

## • 论著 •

# 超声组织多普勒成像评价儿童先天性心脏病并肺动脉高压患者心室功能研究

林约瑟 李淑娟 李轩狄 姚凤娟 王慧深

**【摘要】** 目的 探讨超声组织多普勒成像技术评价儿童先天性心脏病并肺动脉高压患者心室功能的价值。方法 20例先天性心脏病并肺动脉高压、20例先天性心脏病无肺动脉高压患儿及24例门诊体检健康儿童,分别行组织多普勒超声心动图检查。心尖四腔心切面测量左心室侧壁二尖瓣环附着处、右心室侧壁三尖瓣环附着处收缩期S波峰速度(Sm)、舒张早期负向E波峰速度(Em)、舒张晚期负向A波峰速度(Am)、等容收缩间期(ICT)、等容舒张间期(IRT)、射血时间(ET),计算左心室、右心室Tei指数,比较各组间差异,并分析先天性心脏病并肺动脉高压组患儿右心室组织多普勒参数与肺动脉收缩压(sPAP)的相关性。结果 先天性心脏病并肺动脉高压组患儿左心室、右心室Em及左心室ET降低,而左心室、右心室Am、ICT、IRT、Tei指数均异常升高。右心室IRT与sPAP具有良好的正相关。结论 儿童先天性心脏病并肺动脉高压患者左右心室功能均受损,以右心室舒张功能及左心室舒张收缩功能下降为主,右心室IRT可作为预测肺动脉高压的新无创指标。

**【关键词】** 心脏缺损,先天性; 高血压,肺性; 超声心动描记术,多普勒; 儿童; 心室功能

**Tissue Doppler imaging for assessment of ventricular function in children with pulmonary arterial hypertension secondary to congenital heart diseases** LIN Yue-se, LI Shu-juan, LI Xuan-di, YAO Feng-juan,

WANG Hui-shen. Department of Pediatric Cardiology, The First Affiliated Hospital, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510080, China

Corresponding author: WANG Hui-shen, Email: huishenwang@hotmail.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the value of tissue Doppler imaging (TDI) in assessing the ventricular function in children with pulmonary arterial hypertension secondary to congenital heart diseases. **Methods** From Aug 2010 to Oct 2011, twenty children with pulmonary arterial hypertension secondary to congenital heart diseases, twenty children with congenital heart diseases not combined with pulmonary arterial hypertension and twenty-four healthy children underwent tissue Doppler echocardiographic evaluation of both left and right ventricular function. The peak systolic velocity (Sm), peak early diastolic velocity (Em), peak late diastolic velocity (Am), isovolumic contraction time (ICT), isovolumic relaxation time (IRT) and ejection time (ET) of the anterior tricuspid annulus and posterior mitral annulus were acquired from apical four-chamber view respectively. Tei index of left ventricle (LV) and right ventricle (RV) were measured. **Results** Compared with control groups, LV, RV Em and LV ET were lower, while LV, RV Am, ICT, IRT and Tei index were higher in children with pulmonary arterial hypertension secondary to congenital heart diseases. There was a significant positive correlation between RV IRT and systolic pulmonary arterial pressure (sPAP). **Conclusions** Both systolic and diastolic function of left ventricle and mainly diastolic function of right ventricle were impaired in children with pulmonary arterial hypertension secondary to congenital heart diseases. RV IRT can be used as an alternative non-invasive method to assess sPAP.

**【Key words】** Heart defects, congenital; Hypertension, pulmonary; Echocardiography, Doppler; Child; Ventricular function

儿童肺动脉高压患者病因多为左向右分流型先天

性心脏病,寻找无创评价该类患儿左右心室功能的方法,对于判断病情、制订治疗方案、了解预后等具有非常重要的临床意义,尤其对于病情发展至重度肺动脉高压合并心功能衰竭的患儿,评价其心室功能,将为临床内外科综合治疗取得最佳疗效提供客观依据。超声组织多普勒成像(tissue doppler imaging, TDI)是一项定

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-0785.2012.07.004

基金项目:广州市科技计划项目(2009J1-C051)

作者单位:510080 广州,中山大学附属第一医院心脏内科(林约瑟、李淑娟、李轩狄、王慧深),超声科(姚凤娟)

