❖心脏、血管影像学

Velocity vector imaging in evaluation of impact of hemodialysis on left ventricular longitudinal strain of myocardium in uremia patients

*LI Yang, WEI Changhua, LUO Shuaiwei, ZHU Haohui, DING Xiao, HEI Jingjing, ZHANG Miao, YUAN Jianjun**

(Department of Ultrasonography, the People's Hospital of Zhengzhou University, Henan Provincial People's Hospital, Zhengzhou 450003, China)

[**Abstract**] **Objective** To investigate the value of velocity vector imaging (VVI) technique in evaluation of the impact of hemodialysis on left ventricular longitudinal strain of myocardium in uremia patients. **Methods** Echocardiography was performed in 35 uremia patients who underwent high flux hemodialysis before and 2 h after dialysis. The peak systolic longitudinal strain (LPS) of 3 layers at 17 segments of left ventricular were obtained using VVI software after conventional measurement. **Results** The left atrial diameter, left ventricular end diastolic and end systolic diameter, left ventricular end diastolic and end systolic volume as well as stroke volume reduced after dialysis (all $P<0.05$). There was no significant difference of left ventricular ejection fraction ($P=0.183$). Compared with before dialysis, the LPS of left ventricular global all layer and subendocardial layer, the all layer, subendocardial layer, middle layer and epicardial layer of the basal segment, the all layer and subendocardial layer of middle segment were lower than those before dialysis (all $P<0.05$). No significant difference was found in LPS of global epicardial, middle layer, epicardial layer of middle segment, all layer and three layers of apical segments before and 2 h after dialysis (all $P>0.05$). **Conclusion** VVI technique can sensitively and accurately evaluate the impact of hemodialysis on the global and local systolic function of left ventricular myocardium in uremic patients.

[**Keywords**] uremia; renal dialysis; ventricular function, left; ultrasonography; velocity vector imaging

DOI:10.13929/j.1003-3289.201812129

速度向量成像分层应变技术评价血液透析对尿毒症患者左心室心肌即时纵向应变的影响

李 杨,魏常华,罗帅伟,朱好辉,丁 晓,黑晶晶,张 苗,袁建军*

(郑州大学人民医院 河南省人民医院超声科,河南 郑州 450003)

[**摘 要**] **目的** 观察速度向量成像(VVI)分层应变技术评价尿毒症血液透析患者左心室心肌即时纵向应变功能变化的价值。**方法** 对 35 例接受高通量血液透析的尿毒症患者分别于透析前和透析后 2 h 行二维超声心动图检查。常规测量并采集图像后,应用 VVI 软件分析二维动态图像,获得左心室 17 个节段 3 层心肌收缩期纵向峰值应变(LPS)。**结果** 透析后左心房收缩期前后径、左心室舒张末期和收缩末期内径、左心室舒张末期和收缩末期容积、每搏输出量均较透析前减小(P 均<0.05),左心室射血分数差异无统计学意义($P=0.183$)。与透析前比较,透析后 2 h 左心室整体全层、内层,基底段全层、内层、中层、外层,中间段全层、内层心肌收缩期 LPS 均较透析前减低(P 均<0.05);左心室整体外层、中层,中间段外层、中层,心尖段全层、内层、中层、外层心肌 LPS 差异均无统计学意义(P 均>0.05)。**结论** VVI 分层应变技术可敏感、准确地评价血液透析对尿毒症患者即时左心室心肌整体及局部收缩功能的影响。

[**基金项目**] 河南省医学科技攻关项目(201602212、201702189)。

[**第一作者**] 李杨(1988—),女,河南周口人,硕士,医师。研究方向:慢性肾衰竭患者心脏功能改变。E-mail:liyang077@126.com

[**通信作者**] 袁建军,郑州大学人民医院 河南省人民医院超声科,450003。E-mail:yuan2373@163.com

[**收稿日期**] 2018-12-23 [**修回日期**] 2019-05-14

[关键词] 尿毒症;肾透析;心室功能,左;超声检查;速度向量成像
[中图分类号] R692.5; R540.45 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2019)07-0997-05

