

GE Healthcare

# Voluson 超声与胎儿超声心动检查

Voluson Ultrasound and Fetal Echocardiography



# 目录 (Index)

---

背景 (Background) .....	01
优异的二维图像 (2D Excellent Image) .....	02
早孕期胎儿心脏检查 (First Trimester Fetal Echocardiography) .....	05
为什么采用STIC (时间空间相关成像) 技术? Why STIC (Spatial-Temporal-Imaging-Correlation)? .....	06
STIC数据临床优势 (STIC Clinical Benefits) .....	07
STIC和多切面探查 (STIC with Multiplane) .....	08
STIC和TUI断层超声成像 (STIC with Tomography Ultrasound Imaging) .....	10
基于容积超声的计算机辅助诊断 (SonoVCAD <sub>heart</sub> ) .....	12
STIC和自由解剖成像 (STIC with OmniView) .....	13
STIC和立体渲染模式 (STIC with Render Mode) .....	14
STIC和彩色三维模式 (STIC with 3D Color Mode) .....	16
STIC和二维灰阶血流成像 (STIC with B-Flow) .....	17
STIC和心功能 (STIC and Cardiac Function) .....	21
Z-评分 (Z-Score) .....	23
四维实时超声心动图 (4D RealTime Echocardiography) .....	24
远程医疗 (Telemedicine) .....	26
小结 (Summary) .....	28
参考文献 (Reference) .....	29

---

## 背景 (Background)

1

先天性心脏病的发生率大约为7-8‰，占新生儿致死性畸形的首位。我国每年出生的先天性心脏病患儿大约15万左右，给家庭和社会带来沉重负担。先心病的产前诊断，可改善各类心脏畸形胎儿的妊娠结局。

2

欧洲的回顾分析<sup>[28]</sup>表明，早期产前诊断可获得更高的畸形检出率，而胎儿心脏检查的最佳时间为中孕期18-22周<sup>[29]</sup>。尽早的明确诊断可以更早的进行临床处置，把对孕妇的危害降到最低，降低围产期胎儿的死亡率，降低先天性心脏病患儿的出生率。在我们国家，由于各种原因，很多地方先天性心脏病检出率低或者在晚孕时才检查，这使得孕妇失去了适时检查与处置的机会。

3

由于胎儿心脏的结构细小，血流动力学复杂，心脏病变可合并其它畸形，加上胎儿宫内情况复杂(羊水量少、胎位不好、胎儿脊柱及肋骨的遮挡)，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儿筛查经验和扫描技巧，这使得年轻医生的学习周期变长，因此，即使在很多三级医院也没有普及完整的胎儿超声心动图检查。

4

胎儿心脏检查常规采用二维、彩色(CFM、PDI)、M-型及频谱多普勒等技术。对于手法熟练的专家，已经可以对各种疾病完成诊断。但二维超声也具有缺点，即在二维扫查中，对结构的任何遗漏或不恰当扫描切面(非标准切面)都将导致不能对结果进行准确地再分析，不论发生那种情况，病人都只能回来接受再次检查。



### 优异的二维图像 (2D Excellent Image)

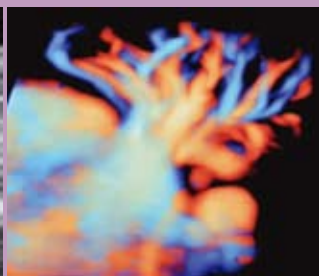
90%以上胎儿心脏的结构异常是通过二维图像和彩色发现和诊断的，所以二维的图像品质和血流的敏感性是非常重要的。由于早中孕期胎儿心脏非常小，为获得更好细微分辨率，更好地观察细小的结构，ISUOG (International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology) 心脏超声指南指出<sup>[1]</sup>，在权衡分辨率和穿透率情况下，尽可能使用频率较高的探头。

2006年，伴随着Voluson E8的诞生，新的平台和波束形成器、新的探头拥有更多的阵元、更高的频率，进一步提高了图像的信噪比及血流的敏感性。检查者可以在早孕期就获得如同中孕期检查的图像品质，即使肥胖患者仍然可以获得不错的图像。

在早孕期，我们还可以采用高频腔内探头和\*\*高频线阵探头\*\*进行胎儿心脏的检查，从而增加早孕胎儿心脏的分辨率。



CFM模式显示主动脉弓及分支血流



HD-Flow模式显示肺静脉血流



高频腔内探头对12W胎儿心脏的扫查



高频线阵探头对16W胎儿心脏的扫查

同时，在探头技术方面，Voluson系列探头采用了面阵技术和声能放大技术，面阵技术可使声束在厚度方向上进行聚焦，从而保证远近场图像的一致性；声能放大技术可在声能不增加，分辨率不减低的前提下增加穿透性。



四维面阵探头

Image courtesy of Dario Paladini



21三体，15+6孕周。高频探头经阴道扫描，0.08厘米的空间隔缺损清晰可见

Image courtesy of Paolo Volpe



HD Flow 血流模式，血流显示四支肺静脉进入左房

在软件方面，Voluson超声系列拥有最先进的图像优化技术，包括斑点噪声抑制、空间复合成像等。所有这些图像优化技术，不仅可以用于二维、彩色图像，同时还可以运用到三维及三维彩色的立体数据上，进一步优化三维图像。





目前，胎儿超声心动图多由凸阵或相控阵探头完成。如右表所示，两种探头具有不同的特点，所以要根据胎儿孕周和检测目的不同，选择相应的方法，发挥各自的优势。但在早、中孕期，推荐使用高频的凸阵探头，利用其高分辨率的特点，获取高品质的图像，早期发现微小异常、早期诊断，从而降低围产期胎儿、新生儿死亡率和新生儿出生缺陷率。

同一胎儿心脏不同探头呈现不同图像质量



相控阵探头



凸阵探头

项目	相控阵探头	电子凸阵探头
频率	相对低(2-5MHz)	相对高(4-8MHz)
探头阵元数	少	多
分辨率	低	高
探头大小	小	大
适合胎儿	中孕晚期及晚孕	早孕、中孕
受肋骨、声影的影响	小	大
超声医生	成人、儿童超声心动医生	产科超声医生

Voluson超声系列拥有丰富的探头群(根据仪器型号)对应不同的孕周，如有适合早、中孕期的RM6C, RAB4-8, 9L, RIC6-12探头；也有适合晚孕期的C1-5, RAB2-5探头等。

# 早孕期胎儿心脏检查 (First Trimester Fetal Echocardiography)



Greggory R. DeVore, M.D.  
(Fetal Diagnostic Center)

ISUOG(International Society of Ultrasound in Obstetrics and Cynecology)心脏超声指南中指出，胎儿心脏检查最佳时间是妊娠18-22周，之所以不会在18孕周前进行心脏的检查的主要障碍是胎儿的心脏太小。

2002年，Haak<sup>[2]</sup>等的研究结果显示：在11-13+6孕周范围内采用经阴道探头(8-4MHz)检查，识别四腔心结构能达到100%。同年DeVore<sup>[3]</sup>撰稿写到：“早孕期胎儿超声心动的时代来临了吗？”2006年，随着Voluson E8的诞生，Devore又撰稿：“高频经阴道胎儿超声心动检查”，对2002年的问题作了肯定性的答复。

