

斑点追踪成像技术评估室间隔缺损患儿左室扭转运动的初步研究

王梦宣 张玉奇 吴兰平 赵 春 陈国珍

摘要 目的 探讨斑点追踪成像(STI)技术在评估室间隔缺损(VSD)患儿左室扭转运动中的临床价值。**方法** 随机选取 VSD 患儿 36 例(VSD 组)和无心脏疾病的健康儿童 36 例(正常对照组),应用实时三维超声测量左室射血分数;STI 技术测量并记录两组左室扭转运动参数,并对其结果进行对比分析。采用 Pearson 相关分析法分析左室扭转运动参数与左室舒张末期容积及左室舒张末期容积指数的相关性。**结果** VSD 组左室基底部旋转角度、左室基底部旋转角度峰值、左室扭转角度及扭力均明显大于正常对照组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.01$),心尖部旋转角度及心尖部旋转角度峰值差异均无统计学意义($P = 0.525, 0.757$)。左室扭转运动参数与左室舒张末期容积、左室舒张末期容积指数及左室射血分数均无相关性。**结论** STI 可较为准确地分析并评估 VSD 患儿左室节段及整体扭转运动;左室扭转运动参数较敏感地反映了左室心肌代偿性运动增强的存在。

关键词 斑点追踪成像;室间隔缺损;心室功能,左;扭转运动

[中图法分类号] R541.1;R540.45

[文献标识码] A

Preliminary clinical research of the left ventricular twist and rotation in children with ventricular septal defect by speckle tracking imaging

WANG Mengxuan, ZHANG Yuqi, WU Lanping, ZHAO Chun, CHEN Guozhen

Department of Pediatric Cardiology, Shanghai Children's Medical Center, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 200127, China

ABSTRACT Objective To evaluate the clinical value of speckle tracking imaging(STI) in evaluating the left ventricular twist and rotation in children with ventricular septal defect(VSD). **Methods** Children with ventricular septal defect(36 cases) as the case group, age and sex matched normal children(36 cases) as the control group, left ventricular ejection fraction were obtained by real-time three-dimensional echocardiography, STI was used to measure the left ventricular twist and rotation parameters of two groups, the results was compared and analyzed. The correlation between left ventricular twist and rotation parameters and left ventricular and diastolic volume and its index, and ejection fraction were analyzed by Pearson correlation analysis. **Results** In the VSD group, the left ventricular basal rotation angle, peak of the left ventricular basal rotation angle, peak of the left ventricular twist angle and torsion were significantly greater than those in the control group(all $P < 0.01$), while the apical rotation and peak of the apical rotation angle had no statistical significance compared with the control group($P = 0.525, 0.757$). There was no significant correlation between left ventricular twist and rotation parameters, and left ventricular diastolic volume and its index, and ejection fraction. **Conclusion** STI can be used to analyze the left ventricular segmental and global twist and rotation accurately, and the compensatory of left ventricular myocardium can be reflected by left ventricular twist and rotation parameters sensitively.

KEY WORDS Speckle tracking imaging; Ventricular septal defect; Ventricular function, left; Twist and rotation

左室收缩是一复杂的空间形变过程,包括纵向、径向、周向及扭转运动^[1]。相较于传统评估左室收缩功能

的指标,左室扭转运动能够进一步提供心脏整体及局部的运动参数。因此,准确评价左室扭转运动对心脏

病患儿的临床诊治十分重要^[2]。斑点追踪成像(speckle tracking imaging, STI)技术应用最佳模式匹配技术追踪识别心肌内回声斑点的空间运动,标测连续不同帧之间同一位置的心肌运动轨迹,以此计算左室扭转运动的相关力学参数,从而评价心肌的运动^[3]。本研究应用 STI 技术对室间隔缺损(ventricular septal defect, VSD)患儿左室局部心肌旋转运动及整体扭转运动进行初步研究,探讨该技术评估 VSD 患儿左室扭转运动的临床应用价值。

