

多种超声指标评分与胎儿肾积水产前诊断及预后评估相关性分析

林海伟¹, 高 敏², 王海峰^{1*}

¹临沂市中心医院小儿外科, 山东 临沂

²临沂市中心医院小儿内科, 山东 临沂

收稿日期: 2025年8月2日; 录用日期: 2025年8月26日; 发布日期: 2025年9月4日

摘 要

目的: 研究分析多种超声指标评分(MPUS)系统与胎儿肾积水的产前诊断及预后评估中的相关性, 提高诊断评估准确率。方法: 选取2023年12月至2024年12月期间在我院就诊的产前B超检查有胎儿肾盂积水的孕产妇53例, 采用彩超检查, 对肾盂前后径(APD)、肾实质厚度(RPT)、肾动脉血流阻力指数(RI)进行检测, 依据肾积水的严重程度, 将分数设定在0至3分之间, 记录这3个指标的多普勒功率谱(MPUS)参数数值, 并对病理性肾积水、生理性肾积水在APD、RPT、RI及MPUS方面的参数数值进行比较, 评估其对胎儿肾积水鉴别的诊断价值。结果: 53例肾积水胎儿共有62只肾积水, 其中9例胎儿是双侧肾积水, 47只是由生理因素所致, 15只是由病理因素导致。而病理因素患肾组APD、RI和MPUS指数较生理因素患肾组高, RPT指数则低($P < 0.05$)。MPUS对胎儿肾积水的检出灵敏度(93.33%)、特异度(95.74%)和准确度(95.16%)、阳性预测值(87.50%)均要优于APD、RPT、RI ($P < 0.05$)。综上, 采用MPUS可以提高孕期超声检查对于胎儿肾积水的产前诊断以及预后评估的准确性。

关键词

胎儿, 肾积水, 多种超声指标评分, 产前诊断, 预后评估

Analysis of the Correlation between Multi-Parameter Ultrasound Scoring and Prenatal Diagnosis and Prognosis Evaluation of Fetal Hydronephrosis

Haiwei Lin¹, Min Gao², Haifeng Wang^{1*}

¹Pediatric Surgery Department, Linyi Central Hospital, Linyi Shandong

*通讯作者。

文章引用: 林海伟, 高敏, 王海峰. 多种超声指标评分与胎儿肾积水产前诊断及预后评估相关性分析[J]. 临床医学进展, 2025, 15(9): 194-199. DOI: 10.12677/acm.2025.1592474

²Paediatric Department, Linyi Central Hospital, Linyi Shandong

Received: Aug. 2nd, 2025; accepted: Aug. 26th, 2025; published: Sep. 4th, 2025

Abstract

Objective: Study and analyze the correlation between multi-parameter ultrasound scoring (MPUS) and prenatal diagnosis and prognosis evaluation of fetal hydronephrosis, to improve the accuracy in diagnosis and evaluation. **Methods:** 53 pregnant women with fetal hydronephrosis treated in our hospital from December 2023 to December 2024 were selected as study subjects. They were examined by using color ultrasound. Measurements included renal pelvis anterior-posterior dimension (APD), cortical tissue thickness (RPT), and vascular impedance index (RI) of renal arteries. Hydronephrosis severity was graded on a 0-3 scale. Composite MPUS scores were derived from APD, RPT, and RI measurements. Comparative analysis was performed between structural and functional hydronephrosis cases regarding these parameters. The diagnostic performance of each measurement was subsequently evaluated. **Results:** Out of 53 fetuses with hydronephrosis, 62 had hydronephrosis, of which 9 had bilateral hydronephrosis, 47 were solely caused by physiological factors, and 15 were solely caused by pathological factors. Comparative analysis revealed significantly elevated APD, RI, and MPUS measurements alongside reduced RPT values in the pathological cohort when contrasted with physiological cases ($P < 0.05$). The sensitivity (93.33%), specificity (95.74%), accuracy (95.16%) and positive predictive value (87.50%) of MPUS in diagnosis of fetal hydronephrosis were higher than those of APD, RPT and RI ($P < 0.05$). **Conclusion:** MPUS can improve the accuracy of prenatal diagnosis and prognosis assessment of fetal hydronephrosis.

