·临床研究·

二维斑点追踪技术和右室量化分析系统评估尿毒症患者透析前后右室收缩功能的临床价值

练菲菲 纪文艳 丁 静 陶善强 杨 优 刘表虎

摘 要 **目的** 应用二维斑点追踪(2D-STI)技术和右室量化分析系统评估左室射血分数(LVEF)保留的尿毒症患者透析前后右室收缩功能,探讨其临床价值。**方法** 选取我院确诊为尿毒症并进行规律血液透析患者40例(透析组)和年龄、性别与之匹配的健康体检者35例(正常对照组),应用常规超声心动图测量LVEF、右室舒张末期内径(RVEDD)、三尖瓣环收缩期峰值流速(S')、三尖瓣环收缩期位移(TAPSE)、面积变化分数(FAC);应用2D-STI技术测量右室整体纵向应变(RVGLS)、右室游离壁纵向应变(RVFWLS)、室间隔纵向应变(RVSLS);应用右室量化分析系统测量右室舒张末期容积(RVEDV)、右室收缩末期容积(RVESV)、右室射血分数(RVEF),比较正常对照组与透析组透析前后上述参数的差异。采用Pearson相关分析法分析RVEF与右室应变参数的相关性。**结果** 与正常对照组比较,透析组透析前和透析后RVEDV、RVESV均增大,LVEF、RVGLS、RVFWLS、RVSLS、TAPSE、FAC、RVEF均减小,差异均有统计学意义(均$P<0.05$)。与透析前比较,透析组透析后RVEDV、RVESV均减小,LVEF、RVGLS、RVFWLS、RVSLS、RVEF均增大,差异均有统计学意义(均$P<0.05$);透析前后RVEDD、S'、TAPSE、FAC比较,差异均无统计学意义。相关性分析显示,RVEF与RVGLS、RVFWLS、RVSLS均呈正相关(r=0.683、0.702、0.476,均$P<0.05$)。**结论** 2D-STI技术和右室量化分析系统在评估LVEF保留的尿毒症患者透析前后右室收缩功能方面具有一定的临床价值。

关键词 超声心动描记术;斑点追踪,二维;右室量化分析;尿毒症;收缩功能,心室,右

[中图法分类号]R540.45;R692.9 [文献标识码]A

Evaluation of right ventricular systolic function in uremic patients before and after dialysis by two-dimensional speckle tracking imaging and right ventricular quantitative analysis system

LIAN Feifei, JI Wenyan, DING Jing, TAO Shanqiang, YANG You, LIU Biaohu

Department of Ultrasound, Yijishan Hospital, Wannan Medical College, Anhui 241001, China

ABSTRACT **Objective** To evaluate the right ventricular systolic function of uremic patients with preserved left ventricular ejection fraction (LVEF) before and after dialysis by two-dimensional speckle tracking imaging (2D-STI) and right ventricular quantitative analysis system, and to explore its clinical value. **Methods** Forty patients who were diagnosed as uremia in our hospital and underwent regular hemodialysis (dialysis group) and 35 healthy subjects (normal control group) were selected. LVEF, right ventricular end-diastolic diameter (RVEDD), tricuspid annular systolic peak velocity (S'), tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE), and fractional area change (FAC) were measured by conventional echocardiography. Right ventricular global longitudinal strain (RVGLS), right ventricular free wall longitudinal strain (RVFWLS) and right ventricular septal longitudinal strain (RVSLS) were measured by 2D-STI. The right ventricular end diastolic volume (RVEDV), right ventricular end systolic volume (RVESV) and right ventricular ejection fraction (RVEF) were measured by the right ventricular quantitative analysis system, and the differences of the above parameters between the normal control group and the dialysis group before and after dialysis were compared. The correlation between RVEF and right ventricular strain parameters were evaluated by Pearson correlation analysis. **Results** Compared with the normal control group, RVEDV and RVESV in the dialysis group increased

基金项目:国家自然科学基金项目(81670301);安徽省高等学校省级质量工程项目(2020xskt525);安徽省高等学校省级质量工程项目(2020xsxxkc458)

