

四维自动左房定量技术评价不同透析方式对尿毒症患者左房结构和功能的影响

练菲菲 纪文艳 闫娜 杨优 吴书甜 钟玉心 刘表虎

摘要 **目的** 应用四维自动左房定量技术(4D Auto LAQ)评价不同透析方式对尿症患者左房结构和功能的影响。**方法** 选取于我院肾内科就诊的尿症患者 80 例,根据透析方式分为血液透析组 39 例和腹膜透析组 41 例,另选同期健康体检者 35 例作为正常对照组。应用常规超声心动图获取左室射血分数(LVEF)、左房内径(LAD)、左室舒张末期径(LVEDD)、室间隔厚度(IVS)、左室后壁厚度(LVPW);4D Auto LAQ 获取左房应变参数,包括左房储备期纵向应变(LASr)、左房管道期纵向应变(LAScd)、左房收缩期纵向应变(LASct)、左房储备期环形应变(LASr-c)、左房管道期环形应变(LAScd-c)、左房收缩期环形应变(LASct-c),以及左房容积参数,包括左房最大容积(LAVmax)、左房最小容积(LAVmin)、左房收缩前容积(LAVpreA)、左房射血分数(LAEF),比较各组上述参数的差异;分析 LAEF 与左房应变参数的相关性。**结果** ①各组常规超声心动图参数比较:腹膜透析组和血液透析组 LAD、LVEDD、IVS、LVPW 均较正常对照组增大,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);各组 LVEF 比较差异无统计学意义。②各组 4D Auto LAQ 左房应变参数比较:与正常对照组比较,腹膜透析组 LASr、LAScd、LASr-c、LAScd-c 均减小, LASct、LASct-c 均增大,血液透析组 LASr、LAScd、LASct、LASr-c、LAScd-c、LASct-c 均减小,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);除 LAScd 外,血液透析组 LASr、LAScd、LASct、LASr-c、LAScd-c、LASct-c 均较腹膜透析组减小,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。③各组 4D Auto LAQ 左房容积参数比较:与正常对照组比较,腹膜透析组 LAVmax、LAVmin、LAVpreA 均增大, LAEF 减小,血液透析组 LAVmax、LAVmin、LAVpreA 均增大, LAEF 减小,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);与腹膜透析组比较,血液透析组 LAVmax、LAVmin、LAVpreA 均增大, LAEF 减小,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。④相关性分析显示, LAEF 与 LASr、LAScd、LASr-c、LAScd-c、LASct、LASct-c 均呈正相关($r = 0.531, 0.522, 0.705, 0.686, 0.306, 0.376$, 均 $P < 0.001$)。**结论** 4D Auto LAQ 可用于评价不同透析方式对尿症患者左房结构和功能的影响,其中血液透析较腹膜透析对左房结构和功能影响更大。

关键词 超声心动描记术;四维自动左房定量技术;血液透析;腹膜透析;尿毒症;心房功能,左
[中图分类号]R540.45;R692.5 [文献标识码]A

Evaluation of the effects of different dialysis methods on left atrial structure and function in uremic patients by four-dimensional automatic left atrial quantification technology

LIAN Feifei, JI Wenyang, YAN Na, YANG You, WU Shutian, ZHONG Yuxin, LIU Biaohu
Department of Ultrasound, Yijishan Hospital, Wannan Medical College, Anhui 241000, China

ABSTRACT **Objective** To evaluate the effects of different dialysis methods on left atrial structure and function in uremic patients by four-dimensional automatic left atrial quantification technology (4D Auto LAQ). **Methods** Totally 80 patients with uremia in the department of nephrology of our hospital were selected, they were divided into the hemodialysis group consisting of 41 cases and the peritoneal dialysis group consisting of 39 cases according to their dialysis method. Additionally, during the same period, the normal control group consisting of 35 healthy individuals who underwent physical examinations were selected. The left ventricular ejection fraction (LVEF), left atrial diameter (LAD), left ventricular end diastolic diameter

