

# 三维骨骼成像在胎儿医学中的应用

任芸芸

(复旦大学附属妇产科医院 超声科, 上海 200011)

**【摘要】** 三维骨骼成像是三维表面成像中的一种模式,通过最大、透明和 X 线的方式显示胎儿的骨骼系统,图像更加直观立体,可以显示采集区域内完整的骨骼图像,对观察骨骼的发育情况及判断有无畸形都有其临床价值。目前三维骨骼模式在脊柱成像、肋骨的应用已逐步得到了国内外医生的认可,但颅骨、面部、脊柱、肋骨及四肢骨骼等都是骨骼模式的应用领域,可以为骨骼系统疾病的诊断提供更多的信息。本文拟从脊柱畸形和面部异常这两个方面对国内外相关的三维骨骼成像在临床的应用进行综述。

**【关键词】** 三维骨骼成像;脊柱畸形;面部异常

**【中图分类号】** R445.1 **【文献标识码】** A

随着近 10 年超声技术的提高,三维/四维超声(以下简称容积超声)在产科超声检查中已经非常普及,临床上往往以胎儿面部成像涵盖了容积超声的绝大部分应用,中孕期的二维+四维胎儿面部成像成为更高准确性的四维超声而在孕妇群中得到了很大的认可。但事实上,三维图像是由多幅二维图像通过计算机重建而成,四维图像则是三维图像的动态形式<sup>[1]</sup>,容积超声只是二维超声结构筛查的辅助和补充,而且胎儿的面部成像,也只是容积超声中最基础的应用-表面成像。容积超声更包括了 Render Mode(渲染成像)、多平面成像、超声断层成像、容积对比成像(volume contrast imaging, VCI)、STIC(时间空间相关成像)、Glass Body(玻璃体模式)、Bi-Plane(双平面)、VOCAL(不规则体积测量)等。

三维骨骼成像是属于 Render Mode 中的一种,在获取的三维图像中可以通过透明成像或最大模式显示胎儿的骨骼系统,包括颅骨、脊柱、肋骨及四肢骨骼,更直观立体,而且可以显示采集图像区域内完整的骨骼图像,对观察骨骼的发育情况及有无畸形有很大的帮助。有文献报道,二维超声提示长骨短小、胸廓狭小、肋骨异常、脊柱侧弯、半椎体及颅缝早闭、鼻骨缺失等表现,增加三维骨骼成像的观察,这些畸形均可以显示得更形象、清晰<sup>[2]</sup>,提供了更多的

诊断信息。我们对三维骨骼成像以脊柱畸形和面部异常这两个方面的应用为例进行阐述。

## 1 脊柱畸形

三维骨骼成像中最常用的是脊柱成像,首先进行二维常规超声扫查,通过矢状面、横断面及冠状面,多切面进行脊柱的连续性,椎体的对称性,椎体与椎弓从颈椎到骶尾部的分布情况进行序贯扫查,尤其是骶尾部的椎体排列、皮肤是否完整等进行重点排查,然后以脊柱的矢状切面作为初始观察平面采集三维图像,选择骨骼模式进行脊柱三维成像(图 1)。可显示从颈椎到骶尾椎的整条脊柱,重点观察脊柱排列情况及每个椎体的完整性、两侧椎弓的对称性,可调整 X、Y、Z 轴,旋转图像获得空间立体结构,多方位观察。随着三维超声技术的发展和图像分辨率的提高,通过 Omni View(自由解剖切面)也可以在更早的孕周显示清晰的脊柱和肋骨的图像(图 2)。当然,要获得满意的脊柱三维图像,清晰的二维图像以及前方有足够的羊水作为透声窗是必要条件<sup>[3]</sup>。

脊柱三维成像主要可以进一步发现半椎体、脊柱侧弯、椎体融合、蝴蝶椎、肋骨缺失或融合等异常情况(图 3、4),与常规的二维图像相比,三维透明模式或最大模式显示的脊柱图像,完整立体的脊柱和肋骨的展示,除了结构的观察更加直观,一目了然,对于畸形部位的判断,通过计算椎体椎弓的数目及

