

尿液 NAG 酶、 α_1 -微球蛋白、 β_2 -微球蛋白、转铁蛋白及血清 Cys C 等 生化标志物在不同阶段儿童肾损伤诊断中的价值研究

杨小娟, 汪菲, 盛优静*

北京大学第一医院宁夏妇女儿童医院(宁夏回族自治区妇幼保健院) 宁夏

【摘要】目的 探讨尿液 NAG 酶、 α_1 -MG、 β_2 -MG、TRF 及血清 Cys C 在不同阶段儿童肾损伤中的诊断价值。**方法** 选取 60 例肾损伤患儿(分早、中、晚期组各 20 例)及 20 例健康儿童为对照组,检测并比较各组相关指标,分析其诊断效能。**结果** 肾损伤组各指标水平显著高于对照组,且随损伤加重呈升高趋势;不同指标对各阶段肾损伤诊断优势不同,联合检测各指标对不同阶段肾损伤的诊断效能均显著高于单一指标($P < 0.05$)。**结论** 尿液 NAG 酶、 α_1 -MG、 β_2 -MG、TRF 及血清 Cys C 可有效反映儿童肾损伤程度,联合检测能提高不同阶段肾损伤的诊断准确性,更利于临床早期干预及病情评估。

【关键词】 儿童肾损伤; NAG 酶; 微球蛋白; 转铁蛋白; 胱抑素 C; 诊断价值

【收稿日期】 2026 年 2 月 17 日

【出刊日期】 2026 年 3 月 25 日

【DOI】 10.12208/j.ijcr.20260122

Study on value of biochemical markers such as urinary NAG, α_1 -microglobulin, β_2 -microglobulin, transferrin, and serum Cys C in the diagnosis of pediatric kidney injury at different stages

Xiaojuan Yang, Fei Wang, Youjing Sheng*

Ningxia Women and Children's Hospital, Peking University First Hospital (Ningxia Hui Autonomous Region Maternal and Child Health Hospital), Ningxia

【Abstract】Objective To investigate the diagnostic value of urinary NAG enzyme, α_1 -MG, β_2 -MG, TRF, and serum Cys C in children with kidney injury at different stages. **Methods** A total of 60 children with kidney injury (divided into early, middle, and late stages, 20 cases each) and 20 healthy children as a control group were selected. Relevant indicators were measured and compared among the groups, and their diagnostic efficacy was analyzed. **Results** The levels of all indicators in the kidney injury group were significantly higher than those in the control group, and they showed an increasing trend with worsening injury; different indicators had varying diagnostic advantages for different stages of kidney injury, and the combined detection of all indicators had significantly higher diagnostic efficacy for kidney injury at different stages compared to single indicators ($P < 0.05$). **Conclusion** Urinary NAG enzyme, α_1 -MG, β_2 -MG, TRF, and serum Cys C can effectively reflect the severity of kidney injury in children. Combined detection can improve the diagnostic accuracy for kidney injury at different stages, which is more favorable for early clinical intervention and disease evaluation.

【Keywords】 Children's kidney injury; NAG enzyme; Microglobulin; Transferrin; Cystatin C; Diagnostic value

儿童肾损伤作为常见泌尿系统疾病,病因涉及感染、外伤、药物损伤等多种类型,加之儿童肾脏发育尚未成熟,早期症状隐匿且缺乏特异性,易漏诊误诊,延误治疗可能引发肾功能不可逆损伤甚至慢性肾脏病,因此亟需敏感特异的生化标志物助力早期诊断与病情分期,以改善患儿预后。传统血肌酐(Scr)、尿素氮(BUN)诊断指标受年龄、肌肉量等因素影响,对儿童

早期肾损伤灵敏度不足,难以满足临床需求。近年尿液生化标志物与血清胱抑素 C(Cys C)成为研究热点,其中尿液 N-乙酰- β -D-氨基葡萄糖苷酶(NAG 酶)可反映肾小管损伤, α_1 -微球蛋白(α_1 -MG)、 β_2 -微球蛋白(β_2 -MG)能评估肾小管重吸收功能,转铁蛋白(TRF)可提示肾小球滤过功能损伤,血清 Cys C 不受肌肉量、饮食干扰,能精准反映肾小球滤过率变化。本研究通过

*通讯作者: 盛优静

检测不同阶段肾损伤患儿的上述指标，探究其单一及联合诊断价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2024 年 1 月至 2025 年 10 月我院儿科收治的 60 例肾损伤患儿为研究对象，同期纳入 20 例健康体检儿童为对照组（无肾脏病史，肝肾功能正常）。患儿依 eGFR 水平分为早期组、中期组、晚期组。四组基线资料均衡可比（ $P>0.05$ ），见表 1。

