© 2026 国际老年医学杂志编辑部 © 2026 Editorial Office of *International Journal of Geriatrics*

UACR、KIM-1、IGF-1 水平与老年糖尿病肾病患者病情严重程度的关系*

彭扬洋 孙玲君 杨 灿 陈克岩**
南京医科大学第四附属医院，江苏 南京 210031

[摘 要] **目的** 探讨尿白蛋白/肌酐比值（UACR）、肾损伤分子-1（KIM-1）、胰岛素样生长因子-1（IGF-1）水平与老年糖尿病肾病患者病情严重程度的关系。**方法** 回顾性收集南京医科大学第四附属医院 2023 年 8 月—2025 年 7 月收治的 200 例老年糖尿病患者的临床资料，根据糖尿病肾病发生情况分为单纯性糖尿病组和糖尿病肾病组。比较两组 UACR、KIM-1、IGF-1 水平，分析各指标对老年糖尿病肾病的诊断效能。评估老年糖尿病肾病患者病情严重程度，比较不同病情严重程度的老年糖尿病肾病患者的 UACR、KIM-1、IGF-1 水平，重点分析 UACR、KIM-1、IGF-1 与老年糖尿病肾病患者病情严重程度的相关性。**结果** 200 例老年糖尿病患者中患糖尿病肾病 74 例（37%）。糖尿病肾病组的病程、空腹血糖（FBG）、糖化血红蛋白（HbA1c）、血肌酐（Scr）、血尿酸（UA）、血尿素（UR）、UACR、KIM-1、IGF-1 水平均高于单纯性糖尿病组（$P<0.05$）；经多元 logistic 回归分析显示，病程、FBG、HbA1c、Scr、UA、UACR、KIM-1、IGF-1 升高是老年糖尿病肾病发生的危险因素（$P<0.05$）；绘制 ROC 曲线显示，UACR、KIM-1、IGF-1 诊断老年糖尿病肾病的 AUC 均>0.70，均有诊断价值，且各指标联合检测价值最高，AUC 为 0.910；大量白蛋白尿期老年糖尿病肾病患者 UACR、KIM-1、IGF-1 水平依次高于微量白蛋白尿期、高滤过期患者（$P<0.05$）；经 Kendall's tau-b 相关系数检验显示，UACR、KIM-1、IGF-1 水平与老年糖尿病肾病患者病情严重程度均呈正相关（$P<0.05$）。**结论** UACR、KIM-1、IGF-1 水平与老年糖尿病肾病患者病情严重程度显著相关，且对疾病诊断有一定价值，考虑未来可作为老年糖尿病肾病诊断、病情严重程度评估的参考指标。

[关键词] 糖尿病肾病；尿白蛋白/肌酐比值；肾损伤分子-1；胰岛素样生长因子-1；相关性
doi：10.3969/j.issn.1674-7593.2026.06.012

The relationship between UACR, KIM-1, and IGF-1 levels and the severity of diabetic kidney disease in elderly patients

Peng Yangyang, Sun Lingjun, Yang Can, Chen Keyan**
The Fourth Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210031, China
** Corresponding author: Chen Keyan, email: satancky@163.com

[**Abstract**] **Objective** To investigate the relationship between urinary albumin-to-creatinine ratio (UACR), kidney injury molecule-1 (KIM-1), insulin-like growth factor-1 (IGF-1) levels and the severity of diabetic kidney disease in elderly patients. **Methods** Clinical data of 200 elderly diabetic patients admitted to the Fourth Affiliated Hospital of Nanjing Medical University from August 2023 to July 2025 were retrospectively collected. According to the occurrence of diabetic kidney disease, the patients were divided into a simple diabetes mellitus group and a diabetic kidney disease group. UACR, KIM-1, and IGF-1 levels were measured and compared between the two groups; the diagnostic value of each indicator for elderly diabetic kidney disease was analyzed, and the severity of diabetic kidney disease in elderly patients was assessed. UACR, KIM-1, and IGF-1 levels were compared among elderly diabetic kidney disease patients with different degrees of severity, with emphasis on analyzing the correlation between UACR, KIM-1, and IGF-1 levels and the severity of diabetic kidney disease in elderly patients. **Results** Among 200 elderly patients with diabetes mellitus, 74 cases were complicated with diabetic nephropathy, accounting for 37%. The disease course, fasting blood glucose (FBG), glycated hemoglobin A1c (HbA1c), serum creatinine (Scr), serum uric acid (UA), blood urea (UR), and levels of UACR, KIM-1, and IGF-1 in the diabetic kidney disease group were all higher than those in the simple diabetes mellitus group ($P<0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that prolonged disease course and elevated FBG, HbA1c, Scr, UA, UACR, KIM-1, and IGF-1 were risk factors for elderly diabetic kidney disease ($P<0.05$). Receiver operating characteristic (ROC) curve analysis showed that the area un-