两侧肋骨的数目,定位更加准确。



图 1 正常脊柱三维成像



图 2 19 周脊柱和肋骨图像

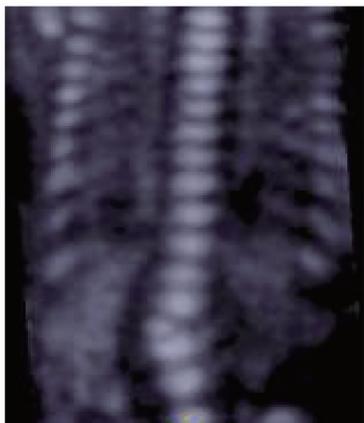


图 3 半椎体

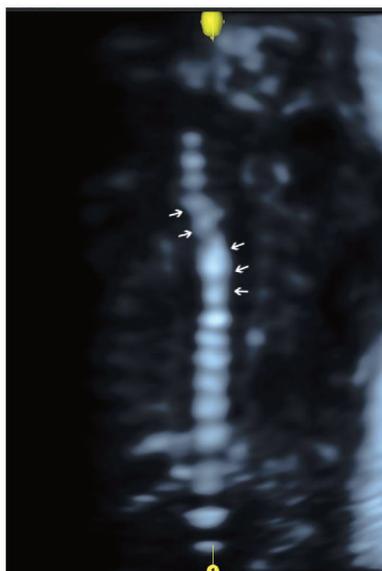


图 4 椎体融合

隐性脊柱裂常常无后颅窝的异常、也没有明显的骶尾部包块,是产前超声检查的难点。经许多研究证实,三维容积对比成像(volume contrast imaging,VCI)技术对于胎儿中枢神经系统异常有辅助诊断的优势<sup>[4,5]</sup>,VCI 结合骨骼模式有利于椎体的观察和判断。雷婷等<sup>[6]</sup>通过应用 VCI 技术观察胎儿脊髓圆锥的位置,并比较正常与隐性脊柱裂圆锥水平的差异性,发现了脊髓圆锥位置的判定对于隐性脊柱裂的诊断价值。中孕期超声检查发现胎儿脊髓圆锥位置低于 L3 时,需要仔细观察骶尾部的皮肤连续性、椎体有无结构异常、椎管内有无异常回声,须排除神经管畸形,若无异常发现,也应随着孕周变化,动态观察脊髓圆锥的上升情况。因此,三维超声有利于脊髓圆锥的位置标定,伴有神经管异常的隐性脊柱裂胎儿脊髓圆锥的位置明显低于正常胎儿,脊髓圆锥的定位可以成为诊断胎儿隐性脊柱裂的重要声像标志。

当然,中孕期是三维超声显示胎儿脊柱畸形的最佳时期,因为此孕期羊水量较为充足,胎儿的可活动空间大,活动又频繁,相对易于观察。早孕期的结构均发育较小,对于结构的观察有很大的限制,而晚孕期胎儿相对固定,羊水较少,不容易显像,对结构的观察也不明确。三维骨骼成像可以立体展示脊柱的形态,多角度观察各细微的结构变化,其局限性主

要是易受胎位及羊水的影响而导致成像效果不尽如人意,只有二维超声与三维超声相结合,互为补充,可以明显提高脊柱畸形的诊断准确率<sup>[7]</sup>。

## 2 面部异常

三维超声在面部成像中最为普及的是通过表面模式获取胎儿面部的容积数据,得到一个面部的三维立体图像,可以帮助评估胎儿的鼻子、口唇及面部的对称性,若从侧面扫查获得面部的侧面图像,也可以用于评估单侧耳朵和下颌的发育情况。也有关于通过三维表面成像显示唇腭裂的研究<sup>[8]</sup>,通过三维超声采集上腭的容积图像,以表面成像显示上腭的薄层图像,判断唇腭裂的部位和程度,尤其是双侧腭裂时,在三维表面图像上可以观察到鼻中隔,也是判断腭裂的一个超声指标。

常规来说,二维超声的正中矢状切面是观察鼻骨的主要切面,判断鼻骨的有无,并测量鼻骨的长度,作为一个重要的超声软指标,按英国皇家医院的学者用荟萃分析法(meta-analysis)总结出的从1995~2012年间发表的48篇关于超声染色体异常软指标的研究,超声存在鼻骨缺失或发育不良,21-三体的似然比(likelihood ratio, LR)为6.58<sup>[9]</sup>,也就是说,中孕期超声筛查发现单纯性鼻骨缺损或发育不良,21-三体的风险率就会从血清学筛查所得风险率的基础上变更成为6.58倍,明显增高了21-三体综合征的风险率。所以,鼻骨是产前超声非常重要的检测指标。

而三维超声可用来观察鼻骨,包括三维多平面(three-dimensional multiplanar)通过正中矢状面、横断面和冠状面这3个切面同时观察鼻骨的形态,有助于鼻骨状态的判断,并可进行鼻骨长度、鼻前皮肤厚度、面额角等多项定量指标的测定<sup>[10-12]</sup>,来进一步评估鼻骨在正常与非整倍体、开放性脊柱裂胎儿中的差异。也可以应用透明模式或最大模式显示鼻骨,在正中矢状切面采集的三维图像上运用骨骼模式,强化的面部骨骼的显示,同时更突显出了鼻骨的回声(图5、6),尤其是单侧鼻骨缺失或发育不良的病例,除多平面显示外,骨骼模式同样是很直观的展示方式。



图5 正常鼻骨三维成像



图6 鼻骨缺失三维成像

面部三维骨骼成像也可以显示下颌骨,在11~13<sup>+</sup><sub>6</sub>周,通过VCI结合骨骼模式成像,在冠状切面上观察下颌间隙的消失与否,可以帮助诊断小下颌畸形,并提示需要详细的系统筛查以排除其他的结构异常<sup>[13]</sup>,因为小下颌畸形常见于18-三体及其他非整部体的胎儿。严重的小下颌(下颌骨发育不良)或下颌挛缩(下颌骨向后移位)可以是散发的单纯异常(约占40%),或其他畸形、遗传或非遗传综合征的合并畸形之一,而且小下颌和下颌挛缩有时不容易鉴别,两者会合并存在。用三维超声最大模式成像可以完整显示下颌骨,增加了诊断的准确性<sup>[14-16]</sup>。

采用透明模式或最大模式成像可以用来观察胎儿的颅骨、囟门和颅缝。冠状切面显示额缝,头顶部

切面显示前凶、冠状缝、矢状缝,面部侧切面可显示蝶凶和乳突缝。颅缝的过早骨化和闭合会导致颅骨形状和大小的改变,严重的病例可以出现颅内神经和脑组织的受压,会对胎儿的结局产生较大的影响。颅缝早闭最常发生于矢状缝和冠状缝,大多数病例是散在、单发的,少数病例也可能累及多个颅缝,并伴随其他系统的结构异常。颅缝早闭可以是多种遗传综合征的表型,如Crouzon综合征和Apert综合征。颅缝早闭的产前诊断是比较困难的,对于头形异常的病例尤其应注意观察有无颅缝的闭合,在胎儿颅脑的二维动态扫描过程中,若不能明显显示颅骨间的中断缝隙,可以结合三维骨骼模式观察颅缝和凶门的形态,对于颅缝早闭的诊断有重要的作用<sup>[17-19]</sup>。

三维骨骼成像在胎儿医学中的应用较为广泛,对于脊柱畸形和面部异常的结构评估只是其中的一部分,另外包括胸廓和肋骨的异常、四肢的异常,像短肋多指综合征等这些严重类型综合征的病例报道中常会有三维骨骼成像的身影存在<sup>[20]</sup>。当然,三维超声会受到胎儿体位及羊水量的限制,在胎儿条件允许的情况下,通过三维骨骼成像,清晰、立体的结构显示,对于疾病会有很好的辅助诊断价值。