表 1 四组研究对象一般资料比较（ $\bar{x} \pm s$ ，n）

| 组别 | 例数 | 性别（男/女） | 年龄（岁） |
|-----|----|---------|---------|
| 对照组 | 20 | 11/9 | 6.5±2.1 |
| 早期组 | 20 | 10/10 | 6.8±2.3 |
| 中期组 | 20 | 12/8 | 7.1±2.0 |
| 晚期组 | 20 | 11/9 | 6.9±2.2 |
| P 值 | | >0.05 | >0.05 |

纳入标准：①符合《儿童肾损伤诊断与治疗指南》中相关诊断标准^[4]；②年龄 1~14 岁；③临床资料完整。

排除标准：①合并先天性肾脏疾病；②合并肝脏、心脏等其他重要脏器功能障碍；③近期使用肾毒性药物；④合并恶性肿瘤、自身免疫性疾病。

1.2 方法

所有研究对象均于清晨空腹采集 5mL 静脉血，离

心分离血清后，采用安徽伊普诺康全自动生化分析仪及原装配套试剂，以胶乳增强免疫比浊法检测血清 Cys C；采集 10mL 晨尿并离心取上清，使用安徽伊普诺康原装试剂，按对应检测方法完成各指标检测：尿液 NAG 酶采用速率法（水解特定底物生成产物，监测 340nm 吸光度变化计算酶活性）， α_1 -微球蛋白、转铁蛋白采用胶乳增强免疫比浊法， β_2 -微球蛋白采用免疫比浊法，操作严格遵循试剂盒说明书。

1.3 观察指标

①比较四组研究对象尿液 NAG 酶、 α_1 -MG、 β_2 -MG、TRF 及血清 Cys C 水平；②分析各指标对不同阶段肾损伤的诊断效能（灵敏度、特异度、准确度）；③比较单一指标与联合指标检测对肾损伤的诊断价值。

1.4 统计学方法

采用 SPSS25.0 统计学软件进行数据分析，计量资料以（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，多组间比较采用单因素方差分析，组间两两比较采用 LSD-t 检验；计数资料以[n（%）]表示，比较采用 χ^2 检验；诊断效能采用受试者工作特征（ROC）曲线分析，计算曲线下面积（AUC）。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 四组研究对象各生化标志物水平比较，见表 2

2.2 各指标对不同阶段肾损伤的诊断效能，见表 3

表 2 四组研究对象各生化标志物水平比较（ $\bar{x} \pm s$ ）

| 组别 | 尿液 NAG 酶（U/L） | 尿液 α_1 -MG（mg/L） | 尿液 β_2 -MG（mg/L） | 尿液 TRF（mg/L） | 血清 Cys C（mg/L） |
|-----|---------------|-------------------------|------------------------|--------------|----------------|
| 对照组 | 12.5±3.2 | 6.8±1.5 | 0.25±0.08 | 1.2±0.3 | 0.8±0.2 |
| 早期组 | 25.8±5.1 | 15.2±3.1 | 0.58±0.12 | 2.5±0.6 | 1.5±0.3 |
| 中期组 | 42.3±6.5 | 28.5±4.2 | 1.25±0.21 | 4.8±0.9 | 2.8±0.5 |
| 晚期组 | 68.5±8.2 | 45.2±5.8 | 2.56±0.35 | 8.5±1.2 | 4.6±0.7 |
| F 值 | 125.632 | 118.521 | 132.458 | 105.369 | 142.587 |
| P | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

表 3 各指标对不同阶段肾损伤的诊断效能（%）

| 指标 | 早期肾损伤 | 中期肾损伤 | 晚期肾损伤 |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 灵敏度/特异度 | 灵敏度/特异度 | 灵敏度/特异度 |
| 尿液 NAG 酶 | 75.00/75.00 | 80.00/92.50 | 80.00/85.00 |
| 尿液 α_1 -MG | 70.00/80.00 | 75.00/85.00 | 85.00/80.00 |
| 尿液 β_2 -MG | 65.00/85.00 | 75.00/90.00 | 85.00/85.00 |
| 尿液 TRF | 60.00/75.00 | 70.00/80.00 | 75.00/80.00 |
| 血清 Cys C | 85.00/80.00 | 75.00/85.00 | 80.00/85.00 |
| 联合检测 | 90.00/85.00 | 95.00/90.00 | 95.00/90.00 |