基金项目:安徽省高等学校省级质量工程项目(2020xskt525、2020xsxxkc458);皖南医学院校级科研项目(WK2022F24)

作者单位:241000 安徽省芜湖市,皖南医学院弋矶山医院超声科

通讯作者:刘表虎, Email: lbhwu@163.com

(LVEDD), interventricular septal thickness (IVS) and left ventricular posterior wall thickness (LVPW) were obtained by conventional echocardiography. The left atrial strain parameters, including left atrial reserve longitudinal strain (LASr), left atrial ductal longitudinal strain (LAScd), left atrial systolic longitudinal strain (LASct), left atrial reserve circumferential strain (LASr-c), left atrial ductal circumferential strain (LAScd-c) and left atrial systolic circumferential strain (LASct-c), as well as the left atrial volume parameters, including left atrial maximum volume (LAVmax), left atrial minimum volume (LAVmin), left atrial pre systolic volume (LAVpreA) and left atrial ejection fraction (LAEF) were obtained by 4D Auto LAQ technology. The differences of the above parameters in each group were compared. The correlation between LAEF and left atrial strain parameters was analyzed.

Results ① Comparison of the conventional echocardiographic parameters of each group: the LAD, LVEDD, IVS and LVPW in the peritoneal dialysis group and the hemodialysis group were higher than those in the normal control group, and the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). There was no significant difference in LVEF among the groups. ② Comparison of 4D Auto LAQ left atrial strain parameters in each group: compared with the normal control group, the LASr, LAScd, LASr-c and LAScd-c were decreased in the peritoneal dialysis group, while LASct and LASct-c were increased. The LASr, LAScd, LASct, LASr-c, LAScd-c and LASct-c in the hemodialysis group were decreased, and the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). Except for LAScd, the LASr, LAScd, LASct, LASr-c, LAScd-c and LASct-c in the hemodialysis group were significantly lower than those in the peritoneal dialysis group (all $P < 0.05$). ③ Comparison of volume parameters of 4D Auto LAQ left chamber in each group: compared with the normal control group, LAVmax, LAVmin and LAVpreA were increased and LAEF was decreased in the peritoneal dialysis group, LAVmax, LAVmin and LAVpreA were increased and LAEF was decreased in the hemodialysis group, and the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). Compared with the peritoneal dialysis group, the LAVmax, LAVmin and LAVpreA in the hemodialysis group were increased while LAEF was decreased, and the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). ④ Correlation analysis showed that LAEF was positively correlated with LASr, LAScd, LASr-c, LAScd-c, LASct and LASct-c ($r = 0.531, 0.522, 0.705, 0.686, 0.306, 0.376$, all $P < 0.001$). **Conclusion** 4D Auto LAQ can be used to assess the effects of different dialysis methods on the structure and function of the left atrium in uremia patients. Hemodialysis exerts more pronounced effects on both left atrial structure and function compared to peritoneal dialysis.

KEY WORDS Echocardiography; Four-dimensional automatic left atrial quantification technology; Hemodialysis; Peritoneal dialysis; Uremia; Atrial function, left

心血管疾病是尿毒症透析患者晚期常见并发症和导致患者死亡的主要原因,心脏结构和功能改变是其预后不良的主要危险因素^[1]。尿毒症患者左房因长期容积和压力超负荷,出现心房扩大、室壁肥厚、心肌纤维化和功能受损,进而发展为尿毒症性心脏病^[2]。研究^[3]表明左房结构和功能的改变与心房颤动和脑梗死风险增加高度相关,故早期发现患者心脏结构和功能的改变显得尤为必要。左房几何结构复杂,常规超声心动图难以早期检出其细微心肌损伤^[4]。四维自动左房定量技术(four-dimensional automatic left atrial quantification technology, 4D Auto LAQ)可在清晰显示心内膜收缩及舒张情况的同时,通过纵向应变、环形应变和容积参数反映心肌结构和功能改变情况。基于此,本研究应用4D Auto LAQ评价不同透析方式对尿毒症患者左房结构和功能的影响,进而为临床评估疗效和早期干预提供影像学依据。

