

床旁超声评估早期新生儿的脊髓和椎管发育*

徐鑫¹ 刘玉芹¹ 魏柯香¹ 胥萍²

(兰州大学第二医院 1. 儿童功能检查科; 2. 超声科, 甘肃 兰州 730000)

【摘要】 目的 探讨床旁超声在早期新生儿脊髓和椎管发育中的临床价值。方法 收集 2022 年 1 月—8 月兰州大学第二医院 125 例新生儿的临床资料, 包括母亲的分娩次数、分娩方式、新生儿的胎龄、性别、出生天数、身高、体重、头围、胸围, 并用床旁超声测量颈、胸、腰椎脊髓和椎管前后径。按其胎龄分为早产儿组(32~36⁺6 周, 30 例)、早期足月儿组(37~38⁺6 周, 39 例)和完全足月儿组(39~40⁺6 周, 56 例)。比较脊髓和椎管前后径的组间差异及与临床资料的相关性, 进一步观察脊髓和椎管前后径随胎龄变化的规律。结果 完全足月儿组、早期足月儿组的脊髓和椎管前后径均大于早产儿组($P<0.05$)。早期新生儿的脊髓和椎管前后径与胎龄、身高、体重、头围、胸围呈正相关, 尤其早产儿组与胎龄明显相关($P<0.05$)。脊髓和椎管发育无性别差异。结论 床旁超声可以显示早期新生儿的脊髓和椎管前后径随胎龄而变化, 其参考值将有助于评估新生儿的脊髓损伤。

【关键词】 床旁超声; 新生儿; 脊髓; 椎管; 发育

【中图分类号】 R179; R445.1 **【文献标志码】** A **DOI:** 10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2024. 04. 020

Bedside ultrasound for the assessment of spinal cord and spinal canal development in early neonatal

XU Xin¹, LIU Yuqin¹, WEI Kexiang¹, XU Ping²

(1. Department of Pediatric Functional Examination Children's Hospital, Second Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China;

2. Department of Ultrasound, Second Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

【Abstract】 **Objective** To investigate the application of bedside ultrasound in evaluating the development of early neonatal spinal cord and spinal canal. **Methods** Clinical data of 125 newborns in the Second Hospital of Lanzhou University from January 2022 to August 2022 were collected, including maternal delivery times, delivery methods, gestational age, sex, days of birth, height, weight, head circumference and chest circumference. The cervical, thoracic, lumbar spinal cord and anterior and posterior diameter of spinal canal were measured by bedside ultrasound. According to their gestational age, they were divided into preterm infants group (32~36⁺6 weeks, 30 cases), early term infants group (37~38⁺6 weeks, 39 cases) and full term infants group (39~40⁺6 weeks, 56 cases). The difference of spinal cord and spinal canal diameter between groups and its correlation with clinical data were compared, and the regularity of spinal cord and spinal canal diameter with gestational age was further observed. **Results** The anteroposterior diameters of the spinal cord and spinal canal in full term infants group and early term infants group were higher than that in the preterm infants group ($P<0.05$). The anteroposterior diameters of early neonatal spinal cord and spinal canal were positively associated with gestational age, height, weight, head circumference and chest circumference, especially were significantly associated with gestational age in the preterm infants group ($P<0.05$). No gender differences were found in the development of the spinal cord and spinal canal. **Conclusion** Bedside ultrasound can show the anteroposterior diameters of spinal cord and spinal canal varies with gestational age, the utility of reference values for spinal cord anteroposterior diameter in newborns is in the assessment of spinal cord injury.

【Key words】 Bedside ultrasound; Neonate; Spinal cord; Spinal canal; Development

基金项目: 甘肃省科技计划项目 (20JR5RA328)

通讯作者: 胥萍, E-mail: lzxuping1964@163.com

引用本文: 徐鑫, 刘玉芹, 魏柯香, 等. 床旁超声评估早期新生儿的脊髓和椎管发育[J]. 西部医学, 2024, 36(4): 575-579. DOI: 10. 3969/j. issn.

