。相关研究表明，血清尿酸（serum uric acid, SUA）水平升高可能与心血管疾病的高发病率和死亡率有关^[3]，但对于高尿酸血症在冠心病人群中的危险程度仍存在争议。无创压力-应变环（pressure-strain loops, PSL）作为新的评估方法，加入后负荷并结合斑点追踪技术，可量化心肌做功，客观评估心肌功能^[4]。本研究应用 PSL 测量并比较冠心病患者高尿酸组与正常尿酸组的左室心肌做功，探讨 PSL 与 SUA 之间的关系，评估其临床应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2021 年 12 月至 2022 年 12 月入住福建医科大学附属漳州市医院心内科行数字减影血管造影（digital subtraction angiography, DSA）确诊冠心病的患者 119 例，81 例尿酸正常组，38 例高尿酸血症组。两组年龄、性别、身体质量指数（BMI）、收缩压、空腹血糖、低密度脂蛋白、肌红蛋白、CK-MB、NT-proBNP 及 Gensini 评分比较差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ）；高尿酸组 SUA 较正常尿酸组增加，差异有统计学意义（ $P<0.05$ ）。纳入标准：（1）符合《临床冠心病诊断与治疗指南》^[5]，且经冠状动脉造影检查确诊者；（2）高尿酸组还需满足无标准降尿酸治疗史，且在正常的嘌呤饮食中，非同日两次空腹尿酸测值：男性 $>420\text{ }\mu\text{mol/L}$ ，女性 $>360\text{ }\mu\text{mol/L}$ 。排除标准：（1）既往接受过冠脉血运重建的治疗、陈旧性心肌梗死、冠心病相关并发症引起的心脏损伤；（2）严重肺动脉高压、严重瓣膜病、扩张型或肥厚型心肌病以及先天性心脏病；（3）接受心脏毒性药物治疗，合并严重肾病、结缔组织病等全身疾病患者；（4）图像质量不佳。本研究经我院医学伦理委员会批准（批准号：2021KYB245），研究对象均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法

1.2.1 仪器 采用美国 GE 公司提供的 Vivid E95 彩色多普勒超声诊断仪，M5Sc 探头，频率为 1.5~

4.6 MHz，图像分析应用 GE 的 EchoPAC 超声工作站，配有心肌做功分析软件。

1.2.2 检查方法 患者取左侧卧位，保持呼吸平静，连接心电图。采用经胸超声心动图测量患者的左室舒张末期容积（left ventricular end-diastolic volume, LVEDV）、左室收缩末期容积（left ventricular end-systolic volume, LVESV）及左室射血分数（left ventricular ejection fraction, LVEF），心尖四腔心切面二尖瓣口处获得血流频谱，测得舒张早期血流速度峰值（E）、舒张晚期血流速度峰值（A）、E/A 比值及左心室舒张末期长径（long dimension-diastolic, LDd）和短径（short dimension-diastolic, SDd），左心室收缩末期长径（long dimension-systolic, LDs）和短径（short dimension-systolic, SDs），左心室舒张末期 SI（SI_d）= LDd/SDd，左心室收缩末期 SI（SI_s）= LDs/SDs。采用肱动脉袖带对患者血压进行测量，记录收缩压和舒张压，连续采集患者静息状态下 3 个心动周期的心尖四腔、两腔及三腔切面动态图像，于心尖四腔心切面和心尖五腔心切面分别获取二尖瓣血流多普勒频谱和主动脉瓣血流多普勒频谱。将存储的原始数据图像导入 EchoPAC 工作站进行图像分析，进入 AFI 分析模式，软件自动勾画出左心室内外膜的轮廓，对勾画不理想的节段进行手动调整。完成图像分析后，在“Myocardial Work”模式下分析左室 PSL，输入 BP 数值，点击“Advance”即可得到整体做功指数（global work index, GWI）、整体做功功率（global work efficiency, GWE）、整体有用功（global constructive work, GCW）、整体无用功（global work waste, GWW）等整体心肌做功参数指标。

