

## • 临床论著 •

# 速度向量成像技术评价妊娠期高血压综合征对胎儿左心室功能影响的研究

谢彩丽 姜志荣 陈涛涛

**【摘要】** 目的 探讨速度向量成像技术(VVI)评价妊娠期高血压综合征对胎儿左心室功能影响的临床价值。方法 采集并存储65例妊娠期高血压综合征胎儿和65例正常对照组胎儿的动态标准四腔心切面图像,利用VVI软件测量左心室心肌长轴方向运动指标。结果 与对照组相比,24<sup>+</sup>周后妊娠期高血压综合征组收缩期峰值应变(S)、应变率(SRs)和舒张期应变率(SRd)均明显减低( $P<0.05$ ),28<sup>+</sup>周后妊娠期高血压综合征组收缩期峰值速度(Vs)、舒张期峰值速度(Vd)均明显减低( $P<0.05$ )。妊娠期高血压综合征组Vs、Vd均随孕周的增加而增大( $P<0.05$ ),而S、SRs和SRd随孕周增加差异无明显变化( $P>0.05$ )。结论 妊娠期高血压综合征胎儿心功能在孕期已发生改变;VVI技术可敏感地检测出其左心室功能的变化。

**【关键词】** 高血压,妊娠性; 胎儿; 心室功能,左; 速度向量成像技术

**Evaluation of fetal left ventricular function in pregnancy-induced hypertension syndrome by velocity vector imaging** Xie Caili, Jiang Zhirong, Chen Taotao. Department of Special Diagnosis of Qingdao Women and Children Hospital, Qingdao 266000, China  
Corresponding author: Jiang Zhirong, Email: jiangzhirong2@163.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the clinical value of velocity vector imaging(VVI) in assessment of fetal cardiac function of pregnancy-induced hypertension syndrome. **Methods** The study included 65 fetuses of pregnancy-induced hypertension syndrome, and 65 fetuses of normal pregnancy. Digital dynamic four-chamber images were collected, then the left ventricular longitudinal indexes were measured. **Results** Compared with the control group, the systolic maximum rate(S), systolic maximum strain rate(SRs), and diastolic maximum strain rate(SRd) in left ventricle of fetuses with pregnancy-induced hypertension syndrome after 24<sup>+</sup> week and systolic maximum velocity(Vs) and diastolic maximum velocity(Vd) after 28<sup>+</sup> week were obviously lower than the corresponding parameters of normal fetuses( $P<0.05$ ). **Conclusion** The ventricular function of fetal left heart of pregnancy-induced hypertension syndrome was damaged. VVI is a sensitive technique to reflect the variation of fetal left ventricular function.

**【Key words】** Hypertension, pregnancy-induced; Fetus; Ventricular function, left; Velocity vector imaging

妊娠期高血压综合征是发生于妊娠20周后,孕妇表现为高血压、蛋白尿和水肿,严重时出现孕妇抽搐、昏迷,甚至孕妇和胎儿死亡的一种妊娠期特有疾病,发病率达7%~12%,母体高血压对胎儿的生长发育尤其对心血管系统的功能有重要的影响,因此,妊娠期高血压综合征胎儿心功能的研究对于指导临床治疗方案选择具有非常重要的意义。

心室壁运动速度是判断心室功能的最好指标<sup>[1-2]</sup>,

心肌应变或应变率的变化直接反映心肌的局部功能<sup>[3]</sup>。本研究应用速度向量成像(velocity vector imaging, VVI)技术测量妊娠期高血压综合征胎儿左心室不同节段心肌在长轴方向运动速度、应变及应变率的变化,探讨VVI技术定量分析妊娠期高血压综合征胎儿左心功能的临床价值,以期为更好地进行妊娠期胎儿的监测及预后评估提供依据。

## 资料与方法

### 一、研究对象

选取2011年1月至2012年5月我院确诊的65例妊娠期高血压综合征孕妇为妊娠期高血压综合征

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-0785.2014.07.015

作者单位:266000 山东省,青岛市妇女儿童医院特检科(谢彩丽、陈涛涛);青岛大学医学院附属医院特检科(姜志荣)