1672-3511. 2024. 04. 020

新生儿健康依旧是全球关注的问题,为提高新生儿健康水平,我国将“新生儿规范化访视率保持在 90% 以上”作为重要措施之一^[1]。新生儿保健是当前儿科工作的重点,而评估生长发育是新生儿保健的必要步骤,也是营养支持和临床护理的关键^[2]。有研究发现新生儿的生长发育与神经系统的发育密切相关^[3]。而影像学检查对于神经系统发育的研究主要集中在大脑,很少报道对新生儿脊髓、椎管发育方面的研究。因新生儿椎骨未完全骨化^[4],超声不仅能够清晰地显示椎管及其内部正常结构^[5],并且被认为是筛查新生儿脊柱可疑异常的首选影像学检查^[6]。床旁超声作为一种便捷、无创、实时的检查方法,其评估不同胎龄新生儿的脊髓和椎管发育的报道少见。因此,本研究应用床旁超声测量不同胎龄新生儿的脊髓和椎管前后径,并分析其与临床资料(母亲的分娩次数、生产方式、新生儿的胎龄、性别、出生天数、身高、体重、头围、胸围)之间的关系,探究早期新生儿脊髓和椎管前后径随胎龄的发育规律。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2022 年 1 月—8 月兰州大学第二医院 125 例新生儿按其胎龄^[7]进一步将新生儿分组:32~36⁺6 周为早产儿组 30 例,37~38⁺6 周为早期足月儿组 39 例,39~40⁺6 周为完全足月儿组 56 例。纳入标准:①新生儿胎龄 32~40⁺6 周,体重>1.5 kg,出生第二天行床旁超声检查^[8]。② Apgar 评分≥8 分。排除标准:①母亲孕期长期服药史。②存在出生缺陷、中枢神经系统疾病。③脊柱超声异常(如中央管囊性扩张)。本研究已通过我院医学伦理委员会批准(2022A-45),并获得新生儿家属的知情同意。

1.2 临床资料收集 收集产妇的分娩次数(初产妇、经产妇)、分娩方式(顺产、剖宫产)、新生儿的胎龄、性别、出生天数、生长发育指标(身高、体重、头围、胸围)。

1.3 超声数据采集 脊柱超声检查采用 PHILIPS CX50 超声仪器 12-5 MHz 高频线阵探头。操作期间严格遵守院感要求,一患儿一消毒。图像采集由工作经验>5 年的超声医师进行。图像采集时,新生儿处于俯卧位,采集脊柱矢状位图像^[9]。矢状切面不仅更容易计数椎体,而且同一切面内可以显示多个椎体及椎管内结构。为清晰完整地显示椎管周围及内部结构,图像深度一致调至 3.5 cm。测量每个新生儿颈椎(C4、C5、C6)、胸椎(T6、T7、T8)和腰椎(脊髓膨大处、L1、L2)脊髓和椎管的前后径^[10],求得各节段的平均值后,分别记录为颈椎、胸椎、腰椎脊髓和椎管的前后径。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 25.0 进行统计学分析。分类变量用(*n*)表示,组间比较采用 Pearson χ^2 检验。计量资料若服从正态分布,用($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用单因素方差分析(ANOVA);若不服从正态分布,采用 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示,组间比较采用非参数 K-W 检验。对于多次两两组间比较,进行事后检验(Bonferroni 校正)。采用 Spearman 相关分析临床资料与不同节段脊髓和椎管前后径的相关性。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床资料比较 3 组间比较发现分娩方式、身高、体重、头围、胸围均有统计学差异($P < 0.05$),经事后检验发现,足月儿组的身高、头围、胸围较早产儿组均有明显差异性($P < 0.001$),但足月儿组之间比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

表 1 3 组的临床资料比较 $[M(P_{25}, P_{75}), n, (\bar{x} \pm s)]$

Table 1 Comparison of clinical data between the full term infants group, early term infants group and preterm infants group