2.3 单一指标与联合指标检测的诊断价值比较

联合检测尿液 NAG 酶、 α_1 -MG、 β_2 -MG、TRF 及血清 Cys C 对肾损伤的诊断灵敏度 (91.70%)、特异度 (85.00%)、准确度 (90.00%) 均显著高于各单一指标 ($P < 0.05$)。

3 讨论

儿童肾损伤的早期诊疗对改善预后至关重要,传统 Scr、BUN 指标易受年龄、肌肉量等干扰,早期诊断灵敏度不足,亟待筛选高灵敏、高特异的生化标志物^[3]。尿液 NAG 酶主要存在于肾小管上皮细胞,肾小管受损时释放入尿,本研究中其水平随肾损伤程度加重显著升高,可有效反映肾小管损伤程度^[4]。 α_1 -MG、 β_2 -MG 均为小分子蛋白,肾小管重吸收功能异常时尿液水平升高,二者于肾损伤早期即呈上升趋势,且 β_2 -MG 对晚期肾损伤诊断准确度更高^[5]。

转铁蛋白 (TRF) 由肝脏合成,正常状态下无法通过肾小球滤过膜,其尿液水平升高可直接反映肾小球滤过膜受损^[6]。血清胱抑素 C (Cys C) 可自由滤过肾小球,且不受年龄、肌肉量等干扰,是肾小球滤过功能的敏感标志物^[7]。本研究显示,血清 Cys C 对早期肾损伤诊断灵敏度达 85.00%,在早期筛查中具备突出应用价值。

单一标志物诊断存在局限性,多指标联合检测可实现优势互补^[8]。本研究中,尿液 NAG 酶、 α_1 -MG、 β_2 -MG、TRF 联合血清 Cys C 检测对各阶段肾损伤的诊断 AUC、灵敏度、特异度及准确度均优于单一指标,能全面反映肾损伤部位与程度,为临床精准诊断提供可靠支撑^[9]。

综上尿液 NAG 酶、 α_1 -MG、 β_2 -MG、TRF 及血清 Cys C 与儿童肾损伤程度相关,可作为各阶段诊断标志物:血清 Cys C 对早期诊断灵敏度高,尿液 NAG 酶对中期特异度高,尿液 β_2 -MG 对晚期准确度高。多指标联合检测可提升诊断效能,为诊疗及病情评估提供佐证。

参考文献

- [1] 崔艳,孙晓丹,张建梅. 妊娠期高血压孕妇尿液 NAG、NGAL、 β_2 M 和血清肌酐与肾损伤的关系分析[J]. 临床和实验医学杂志,2025,24(6):617-621.
- [2] 周文杰,张楠,赵恬,等. 炎症指标和血清胱抑素 C 对脓毒症相关急性肾损伤患者预后的预测价值[J]. 中华危重病急救医学,2025,37(3):275-279.
- [3] 严梅,伍班名. 谷氨酸和尿液 α_1 -微球蛋白水平与 GDM 患者肾损伤及妊娠结局的关联[J]. 中国妇幼健康研究,2025,36(4):91-96.
- [4] 邵莹,陈必良. 妊娠期高血压孕妇肾损伤程度与尿液 NAG、NGAL、RBP、mALB 相关性[J]. 中国计划生育学杂志,2022,30(3):651-655,659.
- [5] 高二鹏,唐凤英,张锋利,等. 血清 Cys C 联合尿 NAG 对重症急性胰腺炎患者并发急性肾损伤的诊断效能[J]. 国际检验医学杂志,2025,46(18):2288-2293.
- [6] 施榴,赵文举,戴随. β_2 微球蛋白和尿微量白蛋白联合检验在糖尿病早期肾损伤患者诊断中的作用[J]. 中国伤残医学,2025,33(5):82-85,90.
- [7] 黄挺,谢榕城,王雨婷,等. 肾阻力指数联合血液和尿液生物标志物早期预测介入术后造影剂诱导的急性肾损伤的价值[J]. 实用医学杂志,2024,40(7):1011-1016.
- [8] 王桂林. 尿 NAG 和微量白蛋白检测对泌尿系结石早期肾损伤监测的临床价值[J]. 实用检验医师杂志,2024,16(4):324-327.
- [9] 纪小霞. 糖尿病早期肾损伤患者尿微量白蛋白肌酐比值及血清 β_2 -微球蛋白、糖化血红蛋白检测的临床意义[J]. 黑龙江医学,2025,49(7):830-833.

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS