

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2021.06.006
文章编号: 1005-8982 (2021) 06-0027-05

基础研究·论著

速度向量成像技术评价大鼠不同切面左心室心肌运动的实验研究*

金玥彤¹, 高艺花¹, 金铨顺²

(延边大学附属医院 1.超声科, 2.心内科, 吉林 延吉 133000)

摘要: **目的** 利用速度向量成像技术评价正常大鼠心尖四腔观与短轴心肌运动的相关性。**方法** 选取18只10周龄SD大鼠, 用速度向量成像技术测量大鼠心尖四腔观左心室及胸骨旁短轴二尖瓣水平的侧壁段, 以及后间隔段的收缩期纵向峰值速度 (Vs)、舒张期纵向峰值速度 (Vd)、纵向峰值应变 (SR)、收缩期纵向峰值应变率 (SRs) 和舒张期纵向峰值应变率 (SRd), 分析两个切面相应室壁心肌运动之间的相关性。**结果** 胸骨旁短轴二尖瓣水平侧壁段与心尖四腔观左心室侧壁基底段的Vd呈正相关 ($r=0.566, P<0.05$)。胸骨旁短轴二尖瓣水平侧壁段与心尖四腔观左心室侧壁中段的Vd、SRs和SRd呈正相关 ($r=0.521、0.540$ 和 0.592 , 均 $P<0.05$)。胸骨旁短轴二尖瓣水平后间隔段与心尖四腔观左心室后间隔基底段的Vd、SRs呈正相关 ($r=0.614$ 和 0.627 , 均 $P<0.05$)。胸骨旁短轴二尖瓣水平后间隔段与心尖四腔观左心室后间隔中段的Vs、Vd、SR、SRs和SRd均呈正相关 ($r=0.536、0.937、0.530、0.639$ 和 0.621 , 均 $P<0.05$)。**结论** 速度向量成像技术可用于评价大鼠心尖四腔观的室壁心肌运动。

关键词: 速度向量成像技术/超声心动描记术; 左心室; 心肌

中图分类号: R445

文献标识码: A

Evaluation of left ventricular myocardial motion in rats by velocity vector imaging*

Yue-tong Jin¹, Yi-hua Gao², Xuan-shun Jin²

(1. Department of Ultrasound, The Affiliated Hospital of Yanbian University, Yanji, Jilin 133000, China;
2. Department of Cardiology, The Affiliated Hospital of Yanbian University, Yanji, Jilin 133000, China)

Abstract: Objective To evaluate the correlation between myocardial motion from apical four-chamber view and that from short-axis view in normal rats via velocity vector imaging (VVI). **Methods** We selected 18 SD (Sprague-Dawley) rats at 10 weeks of age. The VVI was used to measure the longitudinal peak systolic velocity (Vs), peak diastolic velocity (Vd), peak strain (SR), peak systolic strain rate (SRs) and peak diastolic strain rate (SRd) of the left ventricle from the apical four-chamber view and the lateral and posteroseptal myocardium at mitral valve level from the parasternal short-axis view, and the correlation of myocardial motion between the two sections was analyzed. **Results** The Vd of lateral myocardium at mitral valve level from the parasternal short-axis view positively correlated to that of the basal segment of lateral wall of the left ventricle from the apical four-chamber view ($r=0.566, P=0.014$). The Vd, SRs and SRd of lateral myocardium at mitral valve level from the parasternal short-axis view positively correlated to those of the middle segment of lateral wall of the left ventricle from the apical four-

收稿日期: 2020-09-23

* 基金项目: 国家自然科学基金 (No: 81660250); 吉林省卫生技术创新项目 (No: 2017J094)

[通信作者] 高艺花, E-mail: gyh20021997@163.com

chamber view ($r = 0.521, 0.540, 0.592$, respectively; $P = 0.027, 0.021, 0.010$, respectively). The Vd and SRs of posteroseptal myocardium at mitral valve level from the parasternal short-axis view positively correlated to those of the basal segment of posterior septum of the left ventricle from the apical four-chamber view ($r = 0.614, 0.627$, respectively; $P = 0.007, 0.005$, respectively). All the five indicators of posteroseptal myocardium at mitral valve level from the parasternal short-axis view positively correlated those of the middle segment of posterior septum of the left ventricle from the apical four-chamber view ($r = 0.536, 0.937, 0.530, 0.639$ and 0.621 , respectively; $P = 0.022, 0.000, 0.024, 0.004$ and 0.006 , respectively). **Conclusion** VVI technology can be used to evaluate the myocardial walls motion of left ventricle from the apical four-chamber view in rats.

Keywords: velocity vector imaging technology; left ventricle; apical four-chamber view; short-axis view; myocardial motion

速度向量成像技术是近年来发展起来的一种超声技术,通过采集较高帧频二维超声灰阶图像,将组织对超声能量散射及反射所形成的斑点,通过像素点追踪与像素的空间技术进行处理,用于评估心肌运动和整体心功能^[1]。同时对多个节段的局部心肌进行采样,定量心肌在心尖四腔观左心室,以及胸骨旁短轴二尖瓣水平的收缩期纵向峰值速度(Vs)、舒张期纵向峰值速度(Vd)、纵向峰值应变(SR)、收缩期纵向峰值应变率(SRs)和舒张期纵向峰值应变率(SRd)。目前速度向量成像技术主要用于评价人和较大动物模型的心肌运动^[2],由于大鼠心率快,心脏体积小,超声图像往往模糊不清,且不同切面测量难度不一,所以速度向量成像技术在评价大鼠心肌运动中比较少见。本研究旨在应用速度向量成像技术,探讨大鼠心尖四腔观左心室与胸骨旁短轴二尖瓣水平相应室壁运动的相关性,为研究大鼠的心肌运动提供更多依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取18只10周龄健康SD大鼠(延边大学实验动物中心),体重180~200g,在通风、恒温的鼠笼中饲养,标准鼠饲料定量供给,自由饮水,常规饲养4周。实验动物生产许可证号:SCXK(Ji2017-0003),实验动物使用许可证号:SYXK(20190175)。

1.2 仪器与方法

采用德国西门子公司Acuson S2000彩色多普勒超声仪,10 V4探头(频率10 MHz),该系统配有速度向量成像技术。实验前1天大鼠禁食、禁

水。实验当天腹腔注射30%乌拉坦麻醉后,用脱毛膏脱去大鼠前胸鼠毛,暴露心前区,将大鼠仰卧固定于检查台上。同步记录心电图,经心尖四腔观左心室和胸骨旁短轴二尖瓣水平切面,对大鼠进行超声心动图检查和速度向量成像动态图像采集,并保存数据,脱机后进行速度向量成像分析。由经验丰富的高年资医生进行心脏超声操作,在大鼠心尖四腔观左心室及胸骨旁短轴二尖瓣水平进行心内膜描记,每只大鼠的速度向量成像分析5次(见图1、2)。获得理想的追踪片段后,系统自动分析读取各个节段的数据,其中包括心尖四腔观左心室侧壁和后间隔的基底段、中段及胸骨旁短轴二尖瓣水平的侧壁和后间隔段。获得目的节段的Vs、Vd、SR、SRs和SRd,采集5次取平均值。

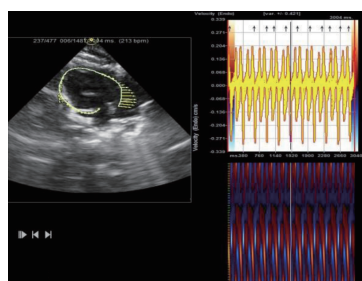


图2 VVI分析左室心尖四腔观

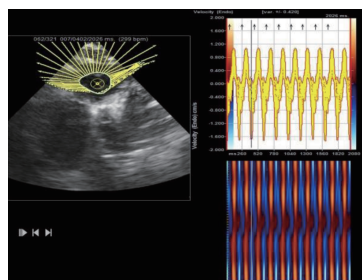


图1 VVI分析胸骨旁左室短轴二尖瓣水平切面

1.3 统计学方法

数据分析采用SPSS 20.0统计软件,计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,相关性分析用Pearson法, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 大鼠心尖四腔观左心室侧壁基底段与胸骨旁短轴二尖瓣水平侧壁段心肌运动各指标的相关性

胸骨旁短轴二尖瓣水平侧壁段与心尖四腔观左心室侧壁基底段的Vd呈正相关($P<0.05$),与Vs、SR、SRs及SRd无相关性($P>0.05$)。见表1。

2.2 大鼠心尖四腔观左心室侧壁中段与胸骨旁短轴二尖瓣水平侧壁段心肌运动各指标的相关性

胸骨旁短轴二尖瓣水平侧壁段与心尖四腔观

左心室侧壁中段的Vd、SRs和SRd呈正相关($P<0.05$),与SR无相关性($P>0.05$)。见表2。

2.3 大鼠心尖四腔观左心室后间隔基底段与胸骨旁短轴二尖瓣水平后间隔段心肌运动各指标的相关性

胸骨旁短轴二尖瓣水平后间隔段与心尖四腔观左心室后间隔基底段的Vd、SRs呈正相关($P<0.05$),与Vs、SR及SRd无相关性($P>0.05$)。见表3。

2.4 大鼠心尖四腔观左心室后间隔中段与胸骨旁短轴二尖瓣水平后间隔段心肌运动各指标的相关性

胸骨旁短轴二尖瓣水平后间隔段与心尖四腔观左心室后间隔中段的Vs、Vd、SR、SRs和SRd均呈正相关($P<0.05$)。见表4。

表1 大鼠心尖四腔观左心室侧壁基底段与胸骨旁短轴二尖瓣水平侧壁段心肌运动各指标的相关性 ($n=18$)

部位	Vs/(cm/s)	Vd/(cm/s)	SR/%	SRs/(1/s)	SRd/(1/s)
心尖四腔观左心室侧壁基底段	0.239 \pm 0.302	0.254 \pm 0.320	3.079 \pm 3.195	0.777 \pm 0.739	0.739 \pm 0.590
胸骨旁短轴二尖瓣水平侧壁段	0.326 \pm 0.455	0.326 \pm 0.337	11.603 \pm 12.790	3.232 \pm 3.479	3.196 \pm 3.467
r值	0.309	0.566	0.152	0.429	0.379
P值	0.212	0.014	0.548	0.076	0.121

表2 大鼠心尖四腔观左心室侧壁中段与胸骨旁短轴二尖瓣水平侧壁段心肌运动各指标的相关性 ($n=18$)

部位	Vs/(cm/s)	Vd/(cm/s)	SR/%	SRs/(1/s)	SRd/(1/s)
心尖四腔观左心室侧壁中段	0.153 \pm 0.192	0.176 \pm 0.184	2.612 \pm 2.600	0.736 \pm 0.650	0.807 \pm 0.762
胸骨旁短轴二尖瓣水平侧壁段	0.326 \pm 0.455	0.326 \pm 0.337	11.603 \pm 12.790	3.232 \pm 3.479	3.196 \pm 3.467
r值	0.277	0.521	0.274	0.540	0.592
P值	0.266	0.027	0.271	0.021	0.010

表3 大鼠心尖四腔观左心室后间隔基底段与胸骨旁短轴二尖瓣水平后间隔段心肌运动各指标的相关性 ($n=18$)

部位	Vs/(cm/s)	Vd/(cm/s)	SR/%	SRs/(1/s)	SRd/(1/s)
心尖四腔观左心室后间隔基底段	0.198 \pm 0.190	0.221 \pm 0.260	2.220 \pm 2.399	0.794 \pm 0.871	0.651 \pm 0.634
胸骨旁短轴二尖瓣水平后间隔段	0.132 \pm 0.244	0.192 \pm 0.405	7.081 \pm 9.908	1.934 \pm 2.416	1.668 \pm 2.130
r值	0.391	0.614	0.317	0.627	0.232
P值	0.109	0.007	0.200	0.005	0.354

