

胎儿 Mod-MPI 自动测量法评估正常胎儿左心室功能的纵向研究

王颖芳 陈佩文* 陈欣林 赵胜 李建华 王丹 孙盼盼

(湖北省妇幼保健院 超声科,湖北 武汉 430070)

【摘要】目的 建立正常胎儿左心改良心肌做功指数(modified myocardial performance index, Mod-MPI, Mod-MPI)自动测量法的正常参考值范围,以及各相关参数与孕周的关系。**方法** 选择2017年1月至2019年1月在湖北省妇幼保健院定期检查并分娩的正常孕妇进行前瞻性纵向研究,于孕11~13⁺₆周、20~24周、28~32周、孕36~40周行胎儿超声检查,并于中晚孕期通过手动法及自动法获得胎儿Mod-MPI、等容收缩时间(isovolumic contraction time, ICT)、等容舒张时间(isovolumic relaxation time, IRT)、射血时间(ejection time, ET),记录并分析数据。**结果** 197名孕妇经筛选后入组,分析数据:①自动测量系统和传统手动法获得的Mod-MPI差异无统计学意义($P>0.05$);②20~24周、28~32周、孕36~40周3个孕期,Mod-MPI由0.48增加到0.53,ICT、IRT也随孕周而增加,ET则随孕期的增加而减小。**结论** Mod-MPI自动测量法操作简便,便于临床推广及应用,应用Mod-MPI自动测量系统建立左心功能正常参考值范围,为宫内评价高危胎儿心功能,选择分娩时机提供理论依据。

【关键词】 心功能指数; 胎儿; 纵向研究

【中图分类号】 R445.1 **【文献标识码】** A

Longitudinal study of fetal left modified myocardial performance index measured by auto Mod-MPI system

Wang Yingfang, Chen Peiwen*, Chen Xinlin, Zhao Sheng, Li Jianhua, Wang Dan, Sun Panpan
Department of Ultrasonography, Hubei Maternal and Child Health Hospital, Wuhan 430070, Hubei, China

* Corresponding author; Chen Peiwen, E-mail: 191287662@qq.com

【Abstract】 Objective To establish normal reference ranges for the fetal left modified myocardial performance index (Mod-MPI) measured by the Auto Mod-MPI system and to evaluate the relationship between the parameters and gestational weeks. **Methods** A prospective longitudinal study was conducted among normal pregnant women who were regularly examined and delivered in Hubei Maternal and Child Health Hospital from January 2017 to January 2019. Ultrasonography was performed at 11-13.6 weeks, 20-24 weeks, 28-32 weeks and 36-40 weeks of pregnancy. Mod-MPI, isovolemic systolic time (ICT), isovolumic relaxation time (IRT) and ejection time (ET) were obtained manually and automatically during the second and third trimesters of pregnancy. Then record and analyze the data. **Results** 197 pregnant women were screened and enrolled in the group. Analytical data show that: ① There was no significant difference in Mod-MPI obtained by automatic measurement system and traditional manual method ($P>0.05$). ② Mod-MPI increased from 0.48 to 0.53 during the three gestational periods of 20~24 weeks, 28~32 weeks and 36~40 weeks. ICT and IRT also increased with gestational age, while ET decreased.

DOI: 10.13470/j.cnki.cjpd.2021.04.005

基金项目:湖北省卫生计生委联合项目基金(WJ2018H0141);湖北省卫健委重点基金项目(WJ2017Z019);湖北省卫健委创新团队项目(WJ2018H0132)

* 通信作者:陈佩文, E-mail: 191287662@qq.com

Conclusions Mod-MPI automatic measurement method is easy to operate and easy to be popularized and applied in clinic. Auto Mod-MPI system was used to establish the normal reference ranges of the fetal left modified myocardial performance index. To provide theoretical basis for intrauterine evaluation of cardiac function of high-risk fetuses and selection of delivery time.