通讯作者:姜志荣, Email: jiangzhirong2@163.com

组和65例正常孕妇为对照组。妊娠期高血压综合征孕妇的选择范围为：妊娠20周后首次出现血压 $\geq 140/90$  mmHg而 $< 160/110$  mmHg，间隔6 h、至少2次，蛋白尿(-)或(+)。妊娠期高血压综合征组孕妇年龄24~41岁，平均(29.4 $\pm$ 3.5)岁，胎龄24<sup>+0</sup>~39<sup>+6</sup>孕周，平均(30.4 $\pm$ 3.2)孕周。据胎龄均分为4组：1组，24<sup>+0</sup>~27<sup>+6</sup>周，17例；2组，28<sup>+0</sup>~31<sup>+6</sup>周，16例；3组，32<sup>+0</sup>~35<sup>+6</sup>周，20例；4组，36<sup>+0</sup>~40<sup>+1</sup>周，12例。

对照组孕妇年龄23~39岁，平均(28.9 $\pm$ 3.1)岁，胎龄24<sup>+0</sup>~39<sup>+6</sup>孕周，平均(30.1 $\pm$ 2.9)孕周。据胎龄均分为4组：1组，24<sup>+0</sup>~27<sup>+6</sup>周，17例；2组，28<sup>+0</sup>~31<sup>+6</sup>周，16例；3组，32<sup>+0</sup>~35<sup>+6</sup>周，20例；4组，36<sup>+0</sup>~40<sup>+1</sup>周，12例。对照组孕妇均身体健康，无高血压、糖尿病、心肝肾等慢性疾病，无先天性心脏病生育史及家族史。

所有胎儿均为单胎，并排除胎儿超声检查发现的明显心血管畸形、心律不齐及脐动脉血流异常者。

## 二、仪器与方法

应用Siemens2000超声成像仪(Siemens公司，德国)，探头频率3~8 MHz，配有VVI分析软件。孕妇取仰卧位，纵行扫查胎儿脊柱，在脊柱长轴相当于胎儿心脏水平，探头旋转90°，横切胎儿胸部，获得胎儿标准心尖四腔观，常规超声心动图测量各腔室内径及二尖瓣口舒张早期血流峰值速度(E)、舒张晚期血流峰值速度(A)，并根据Teichholtz公式计算左心室容积和左心室射血分数。然后于图像清晰时储存3 600 ms的动态二维图像。

用工作站中的VVI软件分析数据。首先根据M型超声确定胎儿心动周期，设参照物于心尖，在一帧舒张末期的图像上以室间隔左心室面的基底段为起点手动勾画左心室内膜下心肌，VVI软件自动跟踪分析，得到心肌6节段的运动速度曲线(图1A)、应变(图1B)及应变率曲线(图1C)。分别测量6节段收缩期和舒张期峰值运动速度(Vs、Vd)、收缩期峰值应变(S)、收缩期和舒张期峰值应变率(SRs、SRd)。每个参数均取连续三个心动周期的平均值。

## 三、统计学分析

采用SPSS 17.0统计软件，计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示，多组计量资料间的统计学差异用方差分析比较；配对计量资料间的统计学差别用配对t检验； $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 结 果

1. 一般临床资料比较：与对照组比较，妊娠期高血压综合征组孕妇收缩压、舒张压均明显增高，两组间差异有统计学意义( $P < 0.01$ )。见表1。

2. 常规超声心动图测值比较：妊娠期高血压综合征组胎儿与对照组胎儿常规超声心动图测值比较，各项指标间差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表2。

3. 妊娠期高血压综合征组和对照组胎儿左心室心肌VVI测值比较：经统计学分析，妊娠期高血压综合征组和对照组胎儿左心室侧壁和室间隔左心室面Vs及Vd均随孕周的增加逐渐增加( $P < 0.05$ )，而S、SRs和SRd随孕周增加差异无明显变化( $P > 0.05$ )。

