

超声定位中晚孕期胎儿脊髓圆锥位置的新方法探讨

杨硕, 宋鑫, 张文君, 刘静华, 吴昀

【摘要】 目的:探索中晚孕期胎儿脊髓圆锥(CM)末端至骶尾部最后一个骨化中心的距离段(CS)内包含完整椎体个数的规律。**方法:**采用二维超声成像及表面三维成像计数 19~37 孕周胎儿 CS 段内包含完整椎体的个数,然后采用 3D 容积存储系统存图、4D View 软件离线分析,用 Kappa 检验二维超声与三维超声在计数 CS 段内完整椎体个数的结果的一致性。**结果:**546 例中 253 例二维超声成像与三维表面成像计数的完整椎体个数分布一致性极好($k=1.0$)。20 孕周后 CS 段内包含完整椎体 ≥ 6 个,27 孕周后均 ≥ 7 个,34 孕周后均 ≥ 8 个。**结论:**本研究初步获得了 19~37 周胎儿各孕周 CS 段内包含完整椎体个数的参考值范围。三维表面成像可与二维超声相结合来辅助判断胎儿 CM 位置。

【关键词】 超声检查,胎儿;脊髓圆锥

【中图分类号】R445.1 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1000-0313(2016)02-0183-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2016.02.021

The new ultrasonic localization of fetal conus medullaris in the second and third trimester YANG Shuo, SONG Xin, ZHANG Wen-jun, et al. Ultrasonography Department of Maternity Center in Taihe Hospital, Hubei 442000, P. R. China

【Abstract】 Objective: To research a general rule by which the number of complete vertebrae from the end of conus medullaris to the last sacrococcygeal ossification center (Conus-Sacrum, CS) in the second and third trimester can be determined. **Methods:** The number of complete vertebrae of CS in 19~37 weeks can be counted by using two-dimensional ultrasonic imaging and three-dimensional ultrasonic surface imaging, then three-dimensional volume data were collected, 4D view post-processing software was offline analyzed, and Kappa test was used to test the consistency of the number of complete vertebrae in CS section by two-dimensional imaging and three-dimensional imaging. Finally, the distribution of the number of complete vertebrae in CS section in every gestational age was observed. **Results:** Among 546 cases, 253 cases were proved to have an excellent consistency in the number of complete vertebrae in CS section by two-dimensional imaging and three-dimensional surface imaging ($k=1.0$). There were at least 6 complete vertebrae in CS section after 20 weeks of gestation, at least 7 complete vertebrae in CS section after 27 weeks of gestation and at least 8 complete vertebrae in CS section after 34 weeks of gestation. **Conclusion:** The related reference ranges of the number of complete vertebrae of CS in 19~37 weeks were preliminary obtained. Three-dimensional surface imaging and three-dimensional VCI technology can be both combined with two-dimensional imaging to accurately determine the location of fetal conus medullaris.

【Key words】 Ultrasonography, fetal; Conus medullaris

随着超声学的发展,中枢神经系统的产前评估水平有了很大的提高,而且超声评估已成为胎儿产前的常规检查^[1]。超声可作为观察胎儿脊髓圆锥(conus medullaris, CM)位置及形态结构的首选方法,对早期发现脊柱和脊髓先天性疾病,诊断小儿脊髓栓系综合征(tethered cord syndrome, TCS)^[2,3],指导宫内脊髓脊膜修复及新生儿腰椎定位穿刺具有重要意义^[4],既往文献报道了利用胎儿 CM 位置产前诊断 TCS 的可行性^[5-7]。