### 参 考 文 献

- [1] 严英榴. 三维及四维超声在胎儿医学中的应用[J]. 实用妇产科杂志, 2013, 29(5):324-326.
- [2] Krakow D, Willians III J, Poehl M, et al. Use of three-dimensional ultrasound imaging in the diagnosis of prenatal-onset skeletal dysplasias[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2003, 21: 467 - 472.
- [3] 夏春华. 二维超声结合三维超声诊断胎儿脊柱及四肢发育异常的应用分析[J]. 医学影像学杂志, 2012, 22(9):1590-1591.
- [4] 谢红宁. 三维超声技术在产科领域中的应用[J]. 实用妇产科杂志, 2006, 22(3):139-140.
- [5] Vinals F, Munoz M, Naveas R, et al. Transfrontal three-dimensional visualization of midline cerebral structures[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2007, 30:162-168.
- [6] 雷婷, 谢红宁, 汪南, 等. 正常与隐形脊柱裂胎儿脊髓圆锥位置的三维超声评估[J]. 中国超声医学杂志, 2013, 29(8):715-718.
- [7] 宋凤菊, 孙小平, 张燕. 规范产前超声检查诊断胎儿肢体畸形的价值[J]. 中国医学影像学杂志, 2011, 19:104-106.
- [8] Rotten D, Levallant J, Benouaiche L, et al. Visualization of fetal lips and palate using a surface-rendered oropalatal (SROP) view in

- fetuses with normal palate or orofacial cleft lip with or without cleft palate[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2016, 47:244-246.
- [9] Agathokleous M, Chaveeva P, Poon LCY, et al. Meta-analysis of second-trimester markers for trisomy 21[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2013, 41:247-261.
- [10] De Jong-Pleij E, Ribbert L, Tromp E, et al. Three-dimensional multiplanar ultrasound is a valuable tool in the study of the fetal profile in the second trimester of pregnancy[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2010, 35:195-200.
- [11] Persico N, Molina F, Borenstein M, et al. Nasal-bone length in euploid fetuses at 16-24 weeks' gestation by three-dimensional ultrasound[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2010, 36:285-290.
- [12] Vos F, De Jong-Pleij E, Ribbert L, et al. Three-dimensional ultrasound imaging and measurement of nasal bone length, prenasal thickness and frontomaxillary facial angle in normal second- and third-trimester fetuses[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2012, 39:636-641.
- [13] Sepulveda W, Wong A, Vinals F, et al. Absent mandibular gap in the retranasal triangle view; a clue to the diagnosis of micrognathia in the first trimester[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2012, 39:152-156.
- [14] Bronshtein M, Blazer S, Zalel Y, et al. Ultrasonographic diagnosis of glossoptosis in fetuses with Pierre Robin sequence in early and mid pregnancy[J]. Am J Obstet Gynecol, 2005, 193(4): 1561-1564.
- [15] Lee W, McNie B, Chaiworapongsa T, et al. Three-dimensional ultrasonographic presentation of micrognathia[J]. J Ultrasound Med, 2002, 21(7): 775-781.
- [16] Vettraino IM, Lee W, Bronshtein RA, et al. Clinical outcome of fetuses with sonographic diagnosis of isolated micrognathia[J]. Obstet Gynecol, 2003, 102(4): 801-805.
- [17] Esser T, Rogalla P, Bamberg C, et al. Application of the three-dimensional maximum mode in prenatal diagnosis of Apert syndrome[J]. Am J Obstet Gynecol, 2005, 193(5): 1743-1745.
- [18] Faro C, Chaoui R, Wegrzyn P, et al. Metopic Suture in fetuses with Apert syndrome at 22-27 weeks of gestation[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2006, 27(1): 28-33.
- [19] Faro C, Benoit B, Wegrzyn P, et al. Three-dimensional sonographic description of the fetal frontal bones and metopic suture [J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2005, 26(6): 618-621.
- [20] Tonni G, Palmisano M, Ventura A, et al. Majewski syndrome (short-rib polydactyly syndrome type II): Prenatal diagnosis and histological features of chondral growth plate, liver and kidneys [J]. The Japanese Teratology Society, 2014, 54: 233-239.

(收稿日期:2017-02-15)

编辑:宋文颖