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

尿症患者80例,根据透析方式分为血液透析组和腹膜透析组,其中血液透析组39例,男20例,女19例,年龄44~71岁,平均(57.13±7.85)岁;腹膜透析组41例,男22例,女19例,年龄49~67岁,平均(58.61±4.45)岁。纳入标准:①尿毒症诊断标准参考《慢性肾衰竭诊疗指南》^[5];②常规超声心动图测量左室射血分数(LVEF)≥50%且为窦性心律。排除标准:①严重心律失常如心房颤动等;②严重先天性心脏病或瓣膜疾病;③图像质量差。另选同期35例健康体检者作为正常对照组,男17例,女18例,年龄45~65岁,平均(56.31±4.63)岁。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有研究对象均签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. 常规超声心动图检查及图像分析:使用GE Vivid E95彩色多普勒超声诊断仪, M5s探头,频率1.7~3.3 MHz; 4Vc探头,频率1.5~4.0 MHz; 配备EchoPAC 204图像分析软件。腹膜透析组和血液透析组均于透析后第2天进行常规超声心动图检查。嘱受检者取左侧卧位,同步导联动态心电图。使用M5s探头于左室长轴切面获取左房内径(LAD)、左室舒张末期内径

(LVEDD)、室间隔厚度(IVS)、左室后壁厚度(LVPW),应用改良双平面 Simpson 法测量 LVEF;切换 4Vc 探头,启动 4D 模式并连续采集 3 个心动周期的动态图像并储存,首先多切面观察左房心内膜是否清晰,并对图像扇角和深度进行调整,再将采集图像导入 EchoPAC 204 软件进行分析,点击 4D LAQ,将取样点分别置于 3 个切面的二尖瓣环中间,确保二尖瓣环和左房各壁同时显示,使取样线与左房顶部垂直,软件自动识别心内膜并描记,获取左房应变及容积参数,其中应变参数包括左房储备期纵向应变(LASr)、左房管道期纵向应变(LAScd)、左房收缩期纵向应变(LASct)、左房储备期环形应变(LASr-c)、左房管道期环形应变(LAScd-c)、左房收缩期环形应变(LASct-c);容积参数包括左房最大容积(LAVmax)、左房最小容积(LAVmin)、左房收缩前容积(LAVpreA)、左房射血分数(LAEF)。以上操作均由同一具有 5 年工作经验的超

声主治医师完成,所有参数均重复测量 3 次取平均值。

2. 临床资料采集:获取各组性别、年龄、体表面积(BSA)、心率、血压和透析时间。

三、统计学处理

应用 SPSS 26.0 统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,多组比较采用单因素方差分析,组间两两比较采用独立样本 *t* 检验。相关性分析采用 Pearson 相关分析法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、各组临床资料比较

各组收缩压、舒张压比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);其中,腹膜透析组和血液透析组收缩压、舒张压均较正常对照组高,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。各组年龄、性别、心率和 BSA 比较差异均无统计学意义。见表 1。

表 1 各组临床资料比较

组别	男/女(例)	年龄(岁)	BSA(m ²)	收缩压(mmHg)	舒张压(mmHg)	心率(次/min)	透析时间(年)
正常对照组(35)	17/18	56.31±4.63	1.73±0.15	104.46±6.20	70.69±4.40	76.03±5.89	-
腹膜透析组(41)	22/19	58.61±4.45	1.68±0.15	151.63±5.43*	95.46±3.66*	74.98±5.43	5.23±1.91
血液透析组(39)	20/19	57.13±7.85	1.76±0.18	152.31±6.66*	93.97±4.55*	77.72±8.19	5.71±2.26
$\chi^2/F/t$ 值	0.095	1.510	2.623	738.286	399.472	1.741	1.238
<i>P</i> 值	0.909	0.225	0.077	<0.001	<0.001	0.180	0.269