然而胎儿 CM 末端的完整显示易受胎位、母体、羊水等因素影响,故目前 CM 尚未作为产前常规检查

项目^[8]。近 20 年来,国内外超声学者对评估正常胎儿 CM 位置的方法进行了阐述^[5,9,10],且大多采用确定 CM 末端所对应椎体水平的方法。Hoopman 等^[11]测量胎儿 CM 末端至骶尾部最后一个骨化中心的距离(conus-sacrum, CS),找出其与各孕周的关系;而李素和等^[12]测量内终丝的长度来评估 CM 的位置;但何邵铮等^[13]发现以上方法在临床实际应用中均存在或多或少的局限性。所以,胎儿 CM 目前在整个孕期是否低置的诊断标准是不确定的,仍需要大规模的临床研究探索出公认的、可靠的评价胎儿 CM 位置的检查方法。

本研究拟利用超声表面成像与二维成像相结合的方法,通过计数 CS 段包含完整椎体的个数来定位 CM 位置,探讨胎儿期圆锥位置的上升规律。

作者单位:442000 湖北,太和医院妇产中心超声室(杨硕、宋鑫、吴昀),超声波科(张文君);518172 广东,深圳市龙岗区妇幼保健院超声科(刘静华)

作者简介:杨硕(1988—),女,湖北十堰人,硕士,住院医师,主要从事妇产科系统疾病的超声诊断工作。

基金项目:深圳市龙岗区科技计划项目(YLWS201406091538510)

材料与方法

1. 研究对象

搜集 2014 年 1 月—2014 年 12 月在深圳市龙岗区妇幼保健院门诊接受常规超声检查的 566 例正常孕妇(均为单胎妊娠),年龄 19~34 岁,平均 28 岁,平素月经周期规律,均无特殊孕产史及高血压、糖尿病等可能会影响胎儿生长发育的并发症。566 例孕妇中,5 例走动后胎位仍不佳,9 例无法清晰显示胎儿骶尾部最后一个骨化中心,6 例因母体肥胖(腹壁脂肪厚度 >3 cm)无法确定 CM 位置,此 20 例被排除本研究,故最终纳入研究 546 例。

通过超声测量胎儿双顶径、头围、腹围、股骨长并校正孕周,校正结果与临床孕周相差不超过 2 周,校正后的胎儿孕周为 $19^{+1} \sim 37^{+6}$ 周。所有胎儿出生后均经儿科医师进行全身及神经系统检查确定无异常。

2. 检查仪器

采用 VolusonTM E8(GE Healthcare, USA)三维超声诊断仪,频率 4.0~8.0 MHz。使用自带计算机软件系统对胎龄进行评估,存储图片及容积数据后,采用 4D View 软件进行离线分析。

3. 胎儿 CM 的超声检查

二维成像:常规超声扫查胎儿全身结构并测量双顶径、头围、腹围、股骨长,检查脊柱时取胎儿俯卧位(当胎儿仰卧位时,待其活动后变成俯卧位再观察),在脊柱正中矢状切面沿脊柱长轴自头部至骶尾部连续扫查,注意使声束与脊柱垂直。先扫查全段椎管内圆柱状低回声的脊髓,自枕骨大孔开始延续至骶部,排除神经系统畸形,然后固定在脊柱腰骶段,记录略呈“鼠尾状”的 CM,同时显示硬脊膜及稍高回声的马尾,放大并保存最清晰的 CM 末端图片。全程辅以脊柱冠状面及横轴面扫查,仔细观察皮肤、椎弓椎体、神经管及脊髓。

三维成像:在胎儿静止状态下,以清晰完整的背部脊柱正中矢状切面为初始切面,调整取样框,使感兴趣区尽可能包括 Th_{11} 椎体至骶尾部最后一个骨化中心的范围及容积内的肋骨部分,扫查角度 $45^\circ \sim 65^\circ$ 。启动三维扫查,获取多个胎儿休息和产妇呼吸暂停期间无运动伪像的容积数据,均用一个随机数进行标记并且存储在超声单元的硬盘上,然后拷贝到电脑上进行医学数字图像后处理和转换。因晚孕期胎儿较大,羊膜腔空间相对狭小,三维成像效果不佳,故本研