【Key words】 Myocardial performance index; Fetal; Longitudinal study

胎儿心功能不全是高危妊娠胎儿宫内死亡的主要原因之一,因此准确评估胎儿心脏功能,对于早期诊断、及早干预、制定临床诊疗计划有着重要的指导意义。改良心脏做功指数(modified myocardial performance index, Mod-MPI)是一种评估胎儿心脏功能的测量方法,已应用于多个复杂妊娠的相关研究,如子痫前期、宫内生长受限、双胎输血综合征^[1,3]。然而,由于 Mod-MPI 缺乏标准化的测量方法,其与孕周的关系尚不统一,正常参考值存在较大差异,因此在临床应用上存在较大的局限性。

近年,由三星公司研发的 Mod-MPI 自动测量系统,这是一种自动测量胎儿 Mod-MPI 的新技术,具有良好的重复性,步骤简单。本研究,通过对不同孕周胎儿心功能指数传统手动法与自动法比较,验证新技术的可行性,并建立胎儿 Mod-MPI 中晚孕的正常参考值范围,为临床评价胎儿心功能提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象 选择 2017 年 1 月至 2019 年 1 月在湖北省妇幼保健院定期检查并分娩的正常单胎胎儿进行前瞻性纵向研究。纳入标准:①孕早期超声检查证实胎龄准确的单胎胎儿;②胎儿生长正常,估计体重在第十百分位至第九十分位之间;③孕妇无慢性病史和复杂妊娠合并症史。排除标准为:①有结构畸形或染色体异常的胎儿;②胎儿宫内生长受限、孕妇伴有先兆子痫、妊娠期或妊娠前期糖尿病等妊娠合并症;③双胎及多胎妊娠;④分娩后,新生儿出生体重低于正常值第十百分位或高于正常值第九十分位。

筛选后实际纳入研究的病例 197 例,年龄 22~35 岁,平均(27.8±2.7)岁,于孕 11~13⁺6 周、孕 20~24 周、28~32 周、孕 36~40 周进行系统的超声检

查。孕周根据末次月经计算,并经第一次或第二次超声证实或校正。纳入研究前所有孕妇均被告知相关事项并签署知情同意书。

1.2 仪器与方法

1.2.1 仪器 采用三星 WS80A 彩色多普勒超声诊断仪,腹部探头 CA1-7A,频率 2~6MHz。

1.2.2 方法 由参加过产前超声规范化培训的高年资医生常规测量并记录胎儿双顶径、头围、腹围、股骨长等生长指标,以及脐动脉、静脉导管、大脑中动脉等胎儿血流参数,观察胎儿各系统结构。测量胎儿左心室 MPI 的方法:切换至胎儿心脏条件下,扫查心尖五腔观切面,并放大图像,将多普勒超声取样容积置于二尖瓣前叶与主动脉之间的升主动脉侧壁处同时清晰获得二尖瓣口及左心室流出道。频谱多普勒条件下^[4]:①取样容积为 3~4mm;②尽可能选择最快的多普勒扫描速度;③声速与血流方向夹角<15°;④多普勒增益效果的设置尽可能低,WMF 范围在 200~400 Hz 之间;⑤设置为图像在上,频谱在下的方式,尽可能显示主动脉瓣和二尖瓣打开和关闭时刻的频谱。

传统手动测量方法:描计前一心动周期 A 峰结束至主动脉射血期开始的时间间隔,为等容收缩时间(isovolumic contraction time, ICT);主动脉射血期开始至结束的时间间隔,为射血时间(ejection time, ET);主动脉射血期结束至下一心动周期 E 峰开始的时间间隔,为等容舒张时间(isovolumic relaxation time, IRT)。点击确定,由机器自带公式获得心肌做功指数(myocardial performance index, MPI)值:MPI=(ICT+IRT)/ET。自动法测量方法:在获得清晰的二尖瓣和主动脉瓣频谱后,操作者将光标放在主动脉频谱峰值处,并点击确定键,系统会自动把卡尺放置在每个节点,计算出 ICT、IRT、ET、MPI。手动法和自动法各测量 2 次,取平均值

