

Tomographic ultrasound imaging for analyzing for the relative orientation of fetal heart and great arteries

LIU Tao*, WU Ying, XIONG Yi, LIU Shi-long, NI Zhi-peng
(Department of Ultrasound, the Second Affiliated Hospital of Ji'nan University,
Shenzhen People's Hospital, Shenzhen 518020, China)

[Abstract] **Objective** To assess the value of tomographic ultrasound imaging (TUI) for prenatal analysis of the relative orientation of fetal heart and great arteries. **Methods** Volume datasets acquired from 12 patients of transposition of the great arteries (TGA) and 13 normal fetal heart were evaluated offline with TUI. The aortic valves (AV) and pulmonary valves (PV) were respectively showed on the two parallel slices. According to the pivot point in the middle of the PV in one slice, the relative orientation of the AV on another slices were analyzed. **Results** In the 12 patients of TGA confirmed postnatally, 7 were concomitant with single ventricle anomaly, AV was on the anterior-right orientation of the PV in 5, and was relatively on the anterior and anterior-left orientation in other 2 of them. In the remained 5 with seeming normal 4 chamber view, AV was found on the anterior-right of the PV in 3, and was relatively on the anterior and upright orientation. in other 2 patients. In 13 normal fetuses, TUI showed that all AV located on the posterior-right orientation to the PV. **Conclusion** TUI can provide detailed spatial information of the great arteries both in normal and abnormal fetal heart. It may be a convenient and veracious tool for prenatal exploring the morphology of the great arteries.

[Key words] Tomographic ultrasound imaging; Spatio-temporal image correlation; Complete transposition of the great arteries

超声断层显像分析胎儿心脏大动脉的位置关系

刘涛*, 吴瑛, 熊奕, 刘士龙, 倪志鹏
(深圳市人民医院, 暨南大学第二附属医院超声科, 广东 深圳 518020)

[摘要] **目的** 探讨超声断层显像(TUI)技术在分析胎儿心脏大动脉位置关系中的应用价值。**方法** 采用TUI法分析胎儿心脏的容积数据,在相邻的2个层面上分别显示肺动脉瓣和主动脉瓣,利用正交点标记肺动脉瓣的位置,分析主动脉瓣的相对方位。**结果** 12例大动脉转位中,7例合并“单心室”,TUI显示其中5例主动脉瓣位于肺动脉瓣右前方,其余2例分别位于肺动脉瓣正前方和左前方;其余可显示四腔心切面的5例中,3例主动脉瓣位于右前,2例主动脉瓣分别前方合正上方。13名正常胎儿心脏,TUI均可显示主动脉瓣均位于肺动脉瓣右后方。**结论** 采用TUI法可以简便、准确地判断大动脉的位置关系。

[关键词] 超声断层显像;时空关联成像;完全型大动脉转位

[中图分类号] R714.51; R445.1 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2009)10-1845-04

大动脉位置关系异常是先天性心脏病中常见的畸形之一,常见变化是2条大动脉由正常的交叉关系转变为平行关系。三维超声在展示检查对象的空间位置关系方面具有明显优势,超声断层显像(tomographic ultrasound imaging, TUI)技术更可以将这种优势转化为简洁的连续断层图像来显示。本

研究利用时空关联成像(spatio-temporal image correlation, STIC)技术获取胎儿心脏的容积数据,通过TUI技术对其进行分析,探讨TUI技术对分析正常及异常的胎儿心脏大动脉相对位置关系的应用价值。

1 资料与方法

1.1 临床资料 2006年1月—2008年2月在我院超声科进行产前超声检查的中晚期孕妇胎儿中,二维胎儿超声心动图诊断的完全型大动脉转位共12例,胎龄18~31周,平均 (25.9 ± 3.7) 周,孕妇年龄20~36岁,平均 (27.2 ± 5.1) 岁;正常对

[基金项目] 2007年深圳市科技计划重点项目(200701001)。

[作者简介] 刘涛(1975-),男,辽宁辽阳人,硕士,主治医师。研究方向:胎儿超声心动图。

[通讯作者] 刘涛,深圳市人民医院超声科,518020。

E-mail: Jnliu06@163.com

[收稿日期] 2009-04-21 [修回日期] 2009-07-22

照组共 13 个胎儿,经产后证实胎儿心脏正常,胎龄 22 ~ 34 周,平均(25.3 ± 1.7)周,孕妇年龄 20 ~ 31 岁,平均(25.5 ± 2.8)岁。

