

STIC 技术在胎儿心脏检查中的临床应用

肖保军

(北京市大兴区人民医院超声科,北京 102600)

【摘要】 时间-空间相关成像技术(spatio-temporal image correlation, STIC)是胎心临床评估的一个新进展,这个功能提供了一个简单的方法来获取胎心的四维图像和数据。检查者可通过平移旋转获取复杂诊断所需要的所有标准切面,该成像技术近年来逐步应用于胎儿心脏疾病的筛查和诊断。其临床优势在于能较准确地检出产前胎儿心脏的异常结构,在筛查先天性心脏病和心血管畸形等方面的特异性高。目前 STIC 技术在胎儿心脏疾病筛查和诊断中的临床应用价值,已逐步得到国内外临床医生的认可。本文拟对国内外有关 STIC 技术应用于胎儿心脏检查中的临床研究进行综述。

【关键词】 时间-空间相关成像技术;超声;胎儿心脏

【中图分类号】 R445.1 **【文献标识码】** A

1 引言

资料表明,先天性心脏病的发病率为 7%~8%^[1,2]。先心病位居新生儿致死性疾病的首位^[3],胎儿心脏的病变可能合并多种畸形的发生。因胎儿的心脏结构细小,血流动力学较为复杂,加之在母体子宫内的情况多变、复杂,存在诸如羊水量少、胎位不正、胎儿肢体(脊柱、肋骨)等遮挡的干扰因素,所以做一个完整的胎儿超声心动图要求医生具备全面的胎心筛查经验和扫描技巧,这使得年轻医生的学习周期变长^[4,5]。现实局面是即使在很多三级医院也没有完全普及胎儿超声心动图检查,先心病在孕期的检出率并不如人意,从而导致新生儿的预后也不理想。STIC 技术的研发旨在创建一个容易且实用的筛查工具,有利于在常规产科超声检查中发现胎儿的心脏畸形。在一些研究中证实,即使在胎儿位置不佳的情况下,STIC 技术依然可以减少扫查者对手法和经验的依赖,获取整个胎儿心脏的容积数据,提供胎儿心脏的形态结构以及大动脉之间关系的综合性评估。不仅拥有 2D 图像所获知的感兴趣区域,更提供了毗邻的所有结构信息。即使患者已离开,存储获得的图像数据也可以在任意时间进

行优化、分析。此外,数据也可以进行远程传输和会诊。

2 STIC 成像技术的应用背景

在 STIC 技术应用于临床之前,临床上常规采用的是二维超声、彩色多普勒或频谱多普勒等技术,用来筛查和诊断胎心疾病。数据显示^[6,7],90%以上胎儿心脏的异常情况系通过二维超声或彩色多普勒等检测手段发现的。但传统超声检查存在一些实际应用的不足,一是 2D 图像观察胎心存在一定的困难,例如在胎儿很活跃或胎儿肢体有移动时,需重新调整扫描的切面;二是传统超声成像不全面,无法完成非标准切面的扫描,或无法毫无遗漏地获得心脏结构的全部信息。传统二维超声的不足在于可能造成重复性检查,甚至出现漏诊^[28]。

对于早孕期或中孕期胎儿心脏筛查,为更好地观察胎儿心脏的结构,在权衡分辨率和穿透率情况下,尽可能使用频率较高的探头。STIC 的诞生,使得超声检查仪具备了更先进的波束形成器、探头和更高的频率,提高了图像的信噪比,增加了对早孕或孕中期胎儿心脏的分辨率^[8,9],对血流监测更敏感^[10]。即使对于大体重或腹壁厚的孕妇,也可在其早孕期获得与中孕期同等品质的图像^[11-13]。

3 STIC 成像技术概述

传统二维超声不能进行虚拟再扫描,特别是对于条件不好的胎儿,没有经验的医生很难快速获得诊断所需要的切面,而四维超声心动图则可以获得任意的心脏切面,同时,对于有经验的医生,可以进一步增加复杂性先心病的诊断信心。高帧频(高时间分辨率)是胎儿超声心动图的必要条件,然而传统的四维超声很难达到像二维超声那样高的帧频。基于这种状况,门控和重建技术—时间空间相关成像是采集胎儿心脏容积数据非常可行的方法。由于胎儿心电图采集非常困难,因此,STIC 技术是历史上首次不需要外围设备,门控采集数据的超声心动图技术。