Keywords

Fetus, Hydronephrosis, Multi-Parameter Ultrasound Scoring, Prenatal Diagnosis, Prognosis Evaluation

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

泌尿道畸形占有先天性畸形的 20%，而其中最常见的是肾积水，其发生率介于 0.9%至 2.5%之间[1]。这类积水有的在婴儿出生后能够自然消退，被称作生理性肾积水；而有的则可能加重，对肾功能造成损害，这被称为病理性肾积水。目前，超声检查作为胎儿肾积水的首要筛查，尽管可判定胎儿肾脏异常，但对于胎儿肾积水的最终诊断目前多依据主观估计，无一定标准定量描述，在应用美国胎儿泌尿学会(SFU)或肾盂前后径(APD)等级分类时具有较大主观性，而 APD 等级分类方法又过于粗略，无法精确地分辨预后因素[2]。肾盂前后径(APD)、肾实质厚度(RPT)、肾门部肾动脉血流阻力指数(RI)与胎儿肾积水预后的预测情况均有着密切关系。鉴于此，我们建立了综合评判方法(MPUS)，可定量对上述参数作出评价，并弥补单一参数评判的不足[3]。尽管 MPUS 在众多关于胎儿肾积水的文章里得到应用，但对于病理性和生理性肾积水的 APD、RPT、RI、MPUS 值及预后的诊断效力鲜有相关报道。该研究主要旨在通过观察 MPUS 与预后性检测和预后结局之间的关系，以期进一步提高预后性评判的准确度。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

收集 2023 年 12 月至 2024 年 12 月期间, 于我院接受产前 B 超检查并确诊为胎儿肾盂积水的 53 例孕妇病例。纳入标准: 孕妇和家属明确并同意参加; 单胎; 孕周在 20~30 周, $APD \geq 8 \text{ mm}$, 孕周 > 30 周, $APD \geq 10 \text{ mm}$ 。排除标准: 伴有其他畸形或疾病综合症的胎儿。

2.2. 检查方法

采用美国 GE 彩色超声诊断仪(发射频率 3~5 MHz), 在胎儿膀胱未充盈的情况下, 进行常规切面法扫描, 测量获取与肾积水相关的 APD、RPT 和 RI 三项参数。孕妇需要每隔两周至四周接受一次超声检查。产后首次超声检查, 患有严重肾积水的病例, 需在出生后一周内进行复查, 其余病例可在出生后 1 月复查。所有患儿在出生后的第 3、6 个月时, 再次进行复查。

2.3. MPUS 评分标准

以 APD、RPT、RI 三个指标构成评分体系, 参照 SFU 分级法[4], 根据标准按 0~3 分给三项指标数值分别评分, 三项指标评分加和为超声总评分(MPUS)。三项指标评分标准见表 1。

Table 1. Fetal hydronephrosis index scoring criteria

表 1. 胎儿肾积水指标评分标准

参数	0 分	1 分	2 分	3 分
APD (mm)	<10	10~13	13~15	>15
RPT (mm)	>7	5~7	3~5	<3
RI	<0.65	0.65~0.70	0.70~0.75	>0.75

2.4. 判断标准

- ① 生理性肾积水: 孕晚期 $APD < 10 \text{ mm}$, 出生后肾积水可自行缓解, 且无输尿管扩张或膀胱-输尿管返流。病理性肾积水: 泌尿系统存在梗阻或功能障碍, 导致尿液从肾脏排出受阻, 引起肾盂、肾盏扩张。
- ② APD、RPT、RI、MPUS 指标: 生理性肾积水: $APD < 13 \text{ mm}$, $RPT \geq 4 \text{ mm}$, $RI < 0.7$, $MPUS < 6$ 分。病理性肾积水: $APD \geq 13 \text{ mm}$, $RPT < 4 \text{ mm}$, $RI \geq 0.7$, $MPUS \geq 6$ 分。

2.5. 统计学方法

本研究应用的统计学软件是 spss21.0, 连续型变量均以均数 $\pm$ 标准差表示, 组内比较采用 t 检验; 分类变量均以[n(%)]表示, 组间比较采用卡方检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 胎儿出生后情况

在 53 例肾积水胎儿中, 左肾积水 31 例, 右肾积水 13 例, 双肾积水 9 例, 共计 62 只肾积水。其中, 生理性肾积水有 47 只, 病理性肾积水有 15 只。有 28 只肾积水在出生后 1 月复查超声时发现肾积水消失或减轻, 有 11 只在出生后 3 月复查超声发现完全痊愈。而出身后通过超声、泌尿系造影检查确诊的病理性肾积水中, 分别有肾盂输尿管连接部梗阻 10 例、膀胱输尿管连接部梗阻 3 例、膀胱输尿管返流 2 例。在这些病理性肾积水病例中, 有 3 例胎儿在出生后 3~6 个月进行了手术治疗, 12 例胎儿接受了定期门诊复查的保守治疗。

3.2. 超声指标比较

APD、RI、MPUS 三项指标中, 病理性肾积水组要高于生理性肾积水组。而 RPT 指标中, 生理性肾积水组要高于病理性肾积水组。表 2 中各指标差异有统计学意义($P < 0.05$)。

Table 2. Comparison of APD, RPT, RI, and MPUS between pathological hydronephrosis and physiological hydronephrosis
表 2. 病理性肾积水与生理性肾积水 APD、RPT、RI、MPUS 比较

组别	n	APD (mm)	RPT (mm)	RI	MPUS (分)
病理性肾积水组	15	14.80 ± 1.74	4.07 ± 0.88	0.73 ± 0.03	6.80 ± 1.21
生理性肾积水组	47	10.66 ± 1.65	5.64 ± 0.82	0.66 ± 0.05	3.11 ± 1.66
t		8.325	6.343	5.119	7.943
P		<0.005	<0.005	<0.001	<0.005

3.3. 统计结果

① APD 指标: 测出病理性肾积水 18 例(其中 5 例证实为生理性肾积水), 测出生理性肾积水 44 例(其中 2 例证实为病理性肾积水)。② RPT 指标: 测出病理性肾积水 15 例(其中 4 例证实为生理性肾积水), 测出生理性肾积水 47 例(其中 4 例证实为病理性肾积水)。③ RI 指标: 测出病理性肾积水 19 例(其中 6 例证实为生理性肾积水), 测出生理性肾积水 43 例(其中 2 例证实为病理性肾积水)。④ MPUS 指标: 测出病理性肾积水 16 例(其中 2 例证实为生理性肾积水), 测出生理性肾积水 46 例(其中 1 例证实为病理性肾积水)。见表 3。

Table 3. Comparison of statistical results of APD, RPT, RI, and MPUS
表 3. APD、RPT、RI、MPUS 统计结果比较

产后结果	APD			RPT			RI			MPUS		
	病理性	生理性	合计	病理性	生理性	合计	病理性	生理性	合计	病理性	生理性	合计
病理性	13	2	15	11	4	15	13	2	15	14	1	15
生理性	5	42	47	4	43	47	6	41	47	2	45	47
合计	18	44	62	15	47	62	19	43	62	16	46	62

3.4. 诊断性能比较

APD、RPT、RI、MPUS 在诊断胎儿肾积水时, 其阴性预测值之间的差异不具备统计学意义。然而, MPUS 在诊断胎儿肾积水时的灵敏度、特异度、准确度和阳性预测值均优于 APD、RPT、RI, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 4。

Table 4. Comparison of diagnostic performance among APD, RPT, RI, and MPUS [n(%)]
表 4. APD、RPT、RI、MPUS 诊断性能比较[n(%)]

方法	灵敏度	特异度	准确度	阳性预测值	阴性预测值
APD	13/15(86.67)	42/47(89.36)	55/62(88.71)	13/18(72.22)	42/44(95.45)
RPT	11/15(73.33)	43/47(91.49)	54/62(87.10)	11/15(73.33)	43/47(91.49)
RI	13/15(86.67)	41/47(87.23)	54/62(87.10)	13/19(68.42)	41/43(95.35)
MPUS	14/15(93.33)	45/47(95.74)	59/62(95.16)	14/16(87.50)	45/46(97.83)