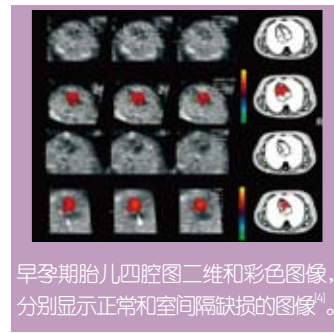
从Voluson E8的诞生到2010年，四年间，每年一次技术突破，使得目前的Voluson超声系列的图像品质不断提升，在孕12周内，就可以获得优异品质的图像。



孕12周胎儿心脏，显示大血管的交叉结构



高频经阴道探头，频率可达18MHz



早孕期胎儿四腔图二维和彩色图像，分别显示正常和室间隔缺损的图像<sup>[4]</sup>。





## 为什么采用STIC(时间空间相关成像)技术?

### Why STIC (Spatial-Temporal-Imaging-Correlation) ?

传统的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，可以进一步增加诊断信息，增加复杂先天性心脏畸形的诊断信心<sup>[30]</sup>。

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的三维和四维容积数据非常可行方法<sup>[5]</sup>。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。

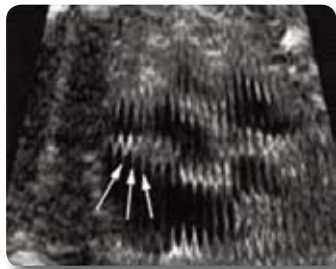
#### STIC的基本原理:

##### 1、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。

##### 2、对信息进行时间和空间相关处理

完成数据采集后，系统根据心脏收缩峰出现的时相重新组合图像，并按扫描顺序排列，从而形成一个心动周期的四维容积数据，同时以无限循环的电影回放方式显示。一个STIC容积数据包含了一个心动周期任意时刻、任意平面的信息。



STIC采集过程中，可获得心脏波动的信息，用于计算心律



1

STIC容积数据的采集是自动的，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，可进行离线和在线的进一步分析

5

丰富的信息资源，提供无数的、任意切面及立体图像

## STIC数据临床优势 (STIC Clinical Benefits)

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

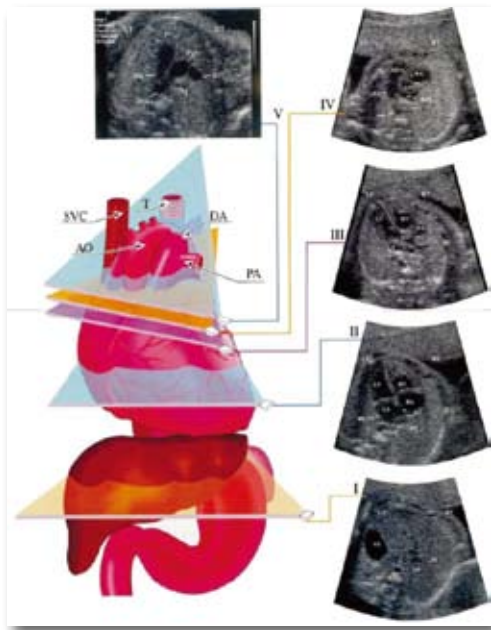
10

容积数据的传输，可进行远程会诊





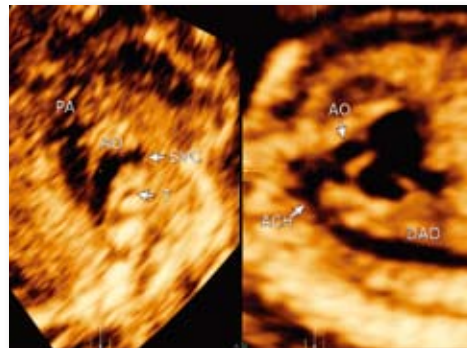
## STIC和多切面探查 (STIC with Multiplane)



Ultrasound Obstet Gynecol 2001;17:367-369

基于STIC容积数据，以正交切面的交汇点(正交点)作为导航，我们可以非常容易获得传统的标准切面，如右图的五个标准筛查切面。

同时，由于我们可以获得任意角度的相互垂直的切面，因此可以帮助我们获得一些新的切面。而这些切面，可以使得以前非常难以诊断的复杂畸形变得容易诊断。

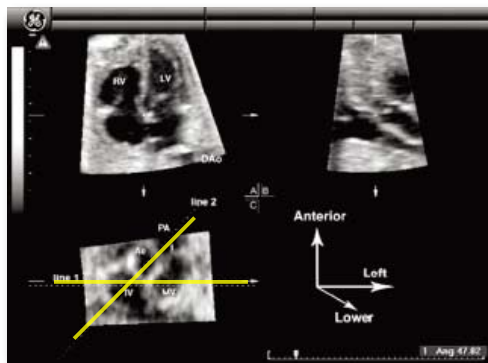


如上图，三血管气管平面，将主动脉弓和Y轴重合，就可以显示完整的主动脉弓长轴。

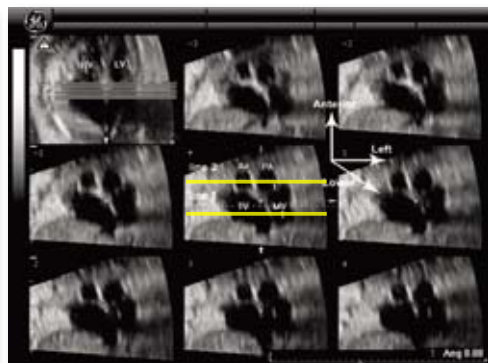


Shih<sup>[6]</sup>在2008年首先描述了“大眼蛙”征象，用于诊断大动脉转位的特征性改变。采用该技术诊断大动脉转位，可以克服胎儿体位不理想的限制，同时降低对扫描手法的要求。使得大动脉转位的诊断变得非常容易。

获得STIC数据后，测量心底大血管短轴平面二三尖瓣环连线和主肺动脉连线之间的夹角，正常时该夹角下呈锐角(左下图)；大动脉转位时，两条连线呈平行状态(右下图)，主动脉、肺动脉呈左右排列，与左右房一起构成如“大眼蛙”形态图像。



正常的两大动脉和心房之间的关



大动脉转位时，呈“大眼蛙”征像

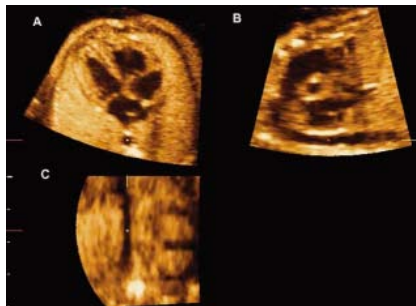




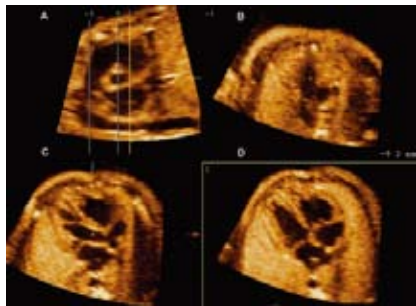
## STIC和TUI断层超声成像

### (STIC with Tomography Ultrasound Imaging)

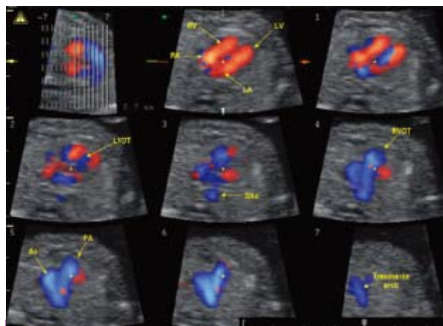
断层超声成像TUI是一种新的显示模式，在同一屏幕上，可同时显示相互平行的8幅图像。该技术与STIC结合，非常容易获取标准超声心动图切面。2003和2004年，美国超声学会和美国妇产科学会发表指南<sup>[7-8]</sup>要求在技术条件允许下，要尽量获取胎儿心脏的流出道切面。但对于非胎儿超声心动图医生而言，却常常遇到困难。TUI可以帮助我们通过四腔心切面，快速获取流出道切面<sup>[9]</sup>。



