

左房僵硬度指数评价慢性肾脏病患者左房功能的临床价值

高雪 肖为为 何垚 姬莉芹 于绍梅

摘要 **目的** 探讨左房僵硬度指数(LASI)评价不同程度慢性肾脏病(CKD)患者左房功能的临床价值。**方法** 选取我院收治的CKD患者104例,根据估算肾小球滤过率(eGFR)分为CKD1组(eGFR \geq 30 ml/min)52例和CKD2组(eGFR $<$ 30 ml/min)52例,另选同期体检健康成人52例为对照组,比较各组一般资料、实验室指标、常规超声心动图参数及左房应变参数的差异;Spearman相关分析法分析LASI与心肌损伤标志物及肾功能指标的相关性;多重线性回归分析LASI的影响因素;组内相关系数(ICC)分析左房储存期纵向应变(LASr)、LASI在观察者内及观察者间的重复性。**结果** 对照组、CKD1组、CKD2组肌钙蛋白T(cTnT)、肌红蛋白(Myo)、N末端脑钠肽前体(NT-proBNP)、血肌酐(Scr)、尿素(Urea)、胱抑素C(Cys-C)、LASI均依次增大,eGFR依次减小,各组两两比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。相关性分析显示,LASI与cTnT、Myo、NT-proBNP、Urea、Scr、Cys-C均呈正相关($r=0.581、0.487、0.601、0.443、0.517、0.572$,均 $P<0.001$),与eGFR呈负相关($r=-0.577,P<0.001$)。多重线性回归分析显示,在调整体质量指数、年龄、性别、高血压、糖尿病等影响因素后,NT-proBNP、Urea、Scr、eGFR、Cys-C均与LASI均独立相关(均 $P<0.05$)。重复性检验显示,LASr、LASI在观察者内和观察者间的重复性均良好(观察者内 $ICC=0.992、0.975$,观察者间 $ICC=0.995、0.985$)。**结论** LASI可作为评价不同程度CKD左房功能的有效指标,其值随CKD病情进展而增大。

关键词 超声心动描记术;慢性肾脏病;左房僵硬度指数;心房功能,左

[中图分类号]R540.45;R692.9

[文献标识码]A

Clinical value of left atrial stiffness index in evaluating left atrial function in patients with chronic kidney disease

GAO Xue, XIAO Weiwei, HE Yao, JI Liqin, YU Shaomei

School of Medical Image, Guizhou Medical University, Guiyang 550004, China

ABSTRACT **Objective** To investigate the clinical value of left atrial stiffness index (LASI) in evaluating left atrial function in patients with different stages of chronic kidney disease (CKD). **Methods** A total of 104 CKD patients who admitted to our hospital were selected. They were divided into two groups according to estimated glomerular filtration rate (eGFR): CKD1 group (eGFR \geq 30 ml/min, $n=52$) and CKD2 group (eGFR $<$ 30 ml/min, $n=52$). Additionally, 52 healthy adults underwent physical examinations during the same period were selected as the control group. The differences in general data, laboratory parameters, conventional echocardiographic parameters and left atrial strain parameters were compared among the groups. Spearman correlation analysis was used to analyze the correlation between LASI and cardiac injury markers, as well as renal function parameters. Multiple linear regression analysis was performed to analyze the influencing factors of LASI. Intraclass correlation coefficient (ICC) was used to analyze the repeatability of left atrial longitudinal strain (LASr) and LASI within intra-observer and inter-observer. **Results** The cardiac troponin T (cTnT), myoglobin (Myo), N-terminal pro-brain natriuretic peptide (NT-proBNP), serum creatinine (Scr), Urea, cystatin C (Cys-C) and LASI in the control group, CKD1 group and CKD2 group increased in turn, while eGFR decreased in turn. There were significant differences in pairs in each group (all $P<0.05$). Correlation analysis showed that LASI was positively correlated with cTnT, Myo, NT-proBNP, Urea, Scr and Cys-C ($r=0.581, 0.487, 0.601, 0.443, 0.517, 0.572$, all $P<0.001$), and negatively correlated with eGFR ($r=-0.577, P<0.001$). Multiple linear

基金项目:2021年贵州省卫生健康委科学技术基金项目(gzwbkj2021-383);贵州医科大学附属医院博士科研启动基金项目(gfybsky-2021-19)