心血管疾病是慢性肾功能衰竭最常见的并发症,包括高血压、心肌病、心功能不全及代谢异常所致心脏改变等;慢性肾功能衰竭患者中,心血管疾病发病率比普通人高 10～200 倍,约 40%～50%慢性肾脏病患者死于心血管并发症[1-2]。近年来,随着透析技术的不断改进,尿毒症患者的生存率明显提高,但心血管并发症发病率并未明显降低[3-5]。血液透析治疗对尿毒症患者左心室心肌整体及局部功能的影响越来越受到临床关注,但国内外关于单次透析对尿毒症维持性血液透析患者左心室各层心肌功能影响的研究较少。本研究应用速度向量成像(velocity vector imaging, VVI)分层应变技术分析血液透析前后尿毒症患者左心室内、中、外三层心肌及整体心肌的即时收缩期纵向峰值应变(longitudinal peak strain, LPS),评价血液透析对左心室各层心肌功能的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2018 年 1—6 月在我院接受维持性血液透析的 35 例尿毒症患者,男 21 例,女 14 例,年龄 32～75 岁,平均(56.4±9.6)岁;原发病变为慢性肾小球肾炎 16 例,高血压良性小动脉肾硬化症 10 例,糖尿病肾病 6 例,原因不明 3 例;均符合 2012 年美国肾脏病与透析患者生存质量指导指南(the National Kidney Foundation Disease Outcomes Quality Initiative, K/DOQI)诊断标准:肾小球滤过率＜10 ml/min,血肌酐＞707 μmol/L,相当于 K/DOQI 5 期[6]。纳入标准:①窦性心律;②左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)正常;③透析龄≥5 年。排除标准:①超声心动图检查见明显左心室壁节段性运动异常;②缺血性心脏病;③大量心包积液;④二尖瓣、主动脉瓣病变(任何程度狭窄及轻度以上关闭不全)。

1.2 仪器及方法 采用 Siemens Acuson SC2000 彩色多普勒超声诊断仪,4V1c 心脏探头,频率 1～4 MHz,系统内置 VVI 分层应变技术。分别于透析前、透析后 2 h 行超声心动图检查。嘱患者左侧卧,平静呼吸,连接同步心电图。以常规超声心动图测量左心房前后径(left atrial diameter, LAD)、LVEF、左心室舒张末期内径(left ventricular end diastolic diameter, LVIDd)和收缩末期内径(left ventricular end systolic diameter, LVIDs)、左心室舒张末期容积(left ventricular end diastolic volume, LVEDV)和收缩末期容积(left ventricular end systolic volume, LVESV)、每搏输出量(stroke volume, SV)。

分别采集连续 3 个心动周期心尖左心室长轴、四腔心及两腔心共 3 个切面二维灰阶动态图像,帧率 60～90帧/秒。启动 VVI 功能,冻结动态图像,调整至心室收缩末期,描记心内膜下心肌,软件自动确认心外膜下心肌,必要时根据心肌实际厚度对心外膜下心肌进行适当调节;仪器自动对心内膜下心肌、中层心肌、心外膜下心肌进行追踪,系统默认左心室基底段、中间段各分为前间隔、后间隔、前壁、侧壁、后壁及下壁,心尖段分为间隔壁、前壁、侧壁、下壁,心尖帽共 17 节段;自动显示与心动周期对应的左心室基底段、中间段、心尖段的内层、中层、外层心肌的收缩期 LPS 的应变曲线和应变值,并自动计算全层心肌的整体纵向峰值应变。

1.3 透析方法 35 例患者血液通路均为动静脉内瘘,采用德国 F60s 高通量透析器(聚砜膜,表面积为 1.3 m^2),超滤系数 40 ml/(h·mmHg),Fresenius4008B 容量超滤透析机,双反渗水透析水,碳酸氢钠盐透析液,每周透析 2～3 次,每次透析 4 h,以低分子肝素抗凝,透析液流量 500～600 ml/min,血流量 250～300 ml/min。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 17.0 统计分析软件。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,透析前后比较采用配对样本 t 检验。分类变量以频数或百分数表示。$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 常规超声心动图参数 透析后 LAD、LVIDd、LVIDs、LVEDV、LVESV、SV 均较透析前减小,差异有统计学意义(P 均＜0.05);透析前后 LVEF 差异无统计学意义($P=0.183$);见表 1。