获取四腔心切面的STIC



以B平面作为参考平面，获得的左室流出道和三血管平面



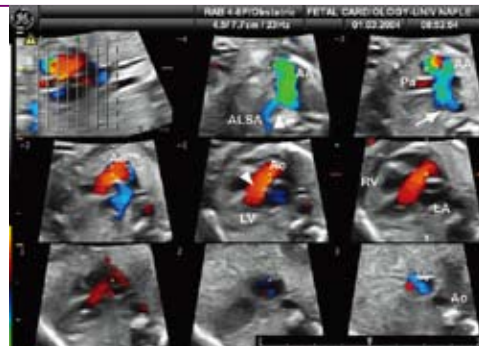
早孕期胎儿彩色STIC结合TUI可在同一屏上获得用于筛查的基本平面<sup>[11]</sup>

此外，彩色STIC与TUI结合，也有助于早孕期胎儿心脏检查的标准化，虽然中孕时期的胎儿超声心动图是产前评估胎儿心脏结构和功能的金标准，但随着二维、三维超声技术的进步，超声图像的空间分辨率和帧频的进一步提高，推动了早孕期胎儿心脏检查的进步。

STIC-TUI可同屏显示多个不同层次的切面，层间距离最小可达1毫米，即便是早孕期胎儿这么小的心脏，我们也能获得足够的研究信息。Turan<sup>[10]</sup>等连续对107例早孕期胎儿进行检查，91例患者(85.0%)获得四腔心切面，这意味着85%的早孕期胎儿心脏可进行明确诊断。



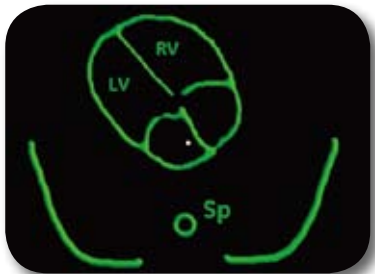
断层超声成像TUI和彩色STIC结合使用。如右图<sup>[11]</sup>：24周胎儿，法洛四联症，右位主动脉弓，迷走的左锁骨下动脉位于气管的前方。白色箭头所指的为气管，胸腺发育不良



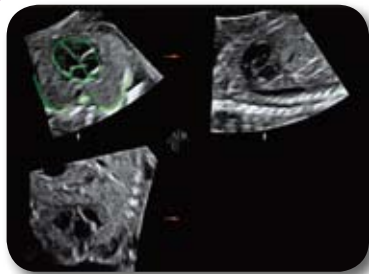
## 基于容积超声的计算机辅助诊断 (SonoVCADheart)

尽管STIC技术可以降低操作者对扫描手法的依赖，但一些操作者仍然是不能快速获得诊断用的标准切面，SonoVCADheart技术给出了一个解决方案。该技术以容积超声为基础，通过计算机辅助，能快速获得AIUM、ACOG、ACR和ISUOG推荐的胎儿中孕心脏筛查的标准切面，并且在屏幕上可选择标准图像进行对照，这对于新人的学习和培训非常有帮助。

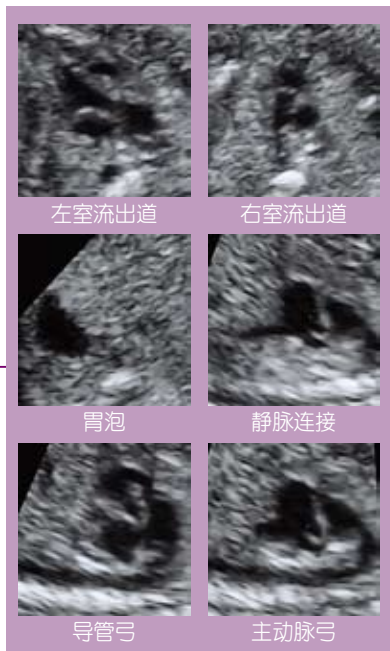
SonoVACDheart的适用范围是18-23孕周的胎儿。容积数据的采集以四腔心为起始平面，从胃泡扫描至颈部，可以采用三维或STIC模式。采集完数据后，启动SonoVCADheart，计算机便会出现一幅向导图(左下图)，当我们使四腔心切面和向导图吻合后，根据需求即可选择不同的筛查切面系列进行观察。



SonoVCADheart向导图



四腔心切面和向导图吻合



自动给出6个胎儿心脏筛查标准切面

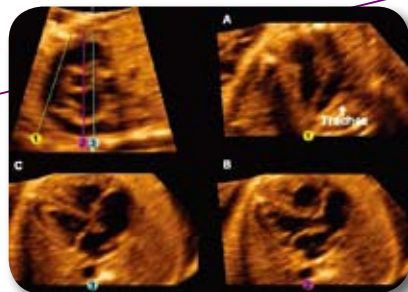
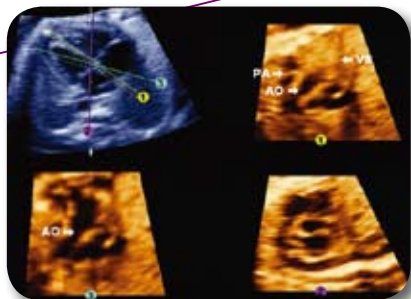
## STIC和自由解剖成像 (STIC with OmniView)

一般我们对图像的传统探寻方式都是获取正交切面，但人体的解剖结构是各种各样的，有时候正交切面并不是我们想要的切面，GE公司提供的OmniView自由解剖成像，可在提高对比分辨率的前提下，快速获取任意不规则的切面。该功能提供直线，弧线，曲线，自由曲线四种切割方法，和“Actual”，“Projection”两种成像模式。

OmniView和STIC采集技术结合后，我们不需要做复杂的旋转和移动，便能轻易获得心脏的标准筛查切面，并且没有孕周的限制。LamiYeo<sup>[12]</sup>和RobertoRomero<sup>[13]</sup>等在2010年就报道了利用“STAR” (SimpleTargetedArterialRendering)和“FAST” (FourchamberviewAndSwingTechnique)方法可简化的胎儿心脏检查的流程，减少对操作的依赖性<sup>[12-13]</sup>。

“STAR”和“FAST”正是基于STIC和OmniView技术结合的一种多切面心脏诊断方法，它基于一个简单的心脏四腔心为起始的STIC容积数据，利用OmniView自由解剖成像，可以轻易获得50个预定切面，当这些切面出现异常的时候，我们需要警惕先天性心脏病<sup>[12-13]</sup>。

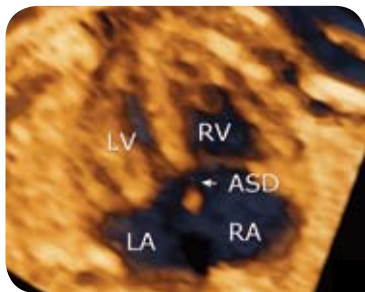
STAR方法<sup>[12]</sup>，以四腔心切面为基础画三条线，线①(黄色)，获得室间隔切面，线②(紫色)，获得导管弓切面。线③(蓝色)，获得LVOT切面



