

超声心动图评价胎儿心脏功能研究进展

庞慧燕 姜志荣

1989年在泰国曼谷召开了第三届世界小儿心脏病及胎儿心脏病会议,从此对胎儿心脏病的研究掀开了新的篇章。超声心动图在诊断胎儿心脏病方面发挥了不可替代的作用,它不仅能发现胎儿心脏畸形^[1],而且能评价胎儿的心脏功能。胎儿心功能不全不是高危妊娠胎儿宫内死亡的重要原因之一,准确评估胎儿心脏功能对于早期作出正确临床诊断,确定产前的护理方案,及时采取有目的性的保护及治疗措施均有很大帮助。因此,应用超声心动图在妊娠期对胎儿心脏功能进行准确评估,不仅能指导临床治疗决策,而且对优生优育也具有重要意义。

一、胎儿时期心脏特殊性

胎儿期心脏在很多方面不同于成人,首先,在解剖结构上:(1)胎儿期体循环、肺循环两大循环不能截然分开。其表现为下腔静脉血一部分由卵圆孔经右心房入左心房,而肺动脉又将大部分血由动脉导管分流入降主动脉,最终流入右心房。正是由于卵圆孔及动脉导管的存在,胎儿心脏收缩和舒张功能之间的相互影响较大,使胎儿心功能的评价比成人更为复杂。(2)胎儿的肺脏处于压缩状态,肺血管的阻力很高。(3)右心室壁厚度大于左心室,右心的发育也较左心快,内径与左心相比占优势。(4)整个心动周期内肺动脉压始终高于主动脉压,右心室后负荷始终大于左心室,右心室做功较左心室多,呈右心优势。(5)随着妊娠的进展,胎儿各器官系统不断发育成熟,心室顺应性及外周阻力发生改变,胎儿心脏功能亦处于一个动态变化过程之中。

二、胎儿心脏功能评价方法

20世纪80年代中期,Huhta等开始利用二维超声心动图配合M型超声,通过描记心脏不同部位时间活动曲线来评估胎儿心脏功能,这种方法取得了显著的临床效果。此后20多年来,国内外研究者通过不懈努力,寻求到了更多评价胎儿心脏功能的方法。这些方法主要包括M型超声、二维超声、彩色及频谱多普勒超声对室壁运动及瓣口血流的测定等,由于这些技术的原理、方法不同,其临床应用的价值及局限性亦有较大差别。

(一)胎儿心室收缩功能评价

目前测定胎儿心室收缩功能的方法有:计算左、右心室每搏输出量(SV)和每分输出量(CO);测定心脏指数(CI);计算心室射血分数(EF)或缩短分数(Fs);测定测定主动脉、肺动脉峰值流速等。

1. SV和CO的测定:SV和CO是评价胎儿心室收缩功能的较为客观和准确的流量指标。郑春华等^[2]应用多普勒超声对胎儿心脏收缩功能进行研究,他们随机选择32例孕16~42周的胎儿,在胎儿心脏四腔心切面,测定左、右心室舒张期与收缩期面积、周长并计算其差值。用多普勒超声测定左、右心室的SV、CO,将左、右心室舒张期与收缩期面积之差、周长之差与SV、CO进行相关分析。结果发现两者密切相关,并随胎龄的增长而增加,说明胎儿通过增加心室的大小来增加心输出量以适应生长发育的需要。

2. CI的测定:耿丹明等^[3]用胎儿CI来评价胎儿心脏收缩功能,他们采用容易成像的左右心室流出道切面来测量胎儿的CO,用公式计算 $CI(\text{ml}/\text{kg}) = \text{CCO}/W$ 。其中,CCO代表左右心联合输出量;W代表胎儿体重。结果显示:胎儿体重、左右心室CO随孕周的增长而增加,与孕周呈直线相关,而右心室CO大于左心室CO,这与胎儿期右心室占优势有关。耿丹明等^[3]从对556例正常胎儿心脏测值中得出:胎儿95%CI参考值范围在 $400 \sim 600 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,且在整个妊娠期无明显变化。

3. EF和Fs测定:M型超声心动图主要用于测定EF及Fs。选择心脏长轴或四腔切面,将取样线置于腱索水平,垂直于室间隔,测量舒张末期及收缩末期心室内径,由心功能软件程序计算可得出EF及Fs。EF及Fs能反映胎儿心室整体的收缩功能。有研究表明,胎儿左、右心室EF及Fs在整个妊娠期保持相对恒定在正常范围内,左、右心室EF及Fs之间无显著性差异,这说明在胎儿期心室正常收缩功能已经形成,此时胎儿心脏已具有较健全的泵功能。利用EF及短轴缩短率了解心脏收缩功能的方法操作简单、方便易行。