STIC 成像是高帧频采集,容积探头的电子阵列自动进行单向容积数据的采集,单帧二维图像的帧频可达 150 帧/秒。一个容积数据包含约 1500 幅二维图像,为后续的处理奠定了充足的信息基础。STIC 技术获取胎儿心脏容积数据需要以下 4 个步骤^[15,27-29]:第一步,自动快速扫描以获取胎心的全容积数据;第二步,系统根据胎心的房室壁收缩峰出现时间(点)及各点的时间间隔计算出胎心率;第三步,系统自动根据胎心收缩峰的时相图再重新组合图像,以形成一个心动周期的四维容积数据;第四步,检查医生根据获得的数据再经平移、旋转等方式来获得诊断所需的所有标准切面。经 STIC 检查可使胎心在时间上和空间上的信息数据同步,并且各个切面的数据均可任意调节,呈现出一个心动周期中任何时像的胎心的切面图像。

STIC 数据的临床优势(STIC Clinical Benefits):①STIC 容积数据是自动采集的,操作者只要保持探头稳定;②采集过程中,可保持较高的二维和彩色帧频,具有非常好的时间分辨率和空间分辨率;③自动运算胎儿心率;④原始数据采集,可进行在线和离线的进一步分析;⑤丰富的信息资源,提供任意切面的及立体的图像;⑥可静态,也可动态显示;⑦减少操作者对机器的依赖;⑧缩短对胎儿的检查时间;⑨成像模式丰富,可充分利用三维的原理及空间效果,直观显示心脏的空间结构;⑩容积数据的传

输,可进行远程会诊。

4 STIC 成像技术筛查先心病的临床研究

早孕期的产前诊断可获得更高的先心病的检出率^[4,16-17,20]。Carvalho 等研究认为,应用 STIC 技术对妊娠早期胎儿的心脏解剖结构进行检查是可行的。其研究结果提示,经 STIC 技术显像胎儿心脏(四腔心、大动脉等),最佳时间应在孕 13~14 周。Huggon 等研究发现,经 STIC 技术可准确显像孕 14 周的胎儿心脏,在其研究中,经 STIC 检查诊断为心脏结构正常的 204 例胎儿,娩出后得以确认;而经 STIC 检出的 28 例胎儿心脏有异常或缺陷的,其中 25 例最终被尸检结果验证,仅 3 例存在假阳性结果。也有不少学者认为,胎儿心脏疾病筛查的最佳时间段为中孕期(18~22 周)^[18-21]。有学者研究在不同体位的心脏切面上采集胎儿心脏容积数据,结果表明,经 STIC 技术筛查中孕期胎儿心脏畸形具有临床可行性,可降低胎儿心脏畸形的检查难度,尤其在心底四腔心检查时显像最佳。另有国内学者的研究结果认为,产前经 STIC 技术检查胎儿心脏畸形的最佳时间段在孕 22~28 周,其对胎儿心脏基本切面的显示率更高。周成礼等^[22]研究则发现,经 STIC 检查对中孕期胎儿的复杂性先心病的诊断准确性较高,认为 STIC 检查更易检出法洛四联症、右室双出口、完全性心内膜垫缺损等主要的复杂性先心病或心血管畸形。也有文献表明^[23],经 STIC 检查对非严重畸形胎儿则较易漏诊。

5 STIC 成像技术联合其他传统超声技术筛查先心病的临床研究

将 STIC 技术纳入胎儿心脏的早期筛查体系,有助于提高胎儿心脏畸形的诊断率和检出率^[24-29]。郭楠等利用 STIC 技术采集胎儿心脏容积数据,对 130 例正常胎儿的心脏,分别经常规 2D 超声或 STIC 检查,结果显示经两种检查方法对胎儿心脏筛查切面的显示率均达到 90.0% 以上,在诊断先心病方面 STIC 与二维超声检查的结果具有一致性($\chi^2=0.78, P>0.05$)。林光耀等比较经 STIC 技术联合 2D 超声与传统的 2D 超声对胎儿心脏筛查的