作者单位:550004 贵阳市,贵州医科大学医学影像学院(高雪、肖为为、姬莉芹);贵州医科大学附属医院超声医学科(何垚、于绍梅)

通讯作者:于绍梅,Email:18885117797@qq.com

regression analysis showed that after adjusting for BMI, age, gender, hypertension, diabetes and other influencing factors, NT-proBNP, Urea, Scr, eGFR, Cys-C were still independently correlated with LASI (all $P < 0.05$). The repeatability test showed that the repeatability of LASr and LASI within intra-observer and inter-observer were good (intra-observer ICC=0.992, 0.975, inter-observer ICC=0.995, 0.985). **Conclusion** LASI can be used as an effective index for evaluating left atrial function in patients with different stages of CKD, with its value increasing as CKD progresses.

KEY WORDS Echocardiography; Chronic kidney disease; Left atrial stiffness index; Atrial function, left

慢性肾脏病(chronic kidney disease, CKD)可引起全身各系统损害,但病程较长,起病隐匿^[1]。我国 CKD 患病率呈逐年上升趋势,已成为影响人类健康的重要公共问题之一^[2]。CKD 可不同程度地损害心脏形态结构和功能,是导致心血管疾病的高危因素^[3],而在 CKD 相关的主要不良结局中,心血管疾病可能导致 CKD 进一步发展为终末期肾病^[4],这也是该类人群的主要死亡原因^[5]。因此,识别 CKD 患者早期心功能改变,对制定个性化的预防及治疗方案至关重要。研究^[6]表明左房功能受损对心力衰竭具有一定的诊断和预后评估价值,但目前评估 CKD 患者左房功能的研究较少。左房僵硬指数(left atrial stiffness index, LASI)综合考虑了左房灌注压和应变,较传统的左房功能评估指标更为可靠、敏感^[7]。本研究旨在探讨 LASI 评价不同程度 CKD 患者左房功能的应用价值,以期临床及早发现患者心脏亚临床损害提供依据。

资料与方法

一、研究对象

选取 2021 年 12 月至 2022 年 12 月于我院就诊的 CKD 患者 104 例,男 58 例,女 46 例,年龄 23~84 岁,平均(51.23±16.2)岁。参考 2012 年《慢性肾脏疾病评估与管理临床实践指南》^[8],根据估算肾小球滤过率(eGFR)进行分组:CKD1 组(eGFR≥30 ml/min)52 例,包括 G1 期 18 例, G2 期 15 例, G3 期 19 例;CKD2 组(eGFR<30 ml/min)52 例,包括 G4 期 14 例, G5 期 38 例。纳入标准:①所有患者均符合 CKD 诊断标准;②患者意识清晰,交流正常。排除标准:①心力衰竭、心脏病、心肌梗死、冠心病等严重心血管疾病;②慢性肾脏病伴严重肝脏疾病或其他恶性肿瘤;③结构性心脏病(瓣膜病、先天性心脏病等);④不能配合完成超声心动图检查或图像质量差者。另选同期体检健康成人 52 例作为对照组,男 20 例,女 32 例,年龄 22~75 岁,中位数 54.5(45.8, 60.8)岁,均行常规心电图、实验室检查等排除基础疾病。本研究经我院医学伦理委员会批准(伦审号:[2021]伦理审批科 318 号),为回顾性研究免除知情同意。

二、仪器与方法

1. 超声心动图检查:使用 Philips EPIQ 7C、EPIQ CVx 彩色多普勒超声诊断仪, X5-1 探头,频率 1~5 MHz; 配备 QLAB 13.0 分析软件。受检者取左侧卧位,平静呼吸,充分暴露左侧前胸部。首先行常规超声心动图检查,根据 2018 年美国超声心动图学会推荐的《成人经胸超声心动图检测指南》^[9]规范化检查,留取心尖四腔心、三腔心、两腔心切面清晰动态图像,数据采集于连续 5 个稳定心动周期图像的平均值。获得的主要参数包括:左房前后径(LAD)、左室射血分数(LVEF)、二尖瓣口舒张早期及舒张晚期峰值流速(E、A)、二尖瓣环间隔及侧壁舒张早期峰值运动速度平均值(e'),并计算 E/A、E/e'。然后进行二维斑点追踪(two-dimensional speckle tracking imaging, 2D-STI)检查,于心尖四腔心切面充分放大图像采集左房切面,使用在机 QLAB 13.0 分析软件自动追踪心肌运动情况并生成感兴趣区,获得左房各时相应变参数,包括:左房储存期纵向应变(LASr)、左房通道期纵向应变(LAScd)及左房收缩期纵向应变(LASct),并计算 E/e' 与 LASr 的比值即为 LASI。以上操作均由具有 10 年以上工作经验的超声医师完成。