进行研究分析。

1.2.3 随访 胎儿出生后随访妊娠结局及母儿情况,新生儿体重、Apgar 评分等。

1.3 统计学方法 统计学处理采用 SPSS 19.0 软件包,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。传统手动法与自动法测量胎儿左心室 Mod-MPI 测值的比较采用配对 t 检验,以 $P < 0.05$ 为差别有显著性意义。

2 结果

2.1 传统手动测量法和自动测量法对不同孕周胎儿左室 MPI 测量结果比较 在本研究的 197 例胎儿中,各孕周手动法及自动法测量的 Mod-MPI 值比较,差异均无明显统计学意义($P > 0.05$)(表 1)。

表 1 各孕周自动法及手动法 Mod-MPI 比较

孕周(周)	自动法 Mod-MPI	手动法 Mod-MPI	P
20~24 ⁺	0.48±0.08	0.48±0.07	>0.05
28~32	0.49±0.06	0.49±0.06	>0.05
36~40	0.53±0.07	0.52±0.07	>0.05

注: $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2.2 各孕周左心室自动 Mod-MPI 及相关参数的正常值及随孕周的变化规律 通过对 197 例胎儿自动法 Mod-MPI 数据进行统计分析,正常值范围见表 2,Mod-MPI 值随孕期的增大由 0.48 增加到 0.53,ICT、IRT 也随孕周而增加,但 ET 则随孕期的增加和减小(图 1)。

表 2 各孕周自动法 Mod-MPI 及相关参数比较

孕周(周)	均值	标准差	95%置信区间	
			下限	上限
MPI				
20—24	0.48	0.08	0.47	0.49
28~32	0.49	0.06	0.49	0.50
36~40	0.53	0.07	0.52	0.54
ICT				
20—24	36.57	6.73	35.63	37.52
28~32	37.93	6.95	36.96	38.91
36~40	38.06	7.07	37.07	39.05
IRT				
20—24	43.73	5.88	42.90	44.55
28~32	44.64	6.43	43.74	45.55
36~40	46.90	7.14	45.90	47.90
ET				
20—24	169.04	12.27	167.31	170.76
28~32	167.38	11.84	165.72	169.04
36~40	162.42	13.27	160.56	164.29