通讯作者:王慧深,Email:huishenwang@hotmail.com

量评价室壁运动的新技术,其作为无创和简捷的检查方法,应用日趋广泛。本研究通过组织多普勒成像技术比较先天性心脏病并肺动脉高压患儿与先天性心脏病无肺动脉高压患儿及正常儿童左右心室功能,探讨此技术评价儿童先天性心脏病并肺动脉高压患者左右心室功能的价值。

### 对象与方法

#### 一、研究对象

选取2010年8月至2011年10月在我科收治的20例先天性心脏病并肺动脉高压患儿(房间隔缺损6例、室间隔缺损8例、动脉导管未闭4例、左心房三房心1例、右心室双出口1例)行组织多普勒超声心动图检查。肺动脉高压的诊断标准依据欧洲心脏病学会2009年诊治指南<sup>[1]</sup>,即静息状态下肺动脉收缩压大于30 mm Hg,入选患者均排除肺动脉狭窄或右心室流出道梗阻,其中6例为轻度肺动脉高压(30~49 mm Hg),3例为中度肺动脉高压(50~69 mm Hg),11例为重度肺动脉高压( $\geq 70$  mm Hg)。同时选取同期收治的20例先天性心脏病无肺动脉高压患儿(房间隔缺损5例、室间隔缺损8例、动脉导管未闭6例、冠状动脉瘘1例)及24例门诊体检健康儿童分别进行对照。

#### 二、仪器与方法

采用GE VIVID 7彩色多普勒显像仪,探头频率2.8~4.0 MHz,帧频90~120 fps。研究对象于安静状态下(不合作的婴幼儿服镇静剂)检查,取仰卧位或左侧卧位,同步记录心电图。

常规超声心动图检查获得左心房内径、左心室舒张末期内径、右心房长径及横径、右心室舒张末期内径、肺动脉内径、左心室射血分数。对于有较明显三尖瓣反流的患儿测量三尖瓣反流速度,估测肺动脉收缩压。

心尖四腔心切面启动TDI模式,行组织多普勒成像检查。将取样容积分别置于左右心室侧壁二尖瓣环和三尖瓣环附着处,获得相关部位的运动速度频谱图像,测量收缩期S波峰速度(Sm)、舒张早期负向E波峰速度(Em)、舒张晚期负向A波峰速度(Am)、等容收缩间期(ICT)、等容舒张间期(IRT)、射血时间(ET),根

据公式Tei指数=(ICT+IRT)/ET计算左心室、右心室Tei指数。见图1,2。

上述所有指标均连续测量3个心动周期,取平均值。然后分析先天性心脏病并肺动脉高压组患儿右心室组织多普勒参数与肺动脉收缩压的相关性。

#### 三、统计学分析

采用SPSS 13.0统计软件,计量资料用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,方差齐性的两组均数间比较采用独立样本t检验,多个样本均数间比较采用单因素方差分析,方差不齐的组间均数比较采用独立样本秩和检验,多个样本率间的比较应用卡方检验,相关性分析采用Pearson相关分析, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

### 结 果

1. 研究对象基本资料:正常对照组24例儿童,男12例,女12例,年龄1~14岁,平均(6.14±3.47)岁。先天性心脏病无肺动脉高压组20例患儿,男10例,女10例,年龄1~10岁,平均(7.21±3.79)岁。先天性心脏病并肺动脉高压组20例患儿,男9例,女11例,年龄1~12岁,平均(7.28±5.65)岁。各组间性别、年龄比较均无统计学差异。

2. 三组儿童的常规超声心动图检查数据(表1):与正常对照组儿童及先天性心脏病无肺动脉高压组患儿比较,先天性心脏病并肺动脉高压组患儿右心房、右心室、肺动脉内径均明显增大,差异具有显著意义( $P < 0.05$ ),而三组儿童左心室的射血分数均在正常范围,组间差异没有统计学意义。

3. 三组儿童组织多普勒参数的特点:见表2,3,与正常对照组儿童及先天性心脏病无肺动脉高压组患儿比较,先天性心脏病并肺动脉高压组患儿左右心室Em及左心室ET降低,而左右心室Am、ICT、IRT、Tei指数异常升高,差异具有显著性意义( $P < 0.05$ )。