28<sup>+0</sup>周后妊娠期高血压综合征组胎儿左心室侧壁和室间隔左心室面Vs及Vd均较对照组明显降低( $P < 0.05$ )。24<sup>+0</sup>周后妊娠期高血压综合征组左心室侧壁和室间隔左心室面S、SRs及SRd均低于相应孕周对照组( $P < 0.05$ )。见表3，4。

## 讨 论

胎儿位于母体宫内，胎位多变，胎儿心脏小且心率快，加之胎儿特殊的心血管结构(卵圆孔和动脉导管的存在)，使胎儿心功能的正确评价较为复杂。目前，应用于评价妊娠期高血压综合征胎儿的心功能参数如射血分数、短轴缩短率、Tei指数等，在测定时其准确性均受到某些因素的影响。射血分数及短轴缩短率的正确测定易受胎方位、胎心率、前后负荷等的影响；测Tei指数时应用的组织多普勒技术易受角度依赖。而VVI技术基于像素追踪、边界追踪等多种技术，是一种定量测量左心室心肌长轴方向运动的新技术，它直接从原始的二维图像中

表1 妊娠期高血压综合征组和对照组一般临床资料比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	年龄(岁)	孕周(周)	体重(kg)	收缩压(mmHg)	舒张压(mmHg)
对照组	65	28.9 $\pm$ 3.1	29.4 $\pm$ 3.2	66.4 $\pm$ 3.4	129.32 $\pm$ 5.60	86.00 $\pm$ 7.50
妊娠期高血压综合征组	65	29.4 $\pm$ 3.3	30.1 $\pm$ 2.9	64.7 $\pm$ 5.5	150.54 $\pm$ 4.70 <sup>a</sup>	102.46 $\pm$ 6.80 <sup>a</sup>

注：与对照组比较，<sup>a</sup> $P < 0.01$

表2 常规超声心动图测值比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	左心室内径(mm)	左心房内径(mm)	E峰(cm/s)	E/A	LVEF(%)
对照组	65	12.48±0.64	11.79±0.53	35.6±6.8	0.67±0.08	0.68±0.05
妊娠期高血压综合征组	65	12.35±0.26	11.68±0.47	36.1±7.5	0.69±0.10	0.69±0.04

表3 妊娠期高血压综合征组与对照组左心室侧壁VVI测值比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

孕周	组别	例数	Vs(cm/s)	Vd(cm/s)	S(%)	SRs(s <sup>-1</sup> )	SRd(s <sup>-1</sup> )
24 <sup>+0</sup> ~27 <sup>+6</sup>	对照组	17	0.77±0.39	-0.85±0.35	-15.68±6.7	-1.73±0.24	1.26±0.26
	妊娠期高血压综合征组	17	0.75±0.36	-0.79±0.35	-13.46±1.65 <sup>a</sup>	-0.93±0.09 <sup>a</sup>	1.03±0.13 <sup>a</sup>
28 <sup>+0</sup> ~31 <sup>+6</sup>	对照组	16	0.91±0.44 <sup>b</sup>	-1.01±0.46 <sup>b</sup>	-16.88±1.18	-1.65±0.17	1.59±0.17
	妊娠期高血压综合征组	16	0.84±0.42 <sup>ab</sup>	-0.93±0.47 <sup>ab</sup>	-13.62±1.19 <sup>a</sup>	-1.00±0.16 <sup>a</sup>	0.98±0.13 <sup>a</sup>
32 <sup>+0</sup> ~35 <sup>+6</sup>	对照组	20	1.24±0.47 <sup>b</sup>	-1.29±0.51 <sup>b</sup>	-17.06±1.24	-1.95±0.28	1.76±0.26
	妊娠期高血压综合征组	20	1.13±0.42 <sup>ab</sup>	-1.12±0.43 <sup>ab</sup>	-13.39±1.7 <sup>a</sup>	-0.99±0.24 <sup>a</sup>	0.96±0.13 <sup>a</sup>
36 <sup>+0</sup> ~40 <sup>+6</sup>	对照组	12	1.45±0.42 <sup>b</sup>	-1.47±0.46 <sup>b</sup>	-16.35±1.24	-1.84±0.19	1.53±0.15
	妊娠期高血压综合征组	12	1.28±0.31 <sup>ab</sup>	-1.24±0.47 <sup>ab</sup>	-13.48±1.31 <sup>a</sup>	-1.03±0.21 <sup>a</sup>	1.02±0.11 <sup>a</sup>