究只对中孕组胎儿采用三维超声成像。由于胎位或母体肥胖等影响,用三维容积成像不能清楚确定 CM 位置的一些中孕期胎儿也被排除以便进一步分析。

选择表面成像模式,在正中矢状面椎体层面上完整显示胸椎下段及腰骶部椎体,调节增益、分辨率、图像颜色等充分显示 CM 下缘、腰椎及全部骶椎结构,再据腰骶角从足侧向头侧计数椎体顺序,然后旋转图像,在同一取样容积中显示三维长轴冠状切面的椎体层面,调节图像至清楚显示肋骨与椎体相连的解剖关系。

胎儿 CM 位置的确定、标记及记录方法:计数 CS 段内包含椎体个数标记于二维和三维图像上(图 1、2)。

4. 统计学分析

应用 Kappa 检验评定 CS 段包含椎体个数的二维与三维超声结果的一致性, $Kappa \geq 0.75$ 为一致性较好, $Kappa < 0.4$ 为一致性较差,介于二者间为一致性一般。

结 果

1. 一般情况

546 例胎儿利用二维成像均可计数 CS 段内椎体个数;19~28 孕周者共 296 例,其中 253 例(85.5%)得到三维表面图像,即 253 例获取了三维 CS 段内椎体个数。

2. 一致性检验

Kappa 检验分析结果:253 例二维超声与三维表面成像得到的 CS 段内椎体个数分布相同, Kappa 值为 1.0,说明一致性极好。

3. 利用超声计数 CS 段内椎体个数对 CM 位置的观察结果

546 例各孕周胎儿 CS 段内包含椎体个数分布见表 1,19~37 孕周胎儿 CS 段包含椎体个数为 5~9 个, ≥ 20 孕周 CS 段内包含椎体数均 ≥ 6 个, ≥ 27 孕周均 ≥ 7 个, ≥ 34 孕周均 ≥ 8 个。

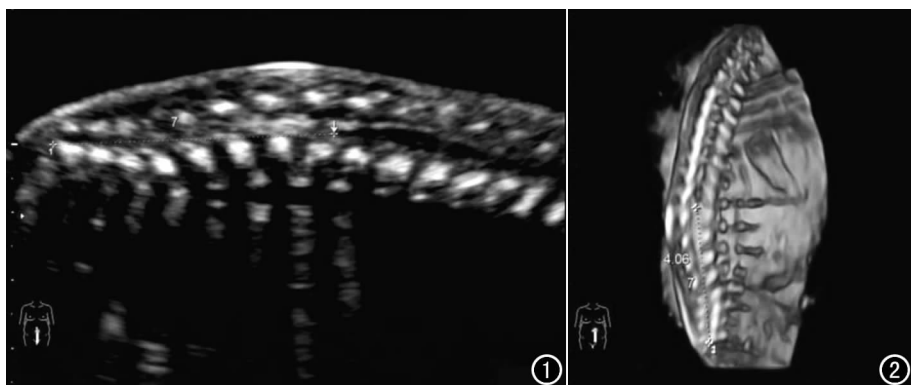


图 1 CS 段椎体个数的二维标记图。 图 2 标记 CS 段椎体个数的三维矢状图。

表 1 各孕周胎儿 CS 段内椎体个数分布表

孕周 (周)	CS 段内椎体个数(个)					合计 (例)
	5	6	7	8	9	
19~19 ⁺ ₆	5	5	0	0	0	10
20~20 ⁺ ₆	0	7	7	0	0	14
21~21 ⁺ ₆	0	10	7	0	0	17
22~22 ⁺ ₆	0	4	11	6	0	21
23~23 ⁺ ₆	0	7	18	2	0	27
24~24 ⁺ ₆	0	4	19	15	0	38
25~25 ⁺ ₆	0	3	15	19	2	39
26~26 ⁺ ₆	0	1	14	25	1	41
27~27 ⁺ ₆	0	0	11	31	0	42
28~28 ⁺ ₆	0	0	6	30	11	47
29~29 ⁺ ₆	0	0	8	30	8	46
30~30 ⁺ ₆	0	0	3	24	17	44
31~31 ⁺ ₆	0	0	7	22	13	42
32~32 ⁺ ₆	0	0	1	16	15	32
33~33 ⁺ ₆	0	0	1	12	14	27
34~34 ⁺ ₆	0	0	0	11	7	18
35~35 ⁺ ₆	0	0	0	6	10	16
36~36 ⁺ ₆	0	0	0	7	7	14
37~37 ⁺ ₆	0	0	0	0	11	11
合计(例)	5	41	128	256	116	546