临床意义,其研究中选择了入院接受筛查的300例心脏结构正常的胎儿,以及175例高危妊娠孕妇(其胎儿疑有先天性心脏畸形)。全部受试者均经2D、或2D+STIC检查,结果发现,正常胎儿经STIC检查所耗时间明显少于传统2D检查的时间($P < 0.05$);而比较单纯2D技术,经2D+STIC的联合应用可更好地显示心脏筛查所需的十个常规切面。疑似心脏畸形的胎儿经2D联合STIC检查的诊断准确率可达95.1%,特异性高(为100%),与最终临床诊断结果的符合率可达98.8%。王丹丹等研究总共入组433例正常孕妇,孕龄为20~37周,对胎儿先行常规二维超声检查,再经STIC成像技术采集胎儿心脏容积数据,并通过离线分析得出结果(2D+STIC联合检查的结果)。将两次结果分别与产后新生儿心脏超声的诊断结果(最终临床诊断结果)进行比较,其结果显示,经2D+STIC联合检查可比较清晰地显示胎儿心脏的各结构,获得关于四腔心、左、右室流出道、三血管气管、肺、体静脉回流和主动脉弓等切面信息,其中单纯经2D检查漏诊2例室间隔缺损(ventricular septal defect, VSD)、误诊2例胎儿心脏畸形(1例正常胎儿被误诊为VSD;1例大动脉转位被误诊为右室双出口,而随后的STIC检查均对其进行了补充(检出2例VSD)或纠正(检出1例大动脉转位)。该结果提示,经2D联合STIC技术诊断胎儿心脏畸形的特异度高(100%)。吴秀明的研究发现经STIC检查可以更清晰地获取胎儿心脏共9个心切面的图像信息,与传统二维超声检查技术比较,其检出所需的时间更少($P < 0.05$),即使是经验不足的超声医师也可以获取质量好于二维超声的图像,且结果并不依赖于超声医师的经验。章鸣等研究中,同时考察了经STIC检查与二维超声或彩色多普勒血流显像技术对胎儿心脏畸形的筛查效果,该研究结果显示,用3种不同超声检查技术均可较成功地采集到胎儿心脏多切面的图像信息,其中经二维超声显像技术的切面显示率为71.3%,经彩色多普勒血流显像技术的切面显示率为74.9%,而经STIC检查的切面显示率为81.8%,经STIC检查可以更好地显示心腔内、心底冠状切面等二维超声无法观察到的信息,且疑

似心脏病的胎儿最终经引产后的尸体解剖结果得到证实,并无误诊病例。STIC检查可以更好地对胎儿心脏的容积图像进行显示、采集及分析,提供传统二维超声等检查无法获得的胎儿心脏解剖、病理特点等方面的图像信息。

综上所述,STIC技术为我们提供了完整的胎儿心脏解决方案,包括优异的二维和血流图像、先进的容积图像和丰富的后处理模式。离线状态下,利用STIC数据,通过多切面、自由解剖平面、断层超声成像等技术提取胎儿心脏筛查的标准切面,并可获取新的诊断平面,获得诊断所需的更多信息。GE公司Voluson超声仪器采用独有的分析软件SonoVCADheart,即使年轻医生也可快速获得胎儿心脏超声的标准切面。STIC的多种显像模式(反转模式、二维灰阶血流、玻璃体成像)可立体显示血管和心脏腔室的空间关系,可以作为胎儿心脏疾病筛查和诊断的首选影像学方法。

参 考 文 献

- [1] Organization WH. WHO | WHO statistical information system (WHOSIS) [J]. Rinsho Byori the Japanese Journal of Clinical Pathology, 1993, Suppl 95:114-121.
- [2] Bronshtein M, Zimmer EZ. Prenatal ultrasound examinations: for whom, by whom, what, when and how many? [J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 1997, 10:1-4.
- [3] Sklansky MS, Nelson TR, Pretorius DH. Three-dimensional fetal echocardiography: gated versus nongated techniques [J]. J Ultrasound Med, 1998, 17(7):451-457.
- [4] International Society of Ultrasound in Obstetrics & Gynecology. Cardiac screening examination of the fetus: guidelines for performing the 'basic' and 'extended basic' cardiac scan [J]. Ultrasound Obstet Gynecol 2006; 27: 107 - 113.
- [5] Gonçalves LF, Romero R, Espinoza J, et al. Four-dimensional ultrasonography of the fetal heart using color Doppler spatiotemporal image correlation [J]. J Ultrasound Med, 2004, 23(4):473-481.
- [6] Zhu M, Ashraf M, Zhang Z, et al. Real Time Three - dimensional echocardiographic evaluations of fetal left ventricular stroke volume, mass, and myocardial strain: in vitro and in vivo experimental study [J]. Echocardiography. 2015, 32 (11):1697-1706.
- [7] Wang PH, Chen GD, Lin LY. Imaging comparison of basic