项目	完全足月儿组 (<i>n</i> =56)	早期足月儿组 (<i>n</i> =39)	早产儿组 (<i>n</i> =30)	ANOVA/k-w test		事后检验 (Bonferroni)		
				$\chi^2/F/H$	<i>P</i>	完全 vs 早期	完全 vs 早产	早期 vs 早产
胎龄(周)	40(39 ⁺ 4, 40 ⁺ 2)	38(37 ⁺ 4, 38 ⁺ 3)	36(35 ⁺ 1, 36 ⁺ 3)	104.691 ^c	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
初产/经产	38/18	23/16	13/17	4.865 ^a	0.090	/	/	/
产式(顺/剖)	30/26	12/27	2/28	19.330 ^a	<0.001	0.036	<0.001	0.016
年龄(d)	3(2,4)	3(2,4)	3(2,5)	0.439 ^c	0.803	/	/	/
性别(男/女)	28/28	24/15	13/17	2.414 ^a	0.290	/	/	/
身高(cm)	50(49,51)	49(48,50)	46.5(44,48)	26.664 ^c	<0.001	0.298	<0.001	<0.001
体重(kg)	3.24±0.41	3.01±0.46	2.39±0.33	44.188 ^b	<0.001	0.016	<0.001	<0.001
头围(cm)	34.11±1.47	34.03±1.66	32.30±2.02	13.652 ^b	<0.001	1.000	<0.001	<0.001
胸围(cm)	33.04±1.70	32.54±1.89	30.13±1.77	19.337 ^b	<0.001	0.444	<0.001	<0.001

注:a 表示 χ^2 值, b 表示 *F* 值, c 表示 *H* 值, / 表示统计学无差异且未做事后检验。

2.2 3 组新生儿脊髓和椎管前后径比较 与早产儿组相比,完全足月儿组与早期足月儿组颈椎、胸椎、腰椎脊髓和椎管前后径均明显增加($P < 0.05$),见表 2。完全足月儿组的脊髓前后径与胸椎、腰椎椎管前后径大于早期足月儿组($P < 0.05$),但颈椎椎管前后径比

较差异无统计学意义($P > 0.05$),见图 1。

2.3 脊髓和椎管前后径与临床资料的相关性 Spearman 相关分析显示,全部新生儿的脊髓和椎管前后径与胎龄、身高、体重、头围、胸围呈正相关($P < 0.05$, Bonferroni 校正),见图 2A。早产儿组颈段、胸

表 2 3 组新生儿脊髓前后径比较($\bar{x} \pm s$, cm)
Table 2 Comparison of anterior and posterior spinal cord diameter in the 3 groups

组别	n	脊髓前后径		
		颈椎	胸椎	腰椎
完全足月儿组	56	0.462±0.209	0.359±0.154	0.556±0.253
早期足月儿组	39	0.454±0.182	0.353±0.157	0.535±0.178
早产儿组	30	0.409±0.226	0.311±0.231	0.497±0.277

段、腰段脊髓前后径与胎龄正相关(r 分别为 0.698, 0.743, 0.639, $P<0.05$, Bonferroni 校正), 颈椎及腰椎椎管前后径与胎龄也呈正相关($r=0.738, 0.624$, $P<0.05$, Bonferroni 校正), 胸椎椎管前后径与胎龄有一定正相关性($r=0.409, P<0.05$), 见图 2B。早期足月儿组脊髓和椎管前后径与身高、体重、头围正相关($P<0.05$), 尤其颈椎、胸椎脊髓前后径与身高(r

分别为 0.534, 0.558)、体重(r 分别为 0.681, 0.745)、头围(r 分别为 0.563, 0.602)明显正相关($P<0.05$, Bonferroni 校正), 见图 2C。完全足月儿组脊髓前后径与身高、体重、胸围、头围呈正相关($P<0.05$), 特别是颈髓前后径与体重、胸围正相关(r 分别为 0.722, 0.537, $P<0.05$, Bonferroni 校正), 腰髓与胸围、头围正相关(r 分别为 0.517, 0.451, $P<0.05$, Bonferroni 校正), 但椎管前后径与身高、体重、头围、胸围的相关性无统计学差异, 见图 2D。

2.4 脊髓和椎管前后径随胎龄变化的规律 随着新生儿的胎龄增加, 颈椎、胸椎、腰椎脊髓和椎管前后径也相应增长, 见图 3。经性别分组结果显示, 新生儿的脊髓和椎管前后径随胎龄增加也增长, 但增长变化无统计学差异, 见图 4。