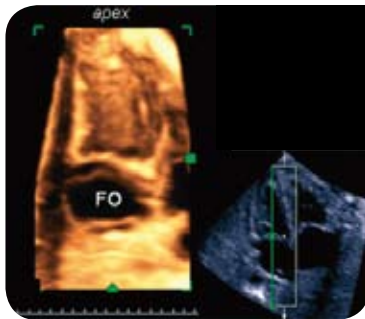
FAST方法<sup>[13]</sup>，在纵向切面依次从头端到脚端画三条直线。线①(黄色)，获得3TV切面。线②(紫红色)，获得五腔心切面。线③(粉绿色)，获得四腔心切面



## STIC和立体渲染模式 (STIC with Render Mode)

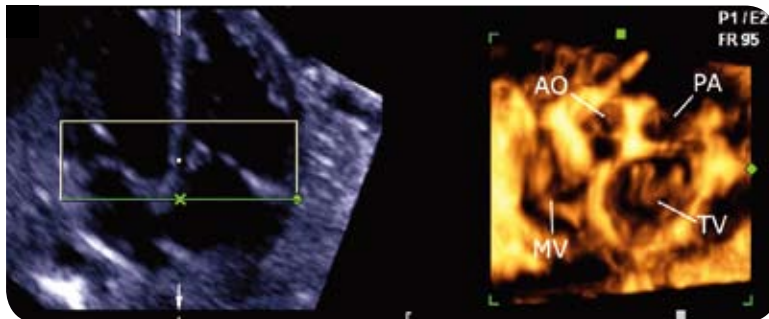


房间隔缺损的表面成像



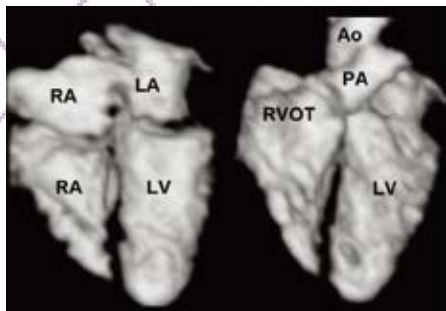
从左室面观察光滑间隔和开放的卵圆瓣，插入点与二维图像相对应<sup>[14]</sup>

立体渲染模式分为表面模式和透视模式两大类。在灰阶模式下，血液为无回声，如同胎儿的羊水，所以同样我们可以对腔室内壁和瓣膜进行表面成像，显示其形态和随心动周期的变化过程，可以从心腔内观察瓣膜及房室间隔。立体渲染，可提高正常和异常心脏的解剖结构和功能的视觉效果，对于患者和非超声领域的医生提供清晰、易于理解的图像，便于咨询和科室交流。例如，心内间隔面，从心腔内观察整个间隔，从左右心室腔内观察到的间隔的形态是不相同的，对我们评估室间隔和卵圆瓣非常有帮助。

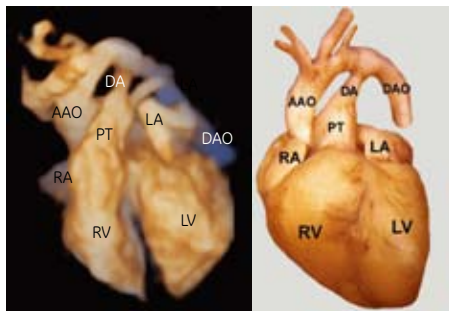


从心房俯视图观察二三尖瓣、主肺动脉瓣<sup>[14]</sup>

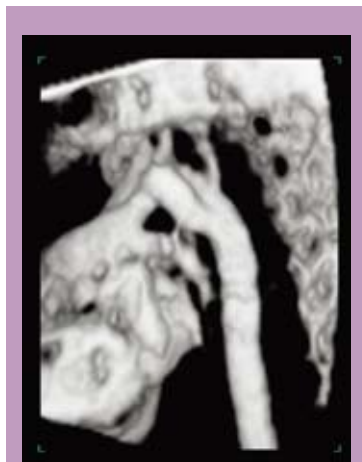




大血管交叉、房室结构



反转模式和标本对照显示动脉导管等结构



反转模式显示主动脉弓及其分支

通过上述观察面，结合彩色模式，有助发现更小的间隔缺损，同时还可帮助我们准确评估缺损的大小和位置，和室间隔缺损时的功能变化。这种切面的成功率是96%。房室冠状平面在大血管形态和走行的评估也有独到优势<sup>[14]</sup>。

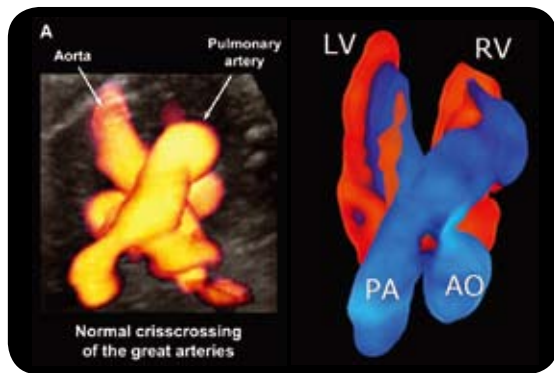
此外，立体渲染模式也可选择反转模式，将二维灰阶基础上的高、低回声进行翻转，即“黑白颠倒”，无回声的液体变成有回声，而有回声的结构变成无回声。所以成像的结构仅仅是心腔或大血管内腔，不包含管壁或心肌结构。



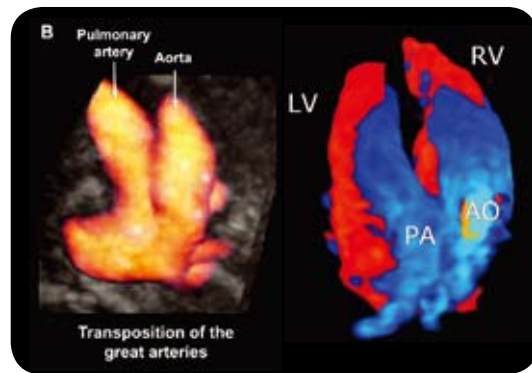


## STIC和彩色三维模式 (STIC with 3D Color Mode)

2004年, STIC技术和彩色血流多普勒、高分辨率血流技术结合, 可从新的视角观察正常和异常心血管的空间界结构, 及其在心动周期中动态变化, 从而帮助我们更好地评估不同心腔内整个心脏循环的血流动力学变化。



STIC能量图和彩色血流显示正常大血管交叉<sup>[26]</sup>



STIC能量图和彩色血流显示大动脉转位<sup>[26]</sup>

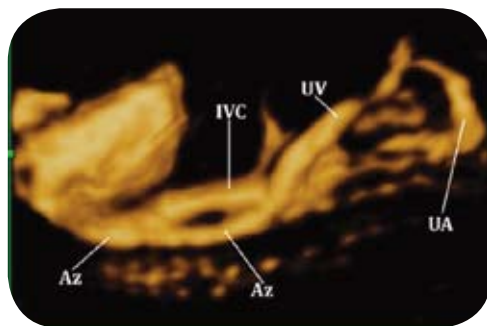


## STIC和二维灰阶血流成像 (STIC with B-Flow)

胎儿心血管结构异常，通常是非常复杂的，仅仅通过二维图像，有时很难明确诊断。二维灰阶血流成像 (B-Flow)是GE公司独有的技术，它采用数字编码声学技术以及灰阶方式增强血流微弱的回声，同时抑制周围组织的强回声信号<sup>[17]</sup>。该方法不依赖多普勒原理来对血流进行成像，没有角度依赖性，在拥有较高帧频的同时，有非常高的空间分辨率。比起彩色和能量多普勒，该技术和STIC结合更有利于评价胎儿的脉管系统<sup>[31]</sup>，可达到类似心血管造影的效果。