注: 同一孕周内与对照组比较, <sup>a</sup> $P<0.05$ ; 同一组内与前一孕周比较, <sup>b</sup> $P<0.05$

表4 妊娠期高血压综合征组与对照组室间隔左心室面VVI测值比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

孕周	组别	例数	Vs(cm/s)	Vd(cm/s)	S(%)	SRs(s <sup>-1</sup> )	SRd(s <sup>-1</sup> )
24 <sup>+0</sup> ~27 <sup>+6</sup>	对照组	17	0.76±0.39	-0.85±0.37	-15.51±0.26	-1.73±0.08	1.42±0.17
	妊娠期高血压综合征组	17	0.73±0.37	-0.82±0.33	-12.96±1.46 <sup>a</sup>	-1.11±0.14 <sup>a</sup>	1.01±0.10 <sup>a</sup>
28 <sup>+0</sup> ~31 <sup>+6</sup>	对照组	16	0.93±0.42 <sup>b</sup>	-0.95±0.35 <sup>b</sup>	-16.51±0.19	-1.68±0.19	1.56±0.20
	妊娠期高血压综合征组	16	0.84±0.41 <sup>ab</sup>	-0.84±0.32 <sup>ab</sup>	-13.34±1.46 <sup>a</sup>	-0.94±0.15 <sup>a</sup>	0.96±0.17 <sup>a</sup>
32 <sup>+0</sup> ~35 <sup>+6</sup>	对照组	20	1.33±0.52 <sup>b</sup>	-1.27±0.53 <sup>b</sup>	-16.77±1.34	-1.90±0.32	1.76±0.25
	妊娠期高血压综合征组	20	1.18±0.42 <sup>ab</sup>	-1.09±0.42 <sup>ab</sup>	-13.21±1.83 <sup>a</sup>	-0.95±0.18 <sup>a</sup>	0.93±0.15 <sup>a</sup>
36 <sup>+0</sup> ~40 <sup>+1</sup>	对照组	12	1.50±0.39 <sup>b</sup>	-1.49±0.31 <sup>b</sup>	-15.42±1.47	-1.82±0.12	1.74±0.31
	妊娠期高血压综合征组	12	1.35±0.27 <sup>ab</sup>	-1.29±0.24 <sup>ab</sup>	-13.52±2.01 <sup>a</sup>	-1.04±0.15 <sup>a</sup>	0.98±0.13 <sup>a</sup>

注: 同一孕周内与对照组比较, <sup>a</sup> $P<0.05$ ; 同一组内与前一孕周比较, <sup>b</sup> $P<0.05$

获取心肌运动信息, 采用斑点追踪技术检测心肌力学参数, 因此不受声束角度依赖、心脏旋转及相邻心肌节段运动等的影响<sup>[4]</sup>, 可较为准确、定量地判断心肌功能的变化。并且该技术的优势已经在成人冠心病、高血压, 与心肌病研究中得到了证实<sup>[5-6]</sup>。

本研究中, 妊娠期高血压综合征组和对照组胎儿左心室侧壁和室间隔左心室面Vs及Vd的增大, 均与孕周呈正相关。妊娠期间, 胎儿心肌细胞数量随孕周的增加不断增加, 胎儿心脏体积亦不断增大, 心脏在长轴方向上的整体移动幅度亦增加<sup>[7]</sup>, 当胎儿心动周期不变时, 心室收缩期和舒张期的瞬时移动增加, 即峰值速度随孕周增加而增加。本研究中两组胎儿左心室侧壁和室间隔左心室面应变和应变率不随孕周增加而变化, 这与Zeel等<sup>[8]</sup>的研究结果一致, 说明妊娠期间虽然胎儿心脏体积不断增大, 但胎儿左心室心肌的变形能力并未发生相应改变, 说明胎儿心脏功能在孕中期时已基本发育成熟。