2. 一般资料收集:包括受检者年龄、性别、体质指数(BMI)、高血压病史、心肌损伤标志物[肌钙蛋白 T(cTnT)、肌红蛋白(Myo)、N 末端脑钠肽前体(NT-proBNP)、肌酸激酶(CK)、肌酸激酶同工酶(CK-MB)]及肾功能指标[血肌酐(Scr)、尿素(Urea)、胱抑素 C(Cys-C)、eGFR]。

3. 重复性检验:随机抽取每组研究对象各 10 例,先由 2 名具有 10 年以上工作经验的超声医师分别行常规超声心动图检查及 2D-STI 分析,间隔 1 周后由同一超声医师再次对所选对象进行检查,分析 LASr、LASI 在观察者间及观察者内的重复性。

三、统计学处理

应用 SPSS 25.0 统计软件,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,多组比较采用单因素方差分析,两两比较采用 LSD-t 检验及 Tamhane's T_2 检验;不符合正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,多组比较采用 Kruskal-Wallis 检验,两两比较采用 K 个独立样本的非

参数检验。计数资料以例或率表示,采用 χ^2 检验。采用 Spearman 相关分析法分析 LASI 与心肌损伤标志物及肾功能指标的相关性;多重线性回归分析 LASI 的独立影响因素。重复性检验采用组内相关系数 (intra-class correlation coefficients, ICC) 进行评估。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、各组一般资料及实验室指标比较

各组高血压患病率、cTnT、Myo、NT-proBNP、Urea、Scr、Cys-C、eGFR 比较差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。CKD1 组、CKD2 组与对照组比较差异均有统

计学意义 (均 $P < 0.05$); CKD2 组 CK 与对照组比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。CKD1 组高血压患病率、cTnT、Myo、NT-proBNP、Urea、Scr、Cys-C、eGFR 与 CKD2 组比较差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。见表 1。

二、各组常规超声心动图参数和 2D-STI 参数比较
 各组 LAD、LVEF、A、e、E/e'、LASr、LAScd、LASct、LASI 比较差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。CKD1 组 LVEF 与对照组比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。CKD2 组 LAD、LVEF、A、e、E/e'、LASr、LAScd、LASct、LASI 与对照组比较差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$); LAD、A、e、E/e'、LASr、LAScd、LASI 与 CKD1 组比较差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。见表 2 和图 1。

表 1 各组一般资料及实验室指标比较

组别	一般资料				肾功能指标			
	BMI(kg/m ²)	高血压患病率(%)	男/女(例)	年龄(岁)	Urea(mmol/L)	Scr(μmol/L)	Cys-C(mg/L)	eGFR(ml/min)
对照组(52)	22.82±3.17	17.3	20/32	54.5(45.8, 60.8)	4.93(3.53, 6.50)	59.9(48.9, 69.0)	0.95(0.79, 1.09)	102.63(93.12, 112.22)
CKD1组(52)	22.69±3.73	44.2*	24/28	47.5(36.3, 57.8)	6.21(5.58, 8.18)*	93.5(69.5, 138.8)*	1.54(1.14, 2.10)*	68.76(42.45, 98.83)*
CKD2组(52)	22.81±3.52	80.8**	30/22	52.5(39.3, 63.5)	18.57(12.95, 22.97)**	696.5(333.1, 1001.0)**	4.87(3.88, 5.99)**	6.30(4.01, 16.67)**
F/H χ^2 值	1.102	42.316	4.308	4.694	100.080	117.854	120.592	114.540
P值	0.335	<0.001	0.116	0.096	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