B-Flow四维超声心动图，显示全肺静脉异位引流，四根肺静脉同时汇入垂直静脉，形成海星样的形状<sup>[31]</sup>

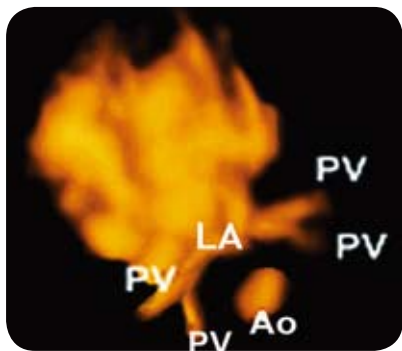


B-flow四维图像显示下腔静脉(IVC)离断，并连接开放的奇静脉，关键是显示脐静脉(UV)汇入下腔静脉(IVC)的信息。同时可以注意到肝脏区域几乎没有血管，进一步考虑门静脉系统发育不良<sup>[21]</sup>

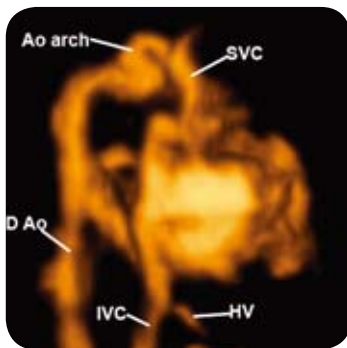




2005年, Goncalves<sup>[15]</sup>等首先将B-flow与STIC结合运用到胎儿心脏, 对心腔和血管连接进行四维重建, 达到生后进行硅胶灌注的效果。而硅胶灌注常常是生理学家评估先天性心脏结构异常以及大血管连接异常最常用的办法。四维重建可改善我们对异常心脏的各腔室的关系、大小及流出道的走行评估<sup>[16-17]</sup>。同年, Pooh<sup>[17]</sup>也运用B-flow结合STIC对正常胎儿心脏进行研究, 所有的病例均能检测到两只或两只以上的肺静脉。有4%的病例可以同时检测到四只肺静脉。并首次报道在4Dview上清晰演示四只肺静脉进入左房。



正常的四根肺静脉分别进入左房<sup>[19]</sup>

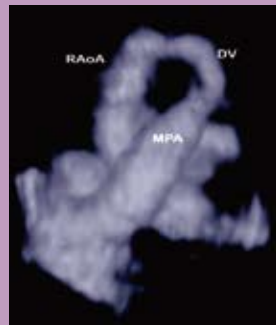
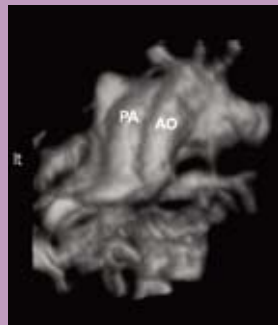


B-Flow四维超声心动图显示狭窄扭曲的主动脉弓<sup>[33]</sup>

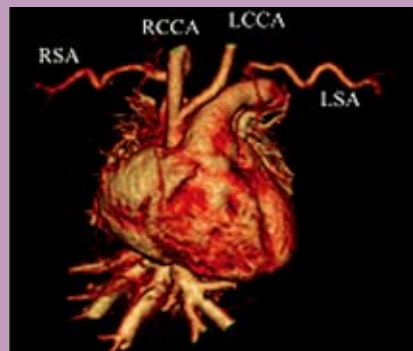
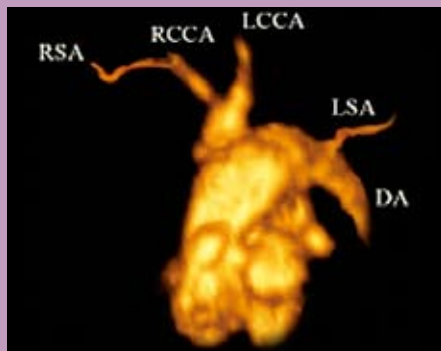


由于二维灰阶血流(B-Flow)和STIC技术的结合,在识别和追踪细小、低流速血管时,具有很强的优势,所以该技术在诊断完全型肺静脉畸形引流也独具优势<sup>[19]</sup>,同时,由于STIC的三维结构的构建,对其他结构异常,尤其血管结构、走行的诊断也很有帮助。

Volpe<sup>[20]</sup>用STIC-B-flow研究了15例主动脉弓离断,其中7例B型和3例A型作了STIC-B-flow检查,该10例均明确分型,7例B型均清晰显示右锁骨下动脉的异常起源,而用二维超声,有2例不能明确分型,5例没有找到右锁骨下动脉的异常起源。



下腔静脉离断,伴奇静脉引流<sup>[21]</sup> 大动脉转位,主动脉和肺动脉平行走行<sup>[34]</sup> 右位主动脉弓<sup>[21]</sup>



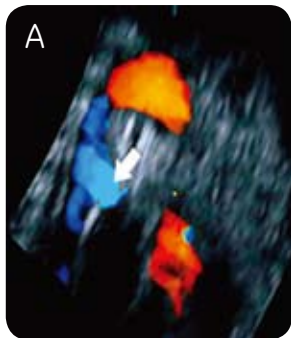
孕29周胎儿,主动脉弓离断(B-型)STIC-B-flow和CT三维重建对比, B-flow也可清晰显示右锁骨下动脉经部起源<sup>[20]</sup>



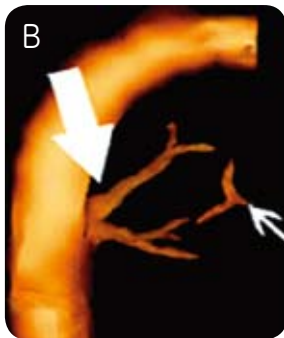


随着采集和处理的技术的进步，除了视觉效果外，三维超声心动图对先心病的诊断和预后也提供了很多实实在在有用的信息<sup>[18]</sup>。2006年Volpes<sup>[18]</sup>首次报告，在肺动脉闭锁-室间隔缺损(PA-VSD)的病例中，通过评估中心肺动脉的宽窄程度、解剖结构及明确肺动脉起源来提高产前诊断的准确性。该病的预后除了心外结构异常和基因因素以外，主要受肺动脉解剖结构和肺脏供血情况的影响。当中心肺动脉缺失，肺脏由多支主动脉肺动脉附属分支(MAPCA)供血时，预后很差，生后很难治疗。

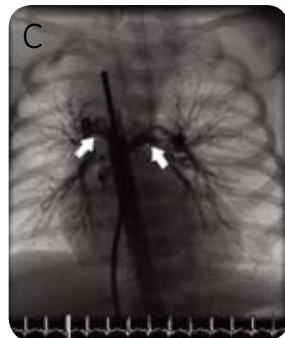
下图示(PA-VSD)病例，传统的二维和彩色检查，没有发现分支：A图，生后超声心动图发现一支主动脉肺动脉附属分支(MAPCA)，箭头所示。B图，二维灰阶血流(B-Flow)和STIC技术的结合，显示两只细小主动脉肺动脉附属分支(MAPCA)，并经过心导管证实(C图)。