本研究还发现28<sup>+0</sup>周后妊娠期高血压综合征组Vs及Vd均较相应正常组降低( $P<0.05$ )。提示母体高血压对胎儿心脏的收缩和舒张功能都有损害。这与国内外多位学者应用多普勒超声研究妊娠期

高血压综合征胎儿心室功能变化结果一致<sup>[9]</sup>。妊娠期高血压综合征患者全身小动脉痉挛, 子宫胎盘灌注量减少, 严重影响胎儿对氧和营养物质的摄取, 使胎儿心肌细胞能量代谢受到障碍。同时, 胎儿缺氧时, 对其自身血管收缩和舒张功能的调节, 也可导致心脏后负荷增加, 导致胎儿心功能的减低<sup>[10]</sup>, 以上因素最终使胎儿心脏收缩和舒张功能减退, 表现为心肌运动速度、应变和应变率不同程度的减低。

本研究进一步发现, 妊娠期高血压综合征组左心室心肌S、SRs和SRd自24<sup>+0</sup>周后较对照组明显减低, 差异有统计学意义( $P<0.05$ )。本研究中妊娠期高血压综合征胎儿心肌细胞形变能力和顺应性的减低, 反映了心肌收缩和舒张功能的受损, 进一步提示了心肌应变和应变率指标较心肌速度指标能更早期地判断妊娠期高血压综合征胎儿心肌力学方面的改变。

另外, 在常规超声心动图检查中, 与对照组比较, 二尖瓣血流E/A值、LVEF值的差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。可见, 采用常规超声心动图检测指标并不能敏感地反映胎儿左心室功能的微小变化, 同时也说明心肌运动速度、应变及应变率等指