与正常对照组比较,* $P < 0.05$ 。BSA:体表面积。1 mmHg=0.133 kPa

二、各组常规超声心动图参数比较

各组 LAD、LVEDD、IVS、LVPW 比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);其中,腹膜透析组和血液透析组 LAD、LVEDD、IVS、LVPW 均较正常对照组增大,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);腹膜透析组与血液透析组 LAD、LVEDD、IVS、LVPW 比较差异均无统计学意义。各组 LVEF 比较差异无统计学意义。见表 2。

三、各组 4D Auto LAQ 参数比较

1. 左房应变参数比较:各组 LASr、LAScd、LASct、LASr-c、LAScd-c、LASct-c 比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);其中,与正常对照组比较,腹膜透析组 LASr、LAScd、LASr-c、LAScd-c 均减小,LASct、LASct-c

均增大,血液透析组 LASr、LAScd、LASct、LASr-c、LAScd-c、LASct-c 均减小,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);血液透析组 LASr、LASct、LASr-c、LAScd-c、LASct-c 均较腹膜透析组减小,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);血液透析组与腹膜透析组 LAScd 比较差异无统计学意义。见表 3 和图 1。

2. 左房容积参数比较:各组 LAVmax、LAmin、LAVpreA、LAEF 比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);其中,腹膜透析组和血液透析组 LAVmax、LAmin、LAVpreA 均较正常对照组增大,LAEF 较正常对照组减小,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);血液透析组 LAVmax、LAmin、LAVpreA 均较腹膜透析组增大,LAEF

表 2 各组常规超声心动图参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	LVEF(%)	LAD(mm)	LVEDD(mm)	IVS(mm)	LVPW(mm)
正常对照组	61.00±3.70	29.60±3.96	44.71±4.74	8.71±1.54	9.31±1.88
腹膜透析组	59.71±3.80	36.46±4.05*	49.32±4.12*	10.71±1.65*	10.85±1.94*
血液透析组	59.77±3.39	37.97±3.73*	48.72±4.20*	10.36±1.68*	11.13±1.95*
<i>F</i> 值	1.472	47.285	12.176	15.739	9.401
<i>P</i> 值	0.234	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