4. 先天性心脏病并肺动脉高压组患儿右心室组织多普勒参数与肺动脉收缩压的相关性分析:右心室IRT与肺动脉收缩压相关性良好( $r = 0.78, P < 0.01$ )。而右心室Sm、Em、Am、ICT、ET与肺动脉收缩压没有明显相关性, $P$ 均 $> 0.05$ 。

表1 三组儿童常规超声心动图参数比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	右心房 长径(mm)	右心房 横径(mm)	右心室 内径(mm)	左心房 内径(mm)	左心室 内径(mm)	肺动脉 内径(mm)	肺动脉收 缩压(mm Hg)	左心室射血 分数(%)
正常对照组	24	26±6	29±6	17±5	23±6	36±7	17±4	<30	69±6
先天性心脏病无肺动脉高压组	20	30±7	31±8	21±6	26±5	46±21 <sup>a</sup>	20±4	<30	68±6
先天性心脏病并肺动脉高压组	20	35±15 <sup>ab</sup>	36±14 <sup>ab</sup>	29±12 <sup>ab</sup>	29±9 <sup>a</sup>	38±8	27±10 <sup>ab</sup>	74±36 <sup>ab</sup>	71±9

注:与正常对照组比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与先天性心脏病无肺动脉高压组比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$

表2 三组儿童左心室组织多普勒参数比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	Sm(cm/s)	Em(cm/s)	Am(cm/s)	Em/Am	ICT(ms)	IRT(ms)	ET(ms)	Tei 指数
正常对照组	24	9.3 ± 2.1	17.0 ± 3.3	6.4 ± 2.0	1.1 ± 0.3	47 ± 10	43 ± 8	276 ± 28	0.33 ± 0.04
先天性心脏病无肺动脉高压组	20	9.4 ± 3.0	16.5 ± 4.4	5.7 ± 1.8	1.1 ± 0.3	59 ± 18 <sup>a</sup>	49 ± 15	288 ± 40	0.39 ± 0.10 <sup>a</sup>
先天性心脏病并肺动脉高压组	20	10.0 ± 3.1	13.0 ± 4.5 <sup>ab</sup>	7.5 ± 2.5 <sup>b</sup>	1.2 ± 0.5	58 ± 21 <sup>a</sup>	57 ± 22 <sup>a</sup>	257 ± 41 <sup>ab</sup>	0.45 ± 0.11 <sup>ab</sup>

注:与正常对照组比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与先天性心脏病无肺动脉高压组比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$

表3 三组儿童右心室组织多普勒参数比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	Sm(cm/s)	Em(cm/s)	Am(cm/s)	Em/Am	ICT(ms)	IRT(ms)	ET(ms)	Tei 指数
正常对照组	24	12.5 ± 2.0	15.5 ± 3.6	9.1 ± 3.1	1.1 ± 0.4	47 ± 11	37 ± 11	263 ± 23	0.32 ± 0.05
先天性心脏病无肺动脉高压组	20	11.9 ± 2.8	13.1 ± 3.2	9.8 ± 3.9	1.1 ± 0.2	60 ± 24 <sup>a</sup>	38 ± 15	267 ± 35	0.38 ± 0.13
先天性心脏病并肺动脉高压组	20	11.1 ± 3.0	12.3 ± 5.4 <sup>a</sup>	11.9 ± 5.0 <sup>a</sup>	1.1 ± 0.4	60 ± 19 <sup>ab</sup>	64 ± 34 <sup>ab</sup>	263 ± 48	0.49 ± 0.19 <sup>ab</sup>

注:与正常对照组比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与先天性心脏病无肺动脉高压组比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$

## 讨 论

超声 TDI 是通过测量室壁运动而定量评价心室功能的一种新技术<sup>[2]</sup>。Formmelt 等<sup>[3]</sup>认为 TDI 技术通过定量检测室壁和房室瓣环运动速度频谱可以反映心室整体收缩和舒张功能。Tei<sup>[4]</sup>提出 Tei 指数可综合评价心室整体功能,其定义为心室 ICT 与 IRT 之和与心室 ET 的比值,即 Tei 指数 = (ICT + IRT)/ET。研究表明,Tei 指数是评价心脏整体功能的良好指标<sup>[5]</sup>,其检测值与心功能评价的“金标准”——心导管检查测得的心功能参数相比较,具有良好的相关性<sup>[6]</sup>。