组别	心肌损伤标志物				
	cTnT(ng/ml)	Myo(ng/ml)	NT-proBNP(pg/ml)	CK(U/L)	CK-MB(U/L)
对照组(52)	0.005(0.004, 0.007)	24.0(22.2, 27.5)	46.4(31.2, 63.6)	72.0(50.5, 105.8)	12.71(10.68, 16.90)
CKD1组(52)	0.009(0.006, 0.016)*	40.9(26.5, 65.7)*	181.8(87.4, 542.6)*	89.5(55.5, 134.0)	12.41(9.61, 16.48)
CKD2组(52)	0.047(0.023, 0.093)**	165.6(103.4, 295.4)**	6670.0(1304.8, 16308.5)**	103.5(57.8, 201.0)*	14.55(9.45, 18.28)
F/H χ^2 值	97.377	103.611	107.192	6.816	0.551
P值	<0.001	<0.001	<0.001	0.033	0.759

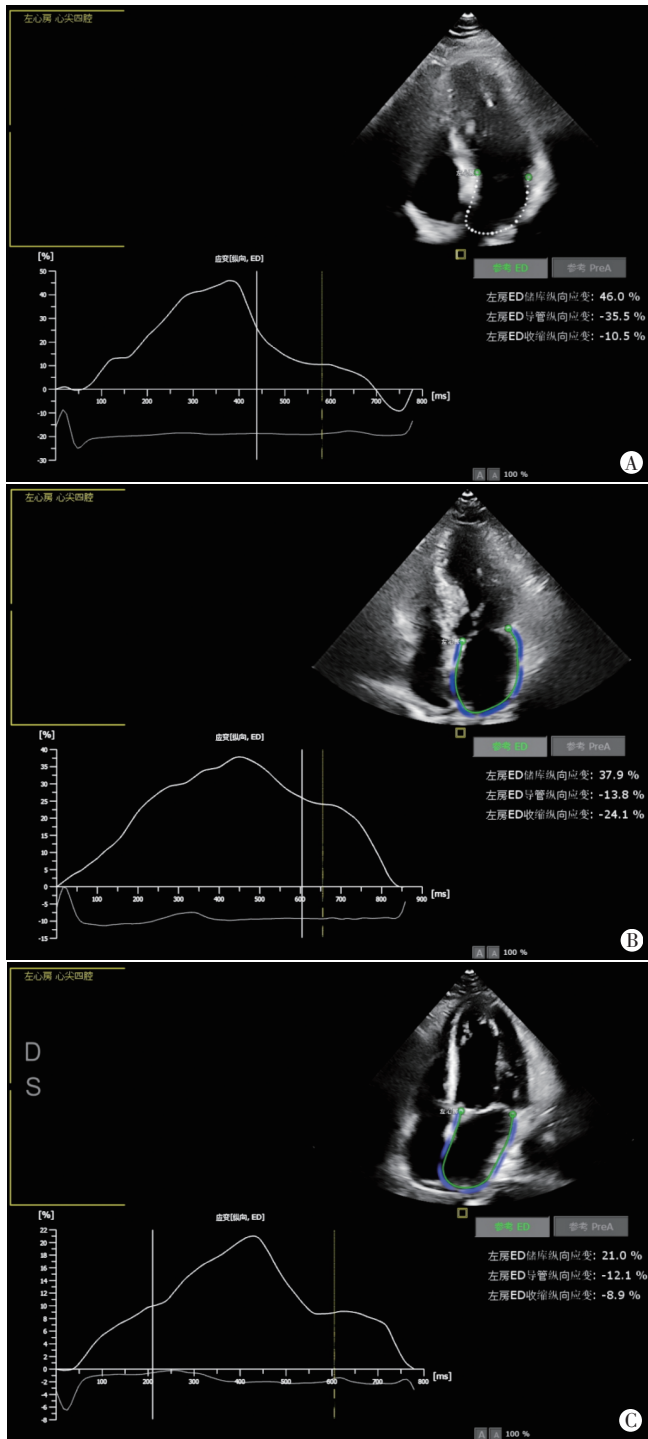
与对照组比较, * $P < 0.05$; 与 CKD1 组比较, ** $P < 0.05$ 。BMI: 体质量指数; Urea: 尿素; Scr: 肌酐; Cys-C: 胱抑素 C; eGFR: 估算肾小球滤过率; cTnT: 肌钙蛋白 T; Myo: 肌红蛋白; NT-proBNP: N 末端脑钠肽前体; CK: 肌酸激酶; CK-MB: 肌酸激酶同工酶

表 2 各组常规超声心动图参数和 2D-STI 参数比较 [$M(Q_1, Q_3)$]

组别	常规超声心动图参数						
	LAD(mm)	LVEF(%)	E(cm/s)	A(cm/s)	E/A	e(cm/s)	E/e'
对照组(52)	31.0(28.3, 32.0)	66(62, 70)	69.4(63.2, 87.9)	73.3(59.6, 89.5)	0.91(0.77, 1.36)	8.70(7.48, 10.94)	8.23(6.82, 10.09)
CKD1组(52)	31.5(29.3, 35.0)	64(59, 67)*	75.4(63.4, 90.1)	72.5(58.7, 90.9)	1.11(0.75, 1.35)	7.70(6.00, 10.35)	9.34(7.70, 12.44)
CKD2组(52)	35.5(32.0, 41.0)**	62(58, 67)*	80.2(64.5, 118.5)	89.0(73.6, 105.0)**	0.91(0.70, 1.21)	6.61(5.22, 8.16)**	12.80(9.49, 17.22)**
F/H值	31.209	12.771	3.974	13.085	1.699	23.721	30.037
P值	<0.001	0.002	0.137	0.001	0.428	<0.001	<0.001

组别	2D-STI 参数			
	LASr(%)	LAScd(%)	LASct(%)	LASI
对照组(52)	40.2(34.9, 51.8)	-22.0(-15.3, -32.1)	-20.5(-14.5, -24.8)	0.20(0.13, 0.28)
CKD1组(52)	37.4(30.1, 45.7)	-19.4(-12.7, -26.9)	-15.6(-12.8, -19.9)	0.26(0.16, 0.38)*
CKD2组(52)	28.5(20.5, 38.4)**	-13.6(-10.3, -19.9)**	-12.8(-7.3, -19.7)*	0.43(0.30, 0.79)**
F/H值	29.747	22.107	20.019	47.004
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

与对照组比较, * $P < 0.05$; 与 CKD1 组比较, ** $P < 0.05$ 。LAD: 左房前后径; LVEF: 左室射血分数; E、A: 二尖瓣口舒张早期及舒张晚期峰值流速; e': 二尖瓣环间隔及侧壁舒张早期峰值运动速度平均值; LASr: 左房储存期纵向应变; LAScd: 左房通道期纵向应变; LASct: 左房收缩期纵向应变; LASI: 左房僵硬指数



A: 对照组(男, 72岁), LASr 为 46.0%, LAScd 为 -35.5%, LASct 为 -10.5%;
 B: CKD1 组(男, 77岁), LASr 为 37.9%, LAScd 为 -13.8%, LASct 为 -24.1%;
 C: CKD2 组(男, 75岁), LASr 为 21.0%, LAScd 为 -12.1%, LASct 为 -8.9%

图 1 各组 2D-STI 图

三、LASI 与心肌损伤标志物及肾功能指标的相关性分析

相关性分析显示, LASI 与 cTnT、Myo、NT-proBNP、Urea、Scr、Cys-C 均呈正相关($r=0.581、0.487、0.601、0.443、0.517、0.572$, 均 $P<0.001$), 与 eGFR 呈负相关($r=$

$-0.577, P<0.001$)。

四、多重线性回归分析

多重线性回归分析显示, 在调整 BMI、年龄、性别、高血压、糖尿病等影响因素后, NT-proBNP、Urea、Scr、eGFR、Cys-C 均与 LASI 独立相关(均 $P<0.05$)。见表 3。

表 3 多重线性回归分析 LASI 的影响因素

参数	非标准化系数		标准化偏回归系数	t 值	P 值
	偏回归系数	标准误			
cTnT	0.058	0.164	0.033	0.355	0.723
Myo	0.218	0.188	0.107	1.161	0.248
NT-proBNP	0.251	0.085	0.286	2.936	0.004
Urea	0.766	0.287	0.247	2.672	0.008
Scr	0.409	0.186	0.216	2.195	0.030
eGFR	-0.387	0.162	-0.233	-2.388	0.018
Cys-C	0.593	0.261	0.217	2.272	0.025

五、重复性检验

重复性检验显示, LASr、LASI 在观察者内和观察者间的重复性均良好(观察者内 ICC=0.992、0.975, 观察者间 ICC=0.995、0.985)。