- cardiac views between two- and three-dimensional ultrasound in normal fetuses in anterior spine positions[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2002, 18(1):17-23.
- [8] Huhta JC, Smallhorn JF, Macartney FJ. Two dimensional echocardiographic diagnosis of situs. [J]. *British Heart Journal*, 1982, 48(2):97-108.
- [9] Espinoza J, Kusanovic JP, Gonçalves LF, et al. A novel algorithm for comprehensive fetal echocardiography using 4-dimensional ultrasonography and tomographic imaging [J]. *J Ultrasound Med* 2006; 25:947 - 956.
- [10] Meyer-Wittkopf M, Cooper S, Vaughan J, et al. Three-dimensional (3D)echocardiographic analysis of congenital heart disease in the fetus: comparison with crosssectional (2D) fetal echocardiography[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2001, 17(6):485-492.
- [11] Pooh RK, Korai A. B-flow and B-flow spatio-temporal image correlation in visualizing fetal cardiac blood flow[J]. *Croatian Medical Journal*, 2005, 46(5):808-811.
- [12] Deane C. Extended field-of-view and B-flow ultrasound; fashion or future? [J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2000, 15(2):96-97.
- [13] Pooh RK. New application of B-flow sono-angiography in perinatology[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2000, 15(2):163-163.
- [14] Deng J, Rodeck CH. New fetal cardiac imaging techniques [J]. *Prenatal Diagnosis*, 2004, 24(13):1092-1103.
- [15] Espinoza J, Romero R, Kusanovic JP, et al. Standardized views of the fetal heart using four-dimensional sonographic and tomographic imaging [J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2008, 31(2):233-242.
- [16] Carvalho JS. Fetal heart scanning in the first trimester[J]. *PrenatDiagn*, 2004, 24(13):1060-1067.
- [17] Huggon IC, Ghi T, Cook AC, et al. Fetal cardiac abnormalities identified prior to 14 weeks' gestation [J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2002, 20(1):22-29.
- [18] Devore GR, Falkensammer P, Sklansky MS, et al. Spatio-temporal image correlation (STIC): new technology for evaluation of the fetal heart [J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2003, 22(4):380-387.
- [19] Chaoui R, Hoffmann J, Heling KS. Three-dimensional (3D) and 4D color Doppler fetal echocardiography using spatio-temporal image correlation (STIC) [J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2004, 23: 535-545.
- [20] Paladini D, Vassallo M, Sglavo G, et al. The role of spatio-temporal image correlation (STIC) with tomographic ultrasound imaging (TUI) in the sequential analysis of fetal congenital heart disease[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2006, 27(5):555-561.
- [21] 宋玲. 产前超声检查在胎儿先天性心脏畸形筛查中的价值分析[J]. *按摩与康复医学*, 2015, 13:102-103.
- [22] 周成礼. 产前超声筛查对妊娠中期胎儿复杂先天性心脏畸形的诊断价值分析[J]. *牡丹江医学院学报*, 2015, 36(6):14-16.
- [23] 查长松, 黄月红, 戚丽, 等. 胎儿先天性心脏畸形的产前超声筛查[J]. *临床超声医学杂志*, 2015, 17(3):199-202.
- [24] Falkensammer P, Brandl H. Ultrasound technology update: 4D fetal echocardiography spatio-temporal image Correlation (STIC) for fetal heart acquisition [J]. *J Ultrasound Med*, 2004, 23: 473-481.
- [25] Ahmed BI. The new 3D/4D based spatio-temporal imaging correlation (STIC) in fetal echocardiography: a promising tool for the future[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2014, 27(11):1163-1168.
- [26] 林光耀. 二维超声联合四维 STIC 成像在胎儿心脏大动脉畸形诊断的应用价值[D]. 新疆医科大学, 2015.
- [27] 王丹丹. 空间-时间相关成像技术(STIC)在诊断胎儿心脏畸形中的价值研究[D]. 中国医科大学, 2010.
- [28] 吴秀明. 二维和四维超声筛查胎儿先天性心脏病的研究[D]. 福建医科大学, 2009.
- [29] 章鸣. 时间-空间相关成像技术诊断胎儿先天性心脏病的临床研究[D]. 中南大学, 2009.

(收稿日期:2017-02-05)

编辑:宋文颖