

Evaluation of fetal cardiac function in the first and second trimester by Tei index

HUANG Jing-jing¹, GUI Yong-hao^{1*}, CHANG Cai², SUN Li³

(1. Cardiovascular Center, Children's Hospital of Fudan University, Shanghai 200032, China;

2. Imaging Diagnostic Center, Cancer Hospital of Fudan University, Shanghai 200032, China;

3. Department of Ultrasonography, Obstetric and Gynecology Hospital of Fudan University, Shanghai 200011, China)

[Abstract] **Objective** To measure Tei index of fetal heart in the first and early second trimester and its changes with gestation and assess its clinical value. **Methods** One hundred and sixty-five normal fetuses of 7~15 weeks gestation were scanned by transvaginal (≤ 12 weeks) or transabdominal (> 12 weeks) ultrasound. The blood flow waveforms of the left ventricular outlet and inlet of every fetuses were imaged by pulse Doppler. The left ventricular isovolumic contraction time (ICT), isovolumic relaxation time (IRT) and ejection time (ET) were measured, then the Tei index was calculated by using the formula Tei index, and its changes with gestation age were analyzed. **Results** In the first trimester, Tei index decreased with gestation age and the most prominent was in 9 weeks gestation when the blood flow waveform became bi-wave (a' wave appeared). In the second trimester, the changes of Tei index seemed to have no relation with gestation age. **Conclusion** The fetal combined systolic and diastolic ventricular function is improved with gestation age in the first trimester and appeared little change in the second trimester. Tei index is quickly and easily obtained and reliable. It's a perfect index for assessing fetal cardiac function in the first and early second trimester.

[Key words] Ultrasonography, prenatal; Fetal heart; Tei index

Tei 指数对妊娠早中期胎儿心室功能的评估

黄晶晶¹,桂永浩^{1*},常才²,孙莉³

(1. 复旦大学附属儿科医院心血管中心, 上海 200032; 2. 复旦大学附属肿瘤医院影像诊断中心, 上海 200032;

3. 复旦大学附属妇产科医院 B 超室, 上海 200011)

[摘要] 目的 测量妊娠早中期胚胎/胎儿心脏的 Tei 指数, 观察与胎龄的关系, 初步评估其临床应用价值。方法 胎龄为 7~15 周胚胎/胎儿 165 例, 胎龄小于 12 周的胚胎/胎儿采用阴道超声, 胎龄大于 12 周的胎儿采用阴道超声或腹部超声, 应用脉冲多普勒技术获取左室流入、流出道血流流速频谱, 分别测量等容收缩时间 (ICT)、等容舒张时间 (IRT)、射血时间 (ET), 根据公式计算 Tei 指数, 分析 Tei 指数与胎龄之间的关系。结果 妊娠早期, Tei 指数随胎龄增大而减小, 妊娠 9 周流出道流速波形变为双峰 (a 峰出现), Tei 指数明显较前缩短; 妊娠中期 Tei 指数的变化与胎龄无关。结论 妊娠早期胎儿心脏的整体功能随胎龄的增大明显改善, 妊娠中期胎儿心脏整体功能相对稳定; Tei 指数测量方法简单, 快捷、可靠, 是评价妊娠早中期胎儿心功能的理想指标。

[关键词] 超声检查, 产前; 胎儿心脏; Tei 指数

[中图分类号] R541. ; R445.1 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2007)11-1690-03

Tei 指数是一新的评估心室整体功能的指标, 自从 Tei 1995 年报道以来, 现已广泛应用于临床^[1]。随着超声心动图技术的发展, Tei 指数可应用于估测胎儿心脏的功能, 尤其是妊娠中晚期的胎儿心脏, 但有关妊娠早中期胎儿心脏功能的研究报道甚少。本研究采用脉冲多普勒血流显像技术测定妊

娠早中期胎儿左室 Tei 指数, 并分析其与胎龄的关系。

1 资料与方法

1.1 研究对象 正常孕妇胚胎/胎儿共 165 例, 胎龄为 7~15 周。孕妇年龄小于 35 周岁, 身体健康, 月经规律, 无自然流产史及不良分娩史, 无先天性心脏病家族史。胎龄以母体末次月经结合头臀长、双顶径、头围综合估测。

1.2 仪器 Medison-Kretz Voluson 530D、ATL HDI 4000 彩色超声诊断仪; 阴道探头, 探头频率 6~9 MHz; 腹部探头, 探