作者单位:241001 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:lbhwuhu@163.com

before and after dialysis, while LVEF, RVGLS, RVFWLS, RVSLS, TAPSE, FAC and RVEF decreased in the dialysis group (all $P<0.05$). Compared with the results before dialysis, RVESV and RVEDV in the dialysis group decreased after dialysis, while LVEF, RVGLS, RVFWLS, RVSLS and RVEF increased after dialysis (all $P<0.05$). There were no significant difference in RVEDD, S', TAPSE and FAC before and after dialysis. Correlation analysis showed that RVEF was positively correlated with RVGLS, RVFWLS and RVSLS (r=0.683, 0.702, 0.476, all $P<0.05$). **Conclusion** 2D-STI and right ventricular quantitative analysis system has certain clinical value in evaluating right ventricular systolic function before and after dialysis in uremic patients with preserved LVEF.

KEY WORDS Echocardiography; Speckle tracking, two-dimensional; Right ventricular quantitative analysis; Uremia; Systolic function, ventricle, right

尿毒症是各种原因导致慢性肾脏疾病进展到晚期阶段的一种疾病，其中心血管并发症是尿毒症患者死亡的主要原因[1]。血液透析是目前临床常用的肾脏替代治疗方法，可通过在短时间内清除血液中毒素来延缓尿毒症患者疾病进展，延长生存期限[2]。研究[3]表明右室收缩功能障碍是尿毒症患者心血管疾病预后不良的重要预测因子，故准确评估右室功能尤为重要。常规超声心动图在评估右室容积和收缩功能方面有一定局限性；二维斑点追踪（two-dimensional speckle tracking imaging，2D-STI）技术可通过追踪右室心肌运动评估右室收缩功能[4]；右室量化分析系统可通过测量右室容积和射血分数评估右室结构和功能。本研究应用2D-STI技术和右室量化分析系统评估左室射血分数（LVEF）保留的尿毒症患者透析前后的右室收缩功能变化，旨在为临床评估疗效及预测预后提供参考依据。

资料与方法

一、研究对象

选取2021年6月至2022年6月于我院确诊为尿毒症并进行规律血液透析的患者40例为透析组，男24例，女16例，年龄47~65岁，平均（56.20±4.37）岁。纳入标准：①符合《慢性肾衰竭诊疗指南》[5]的尿毒症诊断标准；②心电图检查为窦性心律且常规超声心动图测得LVEF≥50%；③均为首次透析，每次透析4 h，每周3次，持续6个月。排除标准：①严重瓣膜疾病、先天性心脏病等；②严重心律失常；③合并其他引起右室改变的慢性疾病和恶性肿瘤；④超声图像质量差。另选同期性别、年龄与之匹配的健康体检者35例为正常对照组，男20例，女15例，年龄47~65岁，平均（56.26±4.61）岁。均经肾功能、心电图及常规超声心动图检查未见任何心脏及肾脏异常。本研究经我院医学伦理委员会批准，所有受试者均签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. 超声心动图检查：使用Philips EPIQ 7C彩色多普勒超声诊断仪，S5-1探头，频率1~5 MHz；配备Qlab 13.0分析软件及QAS-R 1.2右室量化分析系统。受试者取左侧卧位，同步导联动态心电图，应用常规超声心动图测量右室舒张末期内径（RVEDD）、三尖瓣环收缩期峰值流速（S'）、三尖瓣环收缩期位移（TAPSE）、面积变化分数（FAC），改良双平面Simpson法测量LVEF。连续采集4个心动周期的动态图像并储存，然后选择aCMQ，选取右室心内膜和心外膜均清晰显示的动态图像，手动调整感兴趣区，使描记的点对应右室游离壁和室间隔，根据系统自动生成的室间隔和游离壁基底段、中间段、心尖段纵向应变，计算右室整体纵向应变（RVGLS）、右室游离壁纵向应变（RVFWLS）、室间隔纵向应变（RVSLS）。应用右室量化分析系统对采集的图像进行分析，手动标记心内膜所对应点的位置，系统通过追踪右室心内膜自动计算右室舒张末期容积（RVEDV）、右室收缩末期容积（RVESV）、右室射血分数（RVEF）。分别采集正常对照组和透析组透析前、规律透析6个月后的超声心动图参数。所有参数均重复测量3次取平均值，所有图像收集和分析均由两名具有5年以上心血管检查经验的超声医师共同完成，意见不一时，采用重复检查或请教上级医师。