资料与方法

一、研究对象

选取 2015 年 10 月至 2016 年 3 月在我院行超声检查的 VSD 患儿 36 例,其中男 20 例,女 16 例,年龄 1~5 岁,平均 (3.44 ± 1.57) 岁,心率 (100.44 ± 11.75) 次/min,身高 (100.39 ± 12.63) cm,体质量 (16.23 ± 4.80) kg,体表面积 (0.67 ± 0.14) m²。根据参考文献^[4]将 36 例患儿分为:室间隔缺损位于膜周流入道+小梁型 25 例,膜周融合型 6 例,肺动脉下型 4 例,膜周流出道型 1 例;VSD 大小 (0.80 ± 0.25) cm。所有患儿均无肺动脉高压,除外合并其他器质性心脏病患儿。另随机挑选经体检、心电图及超声心动图检查无心脏疾病的健康儿童 36 例(正常对照组),其中男 20 例,女 16 例,年龄 1~5 岁,平均 (3.43 ± 1.59) 岁,心率 (95.11 ± 8.11) 次/min,身高 (104.42 ± 11.57) cm,体质量 (17.37 ± 3.90) kg,体表面积 (0.71 ± 0.11) m²。两组间性别、年龄、心率、身高、体质量及体表面积比较差异均无统计学意义。

二、仪器与方法

1.仪器:使用 Philips iE 33 彩色多普勒超声诊断仪,二维超声检查使用 S8-3 和 S5-1 探头,频率 3~8 MHz 和 2~4 MHz;实时三维超声检查使用 X7-2 探头,频率 2~7 MHz。配备 QLAB 8.1 超声工作站。

2.方法:受检儿童取侧卧位,同步记录胸导联心电图,采集左室短轴(二尖瓣环水平、心尖水平)切面的清晰二维灰阶动态图像;切换至实时三维超声模式,于心尖四腔切面获得理想的左室图像后,按“Full volume”键,启动 Acquire 功能键,收集连续 4 个以上稳定的心动周期全容积立体图像。数据资料库以 DICOM 形式储存在 CD-ROM 中,导出至 Qlab 8.1 软件工作站待进一步脱机处理分析。

3.图像处理:启动仪器自带的 Qlab 8.1 软件中的 CMQ 插件,选中需分析的动态短轴二维图像,点击 ROI 按键,基底部选择 SAX B 键,心尖部选择 SAX A

按键,适当调整后按“compute”按钮,即可得到左室相应各节段旋转曲线。基底部旋转曲线为大致趋势波谷向下四条不同颜色的抛物线,心尖部旋转曲线为大致趋势波峰向上的抛物线,其中绿色代表整体扭转,获取绿线最大的扭转角度和旋转角度。左室整体扭转角度峰值=左室心尖部扭转角度峰值-左室基底部扭转角度峰值,扭力=整体扭转角度峰值/左室舒张末期长轴长度。

启动 Qlab 8.1 中 3DQ Advance 插件,首先确认心尖四腔切面位置显示正确,使垂直和水平线交界点通过左室中心。选择左室容积最大的一帧图像定为舒张末期(心电图位于 P 波后),左室容积最小的一帧图像定为收缩末期(心电图位于 T 波处)。于心尖四腔切面和心尖二腔切面分别选定 5 个心内膜取样点(即二尖瓣环上 4 个点+心尖部),点击“sequential analysis”,软件自动追踪描记左室心内膜边界,生成左室几何模型显示整个心动周期左室容量变化,追踪不满意的图像可以手动修改。软件自动测得舒张末期容积(left ventricular end diastolic volume, LVEDV)、每搏输出量(stroke volume, SV)及射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)等指标;容积测值采用体表面积标准化为容积指数。

三、统计学处理

应用 SPSS 19.0 统计软件,所有数据以 $\bar{x}\pm s$ 表示,计量资料先行正态性检验及方差齐性检验,组间比较行独立样本 *t* 检验;相关性分析采用 Pearson 法。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、两组超声检查指标比较

