

## 超声心动图评价慢性肾功能衰竭患者 血液透析前后右心室功能

刘洪涛 王志刚 尹立雪

**摘要** 目的 应用超声心动图评价慢性肾功能衰竭患者血液透析前后右心室容量和心肌力学参数变化情况。  
方法 选取经临床确诊为慢性肾功能衰竭并行血液透析的患者 100 例,于血液透析前后行超声心动图检测三尖瓣侧壁瓣环收缩期位移(TAPSE)、右心室面积变化分数(RV FAC)及收缩期二维右心室游离壁峰值应变(2D RVFWLS);组织多普勒测量舒张期三尖瓣环运动速度(e,a)和收缩期三尖瓣反流峰值速度(TRmax)。比较透析前后上述各参数的变化情况;分析上述参数与透析超滤量的相关性。**结果** 血液透析后患者体质量较透析前明显减低,差异有统计学意义( $P<0.05$ );透析后肱动脉收缩压和舒张压与透析前比较差异均无统计学意义。透析后 TAPSE 为(21.36±2.35)mm,较透析前(20.23±2.30)mm 增加,差异有统计学意义( $P<0.05$ );透析前后 RV FAC、2D RVFWLS、e/a 及 TRmax 比较,差异均无统计学意义。透析后仅肱动脉舒张压与透析超滤量具有相关性( $r=0.304, P=0.002$ )。**结论** TAPSE 与右心室容量负荷(前负荷)改变有关,提示血液透析可增强右心室游离壁纵向收缩功能,但与血液透析超滤量无关;透析超滤量影响肱动脉舒张压。

**关键词** 超声心动描记术;肾功能衰竭,慢性;血液透析;心室功能,右

[中图法分类号]R692.5;R540.45

[文献标识码] A

## Assessment of right ventricular function in patients with chronic renal failure before and after hemodialysis by echocardiography

LIU Hongtao, WANG Zhigang, YIN Lixue

Department of Ultrasound, the Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400010, China

**ABSTRACT Objective** To evaluate the changes of right ventricular volume and myocardial mechanical parameters before and after hemodialysis in patients with chronic renal failure by echocardiography.**Methods** One hundred patients with clinically diagnosed chronic renal failure underwent hemodialysis were enrolled in this study. Echocardiography were performed before and after hemodialysis immediately, the tricuspid annular plane systolic excursion(TAPSE), right ventricular fractional area change(RV FAC) and the longitudinal two-dimensional right ventricular free wall systolic peak strain(2D RVFWLS) were measured, diastolic velocity(e, a) of tricuspid annulus at free wall and systolic peak velocity of tricuspid regurgitation(TRmax) were measured by tissue Doppler imaging. The changes of the above parameters before and after hemodialysis were compared, and the correlation between above parameters and hemodialysis ultrafiltration volume was analyzed.**Results** The weight of patients was significantly reduced after hemodialysis( $P<0.05$ ). There were no statistically significant difference of systolic and diastolic blood pressures of brachial artery before and after hemodialysis. There was a significant increment of TAPSE after hemodialysis compared with that before hemodialysis[(21.36±2.35)mm vs. (20.23±2.30)mm,  $P<0.05$ ]. There were no statistically significant changes in RV FAC, 2D RVFWLS, e/a and TRmax before and after hemodialysis. The brachial artery diastolic blood pressure after hemodialysis was statistically correlated with ultrafiltration volume( $r=0.304, P=0.002$ ).**Conclusion** TAPSE is correlated with the changes of right ventricular volume load(pre-load), suggesting that hemodialysis could enhance the longitudinal systolic function of right ventricular free wall, but is not correlated with the volume of hemodialysis ultrafiltration. The ultrafiltration volume might impact on the brachial artery diastolic blood pressure.

