Two-line intersection method of lumbosacral junction in localization of fetal conus medullaris

ZHAI Jing[1,2], CAI Ailu[1*], DONG Lan[1], CAI Chang[1], LI Dongmei[1]
(1. Department of Ultrasound, Shengjing Hospital of China Medical University, Shenyang 110004, China; 2. Department of Ultrasound, Dalian Maternal and Child Health Hospital, Dalian 116030, China)

[**Abstract**] **Objective** To explore the feasibility of two-line intersection method of lumbosacral junction in localization of fetal conus medullaris. **Methods** A total of 581 normal fetuses with 20—38 weeks of gestational age were included. Two-line intersection method of lumbosacral junction was used to identify S1 vertebra and then counted upward to localize the fetal conus medullaris at the level of vertebral body. The distribution of conus medullaris position in each gestational age was observed. Then 101 fetuses in different gestational age were randomly selected to analyze the consistency of localization results within two operators and with three-dimensional imaging. **Results** The consistency of localization within two operators and two methods were both good (*Kappa*=0.94, 0.92). Two-line intersection method of lumbosacral junction could easily and clearly locate the conus medullaris in 530 fetuses, and the distribution of conus medullaris was L1 (25/530, 4.72%), L_{1-2} disc (46/530, 8.68%), L2 (272/530, 51.32%), L_{2-3} disc (104/530, 19.62%), L3 (63/530, 11.89%), L_{3-4} disc (12/530, 2.26%) and L4 (8/530, 1.51%). Furthermore, when gestational age was ≥23 weeks, all conus medullaris located at or above L3 level; when gestational age was ≥32 weeks, 98.38% (182/185) conus medullaris was at or above L_{2-3} level; when gestational age was ≥37 weeks, 94.83% (55/58) conus medullaris was at or above L2 level. **Conclusion** Two-line intersection method of lumbosacral junction could be used to identify S1 and locate the fetal conus medullaris accurately, therefore could be used to determine the position of conus medullaris quickly and conveniently.

[**Key words**] Lumbosacral junction; Conus medullaris; Fetus; Ultrasonography, prenatal
DOI: 10.13929/j.1672-8475.201804038

腰骶关节两线相交法判定胎儿脊髓圆锥位置

翟 晶[1,2], 蔡爱露[1*], 董 岚[1], 蔡 畅[1], 李冬梅[1]
(1. 中国医科大学附属盛京医院超声科, 辽宁 沈阳 110004;
2. 大连市妇幼保健院超声科, 辽宁 大连 116030)

[**摘 要**] **目的** 探讨腰骶关节两线相交法定位胎儿脊髓圆锥的位置的可行性。**方法** 选取 20～38 周正常胎儿 581 胎, 以腰骶关节两线相交法识别 S1 椎体, 定位脊髓圆锥相应椎体水平, 观察各孕周脊髓圆锥位置分布情况; 随机选取 101 胎不同孕周胎儿观察不同医师间及腰骶关节两线相交法与三维成像定位结果的一致性。**结果** 2 名医师采用腰骶关节两线相交法定位脊髓圆锥的一致性好(*Kappa*=0.94); 腰骶关节两线相交定位与三维成像定位一致性好(*Kappa*=0.92)。530 胎腰骶关节两线相交法可识别 S1 椎体并定位脊髓圆锥, 脊髓圆锥对应的椎体水平范围为 L1～L4, 其中对应 L1 椎体、L_{1-2}椎间隙、L2 椎体、L_{2-3}椎间隙、L3 椎体、L_{3-4}椎间隙和 L4 椎体分别占 4.72%(25/530)、8.68%(46/530)、51.32%(272/530)、19.62%(104/530)、11.89%(63/530)、2.26%(12/530)和 1.51%(8/530); 脊髓圆锥随孕周呈逐渐上升趋势; ≥23 孕

[**基金项目**] "十二五"国家科技支撑计划项目(2014BAI06B05)。
[**第一作者**] 翟晶(1982—), 女, 辽宁大连人, 在读博士, 主治医师。研究方向: 产前超声诊断。E-mail: zjwyj107928@sina.com
[**通信作者**] 蔡爱露, 中国医科大学附属盛京医院超声科, 110004。E-mail: caial1224@sina.com
[**收稿日期**] 2018-04-30 [**修回日期**] 2018-09-03