VSD 组患儿左室舒张末期内径、LVEF、LVEDV 指数及 SV 指数均大于正常对照组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),LVEDV 和 SV 均大于正常对照组,但差异均无统计学意义($P=0.308, 0.258$)。见表 1。

二、两组左室扭转运动情况

左室短轴扭转运动的特点:从心尖向心底方向观察,VSD 组患儿与正常对照组一致,从左室基底部先逆时针旋转,后主要为顺时针旋转,心尖部则先顺时针旋转,后主要为逆时针旋转。见图 1~4。

左室扭转运动参数比较:VSD 组左室基底部旋转角度、左室基底部旋转角度峰值、左室扭转角度及扭力均明显大于正常对照组,差异均有统计学意义(均 $P<0.01$),心尖部旋转角度及心尖部旋转角度峰值与正常对照组比较差异均无统计学意义($P=0.525, 0.757$)。见表 2。

表 1 两组超声检查指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	M-LVDD(cm)	M-LVEF(%)	3DQA-LVEDV(ml)	3DQA-LVEDVI(ml/m ²)	SV(ml)	SVI(ml/m ²)	3DQA-LVEF(%)
VSD 组	3.66±0.46	69.41±4.93	39.82±19.88	58.72±17.77	23.30±11.78	34.36±0.58	58.56±2.12
正常对照组	3.39±0.25	65.11±4.15	35.83±12.22	50.20±12.88	20.65±7.49	28.89±7.89	59.14±2.35
P 值	0.014	0.000	0.308	0.023	0.258	0.015	0.147

M-LVDD: M 型超声测得的左室舒张末期径; M-LVEF: M 型超声测得的左室射血分数; 3DQA-LVEDV: 实时三维超声测得的左室舒张末期容积; 3DQA-LVEDVI: 实时三维超声测得的左室舒张末期容积指数; SV: 每搏输出量; SVI: 每搏输出量指数; 3DQA-LVEF: 实时三维超声测得的左室射血分数。

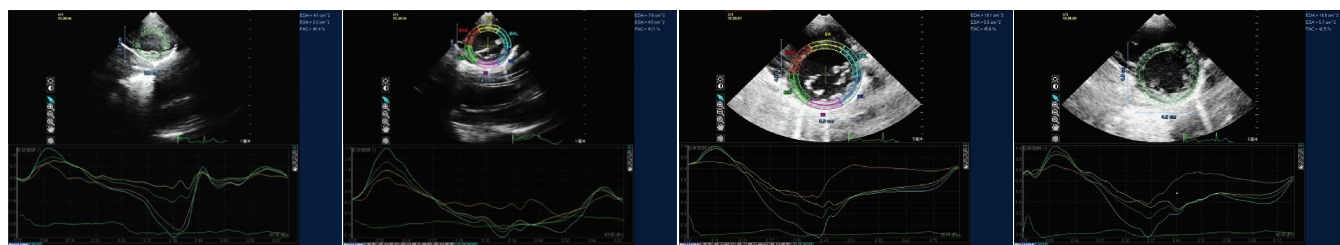


图 1 对照组基底部左室扭转运动曲线 图 2 对照组心尖部左室扭转运动曲线 图 3 VSD 组基底部左室扭转运动曲线 图 4 VSD 组心尖部左室扭转运动曲线

表 2 两组左室扭转运动参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	BR(°)	PBR(°)	AR(°)	PAR(°)	Ptw(°)	Ptw/L(°/cm)
VSD 组	6.62±2.63	-4.60±2.61	3.22±1.57	2.10±1.62	6.70±2.94	1.27±0.59
正常对照组	4.85±1.11	-2.68±0.99	3.26±1.55	2.05±0.99	4.73±1.33	0.88±0.24
P 值	0.000	0.000	0.525	0.757	0.001	0.002

BR: 基底部旋转角度; PBR: 基底部旋转角度峰值; AR: 心尖部旋转角度; PAR: 心尖部旋转角度峰值; Ptw: 左室整体扭转角度峰值; Ptw/L: 扭力。