4. 主动脉、肺动脉峰值流速测定:主动脉、肺动脉峰值流速是评价胎儿心脏收缩功能常用的速度指标,且较为客观和准确。心脏在收缩期射血时,应用彩色多普勒超声可在左心室流出道、大血管短轴测到主动脉瓣血流频谱、肺动脉血流频谱,所得到的二者峰值血流速度即可反应心室收缩功能。晁桂华等^[4]应用此方法研究得出:胎儿心脏主动脉瓣(AV)及肺动脉瓣(PV)峰值血流呈快速上升和快速下降的单峰型频谱,主动脉峰值血流速度稍高于肺动脉,这可能是与肺动脉横切面积大于主动脉有关;主动脉瓣及肺动脉瓣的血流峰值都随着胎龄的增加而升高,提示心室收缩功能随孕周增加而加强。

(二) 胎儿心室舒张功能评价

有研究表明,胎儿心脏舒张功能不良可能是胎儿缺氧的早期信号,因此,早期采用超声心动图评价胎儿心脏的舒张功能尤为重要。常用的胎儿心室舒张功能评价的方法有测量二、三尖瓣口 E/A 比值和组织多普勒成像(TDI)技术等。

1. 二、三尖瓣口的血流频谱:二、三尖瓣口的血流频谱是人们最初研究心室舒张功能的评价指标,并且人们普遍认为心室 E 峰和 E/A 比值是代表心室舒张功能的参数,可用来反映心脏的顺应性和前负荷状态,因此以往研究者往往通过测量二尖瓣处的血流速度来评价胎儿的心脏舒张功能^[5]。晁桂华等^[4]研究得出:二尖瓣 E、A 峰值血流速度及其比值(E/A) < 1 及三尖瓣 E、A 峰值速度及其比值(E/A) < 1,这种比值在进行性增加,A 峰的峰值流速在整个孕期没有明显变化,而 E 峰呈稳定性增加,使 E/A 比值增高但始终 < 1,提示胎儿心室肌松弛功能减低。这些表明了胎儿与成年人不同,其心室的顺应性低于成年人,心室舒张末期的充盈要依靠心房的收缩才能完成,心房的收缩对维持胎儿正常心功能起着重要作用;三尖瓣的峰值流速高于二尖瓣的峰值流速,说明胎儿时期右心占优势。然而也有学者却认为因其受到心脏负荷状态的影响,测量房室瓣口处的血流速度并不能准确评价心脏舒张功能^[6]。

2. TDI 技术:TDI 技术是超声心动图检查中反映心室舒张功能的一项新技术,近年来,它用来评价胎儿心室舒张功能逐渐被临床医师所接受。它以二维、M 型和脉冲方式实时显示局部与整体心肌运动的方向和速度,可以直接观察房室环的运动,并能直接测量心肌组织的舒张速度从而评价心室舒张功能。曹荔等^[7]通过应用此技术对 151 例正常胎儿心室功能研究得出左、右心室 E/Ea 比值分别为:7.08 ± 1.36、7.74 ± 1.58,并且认为 TDI 技术可以更精确地评价胎儿心脏的舒张功能,可以将 E/Ea 比值作为一个定量评价胎儿心室舒张功能的指标来应用。潘美等^[8]通过应用 TDI 技术对 327 例中晚期正常胎儿心功能的研究,建立正常中晚期胎儿 E/Em 的正常值范围,得出左、右心室中晚期 E/Em 比值分别为:9.06 ~ 11.06、8.89 ~ 10.43。E/Em 能够可靠地反映心脏舒张功能,是一个简单、敏感、可靠的指标。

3. 速度向量成像(VVI)技术:VVI 技术是新近发展起来的研究心肌结构力学、分析局部心功能的超声技术。这种技术不依赖多普勒原理,而是在二维成像的基础上,利用斑点追踪技术对多个节段的局部心肌进行采样,利用定量指标应变和应变率评价局部心肌功能,从而为评价胎儿心脏功能开辟了一种新方法。与 TDI 技术相比,VVI 技术不受心脏整体运动和邻近组织牵拉对室壁运动的影响,又不受声束角度、信号噪声的影响,比 TDI 技术更为准确、客观。Younosai 等^[9]通过测量心肌应变和应变率评估胎儿心脏功能表明,VVI 可以无创而安全地评价正常胎儿心脏的舒张功能,并且右心室游离壁、室间隔和左心室游离壁的所有节段的纵向舒张期速度峰值都随孕龄的增加而增大($r:0.56 \sim 0.78, P < 0.05$)。

(三) Tei 指数对胎儿心室功能综合评价

然而,胎儿心功能发生变化时,其收缩和舒张功能的相互影响比成人更为复杂,难以将收缩和舒张功能分开来评价,并且随着胎儿的生长发育,心脏收缩和舒张功能处于一个动态发展的过程,因此综合评价二者比较合理。