2. 临床资料收集：包括受试者性别、年龄、身高、体质量、体表面积、心率、血压等。

三、统计学处理

应用SPSS 25.0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，两组比较采用t检验；计数资料以例表示，采用χ^2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、两组基线资料比较

正常对照组与透析组性别、年龄、身高、体质量、体表面积、心率、收缩压及舒张压比较，差异均无统计学意义。见表1。

表1　两组基线资料比较

组别	男/女(例)	年龄(岁)	身高(cm)	体质量(kg)	体表面积(m^2)	收缩压(mm Hg)	舒张压(mm Hg)	心率(次/min)
正常对照组	20/15	56.26±4.61	168.17±7.13	66.69±9.35	1.73±0.15	106.43±5.42	70.29±4.00	75.71±6.08
透析组	24/16	56.20±4.37	167.43±7.42	66.78±8.49	1.72±0.15	106.42±5.33	70.55±3.52	75.68±5.15
χ^2/t值	0.247	0.055	0.443	−0.043	0.133	0.003	−0.304	0.030
P值	0.676	0.956	0.659	0.966	0.894	0.998	0.762	0.976

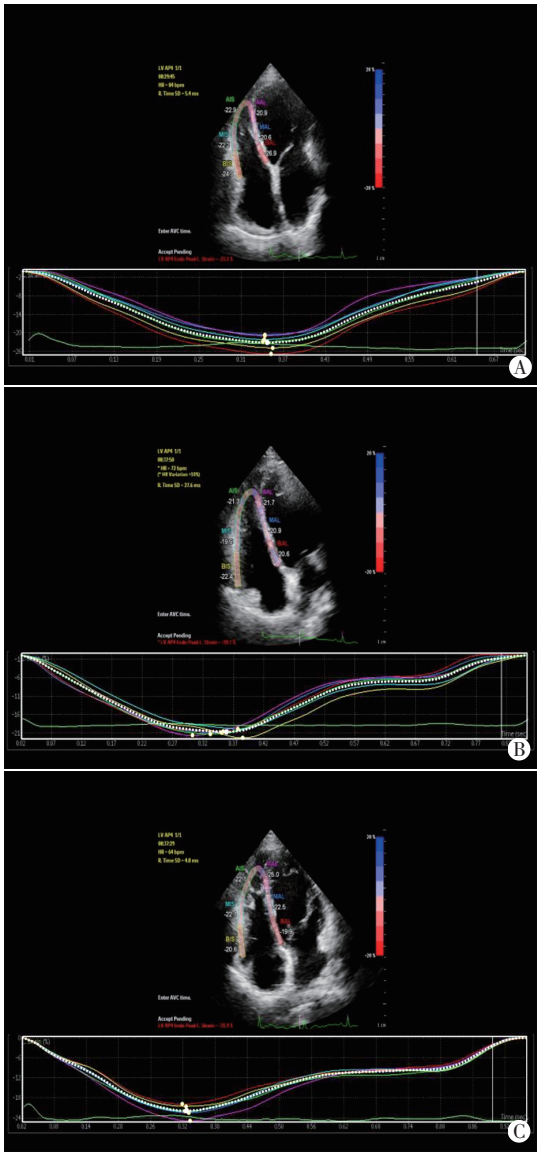
1 mm Hg=0.133 kPa

二、两组超声心动图参数比较

与正常对照组比较，透析组透析前和透析后LVEF、TAPSE、FAC、RVEF、RVGLS、RVFWLS、RVSLS均减小，RVEDV、RVESV均增大，差异均有统计学意义(均P<0.05)。与透析前比较，透析组透析后LVEF、RVEF、RVGLS、RVFWLS、RVSLS均增大，RVEDV、RVESV均减小，差异均有统计学意义(均P<0.05)。见图1，2和表2。