收稿日期：2026-02-25 修回日期：2026-07-06 录用日期：2026-07-06
* 江苏省自然科学基金项目（BK20240297）
** 通信作者：陈克岩，电子邮箱 satancky@163.com

der the curve (AUC) of UACR, KIM-1, and IGF-1 for diagnosing elderly diabetic kidney disease were all greater than 0.70, indicating diagnostic value, with combined detection of the three indicators showing the highest diagnostic value (AUC = 0.910). UACR, KIM-1, and IGF-1 levels in elderly diabetic kidney disease patients at the macroalbuminuria stage were successively higher than those in patients at the microalbuminuria stage and the hyperfiltration stage ($P < 0.05$). Kendall's tau-b correlation coefficient test showed that UACR, KIM-1, and IGF-1 levels were all positively correlated with the severity of diabetic kidney disease in elderly patients ($P < 0.05$). **Conclusion** UACR, KIM-1, and IGF-1 levels are significantly correlated with the severity of diabetic kidney disease in elderly patients and demonstrate certain diagnostic value; these indicators may therefore serve as reference markers for the diagnosis and severity assessment of elderly diabetic kidney disease in the future.

[**Key words**] Diabetic kidney disease; Urinary albumin-to-creatinine ratio; Kidney injury molecule-1; Insulin-like growth factor-1; Correlation

糖尿病肾病作为糖尿病主要微血管并发症，其发生机制复杂，多因晚期糖基化终末产物堆积、血流动力学改变等引起，疾病初期患者通常无明显不适症状，但肾组织持续损伤，会引发蛋白尿、浮肿等，最终发展为肾衰竭[1]。相关调查显示，约 20%～40%的糖尿病肾病患者在 10～20 年内会进展为尿毒症[2]。早期诊断、评估老年糖尿病肾病患者的病情严重程度，对临床制定个体化治疗方案，控制病情进展具有积极意义。微量白蛋白尿作为糖尿病肾病常用诊断指标，可反映肾小球基底膜损害情况，但该指标特异性欠佳，且存在“窗口期”，部分患者在出现微量白蛋白尿前，肾脏已发生早期组织学改变，应用存在局限[3]。肾组织活检作为肾脏病变程度诊断的金标准，能够体现各阶段肾组织病理学改变，但有创性检查患者接受度不足[4]。尿白蛋白/肌酐比值（Urinary albumin-to-creatinine ratio，UACR）为评估早期肾损伤的敏感指标，通常情况下尿液中蛋白质、肌酐浓度稳定，但肾脏滤过屏障损伤后，两者浓度显著增加[5]。肾损伤分子-1（Kidney injury molecule-1，KIM-1）为免疫球蛋白超家族成员，在正常肾组织中不表达，但在肾缺血、损伤病理状态下，会特异性表达于近端小管上皮细胞顶端膜，且表达量与肾小球损伤呈正相关[6]。胰岛素样生长因子-1（Insulin-like growth factor-1，IGF-1）为多肽蛋白，结构与胰岛素相似，具有促进糖脂代谢、细胞增殖作用，且有研究指出，该因子可通过增加肾脏一氧化氮生成，刺激肾系膜细胞增生，加重肾小球损伤[7]。本研究旨在探讨 UACR、KIM-1、IGF-1 水平与老年糖尿病肾病患者病情严重程度的关系，以期为老年糖尿病肾病患者的诊断、病情严重程度评估提供参考依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

回顾性收集南京医科大学第四附属医院 2023 年 8 月—2025 年 7 月收治的 200 例老年糖尿病患者资料［样本量依据《卫生统计学（第 8 版）》[8]中 $N=Z^2_{\alpha/2}\pi(1-\pi)/\delta^2$ 公式估算，双侧检验水准 $\alpha=0.05$，t 值临界对应 $Z_{\alpha/2}=1.96$，π 为取 0.14 时估算样本量最大，容许误差 δ 为 0.05，计算 N 为 185 例，为提高检验效能、结合医院实际病例数，最终纳入 200 例］。纳入标准：①符合《国家基层糖尿病防治管理指南（2022）》[9]中的糖尿病诊断标准；②年龄≥60 岁；③接受口服降糖药物治疗；④相关病历资料、检查资料等完整。排除标准：①合并其他代谢性疾病；②合并中枢神经系统或精神疾病；③合并原发性心、肾等功能不全；④合并恶性肿瘤；⑤合并糖尿病足或其他并发症；⑥合并泌尿系结石、肾小球肾炎等原发性肾脏病；⑦合并血液、免疫系统疾病；⑧合并严重心脑血管疾病。本研究经医院伦理委员会审批通过（伦理批号 SFY20260225-K008）。