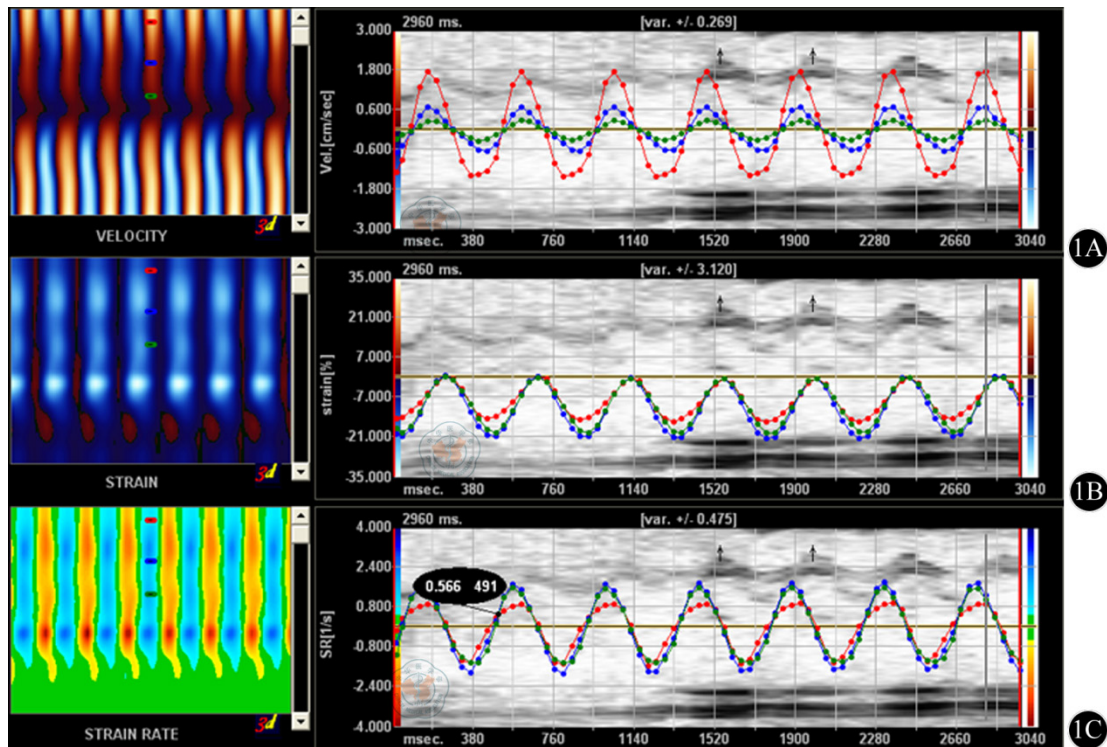


图1 28孕周妊高征胎儿室间隔左心室面各节段VVI曲线图。1A: 速度曲线图; 1B: 应变曲线图; 1C: 应变率曲线图

标与常规超声心动图检测指标相比,能更敏感、更有效地检测出妊娠期高血压综合征胎儿左心室功能的改变。

综合上述,妊娠期母体高血压影响胎儿心脏功能,VVI技术可精确地检测出妊娠期高血压综合征胎儿左心室功能的变化,为临床及时评估胎儿的宫内状况提供了可靠依据,同时也提示临床及时采取有效措施以防止妊娠期高血压综合征的进展及胎儿心功能的进一步损害。特别是研究时只需存储胎儿动态标准四腔心切面,明显缩短了胎儿受照射时间,对胎儿更具安全性。因此VVI技术在定量判断妊娠期高血压综合征胎儿心功能方面的优势,为临床有效地评估妊娠期高血压综合征胎儿心功能开辟了新的途径。

参 考 文 献

[1] Garcia MJ, Rodriguez L, Ares M, et al. Myocardial wall velocity assessment by pulsed Doppler tissue imaging: characteristic findings in normal subjects[J]. Am Heart J, 1996, 132(3): 648-656.  
 [2] Yu CM, Lin H, Ha PC, et al. Assessment of left and right ventricular systolic and diastolic synchronicity in normal subjects by tissue Doppler echocardiography and the effects of age and heart rate[J].

Echocardiography, 2003, 20(1): 19-27.

[3] Yip G, Abraham T, Belohlavek M, et al. Clinical applications of strain rate imaging[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2003, 16(12): 1334-1342.  
 [4] Charlotte BI, Hans T. Automated Analysis of Strain Rate and Strain: Feasibility and Clinical Implications[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2005, 18(5): 411-418.  
 [5] 郑娟, 姜志荣, 杨丽玲, 等. 速度向量成像对冠心病患者左心室扭转特征的评价[J]. 临床超声医学杂志, 2010, 12(9): 597-600.  
 [6] 王晓艳, 周启昌, 蒲大容, 等. 速度向量成像技术评价妊娠期糖尿病胎儿左室心肌节段功能的探讨[J]. 中华超声影像学杂志, 2011, 20(1): 44-48.  
 [7] Maki kallio K, Vuolteenao O, Jouppola P, et al. Association of severe placental insufficiency and systemic venous pressure rise in the fetus with increased neonatal troponin T levels[J]. Am J Obstet Gynecol, 2000, 183(3): 726-731.  
 [8] Zeel P, Amirarm N, Sagui G, et al. Assessment of fetal myocardial performance using myocardial deformation analysis[J]. Am J Cardiol, 2007, 99(7): 993-996.  
 [9] 陈莞春, 段学蕴, 郑穗瑾, 等. Tei指数估测妊娠晚期妊高征胎儿心室功能的研究[J]. 临床超声医学杂志, 2008, 10(6): 389-390.  
 [10] 谭宜, 周启昌, 王小艳, 等. Tei指数在胎儿心功能评价中的应用[J]. 中国医学影像技术, 2005, 21(4): 592-594.

(收稿日期: 2013-12-25)

(本文编辑: 张岚)