与正常对照组比较,* $P < 0.05$ 。LVEF:左室射血分数;LAD:左房内径;LVEDD:左室舒张末期内径;IVS:室间隔厚度;LVPW:左室后壁厚度

较腹膜透析组减小,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。见表3和图1。

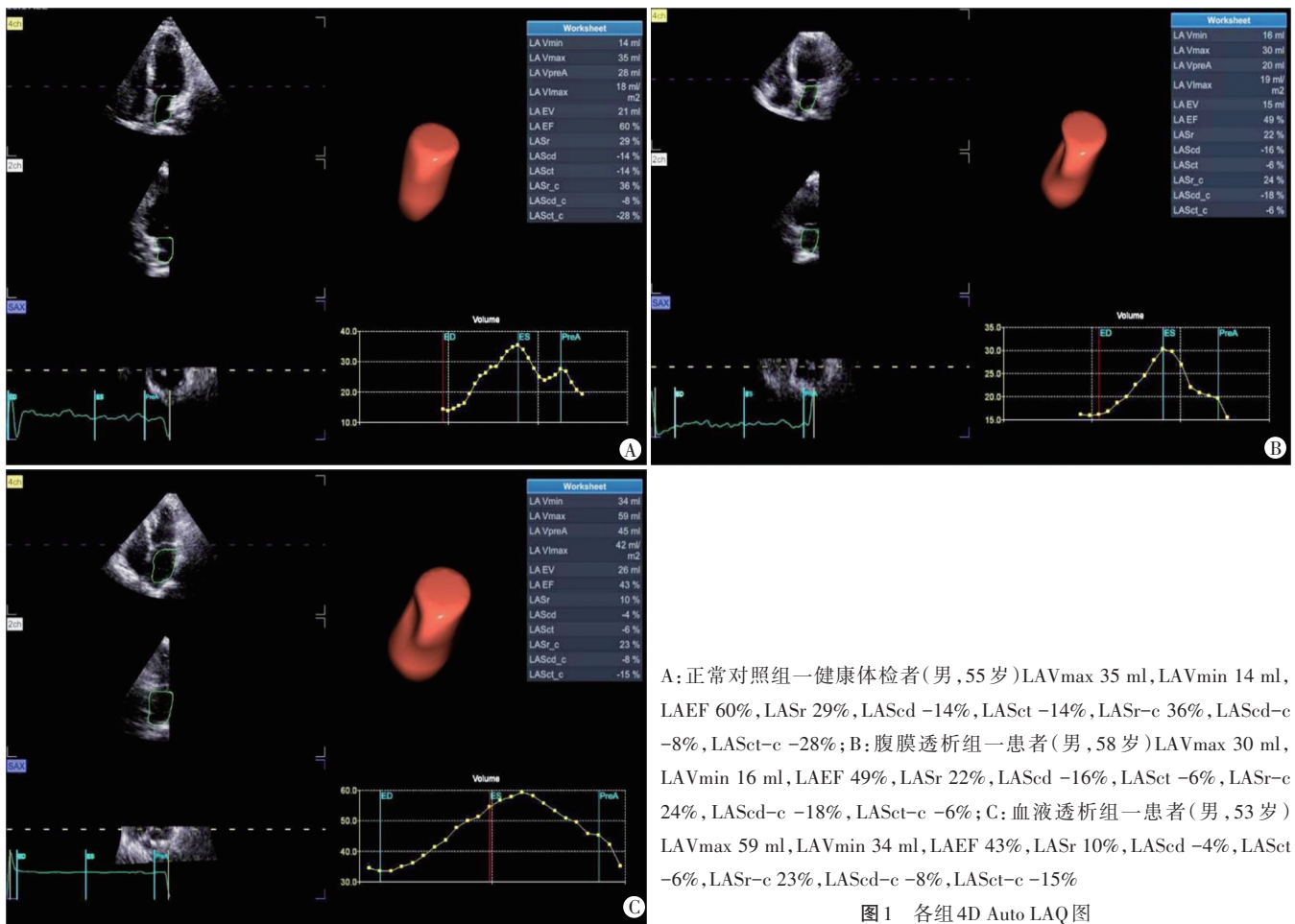
LAEF与LASr、LAScd、LASr-c、LAScd-c、LASct、LASct-c均呈正相关($r=0.531、0.522、0.705、0.686、0.306、0.376$,均 $P<0.001$)。

四、相关性分析

表3 各组4D Auto LAQ参数比较($\bar{x}\pm s$)

组别	左房应变参数(%)						左房容积参数			
	LASr	LAScd	LASct	LASr-c	LAScd-c	LASct-c	LAVmax(ml)	LAVmin(ml)	LAVpreA(ml)	LAEF(%)
正常对照组	28.34±5.56	-16.09±3.64	-12.26±3.03	33.54±4.45	-18.63±2.82	-14.91±2.97	40.11±4.84	16.49±3.48	26.66±4.09	59.15±5.55
腹膜透析组	24.34±6.16*	-10.15±3.10*	-14.20±3.50*	29.83±6.05*	-12.44±3.09*	-17.39±3.49*	45.44±4.04*	22.24±2.76*	33.27±2.77*	51.01±4.59*
血液透析组	20.62±4.06*#	-11.20±2.82*	-10.41±2.93*#	21.6±4.09*#	-10.15±2.88*#	-11.51±2.99*#	52.79±4.33*#	27.36±4.75*#	38.02±3.47*#	47.86±9.88*#
F值	19.300	36.334	14.218	55.949	81.228	34.453	78.087	77.527	100.737	24.798
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