A 箭头指示MAPCA从降主动脉发出<sup>[18]</sup>



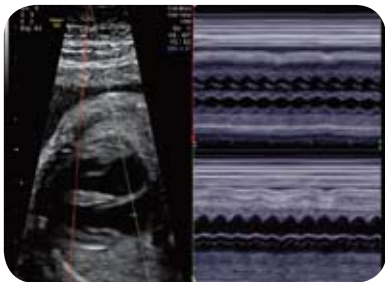
B 大箭头指示MAPCA,小箭头指示肺动脉汇合处<sup>[18]</sup>



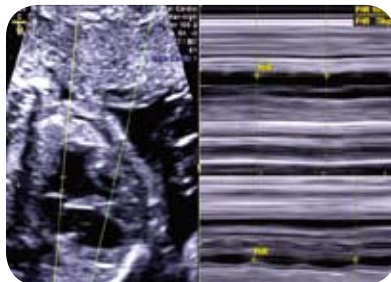
C 箭头指示MAPCA<sup>[18]</sup>

## STIC和心功能 (STIC and Cardiac Function)

在STIC基础上，我们还可以在线或离线状态下做M-型或解剖M-型，以保证取样线与室壁或间隔垂直获得准确测量值。并且还可以做两条取样线，方便对传导系统的评估。

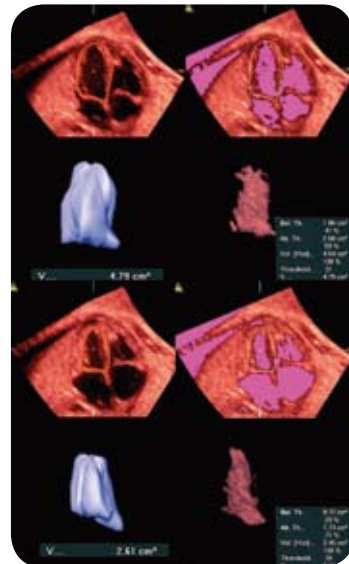


正常房室传导序列



房室传导阻滞

STIC和不规则体积测量 (VOCAL II) 结合,可以测量心室的收缩和舒张期容积, 计算心功能。提高我们对心脏损害的严重程度和预后评估的准确性, Messing<sup>[22]</sup>文中报告, 有一例肺动脉狭窄的病例, 通过三维方式评估, 发现其严重程度远远超越二维超声的评估。VOCAL II 尚可结合域值测量, 还可以快速、方便获得心肌质量<sup>[23]</sup>。三维方法评估容积, 不仅具有很好的准确性<sup>[23]</sup>, 并且具有非常好的重复性。帮助我们更好理解正常的生理学和病理生理学, 同时也方便各学科之间的交流。



舒张和收缩末期分别用Vocal II 和阈值法测量左室容积<sup>[22]</sup>

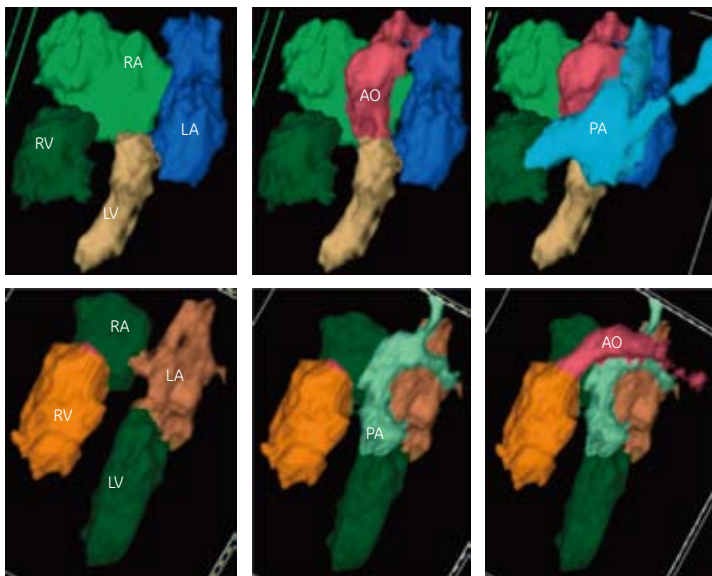




除了手动计算容积外，还可采用新的软件SonoAVC*general*对每一部分的容积进行自动化容积计算，并自动进行色彩标记。用不同颜色标注心脏的各个腔室，可以对各房室与大血管之间的空间结构关系更加一目了然。

上面一排图，主动脉和左室连接，右室和肺动脉连接，主动脉和肺动脉呈交叉关系；

下面一排图，主动脉和右室连接，肺动脉和左室连接，是大动脉转位图像<sup>[32]</sup>





## Z-评分 (Z-Score)

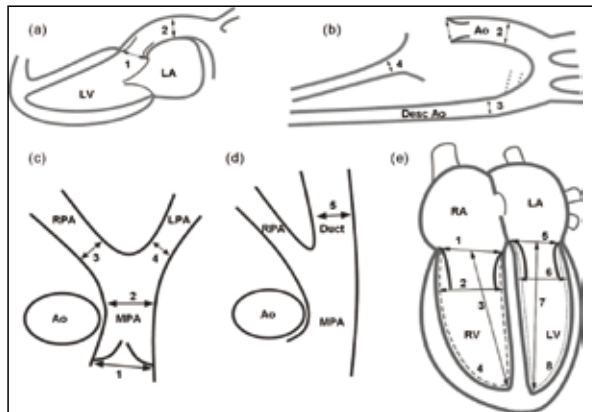
Voluson E8内置的Z-评分可以帮助我们各心脏大小、各径线发育标准化，进行准确评估胎儿，便于不同研究组间发育数值的比较。并且对于先天性心脏病胎儿评估心脏生长发育、绘制发育图表这样以往具有挑战性的任务也变得容易。

胎儿心脏各部位的经线值和胎儿生长经线值(股骨长、双顶径和胎龄)的相关性是<sup>[24]</sup>:

$$\ln(\text{predicted cardiac dimension}) = m \cdot \ln(\text{FL, GA or BPD}) + c,$$

$$\text{Z-Score} = (\ln(\text{actual}) - \ln(\text{predicted cardiac dimension})) / \text{root MSE}$$

总之，Voluson系列，从探头到软件为我们提供了全方位的胎儿超声心动解决方案。



胎儿超声心动图Z-评分中测量的平面和经线





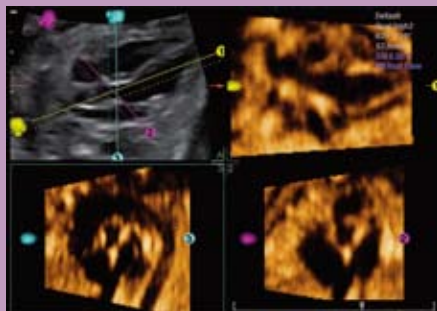
## 四维实时超声心动图 (4D RealTime Echocardiography)

基于20年容积超声的技术积累，和强大的3D图像处理引擎和高速的数据处理器，同时结合面阵容积探头，VOLUSON高端系列产品可在保持高帧频的基础上，获得高质量的四维实时的超声心动图。实时显示胎儿心脏的四维容积数据。