本研究显示,先天性心脏病并肺动脉高压组患儿左右心室 Em 降低,而左右心室 Am 升高,与正常对照组儿童及先天性心脏病无肺动脉高压组患儿比较,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。分析其原因,先天性心脏病患儿出现肺动脉高压后,右心室后负荷增加,导致右心室代偿性心肌增厚、右心室壁主动松弛性下降,进而舒张早期主动充盈量减少,为维持足够的前负荷保证右心室输出量,在舒张晚期右心房加强收缩,使舒张晚期右心室的充盈增加,故出现 E 峰下降, A 峰上升, E/A 比值降低。随着右心室腔扩大、右心室壁增厚,室间隔与左心室后壁同向运动及心肌运动不协同,左心室容量减小,尽管此时左心室心排出量(LVEF)尚可在正常范围代偿,但是较为敏感的指标 Em、Am 已有变化,说明此时左心室功能已受影响。Lumens 等<sup>[7]</sup>曾系统地研究证实了不同压力和容量负荷条件下左右心室之间血流动力学改变会导致左右心室功能之间相互作用及影响。

射血分数常用于评价左心室收缩功能,但临床上常见有些左向右分流型先天性心脏病患儿,在左心室 EF 仍然正常时,心功能衰竭表现已非常明显。而右心室因其复杂和特殊的解剖结构,用射血分数来评估右

心室功能,方法和结果都不确切。先天性心脏病并肺动脉高压患儿,往往因右心室功能损害使左心室功能也受到影响,这类患儿单纯用射血分数难以准确判断左右心室功能,但 Tei 指数却可以较早出现异常改变。本研究结果显示,先天性心脏病并肺动脉高压组患儿,反映左右心室收缩功能指标 ICT、舒张功能指标 IRT 延长,而左心室 ET 缩短,使左右心室 (ICT + IRT) 与 ET 的比值即 Tei 指数升高,与正常对照组儿童及先天性心脏病无肺动脉高压组患儿比较,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),提示本研究中先天性心脏病并肺动脉高压组患儿由于右心室后负荷增加,致右心室功能受损,同时通过心室间相互作用,导致左心室收缩舒张功能相应改变。

右心导管术检查测定肺动脉压力是确诊肺动脉高压的金标准,但由于属有创检查,临床上应用超声心动图根据三尖瓣或肺动脉瓣反流速度估测肺动脉收缩压,其与右心导管术所测肺动脉收缩压具有良好的相关性<sup>[8]</sup>。但并非所有患者均能检测出三尖瓣或肺动脉瓣反流,此时寻找其他无创检测肺动脉压力的新方法具有非常重要的临床意义。本研究将组织多普勒所测得右心室各参数与肺动脉收缩压作相关性分析,发现右心室 Sm、Em、Am、ICT、ET 与肺动脉收缩压无明显相关性,而右心室 IRT 与肺动脉收缩压呈良好的正相关( $r = 0.78, P < 0.01$ ),这一结果和国内外的研究结果<sup>[9-10]</sup>一致。严萍萍等<sup>[10]</sup>研究发现,当患者没有明显三尖瓣反流时,可将右心室 IRT 是否超过 60 ms 作为判断有无肺动脉高压的指标。本研究也显示,先天性心脏病并肺动脉高压组患儿右心室 IRT[(64 ± 34) ms]较正常对照组儿童[(37 ± 11) ms]及先天性心脏病无肺动脉高压组患儿[(38 ± 15) ms]显著延长,提示右心室 IRT 可作为评估无明显三尖瓣或肺动脉瓣反流儿童肺动脉高压的指标。