与正常对照组比较,* $P<0.05$;与腹膜透析组比较,# $P<0.05$ 。LASr:左房储备期纵向应变;LAScd:左房管道期纵向应变;LASct:左房收缩期纵向应变;LASr-c:左房储备期环形应变;LAScd-c:左房管道期环形应变;LASct-c:左房收缩期环形应变;LAVmax:左房最大容积;LAVmin:左房最小容积;LAVpreA:左房收缩前容积;LAEF:左房射血分数



A: 正常对照组一健康体检者(男,55岁)LAVmax 35 ml, LAVmin 14 ml, LAEF 60%, LASr 29%, LAScd -14%, LASct -14%, LASr-c 36%, LAScd-c -8%, LASct-c -28%; B: 腹膜透析组一患者(男,58岁)LAVmax 30 ml, LAVmin 16 ml, LAEF 49%, LASr 22%, LAScd -16%, LASct -6%, LASr-c 24%, LAScd-c -18%, LASct-c -6%; C: 血液透析组一患者(男,53岁)LAVmax 59 ml, LAVmin 34 ml, LAEF 43%, LASr 10%, LAScd -4%, LASct -6%, LASr-c 23%, LAScd-c -8%, LASct-c -15%

图1 各组4D Auto LAQ图

讨论

尿毒症是肾脏慢性进行性损害至终末期的主要表现,通常会伴随心脏结构和功能改变,研究^[6]表明左房结构和功能改变与尿毒症患者心血管疾病发病率和死亡率增加密切相关。透析作为常见的肾脏替代

疗法已在临床广泛应用,但关于透析是否会对患者心脏结构和功能产生影响仍存在争议,故应用超声心动图监测心脏变化情况显得尤为必要。常规超声心动图主要通过测量左房内径来间接评估左房构型改变,无法直接识别心肌功能变化。与常规超声心动图不同,4D Auto LAQ是针对左房结构和功能研发的新型

技术,在三维图像基础上通过更高帧频和不易产生伪像等优点对图像进行四维全容积采集并分析^[7],能更好地了解心肌力学改变和重构情况。故本研究应用 4D Auto LAQ 评价腹膜透析与血液透析对尿毒症患者左房结构和功能的影响,并对其进行比较,旨在为临床疗效评估和早期干预提供影像学依据。

本研究中腹膜透析组和血液透析组 LAD 均较正常对照组增大,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),提示尿毒症透析患者左房增大,与既往研究^[8]结果相似,其机制为左房心肌通过主动拉伸使心房扩大来维持每搏输出量;而腹膜透析组与血液透析组 LAD 比较差异无统计学意义,进一步提示常规超声心动图评估不同透析方式对左房结构改变的影响不够敏感,其原因可能为左房为不对称立体结构,当容量发生变化时其内径可出现不均匀扩张而造成测量误差。基于左房心肌偏薄和走行复杂等特点,应用常规超声心动图测量左房内径以评估其结构和功能,所得结果在重复性、可靠性和敏感性等方面均具有不可避免的局限性,故寻找可早期识别并评估不同透析方式对左房结构和功能影响的技术显得尤为必要。

4D Auto LAQ 通过对左房进行四维全容积图像采集和分析来评价左房容积变化,可早期发现左房构型改变^[9]。本研究结果显示,腹膜透析组和血液透析组 LAVmax、LAmin、LAVpreA 均较正常对照组增大,LAEF 较正常对照组减小,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),与既往研究^[10]结果相似,提示 4D Auto LAQ 测量的容积参数可用于早期识别透析患者左房重构,其机制为随着心房壁张力增加和伸缩弹性降低,导致左房容积增大、结构重塑和射血受阻。可见无论血液透析还是腹膜透析均无法逆转左房重构,需通过 4D Auto LAQ 对患者疗效进行动态监测。且与腹膜透析组比较,血液透析组 LAVmax、LAmin、LAVpreA 均增大,LAEF 进一步减小,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),进一步提示 4D Auto LAQ 可识别不同透析方式对左房构型的影响,即腹膜透析和血液透析均可导致尿毒症患者左房重构,且血液透析较腹膜透析影响更大,其原因可能是血液透析导致的急性血流动力学改变可激活各种心肌损伤机制,形成心肌顿抑,从而导致心房顺应性降低、僵硬增加和心肌纤维化。