1.2 仪器与方法 采用 GE Voluson 730 Expert 彩色多普勒超声诊断仪,具有胎儿心脏三维检查的 STIC 模式,机械式凸阵三维容积探头(RAB4-8L),探头频率 4 ~ 8 MHz。三维容积数据的采集:进行二维胎儿超声心动图检查,当得到较理想的观察切面时,启动 STIC 模式,调整取样框使之包络整个胎儿胸腔,嘱孕妇屏住呼吸后,点击 START 键,探头自动扫描,完成采集三维数据。采集时间设为 10.0 ~ 12.5 s,扫描角度为 20° ~ 40°。扫描过程中,如发现胎儿有明显活动,则中断扫描,按上述步骤重新开始。胎儿心脏非连续照射时间控制在 5 min 以内。将所采集的全部容积数据转存至离线工作站硬盘中。

采用 GE 4D Viewer 5.0 软件脱机分析。TUI 模式的默认状态下,显示层数为 9 层。以“九宫格”的形式显示,左上角是定位平面,是正交三平面模式下的 B 平面,其上有 9 条平行的标志线,分别代表 TUI 所显示的各平面在胎儿长轴方向上的相互位置关系。中心层标记为“0”,位于“九宫格”中心;中心层上下各 4 个切面,分别标记为“-4”至“-1”和“1”至“4”。首先在正交三平面模式下调整 A 平面位置,使 Z 轴平行胎儿身体脊柱,即胎儿身体长轴方向。然后切换至 TUI 模式,向上调整中心层位置至肺动脉瓣口,清晰显示肺动脉瓣后,将正交点置于肺动脉瓣口中心,再调整层距,使“1”或“-1”层显示主动脉瓣,其正交点则相当于肺动脉瓣口在此层面上的垂直投影。然后按胎儿胸腔的前、后、左、右方位,观察主动脉瓣相对于肺动脉瓣投影(即正交点)的位置(图 1)。

2 结果

12 例大动脉转位中,11 例均合并有多发心内畸形;按四腔心切面是否可见分为 2 类:一类主要合并畸形为“单心室”:共 7 例,TUI 显示其中 5 例主动脉瓣位于肺动脉瓣右前方,1 例主动脉瓣位于左前,1 例主动脉瓣位于正前;另一类均可显示大致“正常”的四腔心切面:共 5 例,TUI 显示其中主动脉瓣位于右前者 3 例(图 2),2 例主动脉瓣分别位于前方和正上方(表 1)。13 名正常对照组中,TUI 显示所有主动脉瓣均

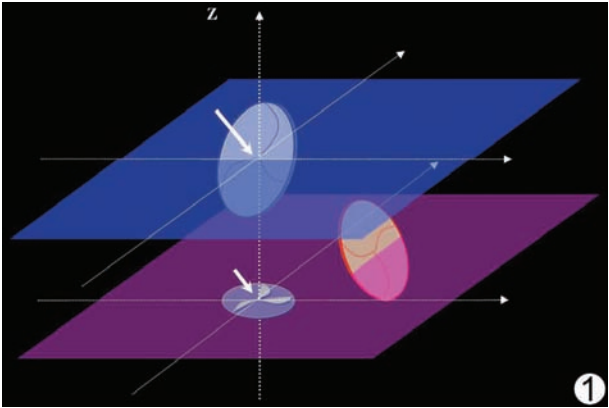


图 1 TUI 显示正常胎儿心脏大动脉相对方位的示意图 红、蓝两平面代表 TUI 法中显示主动脉瓣口和肺动脉瓣口所在位置的平面。Z 轴与胎儿脊柱平行,各平面均与其垂直,即代表胎儿身体水平切面。红、蓝瓣环分别代表主动脉瓣与肺动脉瓣。灰色瓣环代表肺动脉瓣在该平面上的垂直投影。长、短箭所指分别为该平面正交点,分别位于肺动脉瓣口及垂直投影的中心位置。由红、蓝两平面的位置关系可分析主、肺动脉瓣在胎儿身体长轴方向上的位置关系;由红环与灰环的位置关系可以分析主、肺动脉瓣的胎儿身体水平方向上的位置关系(TUI:超声断层显像)