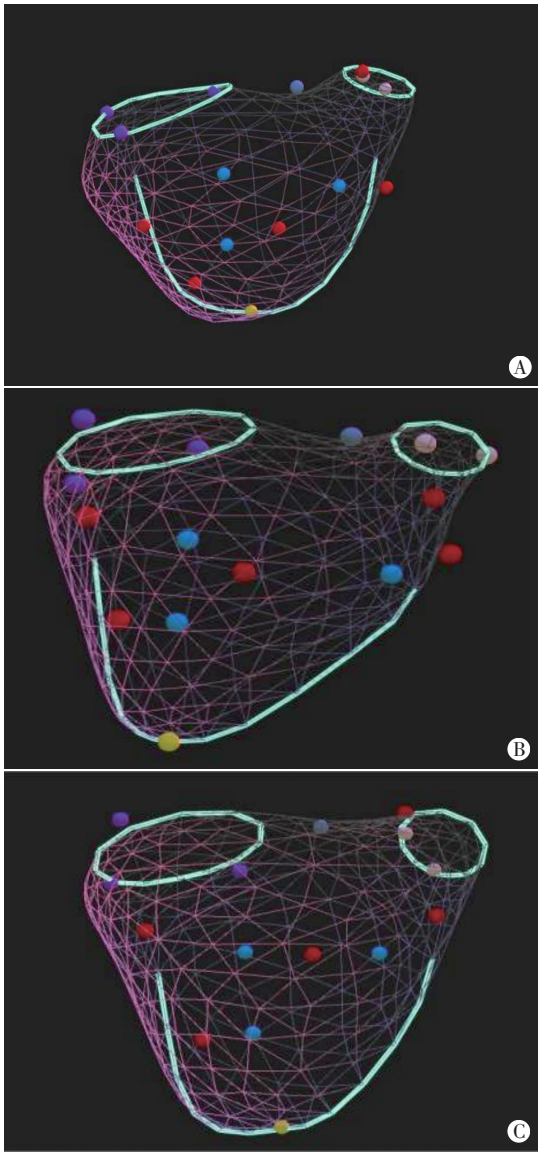
三、相关性分析

相关性分析结果显示，RVEF与RVGLS、RVFWLS、RVSLS均呈正相关(r=0.683、0.702、0.476，均P<0.05)。见图3。



A：正常对照组，RVGLS为−23.1%；B：透析组透析前，RVGLS为−20.7%；C：透析组透析后，RVGLS为−21.9%

图1　正常对照组和透析组透析前后右室应变及应变曲线图



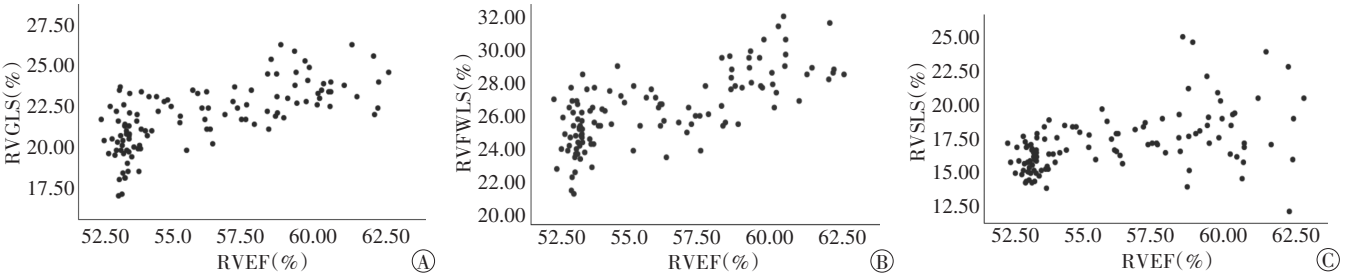
A：正常对照组，RVEF为58%；B：透析组透析前，RVEF为53%；C：透析组透析后，RVEF为55%

图2　正常对照组和透析组透析前后右室三维成像图

表2　两组超声心动图参数比较($\bar{x}\pm s$)

组别	LVEF(%)	RVEDD(mm)	S'(cm/s)	TAPSE(mm)	FAC(%)	RVGLS(%)	RVFWLS(%)	RVSLS(%)	RVEDV(ml/m²)	RVESV(ml/m²)	RVEF(%)
正常对照组	63.69±1.75	20.43±1.67	14.14±1.44	20.26±1.72	50.51±2.75	−23.53±1.27	−28.53±1.53	−18.52±2.90	138.31±2.93	55.35±2.94	60.01±1.29
透析组											
透析前	60.22±1.72*	21.08±1.75	13.80±1.91	16.68±1.79*	45.02±2.01*	−20.09±1.43*	−24.58±1.46*	−15.61±0.97*	143.48±1.47*	67.36±2.91*	53.05±0.34*
透析后	61.02±1.69*#	20.75±1.63	13.95±1.65	16.40±1.52*	45.05±1.95*	−21.67±1.38*#	−26.06±1.33*#	−17.28±1.02*#	140.75±3.18*#	63.09±2.91*#	55.18±1.69*#
*F*值	40.941	1.381	0.386	60.145	72.823	58.711	71.270	24.730	36.373	232.754	303.223
*P*值	<0.01	0.256	0.681	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