周时，全部位于 L3 椎体及以上；≥32 孕周时，98.38%(182/185)达 L_{2-3} 椎间隙及以上，≥37 孕周时，94.83%(55/58)上升至 L2 椎体及以上。**结论** 通过腰骶关节两线相交法可识别 S1 椎体，进而准确定位脊髓圆锥水平，可用于快速判断脊髓圆锥位置。

[**关键词**] 腰骶关节；脊髓圆锥；胎儿；超声检查，产前
[**中图分类号**] R714.5；R445.1 [**文献标识码**] A [**文章编号**] 1672-8475(2018)12-0739-04

脊髓圆锥是脊髓末端逐渐向下变细呈锥状的结构。胚胎发育早期，脊髓与椎管等长，随着胎儿脊柱和椎管的生长速度大于脊髓的生长速度，脊髓圆锥呈相对上升趋势。脊髓栓系综合征是与脊髓圆锥低位密切相关的一组疾病，患儿常以下肢运动和感觉障碍或膀胱功能失调等症状就诊[1]，但产前难以发现。随着超声仪器分辨率的改善和产前超声诊断技术水平的提高，胎儿期脊髓圆锥成为国内外学者研究热点之一，早期发现其位置和形态异常可作为脊髓栓系相关病变的重要提示，如脊柱裂、骶尾部包块、椎管内占位等。近年来，国内外学者[2-3]分别报道了多种脊髓圆锥定位方法。本研究采用腰骶关节两线相交法识别 S1 椎体，以之作为参考点，确定脊髓圆锥对应的椎体水平，并与三维超声骨骼成像模式定位结果相比较，探讨该方法定位脊髓圆锥的可行性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2017 年 1 月—10 月在中国医科大学附属盛京医院和大连市妇幼保健院接受超声检查的孕妇 581 名，年龄 20～34 岁，平均(28.2±3.4)岁，孕周 20～38 周，平均(28.9±3.2)周。纳入标准：①单胎妊娠；②超声孕龄与实际孕龄相符；③超声检查排除胎儿畸形；④分娩后随访新生儿无异常；⑤孕妇无糖尿病、妊娠期高血压疾病、慢性感染等影响胎儿发育的疾病。

1.2 仪器与方法 采用 Philips Epiq7 彩色多普勒超声诊断仪，C5-1 二维经腹凸阵探头(频率 2～5 MHz)和 X6-1 三维容积探头(频率 4～8 MHz)。超声常规扫查以除外胎儿结构畸形，并仔细观察胎儿脊柱有无异常声像改变。分别采集脊柱长轴纵切面和横切面，多角度扫查脊柱整体及各椎体、椎弓排列和骨化情况，识别脊髓圆锥及其形态。

腰骶关节两线相交定位法：获取胎儿背部向上且脊柱骶尾部呈自然生理弯曲、同时清晰显示脊髓圆锥的纵切面图像。首先在脊柱腰骶关节成角处画两条直线，分别使 3～4 个骶椎和腰椎椎体中心点在同一条直线，两线相交处为椎体时即该椎体定位为 S1 椎体，相交处为椎间盘时其足侧端为 S1 椎体；再以 S1 椎体为参考点向胎儿头侧计数，记录脊髓圆锥末端对应的椎体水平(图 1A)。脊髓圆锥位置分为 L1 椎体、L_{1-2} 椎间隙、L2 椎体、L_{2-3} 椎间隙、L3 椎体、L_{3-4} 椎间隙和 L4 椎体水平。由 2 名具备 5 年以上产前超声诊断经验、且从事胎儿超声工作的超声医师采集并留存图像。

三维超声骨骼成像模式定位法：于胎儿静止状态下，将上述切面作为初始切面，调整取样框，使其包含部分胸椎至骶椎，嘱孕妇屏气，启动三维容积扫查，并存储容积数据。启用内置 GI3DQ 软件，调整 A 平面使脊柱长轴水平且能清晰显示脊髓圆锥末端，并将定位十字线置于脊髓圆锥处，选择骨骼成像模式，此时右下角图像为脊柱三维成像冠状面，其水平线处即为脊髓圆锥所对应椎体水平，自与最后一组肋骨连接处为 T12 椎体向下计数并记录脊髓圆锥位置(图 1B)。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 20.0 统计分析软件。随机选取 101 胎不同孕周正常胎儿，采用 *Kappa* 一致性检验评估 2 名医师使用腰骶关节两线相交定位法的一致性，及两线相交定位法与三维骨骼成像定位法判定脊髓圆锥水平的一致性，*Kappa*＜0.40 为一致性