1.2 方法

1.2.1 糖尿病肾病诊断与病情严重程度评估 依据《糖尿病肾病防治专家共识（2014 年版）》[10]中相关标准诊断、评估糖尿病肾病病情严重程度。糖尿病肾病诊断满足以下任一项即可诊断：①大量白蛋白尿，即 UACR>300 mg/g；②糖尿病视网膜病变伴任一期慢性肾脏病；③1 型糖尿病（病程≥10 年）患者 UACR 为 30～300 mg/g。糖尿病肾病病情严重程度：①高滤过期，尿白蛋白排泄率（Urinary albumin excretion rate，UAE）<20 μg/min 或<30 mg/24 h；②微量白蛋白尿期，UAE 为 20～200 μg/min 或 30～300 mg/24 h；③大量白蛋白尿期，UAE>200 μg/min 或>300 mg/24 h；④肾衰竭期，肾小球滤过率<15 mL/（min·1.73 m^2）或需接受透析治疗[11]。

1.2.2 UACR、KIM-1、IGF-1 检测 在患者入院后次日，均留取 5 mL 晨尿，经生化分析仪［罗氏诊断产品（上海）有限公司，型号：Cobas 8000 c702/c502］测定尿白蛋白、肌酐浓度，计算 UACR。并采集空腹状态下肘部静脉血 5 mL，3 500 r/min（离心半径 10 cm）离心 15 min，取血清经酶联免疫吸附法测定 KIM-1 水平，经电化学分析仪［罗氏诊断产品（上海）有限公司，型号：Cobas 8000 e801］以电化学发光法测定 IGF-1 水平。

1.2.3 一般资料调查 经医院电子病历系统，调查、记录患者的一般资料，主要包括性别、年龄、体质量指数、病程、合并症、吸烟史、饮酒史、实验室相关检查指标［空腹血糖（Fasting blood glucose，FBG）、餐后 2 h 血糖（2-hour postprandial

plasma glucose，2hPG）、糖化血红蛋白（Glycated hemoglobin A1c，HbA1c）、血肌酐（Serum creatinine，Scr）、血尿酸（Uric acid，UA）、血尿素（Blood urea，UR）]。

1.3 统计学方法

采用 SPSS27.0 统计学软件进行数据分析。计量资料采用 Shapiro-Wilk 检验判断正态性，服从正态分布者以 $\bar{x} \pm s$ 表示。两组间比较采用独立样本 t 检验；多组间比较：满足正态且方差齐时采用单因素方差分析，事后两两比较采用 Tukey HSD 法；满足正态但方差不齐时采用 Welch 方差分析，事后两两比较采用 Games-Howell 法。计数资料以例（%）表示，组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素 logistic 回归模型分析老年糖尿病肾病发生的危险因素；绘制 ROC 曲线，并计算曲线下面积（Area under the curve，AUC），评价 UACR、KIM-1、IGF-1 对老年糖尿病肾病的诊断效能；采用 DeLong 检验比较各指标单独及联合检测 AUC 之间的差异；采用 Kendall's tau-b 相关系数分析 UACR、KIM-1、IGF-1 水平与老年糖尿病肾病患者病情严重程度的相关性；检验水准 $\alpha=0.05$。

2 结果

2.1 两组一般资料及 UACR、KIM-1、IGF-1 水平比较

200 例老年糖尿病患者中患糖尿病肾病 74 例（37%）。糖尿病肾病组病程、FBG、HbA1c、Scr、UA、UR、UACR、KIM-1、IGF-1 水平均高于单纯性糖尿病组，差异均有统计学意义（$P<0.05$），见表 1。

表 1 两组一般资料、UACR、KIM-1、IGF-1 水平比较

Tab. 1 Comparison of general information, UACR, KIM-1, and IGF-1 levels between the two groups