4D Auto LAQ 可准确检测左房容积,其不依赖于空间几何假设且无角度依赖性,与以往应用左室分析软件来研究左房形变能力相比,其重复性、可靠性和敏感性均较好^[11]。Kadappu 等^[6]研究已证明左房应变

是检测尿毒症患者心肌受累最敏感的参数。因左房在不同心动周期对应不同作用,其中 LASr、LASr-c 代表储存功能,收集来自肺静脉的血液进入左房;LAScd、LAScd-c 代表管道功能,将左房的血液输送至左室;LASct、LASct-c 代表泵功能,通过主动收缩将心房的血液泵入左室^[12-13]。本研究结果显示,与正常对照组比较,腹膜透析组 LASr、LAScd、LASr-c、LAScd-c 均减小, LASct、LASct-c 均增大,血液透析组 LASr、LAScd、LASct、LASr-c、LAScd-c、LASct-c 均减小,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),与既往研究^[10]结果相似,提示 4D Auto LAQ 测量的应变参数可识别尿毒症透析患者左房心肌功能受损,其原因可能为透析后左室充盈压增大和房室压力梯度降低,左室抽吸能力下降,随着左房进入左室血流量减少和左房内残余血量增加,导致腹膜透析和血液透析患者储存和管道功能均降低,其中腹膜透析患者泵功能可通过左房心肌加强主动收缩来维持心室充盈,而血液透析患者泵功能随着心肌重构和纤维化进一步加重致心肌收缩功能失代偿而降低。本研究血液透析组 LASr、LASct、LASr-c、LAScd-c、LASct-c 均较腹膜透析组减小,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),提示血液透析较腹膜透析对患者心肌受损影响更大,其可能机制为:①与腹膜透析比较,血液透析可因患者血压和血容量变化较大而导致残余肾功能进一步下降,且动静脉内瘘造成的高动力血液循环状态也会对心脏结构和功能产生一定影响;②血液透析存在透析间隔,患者会因液体和毒素周期性积累且短期快速纠正对心肌细胞造成一定损伤^[14]。本研究中,腹膜透析组与血液透析组 LAScd 比较差异无统计学意义,而血液透析组 LAScd-c 较腹膜透析组减小,差异有统计学意义($P < 0.05$),与既往研究^[15]结果相似;提示环形应变对于识别透析患者左房心肌细微损伤较纵向应变更敏感,可能受心房肌纤维排列方式影响所致。

LAEF 可通过 LAVmax、LAVmin 等四维容积参数变化情况评估左房心肌收缩功能和构型改变。故本研究选取 LAEF 与应变参数进行相关性分析,结果显示 LAEF 与 LASr、LAScd、LASr-c、LAScd-c、LASct、LASct-c 均呈正相关($r = 0.531、0.522、0.705、0.686、0.306、0.376$,均 $P < 0.001$),即随着左房容积增大,纵向和环形应变进一步受损,且 LAEF 与 LASr-c 相关性最好,提示 LASr-c 是评估左房心肌力学改变的敏感指标,有望用于临床评估透析疗效。

本研究的局限性:①未排除尿毒症患者服用降压

药可能对左房产生的影响;②因4D Auto LAQ对图像质量要求较高,采集过程中需清晰描记心内膜,临床应用受限;③样本量较小,今后需扩大样本量进一步研究。

综上所述,4D Auto LAQ可用于评价不同透析方式对尿毒症患者左房结构和功能的影响;血液透析和腹膜透析均可影响左房结构和功能,且血液透析较腹膜透析对左房影响更大。