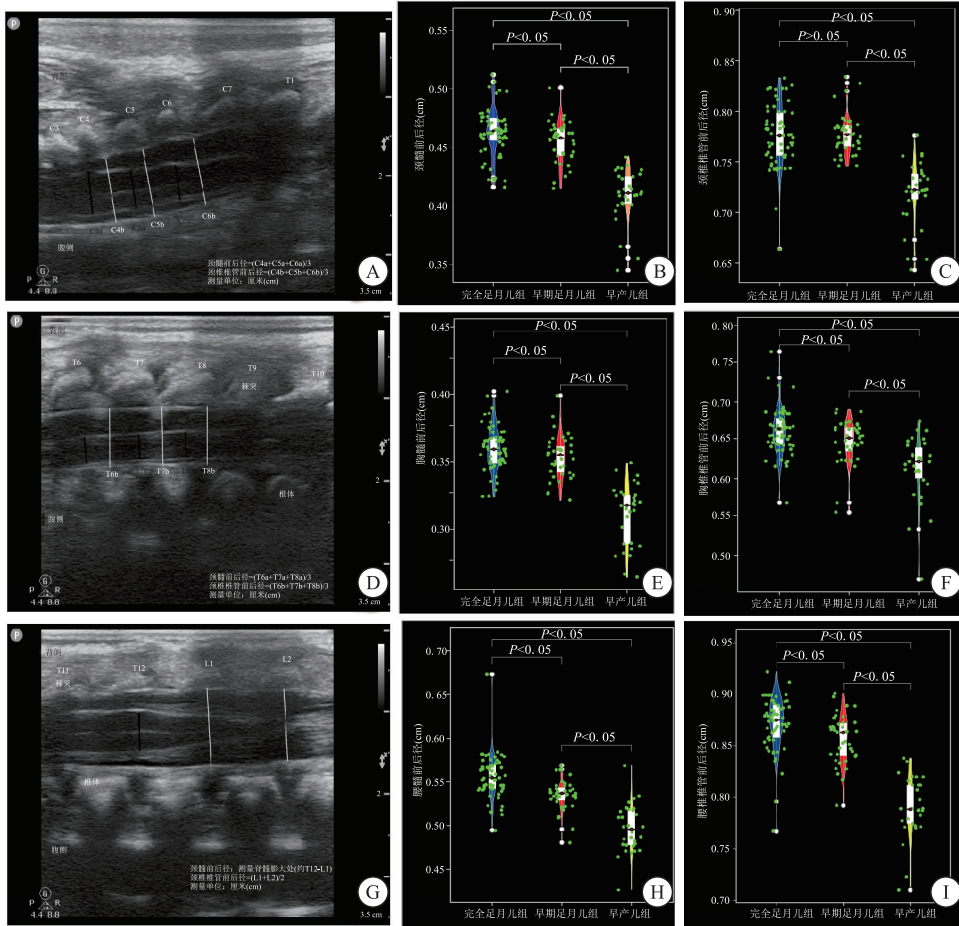


图 1 3 组新生儿间颈椎、胸椎、腰椎脊髓和椎管前后径比较
Figure 1 Comparison of anteroposterior diameters of the spinal cord and spinal canal among the three groups
注: A. 颈椎超声测量示意图; B. 颈椎脊髓前后径比较; C. 颈椎椎管前后径比较; D. 胸椎超声测量示意图; E. 胸椎脊髓前后径比较; F. 胸椎椎管前后径比较; G. 腰椎超声测量示意图; H. 腰椎脊髓前后径比较; I. 腰椎椎管前后径比较。

3 讨论

影像学检查是评价脊柱生长发育最直接的手段。X 线和 CT 虽可以评价胎儿椎管的发育^[11-12], 但对于脊髓的显示效果不佳且均有辐射。尽管 MRI 检查是

诊断脊柱异常的金标准^[13], 但其扫描时间长、费用贵, 因新生儿年龄小, 检查时须镇静, 因此并不适用于新生儿脊柱发育的筛查。而床旁超声检查具有实时、便捷、费用低、无创、易操作、无辐射的优势^[14], 可以作为