**KEY WORDS** Echocardiography; Renal failure, chronic; Hemodialysis; Ventricular function, right

美国肾脏数据系统报道,在血液透析患者中,不明原因心源性死亡和心律失常占死亡总数的 25%,每年心血管事件发生率为 9%~20%<sup>[1]</sup>。因此对血液透析前后慢性肾功能衰竭(chronic renal failure, CRF)患者的心功能进行客观及时评价具有重要的临床价值。CRF 患者行血液透析后,随着血液中滞留的大量水和肌酐、尿素氮等尿毒症毒素被清除,血清  $K^+$ 、 $Mg^{2+}$  浓度的降低,血清中碱基( $HCO_3^-$ )和  $Ca^{2+}$  浓度增高,心脏的血容量相对降低,有可能导致右心室功能改变。本研究应用超声心动图技术定量评价 CRF 患者血液透析前后心脏血容量变化对右心室舒张及收缩功能的影响,旨在探讨超声心动图常规测量参数反映 CRF 患者血液透析前后右心室功能变化的临床价值。

## 资料与方法

### 一、研究对象

选取 2017 年 12 月至 2018 年 1 月四川省人民医院东院经临床确诊并行血液透析治疗的 CRF 患者 100 例,其中男 64 例,女 36 例,年龄 25~80 岁,平均( $51.7 \pm 13.3$ )岁;所有患者在透析中心每周进行 2~3 次透析,透析年限 0~13 年,平均( $3.6 \pm 2.3$ )年。入选标准:经临床确诊为 CRF 且行血液透析的患者;排除标准:急性 CRF、严重心律失常、先天性心脏病、超声心动图图像质量差及严重呼吸功能障碍患者。

慢性肾脏病诊断标准采用美国肾脏病协会指南<sup>[2]</sup>定义:肾结构或功能异常时间>3 个月,对健康有影响。根据病因、肾小球滤过率(GFR)类别及蛋白尿类别进行分类,慢性肾脏疾病的 G5 期( $GFR < 15 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 1.73 \text{ m}^{-2}$ )即为 CRF。

### 二、仪器与方法

1. 仪器:使用 GE Vivid E 9 彩色多普勒超声诊断仪, M5S 探头,频率 1.7~3.3 MHz; 配备 EchoPAC 脱机定量分析软件。

2. 超声心动图检查:患者取左侧卧位,同步连接心电图,平静呼吸,分别在本次透析前后立即对患者行超声心动图检查。以心电图 R 波为舒张末期, T 波结束为收缩末期,将取样容积置于三尖瓣环右心室游离壁位点, M 型超声于心尖四腔心切面测量三尖瓣侧壁瓣环收缩期位移(tricuspid annular plane systolic excursion, TAPSE); 于心尖四腔心切面测量舒张末期和收缩末期面积,并计算右心室面积变化分数(right ventricular fractional area change, RV FAC), 公式为:  $RV \text{ FAC} = (\text{舒张末期面积} - \text{收缩末期面积}) / \text{舒张末期面积} \times 100\%$ ; 于心尖四腔心切

面测量并应用脱机软件分析测得收缩期二维右心室游离壁峰值应变(two-dimensional right ventricular free wall longitudinal systolic peak strain, 2D RVFWLS); 组织多普勒于心尖四腔心切面测得三尖瓣环舒张期速度比值(e/a); 连续波多普勒于心尖四腔心切面测得收缩期三尖瓣反流峰值速度(tricuspid regurgitation, TRmax)。

所有检查切面和测量标准均以美国超声心动图协会关于成人右心超声心动图诊断指南<sup>[3]</sup>为准,采集连续 4 个心动周期的超声图像,所有参数均测量 3 次,取其平均值。

### 三、透析方法

所有患者均采用费森尤斯 4008s fx 80 高通透析器;透析液均采用碳酸氢盐,其中  $K^+$  浓度为 2.2 mmol/L,  $Ca^{2+}$  浓度为 1.25 mmol/L,  $Mg^{2+}$  浓度为 0.5 mmol/L,  $Na^+$  浓度为 135~145 mmol/L。透析时间 2~4 h, 平均( $3.88 \pm 0.37$ )h, 透析液流量为 500 ml/min, 透析血流量 180~280 ml/min。透析后体质量减低量为超滤量(kg)。

### 四、统计学处理

应用 SPSS 24.0 统计软件, 计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 呈正态分布的两两比较行配对样本  $t$  检验; 非正态分布的两两比较行配对样本的 Wilcoxon 符号秩检验。相关性分析采用 Pearson 相关分析法或 Spearman 秩相关分析法。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、透析前后体质量、收缩压及舒张压比较

透析前体质量为( $63.04 \pm 9.88$ )kg, 透析后体质量为( $61.01 \pm 9.77$ )kg, 两者比较差异有统计学意义( $P = 0.000$ )。所有患者透析后体质量均减低, 超滤量为 0.2~3.7 kg, 平均( $2.01 \pm 0.71$ )kg。