讨论

CKD 是一种慢性进展性疾病, 其在全球范围内患病率逐年上升^[10]。由于患者的肾单位破坏, 肾小球滤过率降低, 高水平 SCr 破坏了心肌细胞膜的完整性从而损伤心肌细胞^[11], 引起心脏毒性。此外, 肾素-血管紧张素-醛固酮(RASS)系统异常激活、血液高凝状态、水钠潴留、血压升高等也可进一步影响心脏的收缩和舒张功能, 最终导致心力衰竭; 而心输出量下降后有效循环血量减少, 持续的肾血管收缩引起肾脏缺氧, 致使肾脏细胞死亡和纤维化, 从而导致肾功能进一步恶化^[12]。左房是连接肺静脉与左室的通道, 通过储存功能、管道功能、泵功能影响左室的充盈^[13]。Katbeh 等^[14]研究表明 LASr 能够检出 LVEF 保留的心力衰竭(HFpEF), 但 Inoue 等^[15]研究证实在 HFpEF 患者中, 通过左房应变检测左室充盈压力增加的价值有限, 而由 LASr 和 E/e' 计算得到的 LASI 可以更好地反映左房重塑^[16]。LASI 可以作为评估高血压早期靶器官损害的指标, 也可以预测老年肥胖 HFpEF 患者的运动不耐受和生活质量, 但目前尚缺乏其关于 CKD 方面的研究。本研究应用 LASI 评价不同程度 CKD 患者左房功能, 旨在探讨其临床应用价值。

本研究结果显示, CKD1 组 LAD、A、e、E/e' 与对照组比较差异均无统计学意义, 表明应用左房大小及左室充盈参数评估 CKD 患者早期左房功能损害缺乏敏感性。原因可能为心肌主动收缩能力可在一定范围

内代偿性增强^[17]以抵抗 RASS 系统异常激活、水钠潴留等所致的心腔内压力及心脏负荷增加,使心脏结构改变不明显,故常规超声心动图不能发现心脏的微小变化。心肌应变可直接反映心肌组织的形变,较其他指标有更高的再现性和更低的可变性。本研究 CKD1 组 LASr、LAScd、LASct 与对照组比较差异均无统计学意义,但 CKD2 组上述指标与对照组比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),其中 CKD2 组 LASr、LAScd 均较 CKD1 组减低,表明 CKD 患者随病情进展,左房储存及管道功能受损,左房泵功能一定程度上得以保留,研究^[7]也证实 LASr、LAScd 与患者身体机能及生活质量有关。本研究结果表明,与年龄、性别和 BMI 与之相匹配的对照组比较,CKD1 组、CKD2 组 LASI 均升高(均 $P < 0.05$),且其值随病情进展而升高,表明随着 CKD 患者病情持续进展,左房顺应性降低,左房僵硬增加。分析可能是由于 CKD 患者左室容量过载导致心室压力水平负荷提高、心肌肥厚,左室舒张功能受损,左室舒张期充盈压升高,而左房压力增加作为一种代偿机制以维持左室充盈,但左房壁张力长期增加可引起左房心肌牵拉,诱导左房心肌的纤维化改变,从而导致左房形变能力降低和僵硬增加。同时,细胞介质的积聚加剧了 CKD 患者心脏微循环障碍^[18],长期代谢紊乱使心肌内出现大量毒性物质,心肌缺血缺氧加剧,从而加重心肌纤维化,导致 LASI 升高。以上研究结果表明,与常规超声心动图参数及左房应变参数相比, LASI 能更敏感地反映 CKD 患者左房结构及功能的微小变化。

NT-proBNP 是心肌拉伸、缺血和交感神经过度活动时分泌的物质,被认为是心肌室壁应力病理性增加的标志物,在临床实践中对心力衰竭患者的诊断、危险分层和随访具有重要作用^[19]。本研究结果显示,与对照组比较,CKD1 组、CKD 2 组 NT-proBNP 随病情进展而升高(均 $P < 0.05$),这是因为 CKD 患者心脏负荷增加导致心肌张力增加,心肌分泌 NT-proBNP 增多,同时肾脏排泄能力减弱,故血液 NT-proBNP 浓度升高。Prastaro 等^[20]研究评估了 HFrEF 患者 NT-proBNP 与左房功能的关系,发现 NT-proBNP 是左房功能障碍的重要影响因素,本研究结果也发现 LASI 与 NT-proBNP 密切相关,且在调整年龄、BMI、糖尿病、高血压等心血管危险因素后,NT-proBNP 仍是 LASI 升高的重要预测因子,支持并扩展了既往研究结果。同时本研究还发现,Urea、Scr、eGFR、Cys-C 均与 LASI 独立相关(均 $P < 0.05$)。在 CKD 进展过程中,容量过载及血流动力