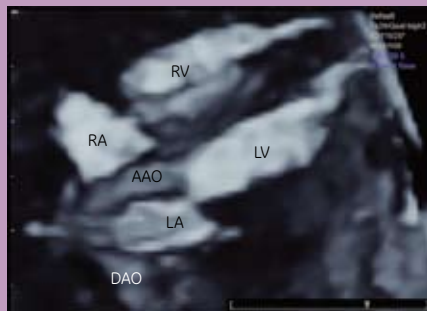


实时双平面模式，同时显示三血管切面和主动脉弓切面

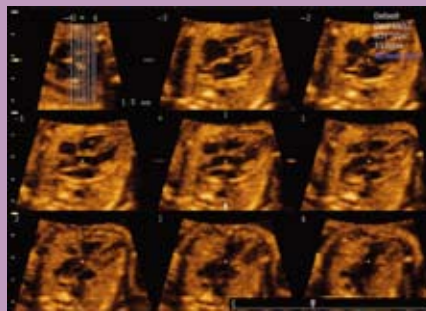
应用凸阵探头的Realtime™ 4D胎儿超声心动图支持各种三维的成像模式，如实时双平面成像，实时三平面成像，实时TUI断层超声成像，实时自由解剖成像，实时反转成像，实时表面成像等等。同时，所有模式均可以储存为容积数据，可进行离线或远程分析。Realtime™ 4D胎儿超声心动图以更简单的步骤和手法获得更多的诊断信息。



实时自由解剖成像，实时同屏获取左室流出道，心底大血管短轴，及导管弓切面



实时反转模式，显示主动脉和房室关系



实时TUI模式，同时显示四腔心及左右室流出道切面





## 远程医疗 (Telemedicine)

传统2D超声由于只能显示有限的几个切面的图像，在远程医疗和会诊上实用性不强。3D超声在理论上提供了无限个任意切面的2D图像。Voluson® 3D容积数据经过互联网传输后，在远程使用4D View软件打开，实现与主机一样的操作，进行无探头的虚拟扫描，仿佛患者就在身旁，从而实现超声的远程会诊。

2005年，美国超声医学学会(AIUM)发表了“3D/4D超声在妇产科的应用进展”<sup>[25]</sup>，并肯定了3D/4D超声在远程医疗、离线图像分析和教育培训的应用价值：

1 存储容积数据用于  
顺序回放和分析；

2 在多中心会诊中心监控远程  
诊所的图像质量和精度；

3 远程会诊和离线图像分析  
在独立的工作站完成；

4 标准化切面的教学和用于  
培训的后处理技术；

5 应用容积数据进行虚拟扫描，  
用于正常和异常的病例教学；

6 对病例图像进行虚拟扫描，并  
进行超声医师诊断资格认证；

在胎儿心脏上诊断上，Vinals等<sup>[4]</sup>在智利进行相隔几百公里的远程培训和会诊试验，两位无胎儿心脏诊断经验的产科医生在培训后采集了11-13+6孕周STIC容积数据后，通过互联网传到会诊中心。会诊中心胎儿心脏专家通过分析得到确诊微小胎儿心脏异常的结构和平面，共发现了3例心脏畸形。这些结果在不同专家之间具有高度的一致性。其成功率主要取决于采集容积数据的质量。

另外，所有Voluson系列产品的用户均可变成Voluson俱乐部会员，其网址是：[www.volusonclub.net](http://www.volusonclub.net)

用户用机器的序列号就可注册成为会员。该网站提供很多的信息：了解最新进展、免费提供技术白皮书、培训光盘、操作技术指南、会员杂志等等，还有很多教育课程、发表的论文进行浏览，当然这也是各个学者之间进行学术交流的一个非常好的平台。欢迎加入俱乐部，成为我们大家中的一员。



应用3D超声进行产科超声资格认证



Viewpoint界面



VolusonClub会员卡





## 小结 (Summary)

总之，Voluson超声为我们提供一整套的胎儿心脏的解决方案，包括优异的二维和彩色图像、先进的三维图像和丰富的后处理模式。

- 各种高分辨率的探头，为各孕周胎儿提供优异的二维图像，尤其早、中孕，为临床的早期诊断提供图像基础。
- 在离线状态下，利用STIC数据中，通过多切面、自由解剖平面、断层超声成像等技巧提取ISUOG所要求的所有切面，并可获取新的诊断切面，方便快速诊断。
- 采用其独有的分析软件SonoVCADheart，即使年轻医生也可快速获得胎儿超声心动图的标准切面。
- 反转模式、二维辉阶血流、玻璃体成像可立体显示血管和心脏腔室的空间关系，方便异常空间关系的诊断。
- 心功能分析评估。
- 通过数据传输会诊。提高基层医院的胎儿超声心动筛查和诊断的能力。
- 非常好的教学工具，易于理解正常和异常胎儿心脏的解剖结构。



## 参考文献 (Reference)

1. Cardiac screening examination of the fetus: guidelines for performing the 'basic' and 'extended basic' cardiac scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 107-113
2. Haak MC, Twisk JW, VAN VUGT JM. How successful is fetal echocardiographic examination in the first trimester of pregnancy? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 20: 9-13.
3. Gregory R. DeVore, M.D. , et al. High Frequency Endovaginal Fetal Echocardiography. GE Healthcare.
4. Vinals F, et al. Fetal echocardiography at 11+0 to 13+6 weeks using four-dimensional spatiotemporal image correlation telemedicine via an Internet link: a pilot study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 31: 633-638.
5. Sklansky MS, Nelson TR, Pretorius DH. Three-dimensional fetal echocardiography: gated versus nongated techniques. *J Ultrasound Med* 1998 Jul; 17(7): 451-76.
6. Shih J. C. ,et al.'Big-eyed frog'sign on spatiotemporal image correlation(STIC) in the antenatal diagnosis of transposition of the great arteries. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 32: 762-768.
7. American Institute of Ultrasound in Medicine. AIUM practice guideline for the performance of an antepartum obstetric ultrasound examination. *J Ultrasound Med* 2003; 22: 1116-1125.
8. American College of Obstetricians and Gynecologists. ACOG practice bulletin 58: ultrasonography in pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; 104: 1449-1458.
9. Gregory R. DeVore, MD, Bardo Polanko, BS. Tomographic Ultrasound Imaging of the Fetal Heart. *J Ultrasound Med* 2005; 24: 1685-1696.
10. Paladini D, et al. The role of spatio-temporal image correlation (STIC) with a tomographic ultrasound imaging (TUI) in the sequential analysis of fetal congenital heart disease. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 555-561.
11. Turan S, et al. Standardization of the first-trimester fetal cardiac examination using spatiotemporal image correlation with tomographic ultrasound and color Doppler imaging. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 33: 652-656.