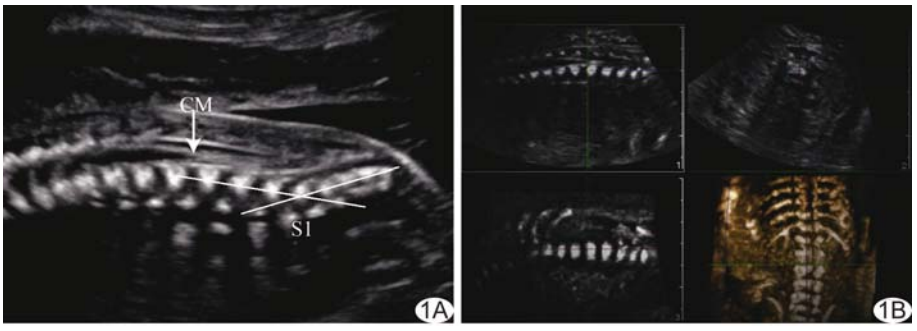


图 1 孕 22^{+5} 周，正常胎儿 A.腰骶关节两线相交定位法，两线相交处为 S1，脊髓圆锥(CM)位于 L3 椎体水平(箭)；B.三维超声骨骼成像模式定位，右下角三维骨骼成像模式显示脊髓圆锥位于 L3 水平(绿线)

差，0.40≤*Kappa*≤0.75 为一致性较好，*Kappa*>0.75 为一致性好。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2　结果

共 530 胎(530/581，91.22%)可清楚显示脊髓圆锥及 S1；51 胎因体位、羊水少或孕妇肥胖等因素影响，导致脊髓圆锥或脊柱腰骶段显示不清，其中 39 胎孕周大于 36 周。

2.1　一致性分析　2 名超声医师采用腰骶关节两线相交定位法均可使胎儿脊柱腰骶段和脊髓圆锥清晰显示并定位，且一致性好(*Kappa*=0.94)。

分别接受 2 种不同方法定位的 101 胎中，仅 6 胎 2 种方法的定位结果不一致，且均为大于 36 周的胎儿。腰骶关节两线相交定位法与三维成像骨骼模式定位脊髓圆锥的一致性好(*Kappa*=0.92)。

2.2　不同孕周胎儿脊髓圆锥位置　530 胎脊髓圆锥对应的椎体水平范围为 L1～L4，其中对应 L1 椎体、$L_{1\text{-}2}$ 椎间隙、L2 椎体、$L_{2\text{-}3}$ 椎间隙、L3 椎体、$L_{3\text{-}4}$ 椎间隙及 L4 椎体者分别占 4.72%(25/530)、8.68%(46/530)、51.32%(272/530)、19.62%(104/530)、11.89%(63/530)、2.26%(12/530)和 1.51%(8/530)，以 L2 椎体最多；脊髓圆锥水平最低者位于 L4 椎体且仅见于 20 孕周胎儿；最高者位于 L1 椎体，见于 28～38 孕周胎儿；且随着孕周增长，脊髓圆锥水平呈上升趋势，≥23 孕周时所有胎儿脊髓圆锥水平均达 L3 椎体及以上；≥32 孕周时，98.38%(182/185)达 $L_{2\text{-}3}$ 椎间隙及以上，仅见 3 胎位于 L3 椎体水平；≥37 孕周时，94.83%(55/58)达 L2 椎体及以上，见表 1。

3　讨论

胚胎发育过程中，各种原因所致的脊髓末端受牵拉均可导致脊髓圆锥低位，从而出现脊髓栓系现象。早期诊断与治疗对预后非常关键。目前超声评价脊髓圆锥的常见方法有二维椎体逆查法、肋骨识别法、腰骶前突定位法、肾上极定位法、测距法和多种三维成像定位法，尚无统一的准确定位标准。椎体逆查法简便易行，但脊椎最后椎体骨化中心出现时间的个体差异较明显，极易影响脊髓圆锥定位的准确性。这一局限性同样存在于测距法中。MRI 成本较高，不能作为常规筛查方式。三维成像能直观显示脊柱冠状面，是计数椎体较准确的定位方法之一。

Perlitz 等[2]应用二维超声识别最后一组肋骨和 T12 椎体判断 20～24 周胎儿脊髓圆锥水平，结果表明 93%位于 L2 椎体，$L_{2\text{-}3}$ 椎间隙或 L3 椎体水平。本研究结果也表明，中晚孕期胎儿脊髓圆锥最常见于 L2 椎体、$L_{2\text{-}3}$ 椎间隙及 L3 椎体水平。但二维超声显示脊柱冠状面困难，显示和计数肋骨比较耗时，且同时显示肋骨与脊髓圆锥较困难。腰骶关节是胎儿期较为明显的脊柱生理弯曲，随着胎儿在宫内活动，二维图像可显示其脊柱骶尾段与腰段在一定范围内呈不同角度。利