表4 大鼠心尖四腔观左心室后间隔中段与胸骨旁短轴二尖瓣水平后间隔段心肌运动各指标的相关性 ($n=18$)

部位	Vs/(cm/s)	Vd/(cm/s)	SR/%	SRs/(1/s)	SRd/(1/s)
心尖四腔观左心室后间隔中段	0.073 \pm 0.095	0.089 \pm 0.166	1.643 \pm 1.689	0.603 \pm 0.815	0.487 \pm 0.456
胸骨旁短轴二尖瓣水平后间隔段	0.132 \pm 0.244	0.192 \pm 0.405	7.081 \pm 9.908	1.934 \pm 2.416	1.668 \pm 2.130
r值	0.536	0.937	0.530	0.639	0.621
P值	0.022	0.000	0.024	0.004	0.006

3 讨论

超声是一种便捷无辐射的检查手段,已被广泛应用于心脏功能的检查。速度向量成像分析作为一种超声斑点成像的技术^[3],可规避心脏整体运动、周围心肌牵拉、角度依赖的影响^[4],且操作简便、无创、可重复性好。速度以向量图方式于二维声像图上同步叠加,主要观察指标为 V_s 、 V_d 、 SR 、 SR_s 和 SR_d ^[5]。因此,速度向量成像技术在心脏功能定量评价方面较常规超声及组织多普勒等技术更有优势^[6],为临床和科学研究开辟了新的领域,为心血管疾病的诊断和治疗提供了一种辅助手段,具有极高的应用价值和广阔的发展前景^[7]。

速度向量成像用于人类和中大型动物模型心尖四腔观和短轴观的研究已有初步探索^[8-9]。大鼠是心血管疾病实验研究中常用的动物模型,随着超声技术的不断发展,大鼠模型用于各种心肌和心功能的研究越来越广泛,但是大鼠心率快,心脏体积小,常规超声扫查难度很大。大鼠模型心尖四腔观相关研究结果很少,动物模型方面的研究仅限于大动脉短轴观或左室长轴观^[10]。本研究利用速度向量成像技术对大鼠左室心肌运动进行初步探索,拟进一步开拓速度向量成像技术在左室心肌运动和左心功能评价方面的应用。

本研究结果中,胸骨旁短轴二尖瓣水平侧壁段与心尖四腔观左室侧壁基底段的 V_d 呈正相关,其与心尖四腔观左室侧壁中段的 V_d 、 SR_s 和 SR_d 呈正相关。这与WANG等^[11]的人类模型的研究结果相似,表明心尖四腔观左室侧壁可以很好地评估大鼠模型中的心肌运动。胸骨旁短轴二尖瓣水平后间隔段与心尖四腔观左室后间隔基底段的 V_d 、 SR_s 呈正相关,与心尖四腔观左室后间隔中段的 V_s 、 V_d 、 SR 、 SR_s 和 SR_d 均呈正相关,这与王小燕等^[12]的猪模型的研究结果相似,表明大鼠心尖四腔观左室后间隔具有很好的显示效果,可适当地用于大鼠各种模型中心功能的研究。本研究结果显示 V_d 、 SR 、 SR_s 和 SR_d 在两个不同切面相同节段的相关性比较中,具有很好的效果,这与其他学者的报道一致^[13-14]。说明以上指标能更好地证明2个不同切面相同节段是否有相关性,可用来评估左室心尖四腔和短轴视图的心肌运动,但其具体机制还有待进一步研究。但是大鼠心脏体积小,

心率快,短轴观显示不如人类;而且本实验样本数量有限,故本研究结果有一定的局限性。

综上所述,利用速度向量成像技术进行大鼠心脏心尖四腔观左室壁运动和心功能的研究具有一定的可行性,可用来探讨正常大鼠左室节段运动的特征,为大鼠心脏心肌节段运动和心功能的实验研究提供依据。但是本研究尚存在许多不足之处,大鼠的心率较快,心动周期中心肌的瞬时信息有可能缺失,样本量较少。今后将进一步扩大样本量,为大鼠的左室心肌运动分析提供更可靠的依据。