表 1 透析前后常规超声心动图参数比较($\bar{x}\pm s$, $n=35$)

时间点	LAD(mm)	LVIDd(mm)	LVIDs(mm)	LVEDV(ml)	LVESV(ml)	SV(ml)	LVEF(%)
透析前	41.00±2.09	52.63±5.07	18.17±4.15	155.00±20.65	63.43±5.39	86.00±18.97	61.71±3.90
透析后	39.20±4.19	48.63±9.05	16.46±5.28	139.69±23.66	52.86±6.48	83.57±18.51	61.40±4.12
t 值	2.693	3.120	2.736	6.823	11.483	8.902	1.360
P 值	0.011	0.004	0.010	＜0.001	＜0.001	＜0.001	0.183

2.2 VVI 分层应变参数 与透析前比较,透析后患者左心室整体全层心肌和内层心肌 LPS 较透析前减低(P 均<0.05);中层心肌和外层心肌透析前后差异无统计学意义(P 均>0.05);见表 2。左心室基底段全层、内层、中层、外层心肌 LPS,中间段全层、内层心肌 LPS 均较透析前减低(P 均<0.05);中间段外层、中层心肌 LPS,心尖段全层、内层、中层、外层心肌 LPS 透析前后差异均无统计学意义(P 均>0.05);见表 3、图 1。

表 2 透析前后左心室整体心肌 LPS 比较($\bar{x}\pm s$,$n=35$)

时间点	内层心肌	中层心肌	外层心肌	全层心肌
透析前	−23.06±2.06	−18.88±2.15	−13.65±1.39	−18.11±1.62
透析后	−21.12±2.44	−18.86±2.25	−13.50±1.58	−16.88±1.75
t 值	9.325	0.164	1.921	8.341
P 值	<0.001	0.871	0.063	<0.001

表 3 透析前后左心室基底段、中间段、心尖段心肌 LPS 比较($\bar{x}\pm s$,$n=35$)

时间点	基底段			
	内层心肌	中层心肌	外层心肌	全层心肌
透析前	−15.87±2.35	−14.48±2.03	−11.71±1.81	−15.40±2.28
透析后	−14.75±2.76	−13.44±2.79	−11.13±2.61	−13.98±1.95
t 值	3.276	2.904	2.060	7.794
P 值	0.002	0.006	0.047	<0.001
时间点	中间段			
	内层心肌	中层心肌	外层心肌	全层心肌
透析前	−22.45±2.26	−19.75±1.87	−15.11±1.57	−19.87±1.48
透析后	−21.89±2.03	−19.73±1.86	−15.09±1.58	−19.63±1.69
t 值	2.963	0.252	0.355	2.156
P 值	0.006	0.803	0.725	0.038
时间点	心尖段			
	内层心肌	中层心肌	外层心肌	全层心肌
透析前	−32.92±2.65	−23.31±1.76	−17.71±1.68	−26.24±2.14
透析后	−32.69±2.69	−22.92±1.86	−17.30±1.74	−25.82±2.19
t 值	1.351	1.338	1.701	1.935
P 值	0.186	0.190	0.098	0.061

3 讨论

血液透析可减轻患者水钠潴留,纠正电解质紊乱及酸碱失衡,清除大部分尿毒症毒素;但同时却因动静脉分流而增加了心脏负荷,血容量改变引起血压不稳[7]。血浆渗透压改变可影响微循环及心血管神经—体液调节系统等,使心脏血流动力学发生变化。透析过程中,冠状动脉供氧减少而心肌需氧增加,心电图 ST 段明显减低,心血管事件增加[8-9]。本研究中,透析后患者 LAD、LVIDd、LVIDs、LVEDV、LVESV 及 SV 均减小,提示血液透析可过滤体内多余水分、减轻水钠潴留,使有效循环血容量减少;但透析前后 LVEF 差异无统计学意义,表明单次血液透析并不能显著提高左心室收缩功能,特别是对收缩功能正常的尿毒症患者。然而 LVEF 只能反映左心室心肌整体收缩功能,并不能直接反映病理状态下左心室各层心肌局部及整体的收缩功能[10-11]。

心肌纤维分为 3 层,内层主要为纵行心肌纤维,中层为环形心肌纤维,外层为斜行心肌纤维。在收缩期,心脏运动包括长轴方向(从基底部到心尖部心肌纤维逐渐变短)、径向方向(从心外膜到心内膜心肌纤维增厚)和周向方向(同一心肌纤维缩短、旋转运动和心肌不同层面心肌纤维扭转运动)。由于心肌纤维这种独特的结构和各层心肌的不同作用,使得不同病理因素对心肌各层功能的影响可能不同。因此,了解每层心肌对心脏形变的作用有助于正确区分及评估不同的心肌病变,从而理解其病理机制[12-13]。

VVI 分层应变技术是无创检测心肌局部功能的新技术,以二维灰阶图像为基础,利用超声像素的空间相干、斑点追踪及边界追踪等方法,以向量显示心肌运动速度及方向,不受心脏整体旋转、平移运动以及邻近节段收缩牵拉的影响,不依赖多普勒,无角度依赖性,能够定向、自由地进行心肌运动成像,并定量测量心肌在长轴、短轴、圆周方向上的速度、位移、应变及应变率等参数,故能更准确地评估局部心肌的收缩和舒张功能。最新的 VVI 分层应变技术可以分别追踪左心室心内膜下心肌、中层心肌及心外膜下心肌。Pirat 等[14]研究证实 VVI 分层应变技术可精准测量心肌纵向和圆周运动,并与声纳测量法有良好的相关性。本研究应用 VVI 分层应变技术分析血液透析前后尿毒症患者左心室内、中、外层心肌及全层心肌 LPS 变化,评价血液透析对左心室各层心肌功能的影响。