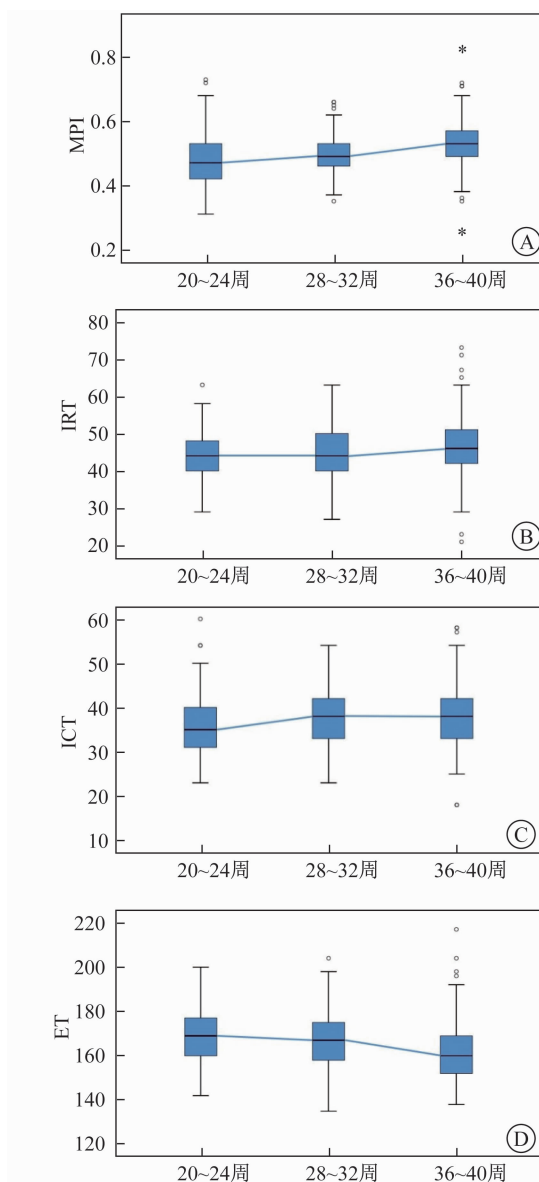


图 1 各孕周自动 Mod-MPI 变化趋势图

3 讨论

3.1 胎儿心功能的评价 对胎儿心功能的评估可以早期发现心功能异常,是决定高危妊娠胎儿预后的重要因素,现已越来越多的应用于临床辅助决策。虽然评估心脏功能的方法众多,然而要在产前无创有效的评价胎儿心功能仍有诸多因素限制,如:胎儿心脏体积较小,细微结构显示欠清晰;胎儿心率较快、胎动及孕妇腹壁声窗的影响,较难取得标准化的图像。同时,胎儿期心脏在很多方面不同于成人,如:胎儿存在卵圆孔、动脉导管、脐动脉、脐静脉、静脉导管等结构,来保证胎儿与母体之间正常的血液

及营养物质交换;卵圆孔、动脉导管的存在,使得胎儿心脏收缩和舒张功能之间的相互影响较大;胎儿各器官随着妊娠的进展不断成熟,胎儿心功能也处于一个动态变化的过程。因此,胎儿心功能的评估较成人更困难、更复杂,常规用于评价成人及儿童心功能的方法,较难准确有效的评估胎儿心功能。

MPI是由Tei等^[5]首次提出可以综合评估心脏收缩和舒张功能的超声指标,因此最初也称为Tei指数,公式为 $MPI=(ICT+IRT)/ET$,IRT是反应心脏舒张功能的指标,ICT、ET是反应心脏收缩功能的指标,MPI能整体评价心脏功能,不依赖于心室形态的变化,不受心率影响,对于早期评价心功能异常有着重要的意义。早期,Tei指数在胎儿心脏的评估,是在心尖四腔心及五腔心切面下,得到两种波形,在不同心动周期下,分步测量,也称为分步测量法。2005年由Hernandez-Andrade等^[4]引入了改良MPI,即Mod-MPI,单多普勒波测量MPI,取样容积放置于二尖瓣前叶与主动脉瓣之间的升主动脉侧壁处,使用主动脉瓣和二尖瓣的开启和关闭点作为测量不同时间段的标志,可在1个心动周期内记录等容收缩期和等容舒张期以及射血时间,也称为联合法。尽管联合法简化了测量方法,消除了胎儿不同心动周期两种波形间的差异对测量结果的影响。但后期的研究发现,手动测量Mod-MPI仍有一些不足,如①由于没有建立标准化的测量方法,在多普勒波形上手动放置测量游标,可能会因操作员的的不同而引起内部差异;②手动测量Mod-MPI由于时间间隔是以毫秒为单位计算的,卡尺位置的微小变化即可能会导致测量结果显著差异。

近年,推出的自动测量系统是对传统手动测量Mod-MPI的进一步优化,机器自动选择时间节点,实现内部测量,有严格的测量标准,降低了人为主观因素的影响,与传统手动测量相比,Mod-MPI自动测量系统具有更高的重复性。Welsh等人对自动测量系统的重复性进行的研究,印证了这一点^[6]。

3.2 应用Mod-MPI自动测量系统建立参考值范围 本研究对传统手动法和自动法测量Mod-MPI的结果进行比较,显示其结果虽有差异,但无明显统计学意义,说明自动测量法作为新开展的检查手段,评估心功能具有可行性,且自动法步骤简化,时间短,对操作者专业依赖度小,便于临床应用及推广,这与之前的相关文献报道相符^[7]。