讨 论

1. 超声观察胎儿 CM 位置的优缺点

优点:众所周知,超声是一种对任何年龄段人群皆无损伤的初筛诊断方法^[14]。既往报道认为超声定位 CM 末端位置的方法是准确的^[6]。通常椎板骨化时间约为出生后 4~6 个月^[15],而胎儿时期椎板未骨化,超声波可穿过胎儿椎板进入椎管,清楚显示胎儿脊髓的各种生理、病理结构形态。高频超声探头可很好地从纵切面而和横切面显示椎管、蛛网膜下腔、脊髓和马尾结构,能更清晰地显示 CM 末端的位置^[16]。本研究共搜集胎儿 566 例,其中 546 例(96.5%)通过二维成像可计算 CS 段内椎体个数。利用三维超声可以清楚观察脊柱连续的结构信息^[17],不受脊柱生理弯曲的影响,能够完整显示自肋骨到脊柱末端的全部腰椎、骶椎,并可多平面观察椎体结构,准确定位中孕期胎儿 CM 位置^[18],本研究中 19~28 孕周者共 296 例,其中 253 例(85.5%)胎儿获得 CM 三维表面图像,具有较高的显示率。

缺点:顾莉莉等^[8]指出:胎儿 CM 的完整显示受母体、胎位、羊水等因素的影响,至今仍未成为产前常规检查项目。本组观察结果显示,当胎儿孕周过大、胎位是后位、胎儿脊柱紧靠子宫壁、羊水较少、孕妇腹壁脂肪太厚时,胎儿骶尾部显示欠满意。同时也发现,超声图像的质量容易受产妇体型及胎儿胎位的影响,三维图像的获得十分依赖于二维图像的质量。除了这些客观原因,一些隐性脊柱裂或其它类型较小病变者,超声显示困难,容易造成漏诊^[19]。

2. 本研究资料的选择

人类脊柱分为颈椎(cervical vertebra,C)、胸椎(thoracic vertebra,Th)、腰椎(lumbar vertebra,L)、骶椎(sacral vertebra,S)和尾椎(caudal vertebra,C)。椎管内有脊髓、脊神经、终丝等结构。脊髓发育起源于胚胎时期神经管的尾部,脊髓末端逐渐变细的部分即脊髓圆锥(CM)。神经管的闭合发生在几个不同的阶段,妊娠第 27d 神经管尾端关闭,第 38d CM、终丝和终脑室的最尾段形成^[20]。在胚胎发育的前 3 个月,脊髓与脊柱几乎等长,其所发出的脊神经与相应的椎间孔均处同一水平,其末端延伸到发育中的尾骨。CM 在胎龄 3 个月时占脊髓全长的 6.02%,出生前占脊髓全长的 8.31%。3 个月后,由于脊柱和硬脊膜的增长比脊髓快,脊柱逐渐超越脊髓向尾端延伸,而 CM 末端以下逐渐被拉长的线状终丝与尾骨相连,随着脊柱的迅速增长,脊髓的位置相对上移到较高的平面^[21]。本研究结果显示 19~37 孕周胎儿的 CM 位置随孕周的增长呈逐渐上升趋势(表 1)。

约在孕 8 周时,胎儿下部分胸椎和上部分腰椎首先骨化,然后以此为中心向脊柱的两端逐渐骨化,而骶尾部椎体在孕 17~18 周后才骨化^[22],故观察胎儿 CM 位置的变化应选择在 19 孕周后,且随着胎龄的增大,超声图像越来越清晰。胎儿 CM 的图像,若经阴道检查则在 13 周即可显示^[5],但孕妇常不愿意接受此方式,经腹部超声探头对<18 孕周胎儿 CM 末端的显示不够清晰,是由于椎体及椎弓骨化产生的声影遮挡了脊髓的显示^[23],所以选择应用腹部三维探头从 19 周起观察胎儿 CM 的位置,晚孕期除少数胎儿因胎位不佳且一直固定不动不能显示外,其余大部分均可显示。

3. 超声计数 CS 段内椎体个数来定位胎儿 CM 位置的结果讨论

相比之下,此种方法比较新颖,也较为简单,只需计数出 CS 段内包含完整椎体的个数。从表 1 中可以看出,19~37 孕周的胎儿 CS 段内包含椎体个数为 5~9 个,且随着孕周的增大,其包含椎体个数越多;≥20 孕周 CS 段内包含椎体数均≥6 个;≥27 孕周均≥7 个;≥34 孕周均≥8 个;各孕周间计数的椎体个数也存在较多的交叉现象,尤其以相邻孕周为著,说明胎儿期各孕周之间椎体个数有差异。其原因除了操作者水平的影响和各胎儿圆锥上升速度不同之外,还有一个重要因素是由于整个孕期脊柱骶尾部各骨化中心出现的时间不统一。在妊娠 16 周期间,S₁、S₂ 骨化中心几乎总是存在,而 S₃ 骨化中心存在的显示率约 50%,S₄ 骨化中心在 21 孕周妊娠时均能被看到^[24];Hoopmann 等^[11]经研究发现,在中孕期至少有 3 个骶尾部骨化点应被可视化,而在晚孕期至少有 4 个。有学者用 X 线

摄片的方法追踪观察脊柱骶尾部椎体骨化顺序发现,孕 17~21 周时有 3~4 个骶骨结节骨化,孕 22~26 周有 4~5 个,孕 26 周以后 5 个骶骨结节基本都出现骨化点,孕 31 周以后甚至已经出现尾骨骨化点;该研究还得出女胎比男胎骶椎骨化点出现的时间略提前^[25],这些都可能是整个孕期骶尾部骨化中心出现时间不统一的原因。笔者在搜集病例过程中发现,从 19 孕周开始至少能看到 3~4 个骶尾部骨化中心,随着孕周的增长,接近晚孕期能观察到 5 个骨化中心,且孕周越大,第 5 个骨化中心显示越明显,与既往研究结果相符^[25]。

在三维表面成像中,本组研究计数出的 253 例椎体个数与二维成像所得结果一致性极强,说明这种简单的方法是可行的,但仍缺乏更多的研究确定各孕周具体椎体个数参考值范围,所以此法尚不太成熟,有待进一步的研究。

参考文献:

- [1] Salomon LJ, Alfirevic Z, Berguella V, et al. Practice guidelines for performance of the routine mid-trimester fetal ultrasound scan [J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2011, 37(1): 116-126.
- [2] Sohaey R, Oh KY, Kennedy AM, et al. Prenatal diagnosis of tethered spinal cord[J]. *Ultrasound Quarterly*, 2009, 25(2): 83-87.
- [3] Rodriguez MA, Prats P, Munoz A, et al. Sonographic evaluation of the fetal conus medullaris[J]. *Prenat Diagn*, 2014, 34(11): 1111-1114.
- [4] Adzick NS, Thom EA, Spong CY, et al. A randomized trial of prenatal versus postnatal repair of myelomeningocele[J]. *N Engl J Med*, 2011, 364(11): 993-1004.
- [5] Zalel Y, Lehari O, Aizeinstein O, et al. Development of the fetal spinal cord. Time of ascendance of the normal conus medullaris as detected by sonography[J]. *J Ultrasound Med*, 2006, 25(11): 1397-1401.
- [6] 卢丹, 陈欣林, 朱霞. 超声定位胎儿脊髓圆锥末端位置方法的准确性[J]. *中华医学超声杂志*, 2009, 6(2): 320-323.
- [7] 张蒂荣, 温影红, 胡海云, 等. 产前超声定位胎儿脊髓圆锥的临床意义[J]. *中国超声医学杂志*, 2012, 28(12): 1127-1129.
- [8] 顾莉莉, 李胜利. 胎儿脊柱裂的产前诊断进展[J]. *中华医学超声杂志*, 2012, 9(3): 201-204.
- [9] Perlitz Y, Izhaki I, Ben-Ami M. Sonographic evaluation of the fetal conus medullaris at 20 to 24 weeks' gestation[J]. *Prenat Diagn*,