本研究 VVI 分层应变结果显示,透析后 2 h 患者左心室整体全层、内层,基底段全层、内层、中层、外层,中

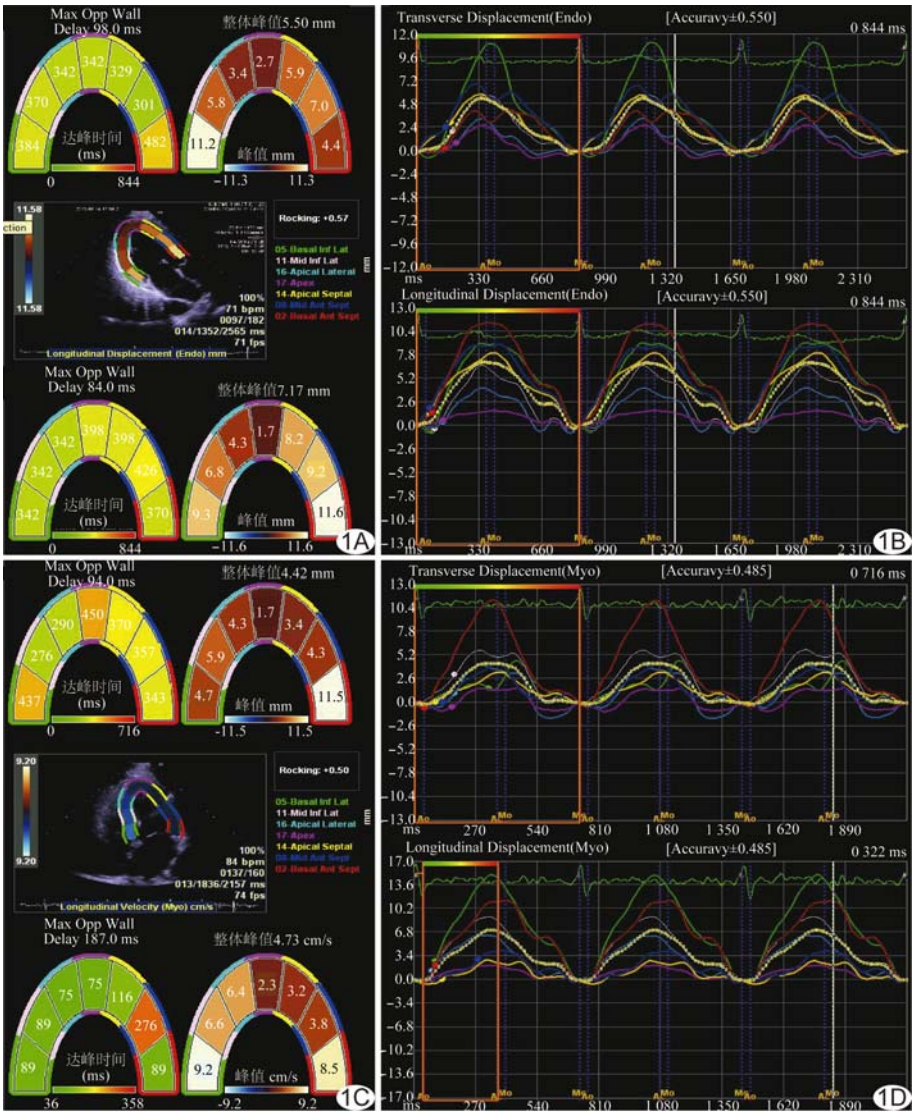


图 1　患者男，54 岁　A、B. 透析后心尖左心室长轴切面内层心肌节段及整体 LPS(A)及应变曲线(B)；C、D. 透析后左心室四腔心切面左心室中层心肌节段及整体 LPS(C)及应变曲线(D)

间段全层、内层心肌收缩期 LPS 均较透析前减低，差异均有统计学意义(*P* 均<0.05)；而整体外层、中层，中间段外层、中层，心尖段全层、内层、中层、外层心肌的 LPS 差异均无统计学意义(*P* 均>0.05)。透析期间存在多种可以促进血浆血清内皮素-1(endothelin-1，ET-1)水平升高的因素，如肾素-血管紧张素-醛固酮系统激活、血管内皮细胞损伤、透析过程中的缺血缺氧、肝素的应用等，均可引起心血管功能调节障碍[4]。本研究结果提示血液透析对 3 层心肌功能的影响并不一致，内层心肌变化最明显；分析原因，内层心肌主要为纵行心肌，对纵轴方向上的收缩运动起主导作用，且内层心肌收缩力较中层、外层心肌更强，同时内膜心肌位于供血末端，对早期缺血改变比较敏感。本研究结果显示透析后左心室心尖段 LPS 均无明显变化，而基底段变化最明显，中间段次之，提示透析主要影响左心室基底段和中间段心肌，对心尖段影响较小。基底段收缩力最强，心肌承受的压力较大，因而对能量的需求较高，对各种缺血引起的病理改变也更加敏感[15-16]。

本研究的局限性：①样本量较小，研究结果尚需大样本研究进一步验证；②该项技术对图像清晰度要求较高，心脏大小、胸壁厚度以及骨骼、肺气等因素均可能影响经胸采集图像的质量和心内膜及心外膜的勾画，导致数据的精确性和可重复性降低；③心肌运动为三维立体，而 VVI 分层应变是基于二维斑点追踪技术，仍存在空间依赖性，不能同时全面评价各节段心肌的运动特征；④研究仅评价了透析后 2 h 的心脏功能改变，观察时间短。

综上所述，VVI 分层应变技术可逐层定量评价左心室内层、中层和外层心肌的局部及整体功能，及时评价血液透析前后尿毒症患者左心室各层心肌功能改变。

[参考文献]

[1] Baigen C, Burbury K, Wheeler D. Premature cardiovascular disease in chronic renal failure. Lancet, 2000, 356(9224): 147-152.

[2] Chang CT, Shen MY, Hsieh JY, et al. Increased electronegativity of high-density lipoprotein in uremia patients impairs its functional properties and is associated with the risk of coronary artery disease. Atherosclerosis, 2018, 278: 147-155.

[3] Kundhal K, Lok CE. Clincal epidemiology of cardiovascular disease in chronic kidney disease. Nephron Clin Pract, 2005, 101(2): 47-52.

[4] 张颖莹，张昆，王爱丽，等. RAAS 对血液透析患者透析过程中血压波动的影响及相关因素分析. 中国血液净化，2016，15(10)：545-549.

[5] Kuwahara M, Takehara E, Sadaki Y, et al. Effects of

cardiovascular events on end-stage renal disease and mortality in patients with chronic kidney disease before dialysis. Ther Apher Dial, 2016,20(1):12-19.