1.3 观察和评价指标

（1）生化指标：所有患者均于空腹 12 h 清晨抽取肘静脉血，由同一台全自动生化分析仪检测空腹血糖、尿酸、低密度脂蛋白、CK-MB 及 NT-proBNP 等生化指标。（2）冠状动脉造影 Gensini 评分：狭窄程度和冠状动脉病变部位评分如下： $\leq 25\%$ 狭窄（1 分），26%~50% 狭窄（2 分），51%~75% 狭窄（4 分），76%~90% 狭窄（8 分），91%~99% 狭窄（16 分），完全闭塞（32 分）。不同节段冠脉乘以相应系数。最后，Gensini 评分为各分支评分的总和。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 25.0 分析软件，计量数据应用 Sha-

piro-Wilk 检验判断是否符合正态性分布,符合正态性分布的数据用均数±标准差表示,采用独立样本 t 检验进行组间比较;不符合正态性分布用 $[M(P25, P75)]$ 表示,组间行秩和检验分析。正态分布资料的相关性检验采用 Pearson 法分析;非正态分布数据的相关性检验采用 Spearman 法分析。两组连续性变量采用线性回归分析。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

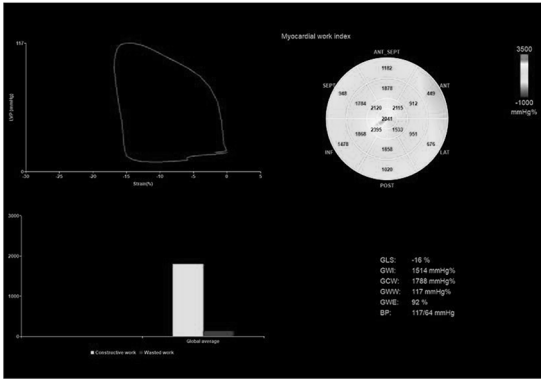
2 结果

2.1 两组常规超声心动图参数及 PSL 参数比较

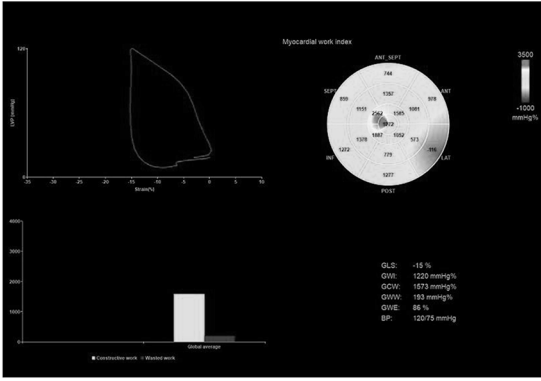
两组 SI_d、SI_s、E/A、LVEDV、LVESV 及 LVEF 比较差异均无统计学意义;高尿酸组 GWI 和 GCW 均较正常尿酸组降低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$) (见表 1 和图 1)。

表 1 两组常规超声心动图及 PSL 参数比较

参数	正常尿酸组 (n=81)	高尿酸组 (n=38)	P 值
常规超声心动图参数			
SI _d	1.80±0.25	1.85±0.32	0.431
SI _s	2.03(1.81,2.23)	2.19(1.82,2.40)	0.165
E/A	0.74(0.59,0.91)	0.71(0.61,0.88)	0.993
LVEDV/mL	91.74±26.93	93.16±26.24	0.791
LVESV/mL	38.50(30.00,50.00)	42.00(31.00,54.00)	0.344
LVEF/%	59.00(55.00,66.00)	60.00(53.00,64.00)	0.943
PSL 参数			
GWE/%	0.9(0.87,0.93)	0.89(0.83,0.92)	0.077
GWI(mmHg%)	1 453.99±379.84	1 269.71±347.24	0.013
GCW(mmHg%)	1 807.60±408.73	1 632.95±372.34	0.027
GWV(mmHg%)	160.00 (117.00,214.00)	175.50 (137.00,248.00)	0.156



(a) 正常尿酸组(男,72岁,血清尿酸 260 $\mu\text{mol/L}$)



(b) 高尿酸组(男,63岁,血清尿酸 454 $\mu\text{mol/L}$)

注:左上角曲线为左心室压力应变曲线,曲线下面面积代表 GWI;左下角为左心室 GCW、GWE 的柱状图;右上角为 17 节段心肌做功指数牛眼图;GWI 为整体做功指数,GCW 为整体有用功,GWE 为整体做功效率,GLS 为整体纵向应变。

图 1 两组 PSL 参数比较及压力应变环图

2.2 PSL 参数与 SUA 的相关性及回归性分析

SUA 与 GWI 和 GCW 呈负相关($r=-0.255$ 、 -0.242 ,均 $P<0.05$),随着 SUA 升高,GWI 和 GCW 降低。SUA 与 GWI 和 GCW 均独立相关($P<0.05$ 或 $P<0.01$) (见表 2)。

表 2 GWI 和 GCW 与 SUA 相关性分析及线性回归分析结果

指标	相关性分析		线性回归分析	
	r 值	P 值	β 值	P 值
GWI	-0.255	0.004	-0.877	0.005
GCW	-0.242	0.008	-0.860	0.011

3 讨论

高尿酸血症在冠心病患者中很常见,尿酸在代谢过程中同时伴随炎症反应,造成冠状动脉血管内

皮损伤及心肌损害。目前,SUA 与冠心病的关系尚不明确,有研究发现高尿酸水平与心肌损伤密切相关,是冠心病的独立危险因素^[6];但也有作者认为,高尿酸血症是一个危险因素,但不是一个独立的危险因素^[7]。PSL 是一项通过调整后负荷进而评估心肌功能的新技术,可量化评估冠心病合并高尿酸血症患者的左室功能。

为了探索 PSL 在评估有无高尿酸血症的冠心病患者中左心室心肌受损是否相同,本研究根据有无高尿酸血症把冠心病患者分为两组,高尿酸组和正常尿酸组。PRZEWLOCKA-KOSMALA 等^[8]的研究表明 GWI、GCW 和左室收缩功能密切相关。而本研究在 PSL 参数中高尿酸组患者的 GWI、GCW 较正常尿酸组明显降低,提示高尿酸水平可能对心肌收缩功能造成损害。目前尿酸对左室功能的影响

机制尚不明确,可能是由于黄嘌呤氧化酶(xanthine oxidase, XO)催化人体细胞的嘌呤核苷酸产生 SUA,其为最终代谢物, XO 的过度活化产生的炎症反应和内皮细胞功能障碍导致心肌能量代谢异常,从而诱导或加重受损心肌,影响心肌的血流灌注和能量代谢^[9-10],进而出现心肌做功水平降低。高尿酸组患者的 GWE 和正常尿酸组相比有所下降, GWW 有所升高,但差异均无统计学意义。冠心病患者本身因心肌收缩不同步而产生无用功,可能由于尿酸代谢异常在冠心病患者中对心肌损害的加重程度还较轻微,从而出现 GWE 下降和 GWW 增加不明显,仅有 GWI 和 GCW 下降明显的情况。所以我们推测在 PSL 参数中, GWI 和 GCW 识别心肌损害较为敏感。

本研究相关性分析显示, SUA 与 GWI 和 GCW 均呈负相关,说明高尿酸组和正常尿酸组患者在常规超声心动图参数未发生明显差异时,高尿酸组患者的左室收缩功能已进一步受损。且随着 SUA 浓度的升高,左室心肌做功情况进一步下降。所以我们推测,高尿酸血症组的氧化应激对心脏功能的不利影响可以用 GWI、GCW 来确定,来评估冠心病合并高尿酸血症患者的左室功能受损情况。回归分析显示, SUA 与 GWI 和 GCW 独立相关,表明 SUA 是心肌损害的独立危险因素,有相关研究^[11]表明在 35 岁及以下的急性冠脉综合征患者中,高尿酸血症是冠心病严重程度的独立危险因素。KOBAYASHI 等^[12]在 516 例射血分数保留的心力衰竭患者中发现高尿酸血症与患者全因死亡率的增加密切相关。因此临床上应注意监测冠心病患者的血尿酸水平,并尽早进行干预和治疗,减少其对冠心病患者心肌的进一步损害。

本研究的局限性:首先, PSL 对心内、外膜边界清晰度要求较高,手动调节可能会产生误差;其次,样本量较少,所以推测的 GWE 和 GWW 指标较为不敏感也有待商榷,后期仍需扩大样本量进一步研究。最后,本研究可继续探讨有无高尿酸血症的冠心病患者血运重建后的恢复情况。

综上所述,在冠心病的背景下, PSL 可以更灵敏地发现高尿酸血症对心肌的进一步损害,提供量化指标,指导临床对冠心病合并高尿酸血症患者早期进行血清尿酸水平的干预和控制,改善尿酸对心

肌的损害,在临床工作中值得推广应用。

参考文献

- [1] MORONI F, GERTZ Z, AZZALINI L. Relief of ischemia in ischemic cardiomyopathy [J]. *Curr Cardiol Rep*, 2021, 23 (7): 80.
- [2] ROTH G A, MENSAH G A, FUSTER V. The global burden of cardiovascular diseases and risks: a compass for global action [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2020, 76 (25): 2980-2981.
- [3] ZHANG S, WANG Y, CHENG J, et al. Hyperuricemia and cardiovascular disease [J]. *Curr Pharm Des*, 2019, 25 (6): 700-709.
- [4] BOE E, SKULSTAD H, SMISETH O A. Myocardial work by echocardiography: a novel method ready for clinical testing [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2019, 20 (1): 18-20.
- [5] 沈迎, 张瑞岩, 沈卫峰. 稳定性冠心病血运重建策略进展——2018 中国稳定性冠心病诊断与治疗指南解读 [J]. *心脑血管病防治*, 2019, 19 (2): 107-111.
- [6] PADDA J, KHALID K, ALMANIE A H, et al. Hyperuricemia in patients with coronary artery disease and its association with disease severity [J]. *Cureus*, 2021, 13 (8): e17161.
- [7] POLLACK C V, ANTMAN E M, HOLLANDER J E. 2007 focused update to the ACC/AHA guidelines for the management of patients with st-segment elevation myocardial infarction: implications for emergency department practice [J]. *Annals of Emergency Medicine*, 2008, 52 (4): 344-355. e1.
- [8] PRZEWLOCKA-KOSMALA M, MARWICK T H, MYSIAK A, et al. Usefulness of myocardial work measurement in the assessment of left ventricular systolic reserve response to spirinolactone in heart failure with preserved ejection fraction [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2019, 20 (10): 1138-1146.
- [9] SAITO Y, TANAKA A, NODE K, et al. Uric acid and cardiovascular disease: A clinical review [J]. *J Cardiol*, 2021, 78 (1): 51-57.
- [10] TIMOTEO A T, LOUSINHA A, LABANDEIRO J, et al. Serum uric acid: a forgotten prognostic marker in acute coronary syndromes? [J]. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*, 2013, 2 (1): 44-52.
- [11] LV S, LIU W, ZHOU Y, et al. Hyperuricemia and severity of coronary artery disease: An observational study in adults 35 years of age and younger with acute coronary syndrome [J]. *Cardiol J*, 2019, 26 (3): 275-282.
- [12] KOBAYASHI Y, OMOTE K, NAGAI T, et al. Prognostic value of serum uric acid in hospitalized heart failure patients with preserved ejection fraction (from the Japanese Nationwide Multicenter Registry) [J]. *Am J Cardiol*, 2020, 125 (5): 772-776.