透析前收缩压和舒张压分别为( $144.99 \pm 20.73$ )mm Hg ( $1 \text{ mm Hg} = 0.133 \text{ kPa}$ )和( $77.90 \pm 15.17$ )mm Hg, 透析后收缩压和舒张压分别为( $143.15 \pm 18.70$ )mm Hg 和( $78.37 \pm 13.39$ )mm Hg, 差异均无统计学意义( $P = 0.266, 0.679$ )。

### 二、透析前后各超声心动图参数比较

血液透析后 RV FAC、2D RVFWLS、e/a 及 TRmax 与透析前比较差异均无统计学意义; TAPSE 较透析前改善, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 1 和图 1, 2。

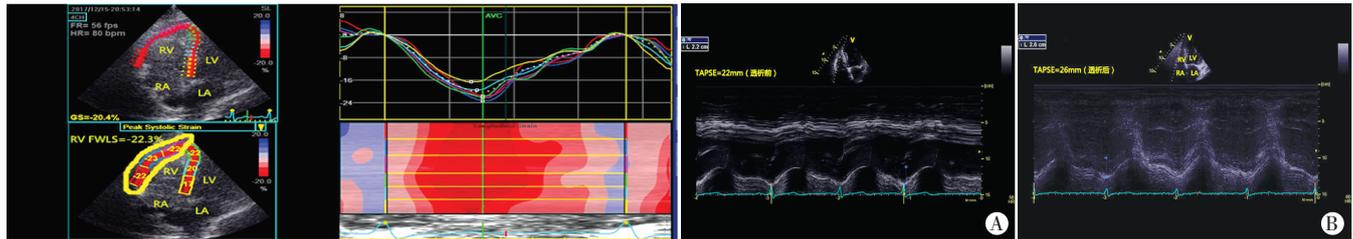
### 三、相关性分析

透析后舒张压与超滤量具有相关性( $r = 0.304, P = 0.002$ )。透析后收缩压、收缩压差、舒张压差、RV FAC、RV FAC 差值与超滤量均无相关性( $r = 0.095, -0.050, -0.030,$

表 1 透析前后右心室各超声心动图参数比较( $\bar{x}\pm s$ )

时间	TAPSE(mm)	RV FAC(%)	2D RVFWLS(%)	e/a(%)	TRmax(m/s)
透析前	20.23±2.30	40.98±8.48	14.65±9.20	62.47±22.17	1.62±0.51
透析后	21.36±2.35	42.41±9.08	15.09±9.58	64.20±25.99	1.62±0.54
t/Z 值	-5.951	1.373	-0.389	-0.271	-0.983
P 值	0.000	0.173	0.698	0.786	0.326

TAPSE: 三尖瓣侧壁瓣环收缩期位移; RV FAC: 右心室面积变化分数; 2D RVFWLS: 收缩期二维右心室游离壁峰值应变; e/a: 三尖瓣环舒张期速度比值; TRmax: 三尖瓣反流峰值速度。



黄圈示为右心室游离壁及其基底段、中段、心尖段应变数值, 游离壁整体长轴应变数值为-22.3%; RV: 右心室; RA: 右心房; LV: 左心室; LA: 左心房; RV FWLS: 右心室游离壁长轴应变; GS: 右心室游离壁与室间隔整体应变; AVC: 主动脉瓣关闭; Peak Systolic Strain: 收缩期峰值应变; FR: 帧频; HR: 心率。

图 1 超声心动图测量右心室游离壁二维应变

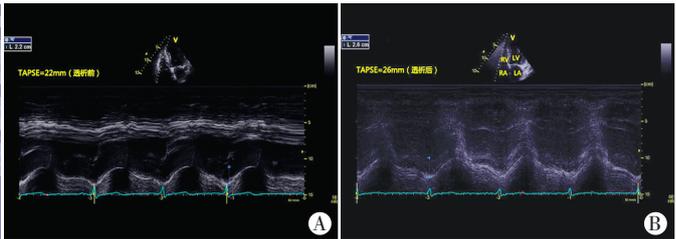
-0.191、-0.167,  $P=0.347$ 、 $0.623$ 、 $0.766$ 、 $0.057$ 、 $0.098$ )。