同时,本研究对同一孕妇组,不同孕期进行纵向研究,得出Mod-MPI的参考值范围,以及Mod-MPI和各相关参数随孕周的变化规律。虽然之前的报道有关于应用传统手动法测量Mod-MPI正常值的研究,但不同研究中心之间,得出的正常值差异较大,范围较广(0.35~0.60),随孕周的变化规律不统一,一些作者报道Mod-MPI在整个孕期几乎恒定,另一部分研究报道Mod-MPI在孕期逐步增加或减小^[8~10]。可能是由于不同研究中心之间仪器不同、测量群体不同、方法不统一。这些因素均限制了手动法Mod-MPI在临床的应用。本研究结果与国内外同样使用自动测量系统的研究结果基本一致^[7,11],并且本研究是对同一孕妇组,不同孕期的纵向研究及比较,减小了不同研究对象之间的差异。研究结果发现Mod-MPI随孕期的增大而增大。其病理生理学基础可能是妊娠期间胎儿心肌和胎盘的不断成熟以及激素水平的变化^[12]。ICT、IRT也随孕周而增加,但ET则随孕期的增加和减小。研究发现,在妊娠晚期Mod-MPI的升高,主要是由IRT增加和ET减少引起的。可能是由于IRI是代表胎儿舒张功能的指标,胎儿心脏逐步成熟心室壁顺应性逐渐增加,表现出较高的舒张能力,以及随着孕周的增加E/A波形的E波占比逐渐增加。因此,心脏舒张功能得到改善,射血时间减少^[13]。

3.3 MPI潜在临床应用前景 近年来,MPI已广泛用于在胎儿及妊娠合并症的评估和研究。Andres等^[2]的研究表明在胎儿生长受限的早期,脐动脉舒张末期血流仍然存在时,MPI的测值已经发生变化。同样,在双胎输血综合征中的研究发现在Quinter I期有40%的受血儿MPI值有增高^[3]。妊娠合并早发型重度子痫前期的研究发现,其胎儿MPI值有明显增加^[1]。对贫血胎儿的研究发现随着贫血的加重,左室MPI逐渐降低^[14]。妊娠期糖尿病并血糖控制不良的胎儿,左、右心室MPI指数均显著高于正常胎儿^[15]。同时在先天性心脏病胎儿的研究中也发现,其MPI值较正常胎儿有显著差异^[16,17]。因此,应用Mod-MPI自动测量系统建立各孕期参考值范围,为进一步对高危胎儿进行评估和对比提供依据,这也是我们今后进一步的研究方向。

3.4 本研究局限性 从生理上看,胎儿心脏为右侧优势,右心MPI可更直接地反映胎儿心功能,在某些病理条件下,如双胎输血综合征的受血儿,右心

MPI 可能比左心 MPI 值的变化出现得更早^[3]。然而,本研究选择了胎儿左心自动 Mod-MPI 而不是右心,主要由于胎儿左心 Mod-MPI 更容易获得,迄今得到更广泛的研究。而右心切面不能同时显示流入道和流出道,右心 MPI 的测量需要在 2 个不同的切面和不同的心脏周期,这必将引入了其他可能的变量。期望在今后的研究中,可以探寻到最佳的右心 MPI 测量方法。

4 总结

本研究为国内首次应用自动测量 Mod-MPI 系统建立左侧 Mod-MPI 中晚孕期的参考值范围的纵向研究,得出了各参数随孕周的变化规律。随着 MPI 在围产保健和高危妊娠管理过程中的应用,正常值的确立有利于多指标、综合评估胎儿心脏功能,为宫内早期诊断心功能异常、临床治疗、早期干预、选择合适的分娩时机提供理论依据,对减少围产儿死亡率、畸形发病率,提高新生儿的健康水平有着重要意义。