表 1　530 胎 20～38 孕周胎儿脊髓圆锥位置分布情况[胎(%)]

孕周	胎数	脊髓圆锥对应的腰椎水平						
		L1 椎体	$L_{1\text{-}2}$ 椎间隙	L2 椎体	$L_{2\text{-}3}$ 椎间隙	L3 椎体	$L_{3\text{-}4}$ 椎间隙	L4 椎体
20	21	0	0	0	1(4.76)	6(28.57)	6(28.57)	8(38.10)
21	22	0	0	0	3(13.64)	14(63.64)	5(22.73)	0
22	21	0	0	5(23.81)	5(23.81)	10(47.62)	1(4.76)	0
23	38	0	1(2.63)	14(36.84)	17(44.74)	6(15.79)	0	0
24	48	0	2(4.17)	22(45.83)	17(35.42)	7(14.58)	0	0
25	31	0	2(6.45)	13(41.94)	13(41.94)	3(9.68)	0	0
26	21	0	2(9.52)	11(52.38)	7(33.33)	1(4.76)	0	0
27	22	0	2(9.09)	11(50.00)	6(27.27)	3(13.64)	0	0
28	27	3(11.11)	2(7.41)	16(59.26)	2(7.41)	4(14.81)	0	0
29	26	2(7.69)	0	14(53.85)	9(34.62)	1(3.85)	0	0
30	41	2(4.88)	3(7.32)	26(63.41)	6(14.63)	4(9.76)	0	0
31	27	0	9(33.33)	12(44.44)	5(18.52)	1(3.70)	0	0
32	32	1(3.13)	4(12.50)	26(81.25)	1(3.13)	0	0	0
33	27	4(14.81)	1(3.70)	19(70.37)	2(7.41)	1(3.70)	0	0
34	22	2(9.09)	3(13.64)	14(63.64)	2(9.09)	1(4.55)	0	0
35	23	2(8.70)	4(17.39)	15(65.22)	2(8.70)	0	0	0
36	23	3(13.04)	2(8.70)	14(60.87)	3(13.04)	1(4.35)	0	0
37	30	2(6.67)	6(20.00)	20(66.67)	2(6.67)	0	0	0
38	28	4(14.29)	3(10.71)	20(71.43)	1(3.57)	0	0	0

用成角的腰骶关节定位脊髓圆锥，最早应用于新生儿脊髓圆锥位置的超声研究[4-5]。腰骶前突法即应用 L5 椎体与 S1 椎体间呈 15°～20°夹角定位胎儿脊髓圆锥位置。刘静华等[6]采用腰骶前突法定位，并与三维成像定位比较，发现二者一致性较好；何晓琴等[7]采用腰骶前突法定位隐性脊柱裂胎儿脊髓圆锥，并与产后病理解剖结果对照，发现二者完全一致，提示腰骶关节作为胎儿期脊髓圆锥定位的参考点较准确、可靠。

本研究发现经胎儿脊柱腰骶关节周围的椎体骨化中心点画两条直线的交点确定腰骶关节较简便，可省去角度测量步骤，两线交点为椎体时定位为 S1，交点为椎间隙时定位为 L_5～S_1 椎间隙，然后由此向头侧计数脊髓圆锥对应的椎体水平，与 Mottet 等[8]提出分别沿腰椎和骶椎椎体后缘作切线定位 S1 椎体的方法相似。但实际操作中，由于各椎体大小不同，其切点未必在同一条直线，易产生操作者依赖。本研究结果显示，23 孕周及以上胎儿脊髓圆锥均达 L3 椎体及以上水平，32 周及以上胎儿 98.38%(182/185)脊髓圆锥达 L_{2-3} 椎间隙及以上，37 周及以上 94.83%(55/58)达 L2 椎体及以上，与国内学者[9-10]采用不同三维超声成像技术得到的结论一致。同时，本研究还发现胎儿期脊髓圆锥随孕周相对上升，与既往研究[11-12]报道的其他胎儿期定位方法结论相似。本组脊髓圆锥位于 L2 椎体者约占 51.32%(272/530)，且随孕周增长，各孕周内脊髓圆锥位于 L2 椎体水平者所占比例逐渐增大，32 周时位于 L2 椎体者高达 81.25%(26/32)，提示 L2 椎体水平为脊髓圆锥上升过程中相对稳定的水平，且至 39 周脊髓圆锥最高可至 L1 椎体水平，与既往报道[13]正常儿童脊髓圆锥位置的结论一致。但此法的局限性在于脊柱腰骶关节成角不明显、尤其是受孕周较小和孕晚期羊水减少等影响时，准确识别 S1 椎体存在困难，可考虑采用三维超声辅助，以获得准确定位。另外，本研究未考虑胎儿腰椎个数变异的情况，均按 5 个腰椎进行计数。