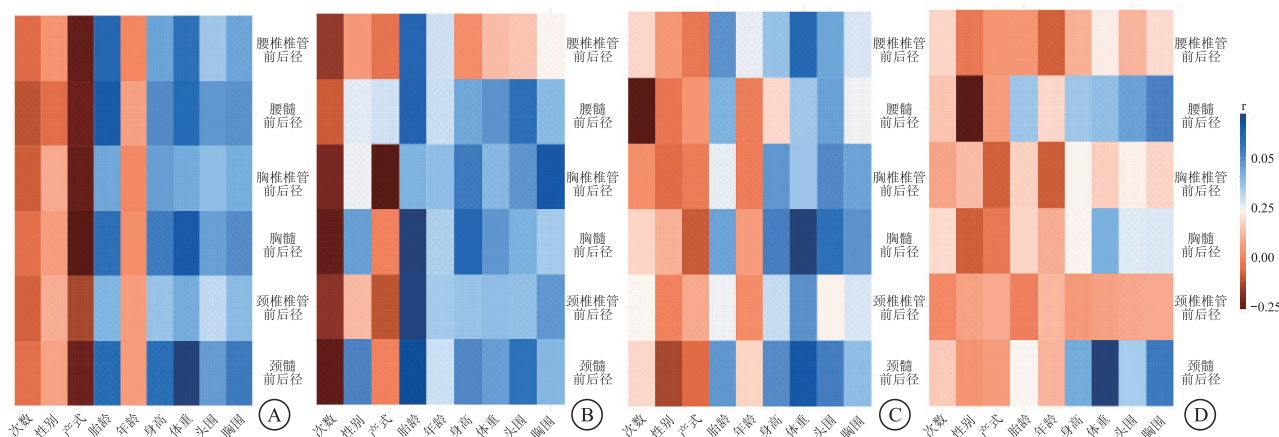


图 2 新生儿临床资料与脊髓和椎管前后径的相关性

Figure 2 Correlation between clinical data and anteroposterior diameters of the spinal cord and spinal canal in neonatal

注:蓝色表示正相关,红色表示负相关,色条表示相关系数。A、B、C、D 分别表示全部新生儿、早产儿组、早期足月儿组和完全足月儿组的临床资料与脊髓和椎管前后径的相关性。

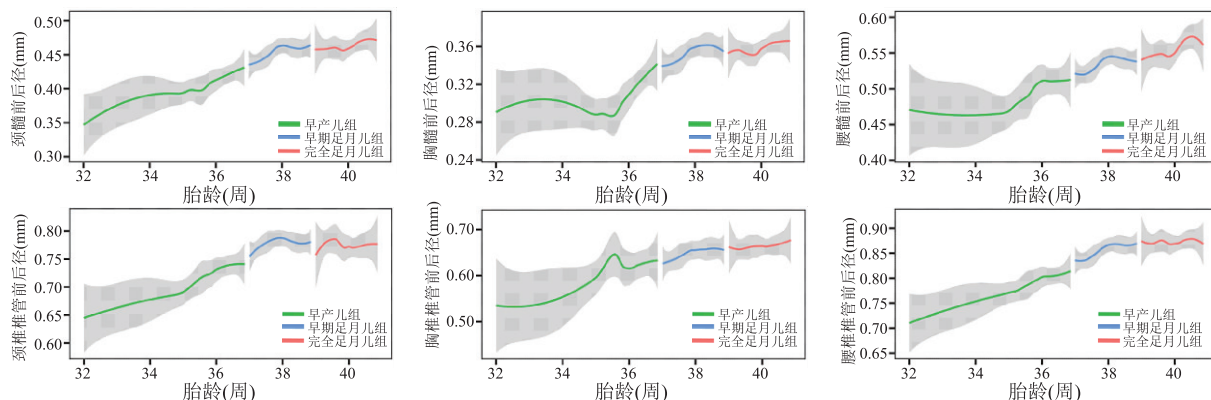


图 3 3 组间不同节段脊髓、椎管前后径随胎龄的变化

Figure 3 The changes of spinal cord and spinal canal diameter with gestational age in the three groups

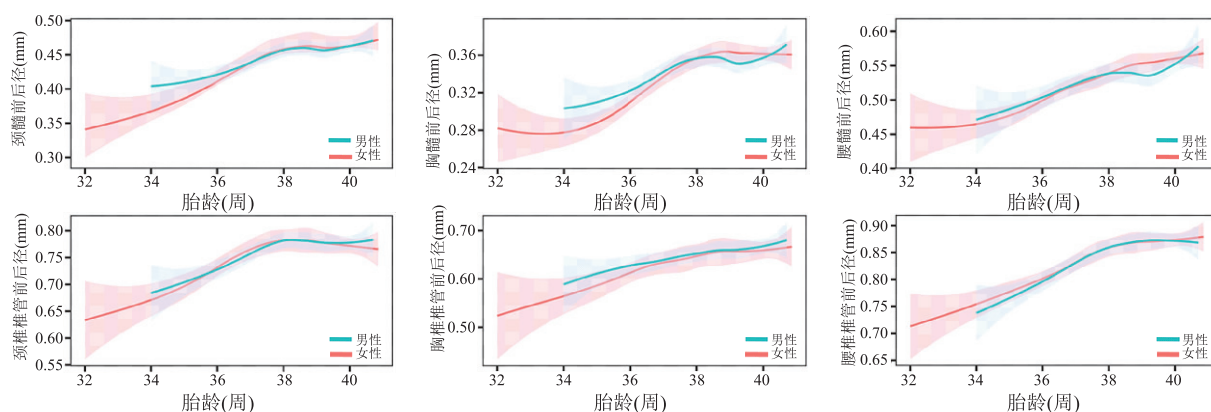


图 4 不同性别新生儿的脊髓和椎管前后径随胎龄的变化

Figure 4 Changes of spinal cord and spinal canal diameter with gestational age in newborns of different gender

新生儿脊柱发育不良的首选检查^[15]。

本研究发现,与早产儿组相比,完全足月儿组和早期足月儿组颈椎、胸椎、腰椎脊髓和椎管前后径均明显增加,并且完全足月儿组的脊髓前后径与胸椎、

腰椎椎管前后径大于早期足月儿组。这提示早产儿和足月儿的脊髓和椎管结构可能本身存在差异性。有研究认为早产儿与足月儿脑脊液中的蛋白组学不同会影响神经发育结果^[16];唐孟言^[17]认为早产儿与

足月儿生后早期的神经运动评估也存在差异性,但早产儿与足月儿的脊柱结构差异是否能反映其神经运动差异需要随访。

本研究显示早期新生儿颈椎、胸椎、腰椎脊髓和椎管前后径与胎龄呈正相关,其中早产儿组相关性最明显,且生长发育曲线显示早产儿组脊髓与椎管的发育最快,而早期足月儿组和完全足月儿组中曲线显示比较平缓,这提示 32~36⁺₆ 周新生儿的脊髓与椎管发育处于上升期。这与赵慧^[18]的研究相似,脊柱发育存在两个高峰,分别是 23~26 周、31~34 周。进一步研究发现,胎龄与不同节段脊髓和椎管前后径的相关系数在 0.48~0.76,其中与腰椎脊髓和椎管前后径的相关系数要高于颈椎、胸椎,这提示可能腰椎可以更好地代表脊柱发育,这与张帅等^[19]研究结果一致。因此,腰椎脊髓和椎管前后径可能成为评估早产儿脊柱发育的一项可靠指标。本研究中不同性别的早期新生儿间颈、胸、腰椎脊髓和椎管前后径无统计学差异,这与 Singh 等^[10]研究一致。同样地,Zhang 等^[20]应用 3.0T MRI 扫描不同孕龄的胎儿尸检以研究脊柱发育,也认为颈椎、胸椎、腰椎的椎体生长无性别差异。但 Singh 等^[10]纳入 13 名女性新生儿的脊髓前后径与体重、身高和头围无相关性,这与本研究结果不一致,可能由于其研究纳入的样本量过少。

本研究虽将早期新生儿进行了分组,仍存在一些局限性:首先,本研究纳入病例数偏少,胎龄跨度偏大,未能以一周为组进行更详细统计;其次,因新生儿腰椎脊髓解剖发育特点,超声测量未能求其平均值,这可能造成统计结果存在一定的偏倚。

4 结论

32~40⁺₆ 周胎龄的早期新生儿颈椎、胸椎、腰椎脊髓和椎管的前后径随胎龄增加而增长,且无性别差异,其中早产儿增长变化最为显著,这为评估新生儿急性脊髓损伤或既往脊髓损伤导致的脊髓水肿和出血提供了研究基础。