学因素使儿茶酚胺、血管紧张素 II、醛固酮等分泌及代谢紊乱,胶原沉积于心肌间质,炎症和氧化应激等相关因素进一步促进心肌纤维化改变^[21],心肌形变能力降低及僵硬增加。本研究结果表明 LASI 在评价 CKD 患者左房功能方面的潜在价值,可作为评估此类患者左房功能受损程度的有效指标。

此外,本研究重复性检验结果显示,LASr、LASI 在观察者间及观察者内均有良好的重复性(ICC 均 > 0.9),可稳定应用于临床。但本研究仍有一定局限:①为单中心研究,适用范围有限;②本研究的横断面性质不允许评估因果关系;③既往已有研究^[7]表明测量 LASI 对预测 HFpEF 患者预后有一定的临床意义,但本研究尚未对患者进行长期随访,无法评估 LASI 对 CKD 患者心血管并发症预后的预测潜力。有待今后进行多中心、大样本的研究,并重点关注 LASI 对 CKD 患者长期预后的影响。

综上所述,LASI 能早期反映 CKD 患者的心功能改变,为 CKD 病情进展及左房功能早期损害的监测或干预提供重要的参考信息。

参考文献

- [1] Fu MZ, Yang JH, Li X. Superiority of three-dimensional quantitative analysis technique and automatic cardiac motion quantification technique in evaluating left ventricular systolic function in patients with chronic kidney disease[J]. Zhonghua Yi Xue Za Zhi, 2019, 99(4):312-317.
- [2] GBD Chronic Kidney Disease Collaboration. Global, regional, and national burden of chronic kidney disease, 1990-2017: a systematic analysis for the global burden of disease study 2017[J]. Lancet, 2021, 395(10225):709-733.
- [3] Kashioulis P, Guron CW, Svensson MK, et al. Patients with moderate chronic kidney disease without heart disease have reduced coronary flow velocity reserve[J]. ESC Heart Fail, 2020, 7(5):2797-2806.
- [4] Tanasa A, Burlacu A, Popa C, et al. A systematic review on the correlations between left atrial strain and cardiovascular outcomes in chronic kidney disease patients[J]. Diagnostics(Basel), 2021, 11(4):671.
- [5] KDIGO Conference Participants. Genetics in chronic kidney disease: conclusions from a kidney disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) controversies conference [J]. Kidney Int, 2022, 101(6):1126-1141.
- [6] Khan MS, Memon MM, Murad MH, et al. Left atrial function in heart failure with preserved ejection fraction: a systematic review and Meta-analysis[J]. Eur J Heart Fail, 2020, 22(3):472-485.
- [7] Singleton MJ, Nelson MB, Samuel TJ, et al. Left atrial stiffness index independently predicts exercise intolerance and quality of life in older, obese patients with heart failure with preserved ejection fraction[J]. J Card Fail, 2022, 28(4):567-575.
- [8] Kidney Disease: Improving Global Outcomes CKD Work Group.

- KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease [J]. *Kidney Int*, 2012, 3(Suppl):1-150.
- [9] Mitchell C, Rahko PS, Blauwet LA, et al. Guidelines for performing a comprehensive transthoracic echocardiographic examination in adults: recommendations from the American Society of Echocardiography [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2019, 32(1):1-64.
- [10] Hansrivijit P, Chen YJ, Lnu K, et al. Prediction of mortality among patients with chronic kidney disease: a systematic review [J]. *World J Nephro*, 2021, 10(4):59-75.
- [11] 王凯, 郑颖颖, 唐俊楠, 等. 血肌酐水平对肾功能正常的冠心病 PCI 术后患者预后的影响 [J]. *郑州大学学报(医学版)*, 2020, 55(3):308-311.
- [12] Han X, Zhang S, Chen Z, et al. Cardiac biomarkers of heart failure in chronic kidney disease [J]. *Clin Chim Acta*, 2020, 510(11):298-310.
- [13] 付亚梦, 刘昕. 左房时相功能诊断冠状动脉粥样硬化性心脏病患者左室舒张功能障碍的价值 [J]. *临床超声医学杂志*, 2023, 25(1):39-43.
- [14] Katbeh A, De Potter T, Geelen P, et al. Heart failure with preserved ejection fraction or non-cardiac dyspnea in paroxysmal atrial fibrillation: the role of left atrial strain [J]. *Int J Cardiol*, 2021, 323(6):161-167.
- [15] Inoue K, Khan FH, Remme EW, et al. Determinants of left atrial reservoir and pump strain and use of atrial strain for evaluation of left ventricular filling pressure [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2021, 23(1):61-70.
- [16] Reddy YNV, Obokata M, Egbe A, et al. Left atrial strain and compliance in the diagnostic evaluation of heart failure with preserved ejection fraction [J]. *Eur J Heart Fail*, 2019, 21(7):891-900.
- [17] 张瑞, 朱慧珍, 黄丹青, 等. 四维自动左心房定量分析技术评价原发性高血压患者左心房功能的应用价值 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2021, 30(8):655-660.
- [18] 季翔, 李国杰, 冯慧俊, 等. 峰值应变离散度评价慢性肾脏病患者左室收缩同步性的研究 [J]. *临床超声医学杂志*, 2022, 24(1):67-70.
- [19] Vasile VC, Jaffe AS. Natriuretic peptides and analytical barriers [J]. *Clin Chem*, 2017, 63(1):50-58.
- [20] Prastaro M, Paolillo S, Savarese G, et al. N-terminal pro-B-type natriuretic peptide and left atrial function in patients with congestive heart failure and severely reduced ejection fraction [J]. *Eur J Echocardiogr*, 2011, 12(7):506-513.
- [21] Kaesler N, Babler A, Floege J, et al. Cardiac remodeling in chronic kidney disease [J]. *Toxins (Basel)*, 2020, 12(3):161.

(收稿日期:2023-03-22)

· 病例报道 ·

Prenatal ultrasonic diagnosis of fetal Berry syndrome: a case report 产前超声诊断胎儿 Berry 综合征 1 例

谭丹丹 曾庆新 张朋燕 郑嘉明 任 苓

[中图法分类号]R540.45;R714.53

[文献标识码]B

孕妇, 31 岁, 孕 3 产 2, 孕 25⁺ 周, 因外院产前超声检查提示胎儿三血管-气管(3VT)切面显示主-肺动脉间异常分流, 今来我院进一步检查。孕妇既往体健, 无家族相关遗传病史, 自诉早孕期有放射线接触史。胎儿超声心动图检查: 胎儿心脏位置正常, 四腔心可见, “十字交叉”可见, 左、右房室大小比例正常, 左室流出道未见异常。右室流出道切面及肺动脉分支切面见左肺动脉自主肺动脉发出, 右肺动脉未显示; 3VT 切面示主动脉、肺动脉间隔可见回声中断, 宽约 4.7 mm, 中断处可探及分流信号; 主动脉弓切面示主动脉弓在发出 3 支头颈分支后中断; 三血管-肺动脉分支(3VP)切面示升主动脉后壁发出 1 支动脉, 伸入右侧肺实质, 与左肺动脉形成“蝴蝶征”(图 1A、B)。胎儿超声心动图提示: 先天性心脏病, 主-肺动脉间隔缺损(aortopulmonary septal defect, APSD); 主动脉弓离断(A 型); 右

肺动脉起源于升主动脉, 考虑胎儿 Berry 综合征。孕妇及其家属最终决定引产并同意行病理解剖, 病理解剖结果与胎儿超声心动图诊断一致(图 1C)。

讨论: 1982 年 Berry 等^[1]首次将远端型 APSD、右肺动脉异常起源于升主动脉、主动脉弓离断或缩窄、室间隔完整 4 种特征同时出现作为一种综合征进行报道, 即 Berry 综合征。其是一组复杂且罕见的先天性心血管畸形, 发病率仅 0.046%^[2]。根据 APSD 的部位和大小, Mori 等^[3]将其分为近端型、远端型及完全型 3 种类型, 在此基础上 Berry 等^[1]又依据右肺动脉的起源对远端型 APSD 进行补充, 若右肺动脉正常起源为 II A 型; 若右肺动脉起源于升主动脉则为 II B 型, 该型易合并主动脉弓狭窄或离断。本例患儿 3VT 切面显示缺损的位置距半月瓣较远, 右肺动脉起源于升主动脉, 并伴有主动脉弓离断, 故属于 II B 型。

(下转第 794 页)