Tei 指数是一项检测心功能异常的敏感指标,其计算公式为:Tei = (ICT + IRT)/ET,式中 ICT、IRT 及 ET 分别为心室等容收缩时间、等容舒张时间及心室射血时间。与超声心动图评价胎儿心脏功能的其他指标相比,Tei 指数在方便性、敏感性等方面均具有优势。研究表明 Tei 指数用来评价胎儿心功能,检查时只需清晰显示二尖瓣/三尖瓣和主动脉瓣/肺动脉瓣口的血流频谱,即可快速计算出左、右心室的 Tei 指数,其结果准确性高且不受心室几何形态及心率的影响。

Tei 指数在妊娠早期即可评价胎儿心脏功能。黄晶晶等^[10]在妊娠早期对胎儿心脏的整体功能进行研究发现,胎儿心脏的整体功能随胎龄的增大而改善,舒张功能明显改善后,Tei 指数明显变小,这说明胎儿心脏整体功能的改善与心脏结构的发育同步。妊娠 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。

Tei 指数在妊娠中晚期也可用来评价胎儿心脏功能。Friedman 等^[11]在测定妊娠中晚期正常胎儿的左心室 Tei 指数时发现,妊娠 18 ~ 31 周的胎儿正常 Tei 指数为 0.53 ± 0.13,并发现 Tei 指数随孕周变化而变化,与孕周的对数相关。章鸣等^[12-14]认为,Tei 指数在 16 ~ 40 周正常胎儿中稳定性好,95% 正常参考范围为 0.445 ± 0.101,左、右心室 Tei 指数无明显差异,与胎心率、孕龄无关。但也有些学者指出,Tei 指数在评价胎儿左心功能方面准确性较高,而胎儿是右心占优势,所以 Tei 指数不能准确反应胎儿总体的心功能变化。

三、超声心动图评价胎儿心脏功能临床应用

胎儿心脏是心血管系统的最重要器官,一些妊娠期合并症、并发症如妊娠期糖尿病、妊娠期高血压综合征,过期妊娠、子痫前期等疾病状态可以引起胎儿心功能的异常。在一些胎儿自身因素如胎儿发育迟缓、心脏发育异常、胎儿心律失常、胎儿水肿等情况下,胎儿心脏功能也会受到一定的影响。早期发现心功能异常,可以指导临床及时对缺氧、休克等危急情况的发生采取必要治疗措施和评估疗效,进而选择合适的分娩时间,制定合理的分娩方案。应用超声心动图评价胎儿心脏功能为临床决策提供了重要依据。

多普勒超声心动图对于生长受限及糖尿病孕妇的胎儿心功能评价发挥很大的作用。Tsyviand 等^[15]对生长受限的胎儿研究证实,其二尖瓣处 E/A 比值较正常胎儿显著降低,表明生长受限的胎儿心脏舒张功能减低。妊娠期糖尿病的发生率为 3.5%,其胎儿心脏异常主要表现为心肌不对称性肥厚,特别是室间隔增厚,还包括右心室及左心室后壁,孕晚期更为明显。郑春华等^[16]应用多普勒超声心动图研究结果显示,糖尿病孕妇的胎儿体重、心脏相对较大,心脏收缩力增强,心输出量增加,二、三尖瓣的 E/A 明显下降,说明心室顺应性下降,与此类胎儿室间隔的明显增厚有直接关系。

张建立等^[17]通过计算心室收缩分数对于152例妊娠高血压综合征孕妇的胎儿进行研究,结果显示胎儿期左、右心室的收缩分数均明显高于对照组,提示妊娠高血压综合征胎儿的心脏收缩力增强。

Tei指数对心衰胎儿的心功能评价具有很大的应用价值。Aoki等^[18]应用TDI技术定量评估心衰胎儿的右心室收缩及舒张功能,认为Tei指数及E/Ea的增高是反映右心室功能不全的敏感的指标。

另外,Barker等^[19]应用VVI技术评价患有心脏疾病胎儿的心功能,研究发现患有心脏疾病的胎儿的心肌应变低于正常对照组。

然而,如TDI技术、VVI技术等新技术本身仍处于研究阶段,距离在临床上推广应用于产前检查,尚需进一步完善和改进。

四、局限性及展望

综上所述,胎儿超声心动图能较早地评价胎儿心脏功能,并且随着胎儿超声心动图新技术及诊断软件的不断深入发展,可以多方位、更全面地评价胎儿的心脏功能,从而指导临床治疗,这对围产期医学及优生优育具有重要意义。