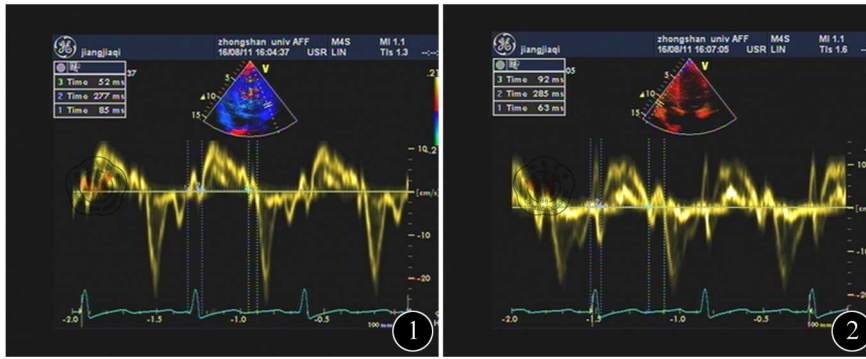


图1 TDI: 左心室侧壁二尖瓣环附着处运动速度频谱图 图2 TDI: 右心室侧壁三尖瓣环附着处运动速度频谱图

组织多普勒成像技术的局限性在于对图像质量要求较高,受角度和取样容积位置影响较大,而且不同操作者得出的结果可能有差距,在准确性和客观性方面不如斑点追踪成像和速度向量成像技术<sup>[11]</sup>,但其优势在于操作相对简单,耗时短,不需特定软件,特别适合儿童和需床边监测的危重症患儿,便于临床推广。

鉴于本研究病例数所限,肺动脉高压患儿未能按轻、中、重度进一步分组分析心功能的变化,下一步还需探讨不同的肺动脉高压组对心肌功能影响的差别以及 IRT 预测肺动脉高压程度等更为细化的研究,进一步取得判断疾病严重程度、指导制订治疗方案及提示预后的肺动脉高压的预测指标。

综上所述,超声组织多普勒成像技术用于判断肺动脉高压及评价儿童先天性心脏病并肺动脉高压患者左右心室功能具有较好的临床应用价值。

### 参 考 文 献

[1] GalieN, Hoepfer MM, Humbert M, et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. *Eur Heart J*, 2009, 30:2493-2537.

[2] Swaminathan S, Ferrer PL, Wolff GS, et al. Usefulness of tissue Doppler echocardiography for evaluating ventricular function in children without disease. *Am J Cardiol*, 2003, 91:570-574.

[3] Formmelt PC, Ballweg JA, Whitstone BN, et al. Usefulness of Doppler

tissue imaging analysis of tricuspid annular motion for determination of right ventricular function in normal infants and children. *Am J Cardiol*, 2002, 89:610-613.

[4] Tei C. New non-invasive index for combined systolic and diastolic ventricular function. *J Cardiol*, 1995, 26:135-136.

[5] 王立刚, 陈礼平, 王颖. 多普勒 Tei 指数对右心功能的研究进展. *浙江实用医学*, 2009, 14:76-78.

[6] Su HM, Lin TH, Voon WC, et al. Correlation of Tei index obtained from tissue Doppler echocardiography with invasive measurements of left ventricular performance. *Echocardiography*, 2007, 24:252-257.

[7] Lumens J, Delhaas T, Kim B, et al. Three-wall segment (TriSeg) model describing mechanics and hemodynamics of ventricular interaction. *Ann Biomed Eng*, 2009, 37:2234-2255.

[8] Lindqvist P, Söderberg S, Gonzalez MC, et al. Echocardiography based estimation of pulmonary vascular resistance in patients with pulmonary hypertension; a simultaneous Doppler echocardiography and cardiac catheterization study. *Eur J Echocardiogr*, 2011, 12:961-966.

[9] Bréchet N, Gambotti L, Lafitte S, et al. Usefulness of right ventricular isovolumic relaxation time in predicting systolic pulmonary artery pressure. *Eur J Echocardiogr*, 2008, 9:547-554.

[10] 严萍萍, 孙彬, 叶子颖, 等. 组织多普勒成像对慢性肺动脉高压患者右心室功能的评价. *中国实用内科杂志*, 2008, 28:52-54.

[11] Artis NJ, Oxborough DL, Williams G, et al. Two-dimensional strain imaging: a new echocardiographic advance with research and clinical applications. *Int J Cardiol*, 2008, 123:240-248.

(收稿日期:2011-12-15)

(本文编辑:张岚)