参考文献:

- [1] WANG X Y, LIAN Y J, WANG X F, et al. Study of regional left ventricular longitudinal function in fetuses with gestational diabetes mellitus by velocity vector imaging [J]. *Echocardiography*, 2016, 33(8): 1228-1233.
- [2] MENG H, CHANDRASEKARAN K, VILLARRAGA H R, et al. Right and left ventricular interaction in pulmonary hypertension: insight from velocity vector imaging[J]. *Echocardiography*, 2019, 36(5): 877-887.
- [3] BADRAN H M, FAHEEM N, SOLIMAN M, et al. Comparison of vector velocity imaging and three-dimensional speckle tracking echocardiography for assessment of left ventricular longitudinal strain in hypertrophic cardiomyopathy[J]. *Global Cardiology Science and Practice*, 2019, 2019(1): 6.
- [4] LI J F, LU C H, WANG W G, et al. Assessment of right atrium dysfunction in patients with obstructive sleep apnea syndrome using velocity vector imaging[J]. *Cardiovascular Ultrasound*, 2018, 16(1): 32.
- [5] 周佳,周启昌,蒲大容,等.速度向量成像技术评价兔基础状态下左室心肌力学特征[J]. *中国现代医学杂志*, 2013, 23(35): 7-11.
- [6] CHAUDHURY A, NOIRET L, HIGGINS J M. White blood cell population dynamics for risk stratification of acute coronary syndrome[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2017, 114(46): 12344-12349.
- [7] YU L, ZHOU Q C, PENG Q H, et al. Left ventricular function of patients with pregnancy-induced hypertension evaluated using velocity vector imaging echocardiography and N-terminal pro-brain natriuretic peptide[J]. *Echocardiography*, 2018, 35(4): 459-466.
- [8] LI Y, YUAN J J. Evaluation of the effect of hemodialysis on left ventricular longitudinal strain function of myocardium in patients with uremia by velocity vector imaging[J]. *Ultrasound In Medicine and Biology*, 2017, 43(1): 76.
- [9] CANNESON M, TANABE M, SUFFOLETTO M S, et al. Velocity vector imaging to quantify ventricular dyssynchrony and

- predict response to cardiac resynchronization therapy[J]. the American Journal of Cardiology, 2006, 98(7): 949-953.
- [10] 顾金萍, 孙颖慧, 商志娟, 等. 斑点追踪超声心动图在评价急性心肌梗死并接受延迟经皮冠状动脉介入治疗后发生左心室重构的价值[J]. 中国循环杂志, 2017, 32(3): 227-231.
- [11] WANG Y F, ZHANG Y M, LIANG W D, et al. Evaluation of esie vvi technology on left ventricular systolic function changes in uremic patients undergoing dialysis[J]. Journal of Medical Systems, 2019, 43(5): 129.
- [12] 王小燕, 王莎莎, 李叶阔, 等. 应变及应变率的速度向量成像定量分析诊断猪心肌挫伤[J]. 华南国防医学杂志, 2010, 24(5): 338-345.
- [13] ZHANG C, ZHA D G, LIU Y L, et al. Evaluation of left ventricular diastolic function using velocity vector imaging and quantitative tissue velocity imaging[J]. Chinese Journal of Cardiovascular Diseases, 2009, 37(11): 1026-1029.
- [14] CARASSO S, BIAGGI P, RAKOWSKI H, et al. Velocity vector imaging: standard tissue-tracking results acquired in normals—the vvi-strain study[J]. Journal of the American Society of Echocardiography, 2012, 25(5): 543-552.

(李科 编辑)

本文引用格式: 金玥彤, 高艺花, 金铉顺. 速度向量成像技术评价大鼠不同切面左心室心肌运动的实验研究[J]. 中国现代医学杂志, 2021, 31(6): 27-31.

Cite this article as: JIN Y T, GAO Y H, JIN X S. Evaluation of left ventricular myocardial motion in rats by velocity vector imaging[J]. China Journal of Modern Medicine, 2021, 31(6): 27-31.