与正常对照组比较，*P<0.05；与透析前比较，#P<0.05。LVEF：左室射血分数；RVEDD：右室舒张末期内径；S'：三尖瓣环收缩期峰值流速；TAPSE：三尖瓣环收缩期位移；FAC：面积变化分数；RVGLS：右室整体纵向应变；RVFWLS：右室游离壁纵向应变；RVSLS：室间隔纵向应变；RVEDV：右室舒张末期容积；RVESV：右室收缩末期容积；RVEF：右室射血分数



A：RVEF与RVGLS的相关性分析散点图；B：RVEF与RVFWLS的相关性分析散点图；C：RVEF与RVSLS的相关性分析散点图

图3　RVEF与右室应变参数的相关性分析散点图

讨　论

目前尿毒症发病率逐年升高，且超过半数的尿毒症患者存在心血管疾病，其心血管疾病死亡风险较健康人群高20倍[6]。研究[7]发现，即使是LVEF保留的尿毒症患者，早期也可出现不同程度的右室收缩功能障碍，与患者心血管疾病死亡率独立相关[8]。故应用超声心动图监测患者早期心脏结构和功能异常意义重大。合理的血液透析可通过降低容量负荷和心肌耗氧量来改善患者心脏功能[9]，以往研究[10]大多基于超声心动图评估透析对尿毒症患者左室的影响，关于透析对右室结构和功能影响的研究相对较少。本研究应用2D-STI技术和右室量化分析系统评估尿毒症患者透析前后右室收缩功能变化，旨在为疗效评估及预后预测提供参考依据。

常用的评估右室收缩功能的参数包括FAC、TAPSE、S'，但本研究结果显示透析组透析前后FAC、TAPSE、S'比较差异均无统计学意义，仅透析组与正常对照组FAC、TAPSE比较差异有统计学意义（均P<0.05）。提示常规超声心动图参数评估尿毒症患者透析前后右室收缩功能不敏感。而2D-STI技术测得的应变参数（RVGLS、RVFWLS、RVSLS）不受角度依赖和心室负荷影响，克服了常规超声心动图参数的局限性[11]。本研究结果显示，与正常对照组比较，透析组透析前RVGLS、RVFWLS、RVSLS均减小（均P<0.05）。提示尿毒症患者透析前右室已出现纵向收缩功能受损。分析其机制：容量超负荷导致右室心肌纤维过度延伸超过自身最大限度，通过心外膜层纵向心肌纤维可以早期敏感地检测出心肌细胞损伤，从而表现为右室纵向应变减小。与透析前比较，透析后RVGLS、RVFWLS、RVSLS均增大，但仍低于正常对照组（均P<0.05），与既往研究[6]结果相似。提示血液透析虽可通过减少有效循环血流改善心肌灌注，即通过降低右室容量负荷改善心肌收缩功能，但无法使发生变性和坏死的心肌细胞完全恢复至正常状态[12]，表明血液透析作为肾脏替代治疗方法对右室收缩功能的改善有限，需对患者进行长期随访及预后评估。本研究相关性分析显示，RVGLS、RVFWLS、RVSLS与RVEF均呈正相关（r=0.683、0.702、0.476，均P<0.05），表明应变参数与RVEF在反映右室收缩功能方面有较好的一致性，且RVFWLS与RVEF的相关系数最高，提示RVFWLS对于早期识别透析后右室收缩功能改善较敏感，有望成为尿毒症患者疗效评估及预后预测的可靠指标。

右室量化分析系统不依赖影像边缘追溯和空间几何假设，可定量评估右室容积和RVEF，较以往应用左心分析软件研究右室容积更可靠，尤其适用于心腔容积较大或发生右室重构的患者。本研究结果显示，正常对照组与尿毒症患者透析前后RVEDD并无明显变化，

但与正常对照组比较，透析组透析前RVESV、RVEDV均增大，RVEF减小，差异均有统计学意义（均$P<0.05$），提示尿毒症患者透析前已出现病理性右室重构，且相关性分析也证实了应变参数与RVEF在反映右室结构改变和功能受损方面的一致性。分析其原因：由于右室壁较薄，其应对室壁压力的代偿和协调机制较差，尿毒症患者长期容量超负荷导致心肌受损和顺应性降低，从而表现为右室几何构型改变。本研究结果显示，与透析前比较，透析后RVESV、RVEDV均减小，RVEF增大，差异均有统计学意义（均$P<0.05$）。提示血液透析可通过降低容量负荷使右室腔径出现逆向重构，随着右室腔径缩小，其收缩功能随之改善，表明应用右室量化分析系统可反映透析后右室结构和功能改善情况，有助于临床及时评估患者病情和疗效。Kwon等[13]比较了终末期肾病患者透析前后的右室结构和功能，发现透析后RVESV、RVEDV较透析前显著减小的同时，RVEF也减小。本研究结果与其存在差异，分析可能是容积参数（RVEDV、RVESV）受心室重构、心室前后负荷、心率及心肌收缩能力等多因素影响，导致RVEF测值不一，其具体机制仍需进一步研究。但右室量化分析系统对图像采集要求较高，需清晰描记心内膜，临床应用受限。

本研究的局限性：①未将右室量化分析系统参数与心脏MRI参数进行一致性比较；②为单中心研究，样本量偏小，有待后续增加样本量，进行多中心、大样本的研究进一步验证。

综上所述，应用2D-STI技术和右室量化分析系统不但可以早期检出尿毒症患者透析前右室心肌功能受损，指导临床进行干预和治疗，还可以早期发现尿毒症患者透析后右室收缩功能改善情况，为临床疗效评估和预后预测提供重要的参考价值。

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] Roumeliotis A, Roumeliotis S, Chan C, et al.Cardiovascular benefits of extended-time nocturnal hemodialysis[J].Curr Vasc Pharmacol, 2021, 19(1):21-33.

[3] 冯闯丽，陈金玲，马媛媛，等.4D RV Volume软件评价尿毒症患者右心室收缩功能及维持性血液透析对其影响[J].中华超声影像学杂志，2019，9(6)：468-473.

[4] Wu J, Ni Y, Gu C, et al.Study of effects of anthracycline drugs on myocardial function in breast cancer patients by quantitative analysis of layer-specific strain via 2D-STI technology[J].Am J Transl Res, 2021, 13(3):1184-1196.

[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] Tanasa A, Burlacu A, Popa IV, et al.Right ventricular functionality following hemodialysis initiation in end-stage kidney disease-a single-center, prospective, cohort study[J].Medicina (Kaunas), 2021, 57(7):704.

[7] Surkova E, Muraru D, Genovese D, et al.Relative prognostic importance of left and right ventricular ejection fraction in patients with cardiac diseases[J].J Am Soc Echocardiogr, 2019, 32(11):1407-1415.

[8] Fan J, Salameh H. Impact of chronic kidney disease on risk for vascular events[J].Curr Vasc Pharmacol, 2016, 14(5):409-414.

[9] Green D, Roberts PR, New DI, et al. Sudden cardiac death in hemodialysis patients: an in-depth review[J]. Am J Kidney Dis, 2011, 57(6):921-929.

[10] Liu C, Yan ZN, Fan L, et al.Layer-specific speckle tracking analysis of left ventricular systolic function and synchrony in maintenance hemodialysis patients[J].BMC Cardiovasc Disord, 2020, 20(1):126.

[11] Karlsson SL, Backer V, Godtfredsen N. A single administration of glucocorticoid increases exercise capacity in men with stable chronic obstructive pulmonary disease[J].Dan Med J, 2019, 2(5):523-525.

[12] McCullough PA, Chan CT, Weinhandl ED, et al. Intensive hemodialysis, left ventricular hypertrophy, and cardiovascular disease[J].Am J Kidney Dis, 2016, 68(5S1):S5-S14.

[13] Kwon A, Ahn HS, Kim GH, et al. Right ventricular analysis using real-time three-dimensional echocardiography for preload dependency[J].J Cardiovasc Imaging, 2020, 28(1):36-47.

（收稿日期：2022-08-24）