透析前后 TAPSE 差、2D RVFWLS 差、e/a 差、TRmax 差, 以及透析后 TAPSE、2D RVFWLS、TRmax 及 e/a 与超滤量均无相关性( $r=-0.067$ 、 $-0.087$ 、 $-0.114$ 、 $0.119$ 、 $0.007$ 、 $-0.046$ 、 $-0.019$ 、 $-0.019$ ,  $P=0.510$ 、 $0.392$ 、 $0.261$ 、 $0.239$ 、 $0.949$ 、 $0.652$ 、 $0.853$ 、 $0.848$ )。

### 讨论

目前,慢性肾脏病已成为我国人群的主要疾病,进展为终末期肾病即 CRF 的患者逐年增多,需进行血液透析的患者比例增加。血液透析是目前最常用于 CRF 的替代疗法,使用带有透析器的体外循环装置,将患者血液与透析液借透析膜进行水和溶质的交换,达到清除水和尿毒症毒素,维持水、电解质及酸碱平衡的目的<sup>[4-5]</sup>。全球维持性血液透析患者短期死亡率高达 10%~20%,而我国短期死亡率也高达 10%,心脑血管疾病、感染是目前维持性血液透析患者住院及死亡最主要的原因(其中心脑血管疾病占 50%以上)<sup>[4]</sup>。因此,对 CRF 血液透析患者的心功能评价十分重要。

目前,CRF 行血液透析对于右心室功能的影响,主要集中在收缩功能的研究上,多选取 RV FAC、右心室心肌工作指数、右心室组织多普勒收缩期速度及 TAPSE。研究<sup>[6]</sup>结果表明,右心室组织多普勒收缩期速



A: 透析前 TAPSE 为 22 mm; B: 透析后 TAPSE 为 26 mm。TAPSE: 三尖瓣环右心室壁收缩期位移; RV: 右心室; RA: 右心房; LV: 左心室; LA: 左心房。

图 2 超声心动图测量血液透析前后三尖瓣环右心室壁收缩期位移

度在血液透析前后比较差异无统计学意义, RV FAC、右室心肌工作指数、TAPSE 有显著提高。TAPSE 是反映右心室纵向收缩功能的指标,与放射性核素显像的右心室射血分数等右心室整体收缩功能指标高度相关,且观察者间变异较小<sup>[3]</sup>。本研究中,透析后 TAPSE 较透析前显著增加( $P<0.05$ ),说明血液透析对 CRF 患者主要影响右心室纵向收缩功能。分析其原因,透析后 CRF 患者右心室压力无明显改变,而右心室容量最可能发生改变,心脏血容量降低,抑制心肌收缩功能的尿毒症毒素滤除,加之血清  $Ca^{2+}$  增加,心脏收缩相对增强有关。正常成人超声心动图中,右心室游离壁基底段收缩期的运动最显著<sup>[3]</sup>,所以 TAPSE 最为敏感。有报道<sup>[6]</sup>指出透析后显著提高的 TAPSE 是唯一与超滤量呈正相关的参数。但本研究结果发现 TAPSE 与超滤量并无相关性,分析原因可能与本研究纳入患者多为长期透析,对超滤量变化不敏感,右心室容量可能从超负荷状态改变为相对正常负荷状态有关。

RV FAC 能够反映右心室收缩功能,与 MRI 所测量的右室射血分数相关性良好<sup>[3]</sup>。透析后,血液中的肌酐、尿素氮等被大部分滤除,对心肌的抑制作用有降低,理论上心肌的收缩应该相对改善。但本研究中,透析前后 RV FAC 变化不明显。这可能与本研究中所纳入的研究对象多次透析后导致右心室对血容量适应性

改变后的敏感性降低有关,推测多次透析后,心肌的形态变化幅度也相对较小,对透析血容量改变不显著。

应用斑点追踪技术来评价心肌应变,反映了心肌在应力作用下发生形变的能力,可以对心肌功能进行评价<sup>[7-8]</sup>。近年来,因与 MRI 所测的右室射血分数相关性好,已有研究<sup>[9]</sup>采用超声心动图二维应变评价右心室收缩功能。目前,右心室游离壁二维应变仅需要在心尖四腔心切面采用左心室应变的分析方法来进行评价,操作简便,无角度依赖性,常作为研究的观察目标<sup>[3,9]</sup>。本研究结果显示,透析后 2D RVFWLS 较透析前稍有提高,但差异无统计学意义,这可能与透析前后右心室的二维斑点追踪对心肌的特异性识别不佳,二维应变测值的变异度高有关,故并不能真实反映右心室游离壁心肌收缩状态。