12. Lami Y, Roberto R, et al. STAR (Simple Targeted Arterial Rendering) Technique: a Novel and Simple Method to Visualize the Fetal Cardiac Outflow Tracts. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2010 Sep 27.
13. Lami Y, Roberto R, et al. FAST (Four chamber view And Swing Technique) Echo: a Novel and Simple Algorithm to Visualize Standard Fetal Echocardiographic Planes. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2010 Sep 27.
14. Yagel S, et al. Rendering in fetal cardiac scanning: the intracardiac septa and the coronal atrioventricular valve planes. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 28: 266-274.
15. Goncalves LF, Espinoza J, Lee W, et al. A new approach to fetal echocardiography: digital casts of the fetal cardiac chambers and great vessels for detection of congenital heart disease. *J Ultrasound med.* 2005; 24: 415-24.
16. Falkensammer P. Spatio-temporal imaging correlation for volume ultrasound- Study of the fetal heart. GE Healthcare: Zipf, Austria, 2005.
17. Pooh RK. New application of B-flow sonoangiography in perinatology. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; 15: 163.
18. Voipe P, Campobasso G, Stanziano A, et al. Novel application of 4D sonography with B-flow imaging and spatiotemporal image correlation (STIC) in the assessment of the anatomy of pulmonary arteries in fetuses with pulmonary atresia and ventricular septal defect. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 28: 40-46.
19. Voipe P, Campobasso G, De Robertis V, et al. Two and four dimensional echo-cardiography with B-flow imaging and spatiotemporal image correlation in prenatal diagnosis of isolated total anomalous pulmonary venous connection. *Ultrasound Obstet Gynecol* 200; 30: 830-837.
20. Volpe P, et al. Fetal interrupted aortic arch: 2D-4D echocardiography associations and outcome. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2010; 35: 302-309.
21. Yagel S, et al. The fetal venous system, Part II: ultrasound evaluation of the fetus with congenital venous system malformation or developing circulatory compromise. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2010; 36: 93-111
22. Messing B, et al. Fetal cardiac ventricle volumetry in the second half of gestation assessed by 4D ultrasound using STIC combined with inversion mode. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007; 30: 142-151.
23. Rusk Ra, Mori Y, Davies CH, Irvine T, Kenny A, Sahn DJ. Comparison of ventricular volume and mass measurements from B- and C-scan images with the use of real-time 3-dimensional echocardiography: studies in an in vitro model. *J Am Soc Echocardiogr* 2000; 13: 910-917.



24. Schneider C, et al. Development of Z-scores for fetal cardiac dimensions from echocardiography Ultrasound Obstet Gynecol 2005; 26: 599-605.
25. Beryl R. Benacerraf, Carol B. Benson, Alfred Z. Abuhamad et al. Three and 4-Dimensional Ultrasound in obstetrics and Gynecology, Processing of the American Institute of Ultrasound in Medicine Consensus Conference. J Ultrasound Med 2005; 24: 1587-1597.
26. Luís F. Gonçalves et al, A Systematic Approach to Prenatal Diagnosis of Transposition of the Great Arteries Using 4-Dimensional Ultrasonography With Spatiotemporal Image Correlation. J Ultrasound Med 2004; 23:1225-1231
27. Yagel S, Shen D The added value of 3D/4D ultrasound imaging in fetal cardiology: has the promise been fulfilled Ultrasound Obstet Gynecol 2010; 35: 260-262
28. Garne E, et al. Prenatal diagnosis of severe structural congenital malformations in Europe. Ultrasound Obstet Gynecol 2005; 25: 6-11
29. Cardiac screening examination of the fetus: guidelines for performing the 'basic' and 'extended basic' cardiac scan. Ultrasound Obstet Gynecol 2006; 27: 107-113
30. Lee W, et al. ISUOG consensus statement: what constitutes a fetal echocardiogram? Ultrasound Obstet Gynecol 2008; 32: 239-242
31. Lee W, et al. The 'starfish' sign: a novel sonographic finding with B-flow imaging and spatiotemporal image correlation in a fetus with total anomalous pulmonary venous return. Ultrasound Obstet Gynecol 2010; 35: 124-125
32. B. TUTSCHEK and D. J. SAHN. Semi-automatic segmentation of fetal cardiac cavities: progress towards an automated fetal echocardiogram. Ultrasound Obstet Gynecol 2008; 32: 176-180
33. Jimmy Espinoza, et al. Prenatal Diagnosis of Coarctation of the Aorta With the Multiplanar Display and B-Flow Imaging Using 4-Dimensional Sonography. J Ultrasound Med 2009; 28: 1375-1378.
34. Yagel S, et al. 3D and 4D ultrasound in fetal cardiac scanning: a new look at the fetal heart. Ultrasound Obstet Gynecol 2007; 29: 81-95



# Voluson 非凡远见，引领未来

## Voluson提供

- ◆ 优异的技术
- ◆ 被证实和可信赖的用于妇女健康的诊断级技术
- ◆ 专注于妇女健康事业的承诺
- ◆ 连续和专注的专业支持



● Voluson E8



● Voluson E6



● Voluson 730 Pro



● Voluson 730 Expert



● Voluson e





● Voluson *i*



● ViewPoint



● 4D View



● Voluson 730 Pro V



### 北京办事处

地址: 北京市经济技术开发区  
永昌北路1号  
电话: (8610) 58068888-69700

### 济南办事处

地址: 济南市冻源大街150号  
中信广场618房间  
电话: (86531) 86116900-67555

### 西安办事处

地址: 西安市南大街30号  
中大国际商务会馆606号  
电话: (8629) 87203288-64900

### 长沙办事处

地址: 长沙市韶山北路139号  
湖南文化大厦1905室  
电话: (86731) 4129178-72400

### GE中国科技园 上海办事处

地址: 上海市浦东新区张江高科技园区  
华佗路1号  
电话: (8621) 38777888

### 沈阳办事处

地址: 沈阳市和平区和平北大街69号  
总统大厦C座907室  
电话: (8624) 23595055-72222

### 成都办事处

地址: 成都市成都市世纪城南路216号  
天府软件园区D7号5层  
电话: (8628) 62350528-52528

### 天津办事处

地址: 天津市河西区马场道59号  
增1号平安大厦B座16层A单元  
电话: (8622) 58192830/31/32/33

### 广州办事处

地址: 广州市建设六马路33号  
宜安广场1212室  
电话: (8620) 83633828 83633759-67800

### 郑州办事处

地址: 郑州市中原中路220号  
裕达国际贸易中心A座写字楼2108室  
电话: (86371) 63368000-67700

### 南京办事处

地址: 南京市汉中路2号  
金陵饭店世界贸易中心1256/1260室  
电话: (8625) 84509386-67500

### 哈尔滨办事处

地址: 哈尔滨市南岗区红军街15号奥威斯  
发展大厦25层A座  
电话: (86451) 53009566-72300

### 南宁办事处

地址: 广西壮族自治区南宁市桃源路67号  
石油大厦1508室  
电话: (86771) 2521666

### 重庆办事处

地址: 重庆市渝中区青年路38号  
国贸中心30楼3001室  
电话: (8623) 63107006-72750

### 武汉办事处

地址: 武汉市汉口建设大道568号  
新世界国贸大厦 I 座3115,3116室  
电话: (8627) 68855731-64200

### 昆明办事处

地址: 昆明市三市街6号  
柏联广场写字楼1005室  
电话: (86871) 3157017

### 杭州办事处

地址: 浙江省杭州市曙光路122号  
浙江世界贸易中心世贸大厦A座  
906室  
电话: (86571) 87970862-67000

通用电气公司保留随时更改产品规格、性能或停止生产某种产品的权利。

更多信息请联系GE销售代表或登陆GE网站。  
GE公司版权所有2010 [www.gehealthcare.com](http://www.gehealthcare.com)

GE、GE Monogram、CrossXBeam<sup>®</sup> HD-Flow、InSite、SonoAVC、SonoVCAD和Voluson是通用电气公司的商标。

通用电气(中国)医疗集团超声部

Printed in China February 2011



GE imagination at work