三、相关性分析

VSD 患儿左室扭转运动参数与 LVEDV 及 LVEDV 指数均无明显相关性; VSD 患儿左室扭转运动参数与 M 型超声测得 LVEF 及实时三维超声心动图测得 LVEF 均无明显相关性。

讨 论

左室扭转运动是指心尖部相对于基底部的旋转运动,在左室收缩期射血及舒张早期充盈中起重要作用^[5]。左室扭转运动规律为从心尖向心底方向观察,左室基底部先逆时针旋转,后主要为顺时针旋转,心尖部则先顺时针旋转,后主要为逆时针旋转。本研究中 VSD 患儿符合上述扭转运动规律。左室内膜或外膜收缩功能的改变、左室重塑及纤维结构的改变等均能在左室扭转运动中得到体现,因此正常或病变的心脏其收缩及舒张功能改变均能通过心脏扭转运动来评价^[6-8]。心脏扭转运动能够提供心脏整体及局部的运动参数。

STI 技术通过识别二维图像上的心肌回声斑点来追踪心肌的运动轨迹,显示心尖及心底水平旋转角度随心动周期的变化曲线,并计算相关平面旋转角度及左室整体扭转角度。Notomi 等^[9]对比 STI 技术与 MRI 和组织多普勒测量左室扭转运动,结果证实 STI 与 MRI 和组织

多普勒的检测结果具有良好的相关性($r=0.93、0.94$)。

VSD 由于存在体循环向肺循环的左向右异常分流,导致肺循环血流量增加,进而导致左心容量负荷过重,不同程度地影响左室功能。本研究发现, VSD 组患儿 M 型超声测得的左室舒张末期径、实时三维超声心动图测得的 LVEDV 指数及 SV 指数均大于正常对照组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),这与 VSD 患儿左向右分流引起的左室容量负荷增加及左心重构相符。金丹等^[10]认为左向右分流先天性心脏病所导致的左容量负荷增加对左室扭转运动及心尖部旋转运动有影响,对左室基底部旋转运动影响不明显。而庄燕等^[10]研究发现 VSD 患者左室基底部的旋转运动更易受到血流动力学的影响。Dong 等^[12]研究亦发现, VSD 患者介入术前后左室基底部的旋转运动更易受到左室容量变化的影响,心尖部旋转运动参数变化不明显。本研究发现 VSD 组左室基底部旋转角度、左室基底部旋转角度峰值、左室扭转角度及扭力均明显大于正常对照组(均 $P<0.01$),而心尖部旋转角度及心尖部旋转角度峰值与正常对照组比较差异均无统计学意义,这说明 VSD 左向右分流导致左心容量负荷增加时,主要是左室基底部旋转运动的增强导致左室整体扭转运动的增强,与文献^[13-14]报道一致。推测原因可能为心脏扭转运

动受到左室基底部心肌旋转运动的影响更大,也可能与左室基底部心外膜心肌力矩增大有关。此外,基底部心肌也可能更易受容量负荷影响。亦有研究^[13]认为左室扭转运动是心室对于不同负荷状态做出的适应机制,左室容量负荷增大,基底部心肌代偿性旋转运动增强,这与 LVEF 增加相符。此外,左室扩大所致左室内膜与心外膜心肌纤维间跨壁应变梯度增大,亦可能为左室扭转运动增强的原因之一。

本研究中,VSD 患儿 M 型超声测得的 LVEF 较正常对照组增高,左室整体扭转运动及基底部旋转运动增强,提示左室心肌代偿性收缩活动增强;而实时三维超声心动图测得的 LVEF 与正常对照组比较差异无统计学意义,应用 STI 技术测得的左室基底部心肌旋转角度及左室扭转角度峰值在两组间比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),说明在评价左室收缩功能时,左室旋转及扭转运动参数可能较传统的 LVEF 等参数更敏感。本研究进一步分析 VSD 患儿左室扭转运动参数与实时三维超声心动图测得的 LVEDV 及 LVEDV 指数的相关性发现,左室扭转运动参数与 LVEDV 及 LVEDV 指数并无相关性。据此认为,容量负荷增加,左室基底部及左室整体扭转运动增强与左室容量并无明显相关性。对于左室扭转运动参数与容量负荷的相关性有待于进一步研究和证实。