2010, 30(9): 862-864.

- [10] Coley BD, Murakami JW, Koch BL, et al. Diagnostic and interventional ultrasound of the pediatric spine [J]. *Pediatr Radio*, 2001, 31(11): 775-785.
- [11] Hoopman M, Abele H, Yazdi B, et al. Prenatal evaluation of the position of the fetal conus medullaris[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2011, 38(5): 548-552.
- [12] 李素和, 王金锐, 王建华. 超声观察新生儿脊髓圆锥末端正常位置[J]. *中国医学影像技术*, 2011, 27(12): 2444-2447.
- [13] 何邵铮, 吕国荣, 柳舜兰, 等. 胎儿脊髓圆锥超声定位新指标及其在脊髓栓系的诊断价值[J]. *中国超声医学杂志*, 2015, 31(1): 44-47.
- [14] 蒋寿宁, 张瑞妮, 曲文洲, 等. 腰骶椎管闭合不全超声检查的应用[J]. *中国超声医学杂志*, 2000, 16(10): 791-793.
- [15] Dick EA, de Bruyn R, Patel K, et al. Spinal ultrasound in cloacal exstrophy[J]. *Clin Radiol*, 2001, 56(4): 289-294.
- [16] Blondiaux E, Katorza E, Rosenblatt J, et al. Prenatal US evaluation of the spinal cord using high-frequency linear transducers [J]. *Pediatr Radiol*, 2011, 41(3): 374-383.
- [17] International Society of Ultrasound in Obstetric & Gynecology Education Committee. Sonographic examination of the fetal central nervous system: guidelines for performing the 'basic examination' and the 'fetal neurosonogram' [J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2007, 29(1): 109-116.
- [18] 胡海云, 张蒂荣, 王钥, 等. 超声定位中晚孕期胎儿脊髓圆锥位置[J]. *中国医学影像技术*, 2003, 29(5): 779-782.
- [19] 杨硕, 刘静华. 胎儿脊髓圆锥的影像学研究现状[J]. *医学综述*, 2014, 20(17): 3183-3185.
- [20] Barkovich AJ. Congenital anomalies of the spine. In: Barkovich AJ (ed) *Pediatric neuroimaging* [M]. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2005: 704-772.
- [21] 高英茂. 组织学与胚胎学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 431-432.
- [22] 李胜利. 胎儿畸形产前超声诊断学[M]. 北京: 人民军医出版社, 2004: 61-62.
- [23] 黄怡, 陈秀兰, 李胜利, 等. 胎儿脊髓圆锥末端定位的超声应用研究[J]. *中华医学超声杂志*, 2013, 10(5): 357-359.
- [24] De Biasio P, Ginocchio G, Aicardi G, et al. Ossification timing of sacral vertebrae by ultrasound in the mid-second trimester of pregnancy[J]. *Prenat Diagn*, 2003, 23(13): 1056-1059.
- [25] 陆成樑. 中国人胎儿脊柱的生长发育[J]. *解剖学报*, 1989, 20(1): 11-14.

(收稿日期: 2015-06-22 修回日期: 2015-09-22)