参考文献

- [1] Weaver DJ, Mitsnefes M. Cardiovascular disease in children and adolescents with chronic kidney disease[J]. *Semin Nephrol*, 2018, 38(6):559-569.
- [2] Patel N, Yaqoob MM, Aksentijevic D. Cardiac metabolic remodelling in chronic kidney disease [J]. *Nat Rev Nephrol*, 2022, 18(8):524-537.
- [3] Hassanin N, Alkemaary A. Detection of left atrium myopathy using two-dimensional speckle tracking echocardiography in patients with end-stage renal disease on dialysis therapy [J]. *Echocardiography*, 2016, 33(2):233-241.
- [4] Sobhy R, Samir M, Abdelmohsen G, et al. Subtle myocardial dysfunction and fibrosis in children with rheumatic heart disease: insight from 3D echocardiography, 3D speckle tracking and cardiac magnetic resonance imaging[J]. *Pediatr Cardiol*, 2019, 40(3):518-525.
- [5] 何立群,许筠,孙伟,等.慢性肾衰竭诊疗指南[J].中国中医药现代远程教育,2011,9(9):132-133.
- [6] Kadappu KK, Abhayaratna K, Boyd A, et al. Independent echocardiographic markers of cardiovascular involvement in chronic kidney disease: the value of left atrial function and volume [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2016, 29(4):359-367.
- [7] 王玲玲,张平洋,董静,等.基于彩色多普勒超声四维容积应变技术的原发性高血压病左心室重构患者左心房功能评价[J]. *山东医药*, 2021, 61(33):53-56.
- [8] 李英涛,刘伟刚,马兰,等.二维斑点追踪成像评价尿毒症患者左心房功能的研究[J]. *临床超声医学杂志*, 2019, 21(2):115-118.
- [9] Takeuchi M, Nabeshima Y, Kitano T, et al. Prognostic value of the left ventricular—left atrial volume ratio assessed using three-dimensional echocardiography with fully automated analytical software [J]. *J Cardiol*, 2021, 78(5):406-412.
- [10] Aksu U, Aksu D, Gulcu O, et al. The effect of dialysis type on left atrial functions in patients with end-stage renal failure: a propensity score-matched analysis [J]. *Echocardiography*, 2018, 35(3):308-313.
- [11] Badano LP, Miglioranza MH, Mihăilă S, et al. Left atrial volumes and function by three-dimensional echocardiography: reference values, accuracy, reproducibility, and comparison with two-dimensional echocardiographic measurements [J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2016, 9(7):e004229.
- [12] Ran H, Schneider M, Wan LL, et al. Four-dimensional volume-strain expression in asymptomatic primary hypertension patients presenting with subclinical left atrium-ventricle dysfunction [J]. *Cardiology*, 2020, 145(9):578-588.
- [13] Thomas L, Muraru D, Popescu BA, et al. Evaluation of left atrial size and function: relevance for clinical practice [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2020, 33(8):934-952.
- [14] Yildirim U, Akcay M, Coksevim M, et al. Comparison of left atrial deformation parameters between renal transplant and hemodialysis patients [J]. *Cardiovasc Ultrasound*, 2022, 20(1):5.
- [15] 洪俊蓉,张平洋,王玲玲,等.基于超声四维左房定量分析技术评价原发性高血压左心室肥厚患者的左心房功能[J]. *分子影像学杂志*, 2022, 45(5):648-655.

(收稿日期:2023-06-08)

超声及影像学专业常用术语中英文对照

CDFI (color Doppler flow imaging) —— 彩色多普勒血流成像
 CT (computed tomography) —— 计算机断层成像
 CTA —— CT血管造影
 PET (positron emission tomography) —— 正电子发射计算机断层显像
 DSA (digital subtraction angiography) —— 数字减影血管造影技术
 MRI (magnetic resonance imaging) —— 磁共振成像
 MRA (magnetic resonance angiography) —— 磁共振血管造影
 今后本刊将在文中直接使用以上专业术语的英文缩写,不再注明英文全称。

本刊编辑部