位于肺动脉瓣的右后方。

3 讨论

在心脏的节段性分析中,心室与大动脉的连接关系是其中重要的一个环节。心房与心室连接一致、心室与大动脉连接不一致的大动脉转位占先天性心脏病的 10%,占新生儿紫绀型先天性心脏病的首位,这类患儿不经手术治疗或内科治疗 1 岁内死亡率高达 89%^[1]。胚胎学认为主动脉瓣下圆锥异常发育、肺动脉瓣下圆锥发育缺如时,主动脉瓣随着瓣下圆锥的发育而伸向前上并位于右心室前部,而肺动脉瓣下圆锥发育缺如使肺动脉瓣不能由后向前位移,进而造成大动脉位置关系异常。

不同的大血管转位类型对小儿或成人大动脉转位的血流动力学改变、合并复杂畸形的诊断都有重要意义。常规二维

超声心动图对于心室腔结构和大血管位置的判断可在一定程度上反映血流的紊乱程度和矫正程度,不仅有助于分型的诊断,也为临床手术矫正的选择和效果判断提供有益的信息^[2-3]。胎儿期也存在类似的情况,如果胎儿超声心动图的研究能够达到或接近出生后二维超声心动图的水平,则对患病胎儿的选择或治疗更有临床意义。

对于正常成人及婴幼儿,二维超声心动图胸骨旁短轴切面显示 2 条大动脉呈交叉关系,即主动脉短轴和肺

表 1 TUI 对大动脉转位时主动脉瓣的方位分析结果(n = 12)

序号	孕龄(周)	合并畸形	层距(mm)	主动脉方位
1	25	完全型心内膜垫缺损,单心室,右位主动脉弓,肺动脉瓣闭锁	2.5	右前
2	27	单心房,单心室,共同房室瓣,肺动脉瓣闭锁	3.6	右前
3	31	右位心(未定型),单心房,单心室,共同房室瓣,肺静脉畸形引流(心下型)	4.2	右前
4	25	镜像右位心,单心房,单心室,共同房室瓣	3.0	右前
5	29	左旋心,单心房,单心室,肺动脉狭窄	4.4	左前
6	30	左旋心,单心房,单心室,完全型心内膜垫缺损	3.3	右前
7	26	单心室	3.4	前
8	22	无	1.8	右前
9	18	室间隔缺损	3.1	前
10	27	室间隔缺损	2.8	右前
11	25	室间隔缺损	3.8	右前
12	24	室间隔高位缺损,肺动脉较细	3.6	正上

注:以肺动脉瓣为中心,分左右、上下四个象限说明主动脉瓣位置 (TUI:超声断层显像)