舒张功能障碍普遍存在于慢性肾病患者中,其心血管病风险也随着肾功能的下降而增加<sup>[10]</sup>。于右心室应用组织多普勒测得的三尖瓣环游离壁舒张早期与晚期速度是反映右心室舒张期的常用指标。血液透析后,血容量降低,心脏舒张时容量负荷降低,舒张功能应有改变。但在本研究中,透析后右心室舒张功能未见明显改善,可能与 CRF 后冠状动脉血供长期不足,短暂的透析不能改善心肌血供,心肌三磷酸腺苷减少、能量不足有一定关系。三尖瓣反流会增加右心室容量负荷,进而导致右心室增大,反过来进一步加重三尖瓣反流<sup>[3]</sup>。本研究中,TRmax 无显著改变,提示透析后右心室压力无明显改变,可能是右心室容量发生了改变,从超负荷状态改变为相对正常负荷状态。

本研究相关性分析结果表明,超滤量与透析后肱动脉舒张压具有相关性( $r=0.304, P=0.002$ )。透析后,容量负荷减低,心室舒张时血管的压力就相应的减低,舒张压就减低。超滤量的制定与患者的干体质量及每次透析间期的体质量增加有关,体质量增加越大,超滤量越大<sup>[11]</sup>。

由于本研究样本量相对较小,仅对一次血液透析前后进行评价,故结论仍可能存在一定的误差,还需要在以后的研究工作中提高样本量,对长期血液透析前后行评价。

综上所述,超声心动图技术是评价 CRF 患者血液透析前后心脏血容量与右心室功能的一种有效手段。

本研究发现透析后 TAPSE 显著增大,与右心室容量负荷(前负荷)改变有关,提示血液透析可增强右心室游离壁纵向收缩功能,可以作为 CRF 患者透析后右心室纵向收缩功能变化的评价指标,但与超滤量不相关;而超滤量影响肱动脉舒张末压。

#### 参考文献

- [1] Collins AJ, Foley RN, Charers B, et al. 2013 USRDS Annual Data Report: Atlas of Chronic Kidney Disease and End-Stage Renal Disease in the United States [J]. Am J Kidney Dis, 2014, 63(1): 1-478.
- [2] Inker LA, Astor BC, Fox CH, et al. KDOQI US Commentary on the 2012 KDIGO Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of CKD [J]. Am J Kidney Dis, 2014, 63(5): 713-735.
- [3] Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography Endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2010, 23(7): 685-713.
- [4] 华锦程. 维持性血液透析患者短期死亡原因及相关因素匹配研究 [D]. 合肥: 安徽医科大学, 2015.
- [5] 王辰, 王建安. 内科学 [M]. 3 版. 北京: 人民卫生出版社, 2015: 740-746.
- [6] Akyüz A, Yildiz A, Akil MA, et al. Assessment of right ventricular systolic function in patients with chronic renal failure before and after hemodialysis by means of various echocardiographic modalities [J]. Turk Kardiyol Dern Ars, 2014, 42(8): 717-725.
- [7] 王新房, 谢明星. 超声心动图学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016: 8.
- [8] Pirat B, Houry DS, Hartley CJ, et al. A novel feature-tracking echocardiographic method for the quantitation of regional myocardial function: validation in an animal model of ischemia-reperfusion [J]. J Am Coll Cardiol, 2008, 51(6): 651-659.
- [9] Longobardo L, Suma V, Jain R, et al. Role of two-dimensional speckle-tracking echocardiography strain in the assessment of right ventricular systolic function and comparison with conventional parameters [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2017, 30(10): 937-946.
- [10] Baber U, Gutierrez OM, Levitan EB, et al. Risk for recurrent coronary heart disease and all-cause mortality among individuals with chronic kidney disease compared with diabetes mellitus, metabolic syndrome, and cigarette smokers [J]. Am Heart J, 2013, 166(2): 373-380.
- [11] 孙敏敏, 郭瑶, 曹学森, 等. 分层二维斑点追踪显像技术评价血液透析对左心室应变的影响 [J]. 中华超声影像学杂志, 2017, 26(6): 461-466.

(收稿日期: 2018-02-02)