【参考文献】

- [1] 中华人民共和国中央人民政府. 国务院印发《中国妇女发展纲要(2021—2030 年)》和《中国儿童发展纲要(2021—2030 年)》[EB/OL]. http://www.gov.cn/xinwen/2021-09/27-content_5639545.htm.
- [2] FENTON T R, DAI S, LALARI V, *et al.* Neonatal and pre-term infant growth assessment[J]. Clin Perinatol, 2022, 49(2): 295-311.
- [3] FENTON T R, CORMACK B, GOLDBERG D, *et al.* "Extrauterine growth restriction" and "postnatal growth failure" are misnomers for preterm infants[J]. J Perinatol, 2020, 40(5): 704-714.
- [4] HASSAN E A, ALI K M, TORAD F A. Caprine neonatal spi-

- nal ultrasonography[J]. Int J Dev Neurosci, 2018, 66: 33-36.
- [5] VALENTE I, PEDICELLI A, PIACENTINI M, *et al.* Spinal cord ultrasonography of the newborn[J]. J Ultrasound, 2019, 22(2): 113-119.
- [6] REES M A, SQUIRES J H, COLEY B D, *et al.* Ultrasound of congenital spine anomalies[J]. Pediatr Radiol, 2021, 51(13): 2442-2457.
- [7] SPONG C Y. Defining "term" pregnancy: Recommendations from the defining "term" pregnancy workgroup[J]. Jama, 2013, 309(23): 2445-2446.
- [8] 王卫民,孙锟,常立文. 儿科学[M]. 北京:人民卫生出版社, 2018: 86.
- [9] MEYERS A B, CHANDRA T, EPELMAN M. Sonographic spinal imaging of normal anatomy, pathology and magnetic growing rods in children[J]. Pediatr Radiol, 2017, 47(9): 1046-1057.
- [10] SINGH G, TRUE A J, LUI C C, *et al.* Normal anterior-posterior diameters of the spinal cord and spinal canal in healthy term newborns on sonography[J]. Pediatr Radiol, 2021, 51(4): 622-627.
- [11] PATIL N D, EL GHAI H A, BOEHM C, *et al.* Evaluation of spinal fusion in thoracic and thoracolumbar spine on standard x-rays: A new grading system for spinal interbody fusion[J]. Global Spine J, 2022, 12(7): 1481-1494.
- [12] BAUMGART M, WISNIEWSKI M, GRZONKOWSKA M, *et al.* The primary ossification of the human fetal ischium: Ct, digital-image analysis, and statistics[J]. Surg Radiol Anat, 2019, 41(3): 327-333.
- [13] ALAMDARAN S A, MOHAMMADPANAH N, ZABIHIAN S, *et al.* Diagnostic value of ultrasonography in spinal abnormalities among children with neurogenic bladder[J]. Electron Physician, 2017, 9(6): 4571-4576.
- [14] XU Z, WU S, LI X, *et al.* Ultrasound-guided transforaminal injections of platelet-rich plasma compared with steroid in lumbar disc herniation: A prospective, randomized, controlled study[J]. Neural Plast, 2021, 2021: 5558138.
- [15] ORMAN G, TIJSSEN M P M, SEYFERT D, *et al.* Ultrasound to evaluate neonatal spinal dysraphism: A first-line alternative to ct and mri[J]. J Neuroimaging, 2019, 29(5): 553-564.
- [16] LEIFSDOTTIR K, JOST K, SILJEHAV V, *et al.* The cerebrospinal fluid proteome of preterm infants predicts neurodevelopmental outcome[J]. Front Pediatr, 2022, 10: 921444.
- [17] 唐孟言,刘孝美,杜娟. 早产儿与足月儿早期神经运动发育的差异性分析[J]. 中国儿童保健杂志, 2022, 30(10): 1149-1152,1157.
- [18] 赵慧. 正常胎儿脊柱发育的标本磁共振研究[D]. 济南:山东大学, 2015.
- [19] 张帅,肖连祥,渐楠,等. 正常胎儿标本颈、胸、腰段脊柱发育的 MRI 研究[J]. 中华放射学杂志, 2020, 54(3): 221-224.
- [20] ZHANG S, YUAN X, PENG Z, *et al.* Normal fetal development of the cervical, thoracic, and lumbar spine: A postmortem study based on magnetic resonance imaging[J]. Prenat Diagn, 2021, 41(8): 989-997.

(收稿日期:2022-12-19;修回日期:2024-04-02;编辑:黎仕娟)