综上所述,STI 可较为准确地分析并评估 VSD 患儿左室节段及整体扭转运动。左室扭转运动参数较敏感地反映了左室心肌代偿性运动增强,在以后的研究中需注意心脏负荷状态改变对左室旋转及扭转运动的影响。

参考文献

- [1] 宋家琳,黎春雷.超声心动图新技术对左室扭转和解旋及其影响因素的评价[J].临床超声医学杂志,2007,9(6):355-357.

- [2] 刘艳午.斑点追踪技术评价左室扭转及解旋运动的研究进展[J].临床超声医学杂志,2013,15(9):628-631.
- [3] Notomi Y, Lysyansky P, Setser RM, et al. Measurement of ventricular torsion by two-dimensional ultrasound speckle tracking imaging[J]. J Am Coll Cardiol, 2005, 45(12):2034-2041.
- [4] 任卫东,张玉奇,舒先红,等.心血管畸形胚胎学基础与超声诊断[M].北京:人民卫生出版社,2015:104-111.
- [5] Esch BT, Warburton DE. Left ventricular torsion and recoil: implications for exercise performance and cardiovascular disease[J]. J Appl Physiol, 2009, 106(2):362-369.
- [6] Tibayan FA, Rodriguez F, Langer F, et al. Alterations in left ventricular torsion and diastolic recoil after myocardial infarction with and without chronic ischemic mitral regurgitation [J]. Circulation, 2004, 110(11 Suppl 1):109-114.
- [7] Takayasu H, Takahashi K, Takigiku K, et al. Left ventricular torsion and strain in patients with repaired tetralogy of Fallot assessed by speckle tracking imaging[J]. Echocardiography, 2011, 28(7):720-729.
- [8] 刘昕,李月明.二维斑点跟踪成像技术评价左心室整体收缩功能的临床研究[J].临床超声医学杂志,2012,14(2):80-83.
- [9] Notomi Y, Srinath G, Shiota T, et al. Maturation and adaptive modulation of left ventricular torsional biomechanics: Doppler tissue imaging observation from infancy to adulthood[J]. Circulation, 2006, 113(21):2534-2541.
- [10] 金丹,黎春雷,孙杰,等.斑点追踪技术对左向右分流先天性心脏病患者左心室扭转运动的研究[J].中华超声影像学杂志,2013,22(4):292-295.
- [11] 庄燕,许迪,陆凤翔,等.斑点追踪技术评价室间隔缺损封堵术对左心室扭转运动的早期影响[J].中华超声影像学杂志,2010,19(4):292-295.
- [12] Dong L, Zhang F, Shu X, et al. Left ventricular torsional deformation in patients undergoing transcatheter closure of secundum atrial septal defect[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2009, 25(5):479-486.
- [13] Borg AN, Harrison JL, Argyle RA, et al. Left ventricular torsion in primary chronic mitral regurgitation[J]. Heart, 2008, 94(5):597-603.
- [14] Tzemos N, Silversides CK, Carasso S, et al. Effect of pregnancy on left ventricular motion (twist) in women with aortic stenosis[J]. Am J Cardiol, 2008, 101(6):870-873.

(收稿日期:2016-07-07)

欢迎基金资助课题的论文投稿

为了进一步提高本刊的学术水平,鼓励基金资助课题(国家自然科学基金,国家各部委及省、市、自治区各级基金)的论文投到本刊。我刊决定,上述基金课题论文,本刊将以绿色通道快速发表。请作者投稿时,在文中注明基金名称及编号,并附上基金证书复印件。

欢迎广大作者踊跃投稿!

本刊编辑部