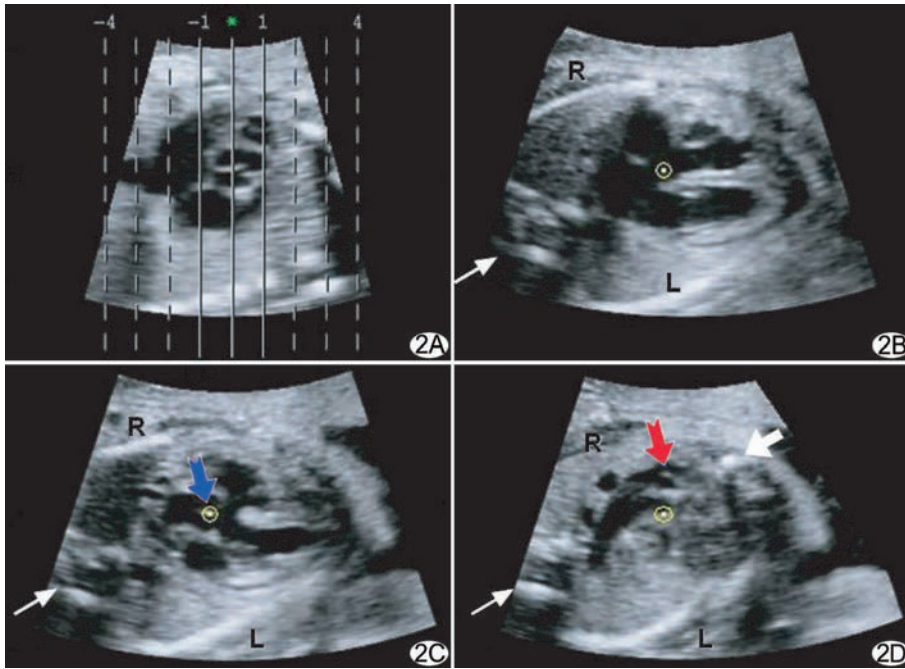


图2 完全型大动脉转位伴室间隔缺损的胎儿心脏(25周),TUI显示胎儿大动脉转位时大动脉相对方位的示意声像图 A~D依次为TUI技术所显示的定位平面、四腔心切面、左室流出道平面和右室流出道平面(其中C平面为中心层)。黄色圈点为正交点,白色细箭与粗箭所指分别为胎儿脊柱与胸骨,红色与蓝色燕尾箭所指分别为转位的动脉瓣口。在D图中黄色圈点代表了蓝箭所指瓣口在此平面上的投影位置,可见红箭所指瓣口位于其右前方(R/L分别代表胎儿的右侧与左侧;TUI:超声断层显像)

动脉长轴。当大动脉转位后,两个大动脉短轴同时显示,呈现2个环状回声,即“双环征”,但二维图像只能在单一平面上显示大动脉等复杂结构的一个径线,难以客观表达手术所必需的大血管和房室袢转位的空间方位^[4]。三维超声能够再现心脏的空间结构,可从任意角度进行观察,并进行手术模拟显示,一定程度上克服了二维超声的局限性,在先天性心脏病的诊断中得到了较多的应用^[5-6]。

然而无论二维还是三维超声,在判断大血管转位的方位时都需要以被检者自身方位为参照,这在胎儿心脏检查时有一定难度。胎儿体位多变,大血管转位情况复杂,显示胎儿心脏的短轴切面和大动脉转位的“双环征”难度较大,而且很难同时兼顾对胎儿心脏和身体的整体显示,难以进行方位判断。

STIC技术的出现使胎儿心脏筛查、胎儿心脏的节段性分析等都取得了一定进展^[7]。TUI是对STIC扫描后获得的三维容积数据进行分析的一种方法,是从胎儿心脏的三维图像中抽出8个相互平行的横断面,加上左上角矢状面定位图,将9幅图像以“九宫格”的形式在屏幕上同时展现,观察者可以直接观察到胎儿心脏从四腔心切面至三血管切面的连续变化^[8]。TUI进行离线分析过程简便,Vinals等^[9]曾将类似的方法引入胎儿完全型大动脉转位的诊断中,并认为此方法可以清晰、准确地显示胎儿心脏的特征,有助于大动脉转位诊断。

本研究注意到TUI的另一个重要特点:TUI各平面相互平行,垂直于定位平面的Z轴实际上就是各平面上X轴与Y

轴的正交点。因此,当TUI的各平面与胎儿身体长轴垂直时,各平面上正交点在胎儿身体长轴方向上的垂直投影完全重合。利用此特点,在“肺动脉瓣”层上以正交点标记肺动脉瓣的位置时,即在“主动脉瓣”层上,正交点的位置则代表了肺动脉瓣在此层面的垂直投影点,其与主动脉瓣的相对方位即为主、肺动脉瓣的水平方向的位置关系,而“主动脉瓣”层与“肺动脉瓣”层的相对上下位置即可代表主动脉瓣与肺动脉瓣的胎儿身体长轴方向上的位置关系。

理论上判断大动脉的位置变化应以半月瓣的位置为准,但胎儿超声心动图更易显示大动脉管腔的平行排列关系,初学者经常误以管腔位置来判断大动脉的方位,可能与瓣口实际位置不尽相同,造成误判^[10]。单心室中,心轴位置偏转,无正常四腔心结构,仅针对一个椭圆样的心腔结构分析大动脉方位,很易误诊。STIC与TUI的应用,在一定程度上弥补了胎儿二维超声心动图的不足。当二维超声确定大动脉走行异常时,利用本研

究的方法,将胎儿心脏置于4D-view软件所设置的虚拟三维坐标系中,胎儿的胸骨、肋骨和脊柱可以为该系统提供明确的方位参照,进而可确定主动脉瓣与肺动脉瓣的位置关系。此外,利用软件中角度和长度的测量功能,理论上可对主动脉瓣与肺动脉瓣间的距离和角度进行更精确的量化研究,但其实际操作的可行性和临床意义还有待探讨。本研究仅针对大动脉相互方位关系的判断,确认转位的大血管究竟是主动脉还是肺动脉还需结合其他方法。