[作者简介] 黄晶晶(1974~),女,广西百色人,博士,主治医师。

E-mail: huangjing@ yahoo. com. cn

[通讯作者] 桂永浩,复旦大学附属儿科医院心血管中心,200032。

E-mail: yhgui@ shmu. edu. cn

[收稿日期] 2007-03-20 [修回日期] 2007-09-20

头频率 3~5 MHz, 采用二维 + 多普勒超声探测, 多普勒取样容积 1~2.5 mm, 扫描速度 100~150 mm/s。

1.3 方法

1.3.1 胎龄小于 12 周的胚胎/胎儿采用阴道超声 以清洁避孕套包裹后从阴道中置入阴道探头, 用二维超声探及妊娠囊后, 寻找胚芽及胎心搏动, 放大 5 倍, 测量胚芽长度或头臀长 (CRL 单位: mm) 并与停经时间做对比, 以验证胎儿的胎龄; 在胎心上加用脉冲多普勒显示流速波形, 不断调整探头角度, 使流入、流出道流速波形同时显示后冻结图像, 测量并记录以下参数: ①等容收缩时间 (ICT): 舒张期流速频谱终点到收缩期流速频谱起始点; ②等容舒张时间 (IRT): 收缩期流速频谱终点到舒张期流速频谱起始点; ③射血时间 (ET): 收缩期流速频谱起始点到终点(图 1)。连续测 3 个心动周期, 取其平均数, 计算 Tei 指数: $Tei = (ICT + IRT)/ET$ 。

1.3.2 胎龄大于 12 周的胎儿采用阴

道超声或腹部超声 二维超声测量双顶径及头围验证胎龄; 二维超声显示心尖五腔观后将脉冲多普勒取样容积置于左室流入、流出道之间可同时显示左室流入、流出道流速, 测量 ICT、IRT、ET 并计算 Tei 指数(图 2)。

1.4 统计学分析 所有参数均以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 采用 SPSS 13.0 软件包对有关参数进行分析; 对 Tei 指数与胎龄的关系进行 Spearman 相关分析, 方差分析比较不同胎龄 Tei 指数的差异, $P < 0.01$ 为差异有显著意义。

2 结果

共取得 165 胎儿的 ICT、IRT、ET、Tei 指数(表 1)。在 Tei 指数与胎龄之间的相关分析中, 胎龄 12 周以前, Tei 指数随胎龄增大而减小($r = -0.61, P < 0.01$), 12 周以后不明显($r = -0.138, P = 0.312$), 12 周后各组间无差异($P > 0.05$) (图 3)。

对不同胎龄的 Tei 指数进行分析发现, 9 周前(含 9 周) Tei 指数为 0.55 ± 0.15 , 9 周后流出道流速波形变为双峰(a 峰出现)后, Tei 指数为 0.36 ± 0.06 , 明显较前缩短($F = 119.37, P < 0.01$)。

3 讨论

胎儿心功能异常常见于胎儿期许多疾病和合并产科合并症的孕母胎儿, 如先天性心脏病、胎儿宫内发育迟缓、妊娠合并糖尿病等。胎儿心功能异常影响胎儿健康, 严重可致死胎, 增加围产期死亡率。因此早期检测出胎儿心功能不全对临床干预和估计预后有重要意义。以往在对胎儿心功能的研究中, 常将之分为收缩功能和舒张功能且沿用评价成人或儿童的心功能的指标^[2,4]。成人或儿童常用的评估收缩功能的指标有

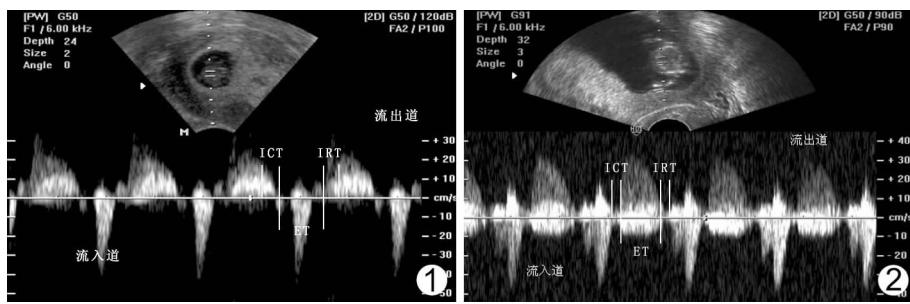


图 1 脉冲多普勒测量 8 周胚胎 Tei 指数 ICT: 等容收缩时间; IRT: 等容舒张时间; ET: 射血时间

图 2 脉冲多普勒测量 13 周胎儿 Tei 指数 ICT: 等容收缩时间; IRT: 等容舒张时间; ET: 射血时间

表 1 不同胎龄胚胎/胎儿 Tei 指数

胎龄(周)	例数	ICT (ms)	IRT (ms)	ET (ms)	Tei
7	28	50.49 ± 8.98	58.81 ± 17.37	188.73 ± 18.29	0.58 ± 0.13
8	27	44.21 ± 9.61	58.03 ± 14.55	181.16 ± 19.20	0.59 ± 0.17
9	19	33.68 ± 8.13	48.65 ± 8.76	180.10 ± 14.10	0.46 ± 0.10
10	18	28.57 ± 5.85	42.10 ± 9.16	175.64 ± 14.52	0.41 ± 0.07
11	16	29.91 ± 6.57	37.28 ± 8.53	167.50 ± 11.39	0.42 ± 0.06
12	12	19.27 ± 4.98	33.41 ± 4.38	165.45 ± 10.83	0.32 ± 0.07
13	15	22.09 ± 3.77	34.44 ± 3.00	165.16 ± 5.70	0.34 ± 0.03
14	15	20.96 ± 4.20	33.96 ± 3.75	165.31 ± 6.18	0.33 ± 0.03
15	15	20.21 ± 3.39	32.86 ± 3.61	167.14 ± 6.42	0.32 ± 0.03

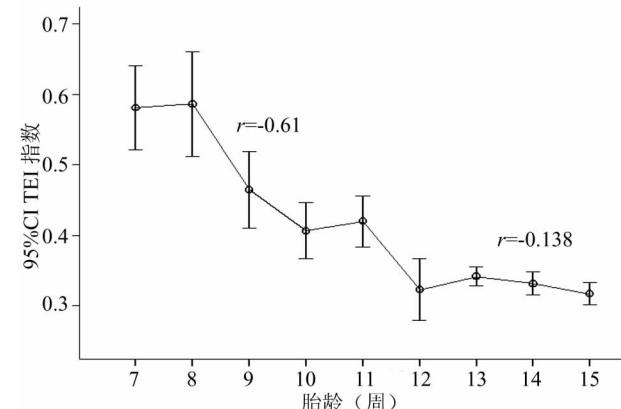


图 3 Tei 指数与胎龄的关系

射血分数(EF)、短轴缩短率(FS)等, 由于胎儿体积较小, 胎动等因素较难检测。评价胎儿心脏收缩功能指标有 ICT、ET、主动脉及肺动脉瓣口血流加速时间等, 评价胎儿心脏舒张功能指标有 IRT、流入道血流 e/a 值、下腔静脉及静脉导管血流频谱等。胎儿的心脏结构及血流动力学的动态变化使得在胎儿心功能不全中, 心脏收缩和舒张功能的异常往往同时存在且互相影响, 因此综合评价心脏的整体功能更为合理和客观。Tei 指数的计算公式为 $(ICT + IRT)/ET$, 综合考虑心脏的收缩及舒张指标, 以往的研究中已证实不受心室几何形状、心率、二维图像质量的影响, 重复性好, 是评价心室整体功能的理想指标^[5,6]。

近年来, 运用 Tei 指数研究胎儿心功能主要侧重于妊娠中晚期胎儿及妊娠合并症如糖尿病孕母胎儿心功能的研究,

建立了妊娠中晚期胎儿 Tei 指数的正常参考值^[7,8], 同时发现在糖尿病母亲胎儿中, Tei 指数的异常先于室间隔肥厚的出现^[9], 对宫内发育迟缓胎儿的研究亦发现 Tei 指数的明显异常^[10], 提示 Tei 指数是一检测心功能异常的敏感指标。目前国内未见 Tei 指数用于研究妊娠早中期胎儿心功能的报道, 可能由于此期胎儿心脏较小。某些疾病如染色体异常、先天性心脏病等往往在妊娠早中期即可出现胎儿心功能的异常, 因此研究妊娠早中期胎儿心功能的变化具有重要意义。随着超声分辨率的提高, 多普勒技术对血流信号高度敏感, 而 Tei 指数的检测不受超声二维图像质量的影响, 运用 Tei 指数检测早中期胎儿心功能的变化成为可能。我们的研究在胎龄 7 周即可用多普勒超声测得心脏流入、流出道相反的血流流速频谱, 通过测量 ICT、IRT、ET 即可计算出 Tei 指数。既往在对胎儿心功能的研究中, 若将收缩功能与舒张功能分开研究, 得出的结果是胎儿的收缩及舒张功能随胎龄的增大而改善, 而我们的研究发现在妊娠早期胎儿心脏的整体功能随胎龄的增大而改善, 尤其是妊娠第 9 周流入道流速频谱变为双峰, 舒张功能明显改善后, Tei 指数明显变小, 说明胎儿心脏整体功能的改善, 与心脏结构的发育同步。12 周后, Tei 指数达到一个相对稳定的水平, 说明妊娠中期胎儿心脏功能相对稳定, 能够负担胎儿生长发育的需要, 这与文献报道的妊娠中晚期胎儿 Tei 指数与胎龄无关相一致^[6,7]。

本研究的局限性在于由于妊娠早期胎心较小, 只能通过脉冲多普勒技术研究左室功能。因为左室的流入、流出道血流方向相反但在同一平面上而其频谱可同时显示从而直接测量计算 Tei 指数; 对右室而言, 因其流入、流出道血流方向不在同一平面上, 需分别测量, 受超声二维分辨率的影响, 目前尚不能实现。同时, 对心功能的检测, 目前尚无一定的金标准进行对照研究。

随着超声仪分辨率的提高, 多普勒技术对细小血流有较高的敏感度, 使得妊娠早期胎心血流信号的探测成为可能, 借此测量妊娠早中期胎心的 Tei 指数以估测其左室整体功能, 发现妊娠早期胎心功能随胎龄增加而明显改善, 至妊娠中期则趋于稳定, 为进一步研究妊娠早中期胎儿心功能不全打下基础; Tei 指数测量方法简单、快捷、可靠, 可重复性好, 是评价妊娠早中期胎儿心功能的理想指标。

〔参考文献〕

- [1] Tei C, Ling L H, Hodge DO, et al. New index of combined systolic and diastolic myocardial performance: a simple and reproducible measure of cardiac function – a study in normals and dilated cardiomyopathy [J]. *J Cardiology*, 1995, 26(6): 357-366.
- [2] Chang CH, Chang FM, Yu CH, et al. Systemic assessment of fetal hemodynamic by Doppler ultrasound [J]. *Ultrasound Med Biol*, 2000, 26(5): 777-785.
- [3] Harada K, Rice MJ, Shiota T, et al. Gestational age- and growth-related alteration in fetal right and left ventricular diastolic filling patterns [J]. *Am J Cardiol*, 1997, 79(2): 173-177.
- [4] Koga T, Athayde N, Trudinger B. The fetal cardiac isovolumetric contraction time in normal pregnancy and in pregnancy with placental vascular disease: the first clinical report using a new ultrasound technique [J]. *Br J Obstet Gynecol*, 2001, 108(2): 179-185.
- [5] Eiden BW, Tei C, O'Leary PW, et al. Nongeometric quantitative assessment of right and left ventricular function: myocardial performance index in normal children and patients with Ebstein's anomaly [J]. *J Am Soc Echocardiol*, 1998, 11(9): 849-856.
- [6] Fridman D, Buyon J, Kim M, et al. Fetal cardiac function assessed by Doppler myocardial performance index (Tei Index) [J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2003, 21(1): 33-36.
- [7] Eidem BW, Edwards JM, Cetta F, et al. Quantitative assessment of fetal ventricular function: establishing normal values of the myocardial performance index in the fetus [J]. *Echocardiography*, 2001, 18(1): 9-13.
- [8] Zhao BW, Pan M, Tang FG, et al. Quantitative estimation of normal fetal combined systolic and diastolic ventricular function using Tei index [J]. *Chin J Ultrasonogr*, 2004, 13(3): 165-169.
- 赵博文, 潘美, 汤富刚, 等. Tei 指数综合评估正常胎儿心室功能的定量研究 [J]. 中华超声影像学杂志, 2004, 13(3): 165-169.
- [9] Lu YP, Deng YB, Liu YN, et al. Myocardial performance index in evaluating fetal cardiac function in gestational diabetes mellitus by tissue Doppler imaging [J]. *Chin J Med Imaging Technol*, 2005, 21(11): 1735-1737.
- 陆永萍, 邓又斌, 刘娅妮, 等. 组织多普勒技术评价妊娠期糖尿病胎儿心脏作功指数 [J]. 中国医学影像技术, 2005, 21(11): 1735-1737.
- [10] Niewiadomska-Jarosik K, Lipecka-Kidawska E, Kowalska-Koprek U, et al. Assessment of cardiac function in fetuses with intrauterine growth retardation using the Tei Index [J]. *Med Wieku Rozwoj*, 2005, 9(2): 153-160.