APD、RPT、RI 与 MPUS 比较($P < 0.05$)。

4. 讨论

胎儿肾积水包括生理性肾积水和病理性肾积水,生理性肾积水属功能性变化,大多可在生后 1 年左右消退,或持续存在但无进行性加重,如肾外肾盂等,对胎儿生长无负面作用。病理性肾积水主要由尿路梗阻引起,可能引起尿路感染及肾脏功能下降等继发损害,娩出后应当采取针对性医疗措施[5]。本组 62 例肾积水资料中,生理性者达 47 例,占比 75.81%,后续检查表明自然消退;共检出 15 例病理性肾积水胎儿,占整体的 24.19%,出生后手术治疗的患儿为 3 例,12 例采用非手术方案。

目前最常用的定义胎儿肾积水的方法是美国胎儿泌尿学会(SFU)和 APD 分级。SFU 分级操作稍显复杂,欠缺量化分析,依据医生的主观经验开展量化分析,当前胎儿肾积水的临床程度评估主要依赖 APD 分级,然而胎儿集合系统表现出不规则的形态或轮廓,仅采用单一径线标准衡量积水水平,也未考虑肾盏和肾实质这两个诊断关键点,目前对于临界值并无统一的定义,各类 APD 截断值,混杂病例数量较多[6]。杨静等[7]研究报道,以 11.08 mm 为 APD 临界值,预测肾积水预后的灵敏度、特异度分别为 85.71%、78.18%。现有研究表明,将 12.25 mm 设为胎儿肾积水晚期手术需求的临界值,其预测的敏感度和阳性预测率分别达到 66.7%和 51.7%[8]。但是临界值一般认为 13~16 dB 为最佳,其阳性预测率提升至 72.22%。这表明仅凭肾盂前后径(APD)值难以精确地进行胎儿肾积水的产前诊断和预后评估。

研究资料显示,RPT 在胎儿肾积水的诊断和预测方面表现更为精确,以 7 mm 作为 RPT 的临界值,其对于生理性肾积水的预测准确率高达 100% [9]。RI 作为肾血供动力学的一个指标,当其值升高至 0.7 或以上时,可能表明胎儿存在尿路梗阻的情况,这可能与肾积水导致肾血管受到压迫有关[10]。杨静等[7]的研究中显示 RPT 最佳预测值为 4.7 mm,灵敏度、特异度分别为 85.73%、70.00%;RI 的最佳预测值为 0.69,灵敏度、特异度分别为 85.71%、81.82%。本文研究以 4 mm 作为 RPT 临界值,阳性预测值为 73.33%;以 0.7 作为 RI 临界值,阳性预测值为 68.42%。说明单纯使用 RPT 或 RI 对胎儿肾积水进行预测评估缺乏准确性。

MPUS 采用 APD、RPT、RI 三大关键指标进行赋值,形成了一个综合性的超声指标评分体系,有效避免了单一参数在诊断评价中的局限性,为诊断评价提供了更为详尽的信息支持。该体系依据循证医学和临床实践经验设定了阈值,通过数据量化确保了诊断评价的精确性[11]。本研究以 6 分作为 MPUS 临界值,诊断评估胎儿肾积水的特异度、准确度、阳性预测值分别为 95.74%、95.16%、87.50%,明显高于 APD、RPT、RI。与文献报道基本一致[12] [13]。

综合分析显示,采用多种超声参数评分系统在胎儿肾积水的产前诊断和预后评估中展现出较高的准确性,能为指导治疗和优生优育提供重要依据。基于研究结果我们认为,可以基于 MPUS 评分对孕妇作出一个分层管理建议:MPUS < 6 分者,可建议进行门诊常规随访;MPUS ≥ 6 分者,需进行更密切的产前监测,缩短随访问隔。然而,由于本研究的样本主要来自单一医疗机构,且样本规模较小,故此还需要更多的中心参与和更大规模的样本的研究来进一步证实和优化该方法。