[6] National Kidney Foundation. KDOQI Clinical Practice Guidelines for Diabetes and CKD: 2012 Update. Am J Kidney Dis, 2012,60(5):850-886

[7] 车霞静，倪兆慧，张伟明，等.维持性血液透析患者 24 h 动态血压与心脏结构功能相关性研究.中国血液净化，2007,6(1):10-13.

[8] Pun PH, Smaraz TR, Honeycutt EF, et al. Chronic kidney disease is associated with increased risk of sudden cardiac death among patients with coronary artery disease. Kidey Int, 2009,76(6):652-658.

[9] Abhayaratna WP, Seward JB, Appleton CP, et al. Left atrial size: Physiologic determinants and clinical applications. J Am Coll Cardiol, 2006,47(12):2357-2363.

[10] Yan P, Li H, Hao C, et al. 2D-speckle tracking echocardiography contributes to early identification of impaired left ventricular myocardial function in patients with chronic kidney disease. Nephron Clin Pract, 2011,118(3):c232-c240.

[11] 黑晶晶，袁建军，魏常华，等.峰值应变离散度评价维持性血液透析患者左心室收缩同步性.中国医学影像技术，2018,34(3):340-344.

[12] 刘利，王志刚，任建丽.二维斑点追踪成像技术在心血管疾病中的应用进展.中国医学影像技术，2011,27(1):179-182.

[13] 于超，孙令云，丁茜，等.左心室心肌透壁应变梯度的速度向量成像研究.临床心血管病杂志，2013,29(12):892-895.

[14] Pirat B, Khoury DS, Haerley 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 Am Coll Cardiol, 2008,51(6):651-659.

[15] Sakurai D, Asanuma T, Masuda K, et al. Myocardial layer-specific analysis of ischemic memory using speckle tracking echocardiography. Int J Cardiovasc Imaging, 2014, 30(4):739-748.

[16] 张丽，林萍，于妍洁，等.二维应变技术对不同分期慢性肾脏病患者左室功能的评价.心脏杂志，2012,24(2):240-243.

《中国医学影像技术》投稿要求(一)

1　总体要求　文稿应具有科学性、先进性、创新性和可读性，力求重点突出，论点明确，资料详实，数据可靠，结构严谨，写作规范，表达准确，文字精炼。文稿撰写应遵照国家标准 GB 7713 科学技术报告、学位论文和学术论文的编写格式，GB 6447 文摘编写规则，GB 7714 文后参考文献著录规则；专家述评 4 000 字左右，研究论著、综述类论文 5 000 字左右，经验交流一般不超过 2 500 字，个案报道不超过 1 000 字。

2　题目　力求高度概括、言简意赅且能反映论文的主题，文题字数一般不超过 20 个汉字，尽量不设副标题，题目中尽量不使用阿拉伯数字开头。

3　作者　作者姓名标注在文题下方，按贡献大小顺序排列，投稿后作者署名及顺序不得随意修改或变更。具备下列条件者可列为作者：①参加选题、研究工作并能解释论文有关问题者；②起草或修改论文中关键性理论或主要内容者；③能对编辑部的修改意见进行核修，并最终同意该文发表者。对研究工作有贡献的其他人可在致谢中列出。通信作者姓名旁应上标加注“*”号，其应对全文内容负责，还应具有对读者提出的质疑进行答辩的能力和义务。如有外籍作者，应征得本人同意，并附有本人签字。

4　单位　在作者的下一行写出单位的全称(具体到科室)、省市和邮政编码。署名作者分别在多个单位者，应分别写出各单位的全称(具体到科室)，并用阿位伯数字在对应的署名作者右上角标注。

5　英文题目　应简明扼要，便于检索，与中文题名内容上应一致，以不超过 10 个实词为宜。除已得到整个科技界或本行业科技人员公认的缩略词语外，不宜使用缩略词语。

6　英文作者　用汉语拼音拼写，姓前名后，姓氏全部大写，名首字母大写，双名首字母大写。例如：王小五，写为：WANG Xiaowu。依据《中国人名汉语拼音字母拼写规则》(国家标准编号：GB/28039-2011)，姓氏“吕”的汉语拼音应为“LYU”。

7　英文单位　应与中文单位对应，按查阅本单位官方网站或咨询相关职能部门，规范英文单位名称。