三维超声不受脊柱腰骶部弯曲角度的影响，且其骨骼模式能显示取样容积范围内所包括的肋骨、椎体和椎弓情况，通过脊柱冠状面可直观显示第 12 肋，由此向下计数可快速判断脊髓圆锥对应的椎体水平；即使孕晚期羊水量减少，只要胎儿脊柱背侧朝向母体腹壁，即可完成操作。本研究发现，采用两线相交法的医师间和两线相交法与三维成像骨骼模式定位脊髓圆锥的一致性好，提示二维超声扫查胎儿脊柱时经腰骶关节两线相交法定位脊髓圆锥方法简便、可靠。在接受一致性分析的 101 胎中，二维超声扫查仅 6 胎定位脊髓圆锥结果与三维超声不符，且均为 36 周以上胎儿，可能与孕晚期受羊水量减少或胎方位等因素导致脊柱腰骶关节成角不明显、导致两线相交法定位存在误差有关，另外可能也与孕妇自身腹部脂肪厚、透声条件不佳有关。

综上所述，采用二维超声经腰骶关节周围腰骶椎体中心点的两线相交法确定 S1 椎体并定位脊髓圆锥位置较可靠且操作简便，可用于快速评估胎儿脊髓圆锥水平。

[参考文献]

[1] 刘福云. 脊髓栓系综合征的诊断与治疗. 实用儿科临床杂志, 2008, 23(11): 812-814.

[2] Perlitz Y, Izhaki I, Ben-Ami M. Sonographic evaluation of the fetal conus medullaris at 20 to 24 weeks' gestation. Prenat Diagn, 2010, 30(9): 862-864.

[3] 杨硕, 宋鑫, 张文君, 等. 超声测距法定位中晚孕胎儿脊髓圆锥位置. 中国医学影像技术, 2016, 32(2): 270-273.

[4] Hill CA, Gibson PJ. Ultrasound determination of the normal location of the conus medullaris in neonates. AJNR Am J Neuroradiol, 1995, 16(3): 469-472.

[5] Coley BD, Murakami JW, Koch BL, et al. Diagnostic and interventional ultrasound of the pediatric spine. Pediatr Radiol, 2001, 31(11): 775-785.

[6] 刘静华, 杨硕, 蒋莹, 等. 中晚孕期胎儿脊髓圆锥位置的超声定位研究. 临床超声医学杂志, 2016, 18(3): 157-160.

[7] 何晓琴, 钟晓红, 张君, 等. 胎儿隐性脊柱裂并脊髓栓系的产前超声诊断. 中国妇幼保健, 2017, 32(14): 3345-3347.

[8] Mottet N, Saada J, Jani J, et al. Sonographic evaluation of fetal conus medullaris and filum terminale. Fetal Diagn Ther, 2016, 40(3): 224-230.

[9] Yang SH, Yang ZJ, Li YY, et al. Localization of the fetal conus medullaris by oblique view extended imaging. J Med Ultrason, 2017, 44(4): 281-287.

[10] 赵丹, 蔡爱露, 王晓光, 等. 三维超声容积对比成像定位胎儿脊髓圆锥水平. 中国介入影像与治疗学, 2017, 14(10): 636-639.

[11] 李井成, 孙四喜, 鲍赛玲. 中孕期经三维超声胎儿脊髓圆锥定位. 中国产前诊断杂志(电子版), 2017, 9(1): 46-50.

[12] 钱柏伶, 解丽梅. 三维超声定位中晚孕期胎儿脊髓圆锥位置的应用. 中国超声医学杂志, 2017, 33(8): 718-720.

[13] Jung JY, Kim EH, Song IK, et al. The influence of age on positions of the conus medullaris, Tuffier's line, dural sac, and sacrococcygeal membrane in infants, children, adolescents, and young adults. Pediatric Anesth, 2016, 26(12): 1172-1178.