同时,超声心动图检查技术与其他检查技术一样,是一个逐步完善的过程。目前此项技术亦有其局限性,主要表现在测定胎儿心功能的准确性受很多因素的影响。如:超声诊断仪器的因素;妊娠妇女体型的因素;胎儿活动,胎儿脊柱声影,羊水量的因素;检查者自身的技术和经验的因素等。

尽管胎儿超声心动图的诊断存在以上的局限性,但是我们相信,随着计算机技术的发展、超声分辨率的提高和多普勒技术的进展,胎儿超声心脏检查技术会日趋成熟,对胎儿心功能评价的研究和认识将会更加深入。胎儿超声心动图技术必将能更好服务于临床,在围产医学领域的应用前景必将更加广阔。

参 考 文 献

- [1] 张晓新,许翠平,任秀珍,等. 中晚孕期产前超声筛查胎儿畸形的临床价值[J/CD]. 中华临床医师杂志:电子版,2010,4:558-562.
- [2] 郑春华,刘豫阳,常才,等. 彩色多普勒超声对胎儿心脏收缩功能的研究. 中国医学影像技术,1997,13:110-112.
- [3] 耿丹明,王鸿,李慧忠. 556例正常胎儿“心脏指数”的多普勒超声分析. 中国医学影像学杂志,2004,12:209-210.
- [4] 晁桂华,黄飞雪,陈华业,等. 超声心动图对不同孕周胎儿内心结构及功能的研究. 医学文选,2005,24:1-3.
- [5] Harada K, Rice MJ, Shiota T, et al. Gestational age and growth related alterations in fetal right and left ventricular diastolic filling patterns. Am J Cardiol, 1997, 79:173-177.
- [6] Sagol S, Sagol O, Ozdemir N. Stereological quantification of placental villus vascularization and its relation to umbilical artery Doppler flow in intrauterine growth restriction. Prenat Diagn, 2002, 22:398-403.
- [7] 曹荔,田志云, JACK RYCHIK. 组织多普勒成像技术对正常胎儿心脏功能测定的临床应用. 实用妇产科杂志, 2007, 23:229-230.
- [8] 潘美,赵博文,杨园,等. E/Em评价中晚孕期正常胎儿心脏舒张功能的研究. 中国超声医学杂志, 2010, 26:261-264.
- [9] Younoszai AK, Saudek DE, Emery SP, et al. Evaluation of myocardial mechanics in the fetus by velocity vector imaging. J Am Soc Echocardiography, 2008, 21:470-474.
- [10] 黄晶晶,桂永浩,常才,等. Tei指数对妊娠早中期胎儿心室功能的评估. 中国医学影像技术, 2007, 23:1690-1692.
- [11] Friedman D, Buyon J, Kim M, et al. Fetal cardiac function assessed by Doppler myocardial performance index (Tei Index). Ultrasound Obstet Gynecol, 2003, 21:33-36.
- [12] 章鸣,周启昌,彭清海,等. 组织多普勒成像评价正常胎儿左、右心室Tei指数的研究. 中国超声医学杂志, 2005, 21:136-138.
- [13] 谭宜,周启昌,王小艳,等. Tei指数在胎儿心功能评价中的应用. 中国医学影像技术, 2005, 21:592-594.
- [14] 章鸣,周启昌,彭清海,等. 组织多普勒成像对正常胎儿房室环运动的研究. 中国医学影像技术, 2003, 19:1300-1302.
- [15] Tsyviand P, Malkin K, Artemieva O, et al. Assessment of left ventricular filling in normally grown fetuses, growth-restricted fetuses and fetuses of diabetic mothers. Ultrasound Obstet Gynecol, 1998, 12:33-38.
- [16] 郑春华,刘豫阳,常才,等. 应用多普勒超声心动图测定糖尿病孕妇胎儿心功能的研究. 中华妇产科杂志, 1998, 33:658-660.
- [17] 张建立,倪秋杰,王国芳. 超声诊断妊娠高血压综合征孕妇的胎儿心脏功能变化及意义. 中国超声诊断杂志, 2002, 3:129-130.
- [18] Aoki M, Harada K, Ogawa M, et al. Quantitative Assessment of Right Ventricular Function Using Doppler Tissue Imaging in Fetuses with and without Heart Failure. Am Soc Echocardiography, 2004, 17:28-35.
- [19] Barker PC, Houle H, Li JS, et al. Global longitudinal cardiac strain and strain rate for assessment of fetal cardiac function: novel experience with velocity vector imaging. Echocardiography, 2009, 26:28-36.

(收稿日期:2011-01-25)

(本文编辑:吴莹)

庞慧燕,姜志荣. 超声心动图评价胎儿心脏功能研究进展[J/CD]. 中华临床医师杂志:电子版,2011,5(7):2036-2038.