基金项目

临沂市重点研发计划(医学类)项目(编号:2023YX0115)。

声 明

该病例报道已获得病人的知情同意。

参考文献

- [1] Sairam, S., Al-Habib, A., Sasson, S. and Thilaganathan, B. (2001) Natural History of Fetal Hydronephrosis Diagnosed

- on Mid-Trimester Ultrasound. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, **17**, 191-196.
<https://doi.org/10.1046/j.1469-0705.2001.00333.x>
- [2] 刘艳华, 王丹丹, 孙静涛. 胎儿肾盂积水的超声诊断及预后分析[J]. 中国临床研究, 2020, 33(5): 679-681.
- [3] Chalmers, D.J., Meyers, M.L., Brodie, K.E., Palmer, C. and Campbell, J.B. (2016) Inter-Rater Reliability of the APD, SFU and UTD Grading Systems in Fetal Sonography and MRI. *Journal of Pediatric Urology*, **12**, 305.e1-305.e5.
<https://doi.org/10.1016/j.jpuro.2016.06.012>
- [4] Nguyen, H.T., Herndon, C.D.A., Cooper, C., Gatti, J., Kirsch, A., Kokorowski, P., *et al.* (2010) The Society for Fetal Urology Consensus Statement on the Evaluation and Management of Antenatal Hydronephrosis. *Journal of Pediatric Urology*, **6**, 212-231. <https://doi.org/10.1016/j.jpuro.2010.02.205>
- [5] Zee, R.S., Herbst, K.W., Kim, C., McKenna, P.H., Bentley, T., Cooper, C.S., *et al.* (2016) Urinary Tract Infections in Children with Prenatal Hydronephrosis: A Risk Assessment from the Society for Fetal Urology Hydronephrosis Registry. *Journal of Pediatric Urology*, **12**, 261.e1-261.e7. <https://doi.org/10.1016/j.jpuro.2016.04.024>
- [6] Braga, L.H., McGrath, M., Farrokhyar, F., Jegatheeswaran, K. and Lorenzo, A.J. (2017) Associations of Initial Society for Fetal Urology Grades and Urinary Tract Dilatation Risk Groups with Clinical Outcomes in Patients with Isolated Prenatal Hydronephrosis. *Journal of Urology*, **197**, 831-837. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2016.08.099>
- [7] 杨静, 宋彬, 门永忠. 多种超声指标与胎儿肾积水严重程度及出生后转归相关性分析[J]. 中国临床医生杂志, 2019, 47(4): 489-491.
- [8] 王展, 唐达星, 田红娟, 等. 肾盂前后径对肾积水胎儿出生后是否手术的预测价值[J]. 浙江大学学报(医学版), 2019, 48(5): 493-498.
- [9] Li, B., McGrath, M., Farrokhyar, F. and Braga, L.H. (2020) Ultrasound-Based Scoring System for Indication of Pyeloplasty in Patients with UPJO-Like Hydronephrosis. *Frontiers in Pediatrics*, **8**, Article 353.
<https://doi.org/10.3389/fped.2020.00353>
- [10] Zhang, D., Sun, X., Chen, X., Yu, B., Li, T., Cheng, Y., *et al.* (2019) Ultrasound Evaluation for Prediction of Outcomes and Surgical Decision in Fetal Hydronephrosis. *Experimental and Therapeutic Medicine*, **18**, 1399-1406.
<https://doi.org/10.3892/etm.2019.7683>
- [11] 钟周华, 廖宝兰, 刘玲. 超声评分法与肾动脉阻力指数对胎儿肾积水预后综合评估的临床价值[J]. 中国现代医生, 2019, 57(2): 99-101.
- [12] 向远超, 杨军, 余世万, 等. 多参数超声评分法在胎儿肾积水产前诊断及预后评估中的应用研究[J]. 实用医院临床杂志, 2021, 18(2): 53-56.
- [13] 吴竹君, 刘峰, 金晓倩, 等. 多因素超声评分法在胎儿肾积水产前诊断及预后预测中的诊断价值[J]. 贵州医药, 2018, 42(6): 753-754.