参 考 文 献

- [1] BHORAT IE, BAGRATEE JS, REDDY T. Assessment of fetal myocardial performance in severe early onset pre-eclampsia (EO-PET) with and without intrauterine growth restriction across deteriorating stages of placental vascular resistance and links to adverse outcomes[J]. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2017,210:325-333.
- [2] ANDRESBS, MATTHIASS, ROGELIOCM, et al. Changes in central and peripheral circulation in intrauterine growth-restricted fetuses at different stages of umbilical artery flow deterioration; new fetal cardiac and brain parameters[J]. *Gynecol Obstet Invest*, 2011,71(4):274-280.
- [3] STIRNEMANN JJ, MOUGEOT M, PROULXF, et al. Profiling fetal cardiac function in twin-twin transfusion syndrome[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2010,35(1): 19-27.
- [4] HERNANDEZ-ANDRADE E, CRISPIF, BENACIDES-SERRALDEJA, et al. Contribution of the myocardial performance index and aortic isthmus blood flow index to predicting mortality in preterm growth-restricted fetuses[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2009,34(4):430-436.
- [5] TEIC, LINGLH, HODGEDO, 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.
- [6] WELSH AW, MAHESHWARI P, WANG J, et al. Evaluation of an automated fetal myocardial performance index[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2016, 48(4): 496-503.
- [7] 张小田,吴青青,姚苓,等.心脏做功指数自动测量技术在高危妊娠异常胎儿心功能监测方面的应用研究[J]. *中华医学超声杂志*, 2016,13(4):311-315.
- [8] LUEWAN S, TONGPRASERT F, SRISUPUNDIT K, et al. Reference ranges of myocardial performance index from 12 to 40 weeks of gestation[J]. *Arch Gynecol Obstet*, 2014,290(5):859-865.
- [9] BHORAT I, BAGRATEE J, REDDY T. Gestational age-adjusted trends and reference intervals of the Modified Myocardial Performance Index (Mod-MPI) and its components, with its interpretation in the context of established cardiac physiological principles [J]. *Prenat Diagn*, 2014,34(11):1031-1036.
- [10] GHAWI H, GENDI S, MALLULA K, et al. Fetal left and right ventricle myocardial performance index: defining normal values for the second and third trimesters—single tertiary center experience[J]. *Pediatr Cardiol*, 2013, 34(8): 1808-1815.
- [11] LEE MY, WONHS, PARKJE, et al. Fetal left modified myocardial performance index measured by the Auto Mod-MPI system; development of reference values and application to recipients of twin-to-twin transfusion syndrome[J]. *Prenat Diagn*, 2016,36(5):424-431.
- [12] BURRELL JH, BOYN AM, KUMARASAMY V, et al. Growth and maturation of cardiac myocytes in fetal sheep in the second half of gestation[J]. *Anat Rec A*, 2003, 274(2): 952-961.
- [13] HERNANDEZ-ANDRADE E, FIGUEROA-DIESEL H, KOTTMANC, et al. Gestational-age-adjusted reference values for the modified myocardial performance index for evaluation of fetal left cardiac function[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2007, 29(3):321-325.
- [14] ASSUNCAO RA, LIAO AW, BRIZOTM, et al. Myocardial performance index in fetal anemia[J]. *Prenat Diagn*, 2015, 35(2):192-196.
- [15] 李国栋,尹佳园,高树雨,等. Tei 指数对妊娠糖尿病孕妇胎儿心脏功能评估的价值[J]. *海南医学院学报*, 2016,22(17): 62-64.
- [16] SZWASTA, TIANZY, MCCANNM, et al. Right ventricular performance in the fetus with hypoplastic left heart syndrome [J]. *Ann Thorac Surg*, 2009, 87(4):1214-1219.
- [17] KADOY, INAMURAN, KAYATANIF, et al. Left and right ventricular function in fetal tetralogy of fallot with absent pulmonary valve[J]. *Am J Perinatol*, 2005,22(4):199-204.

(收稿日期:2021-08-06)

编辑:宋文颖