综上所述,TUI法体现了三维超声能够简便、准确地判定大动脉的空间方位,又不需要复杂的离线分析操作过程,对于完善大动脉转位的诊断并认识其变化规律具有一定实用价值。

[参考文献]

- [1] Wang AB. Transposition of the great arteries. Shandong Medical Journal, 2004, 44(6): 58-59.
王安彪. 大动脉转位. 山东医药, 2004, 44(6): 58-59.
- [2] Guo YX, Zhao DX, Chen SL, et al. Study on sonographic types of transposition of the great arteries. Chinese Journal of Cardiovascular Medicine, 2002, 7(4): 287-289.
郭艳霞, 赵丹曦, 陈舜玲, 等. 大动脉转位的超声分型研究(附40例临床分析). 中国心血管杂志, 2002, 7(4): 287-289.
- [3] Liu YH, Qian YQ, Li J, et al. Analysis of hemodynamics in single ventricle patients using duplex color Doppler. Chinese J Ultrasound

Med, 2000, 16(6):443-444.

刘倚何, 钱蕴秋, 李军, 等. 单心室的彩色多普勒血流动力学分析. 中国超声医学杂志, 2000, 16(6):443-444.

- [4] Tometzki AJ, Suda K, Kohl T, et al. Accuracy of prenatal echocardiographic diagnosis and prognosis of fetuses with conotruncal anomalies. J Am Coll Cardiol, 1999, 33(6):1696-1701.

- [5] Marx GR, Sherwood MC. Three dimensional echocardiography in congenital heart disease: a continuum of unfulfilled promises? No. A presently clinically applicable technology with an important future? Yes. Pediatr Cardiol, 2002, 23(3):266-285.

- [6] Chen GZ, Sun K, Huang GY, et al. Pathological diagnosis of conotruncal defects by transthoracic three-dimensional echocardiography. Chin J Pediatr, 2005, 43(9):681-684.

陈国珍, 孙锬, 黄国英, 等. 圆锥动脉干畸形的三维超声病理形态学诊断的研究. 中华儿科杂志, 2005, 43(9):681-684.

- [7] Wu Y, Liu T, Xiong Y, et al. Application of Spatio-temporal Image

Correlation in Normal Fetal Heart Ultrasonography. Acta Academiae Medicinae Sinicae, 2008, 30(1):75-79.

吴瑛, 刘涛, 熊奕, 等. 时空关联成像技术在正常胎儿心脏超声检查中的应用. 中国医学科学院学报, 2008, 30(1):75-79.

- [8] 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. Ultrasound Obstet Gynecol, 2006, 27(5):555-561.

- [9] Vinals F, Ascenzo R, Poblete P, et al. Simple approach to prenatal diagnosis of transposition of the great arteries. Ultrasound Obstet Gynecol, 2006, 28(1):22-25.

- [10] McGahan JP, Moon-Grady AJ, Pahwa A, et al. Potential pitfalls and methods of improving in utero diagnosis of transposition of the great arteries, including the baby bird's beak image. J Ultrasound Med, 2007, 26(11):1499-1510.

《骨骼病变放射鉴别诊断学》已出版

由张雪哲、卢延教授主编的《骨骼病变放射鉴别诊断学》于 2009 年 3 月在科学出版社出版;该书共分十章,系统介绍了常见、重要的骨关节病变放射学征象。与常见的教科书纵向叙述方式不同,本书以常规 X 线检查为基础,结合 CT 和 MRI 做横向比较分析,着重于鉴别诊断要点,有助于扩展诊断思路。本书包含大量的实例图片,图文并茂、实用性强,是一本颇有价值的专业参考书。本书可供放射科医师、临床医师参考,也可供医学院校有关专业的学生阅读。

各地新华书店及医学专业店有售。定价 78.00 元。

联系人 温晓萍

电话 010-64034601, 64019031。

地址 北京市东黄城根北街 16 号 科学出版社医学中心

邮编 100717

(请在汇款附言注明您购书的书名、册数、联系电话、是否要发票等)