指标	单纯性糖尿病组(126 例)	糖尿病肾病组(74 例)	χ^2/t 值	P 值
性别[例(%)]			0.325	0.569
男	75(59.52)	41(55.41)		
女	51(40.48)	33(44.59)		
年龄($\bar{x} \pm s$,岁)	70.71 ± 3.83	70.52 ± 3.79	0.340	0.849
体质量指数($\bar{x} \pm s$,kg/m^2)	24.80 ± 1.68	24.91 ± 1.71	0.444	0.657
病程($\bar{x} \pm s$,年)	6.24 ± 1.32	7.81 ± 1.63	7.434	<0.001
合并症[例(%)]				
高血压	41(32.54)	26(35.14)	0.141	0.707
慢性阻塞性肺疾病	30(23.81)	16(21.62)	0.126	0.723
高脂血症	28(22.22)	18(24.32)	0.116	0.733
吸烟史[例(%)]			0.893	0.345
有	56(44.44)	38(51.35)		
无	70(55.56)	36(48.65)		
饮酒史[例(%)]			0.057	0.811
有	72(57.14)	41(55.41)		
无	54(42.86)	33(44.59)		
FBG($\bar{x} \pm s$,mmol/L)	6.49 ± 1.09	7.59 ± 1.12	6.821	<0.001
2hPG($\bar{x} \pm s$,mmol/L)	11.95 ± 1.21	12.05 ± 1.24	0.559	0.577
HbA1c($\bar{x} \pm s$,%)	7.96 ± 1.02	9.03 ± 1.15	6.829	<0.001
Scr($\bar{x} \pm s$,μmol/L)	89.52 ± 10.65	113.52 ± 15.63	12.888	<0.001
UA($\bar{x} \pm s$,μmol/L)	396.65 ± 52.63	431.26 ± 60.53	4.245	<0.001
UR($\bar{x} \pm s$,mmol/L)	9.85 ± 1.24	12.12 ± 2.33	8.990	<0.001
UACR($\bar{x} \pm s$,mg/g)	27.85 ± 3.64	125.65 ± 52.66	20.799	<0.001
KIM-1($\bar{x} \pm s$,pg/mL)	155.62 ± 20.41	174.73 ± 30.98	5.254	<0.001
IGF-1($\bar{x} \pm s$,ng/mL)	197.54 ± 26.55	227.53 ± 30.15	7.332	<0.001

2.2 老年糖尿病患者糖尿病肾病发生的危险因素分析

将 2.1 中差异有统计学意义的变量（病程、FBG、HbA1c、Scr、UA、UR、UACR、KIM-1、IGF-1）作为自变量（均为连续变量，原值代入），老年糖尿病患者发生糖尿病肾病情况为因变量（未发生糖尿病肾病=0，发生糖尿病肾病=1），经多元 logistic 回归分析显示，病程、FBG、HbA1c、Scr、UA、UACR、KIM-1、IGF-1 升高均是老年糖尿病肾病发生的独立危险因素（$P<0.05$），见表 2。

表 2 老年糖尿病患者糖尿病肾病发生的多因素 logistic 回归分析

Tab. 2 Multivariate logistic regression analysis of diabetic nephropathy in elderly diabetic patients

因素	*B*	SE	Wald χ^2	*P* 值	OR	95%CI
病程	1. 046	0. 359	8. 507	0. 004	2. 846	1. 409～5. 748
FBG	1. 486	0. 590	6. 342	0. 012	4. 419	1. 390～14. 046
HbA1c	1. 264	0. 535	5. 595	0. 018	3. 541	1. 242～10. 095
Scr	0. 143	0. 050	7. 981	0. 005	1. 153	1. 045～1. 273
UA	0. 029	0. 014	4. 618	0. 032	1. 030	1. 003～1. 058
UR	0. 385	0. 301	1. 640	0. 200	1. 470	0. 815～2. 650
UACR	0. 099	0. 035	7. 953	0. 005	1. 104	1. 031～1. 182
KIM-1	0. 062	0. 028	5. 075	0. 024	1. 064	1. 008～1. 124
IGF-1	0. 069	0. 028	5. 973	0. 015	1. 072	1. 014～1. 133
常量	−85. 709	19. 583	19. 156	<0. 001	−	−

2. 3 UACR、KIM-1、IGF-1 水平对老年糖尿病肾病的诊断价值分析

基于本研究目的，ROC 分析仅纳入 UACR、KIM-1、IGF-1 3 个主要研究变量，表 2 的多因素 logistic 回归已在校正病程、FBG、HbA1c、Scr、UA 等协变量后证实，三者升高均为老年糖尿病肾病的独立危险因素。为进一步评价其诊断效能，将 UACR、KIM-1、IGF-1 作为检验变量，将老年糖尿病肾病作为状态变量，绘制 ROC 曲线显示，UACR、KIM-1、IGF-1 诊断老年糖尿病肾病的 AUC 分别为 0. 886、0. 764、0. 785，均有诊断价值；进一步以 UACR、KIM-1、IGF-1 为自变量构建 logistic 回归模型（Hosmer-Lemeshow 检验显示，χ^2 = 7. 580，*P* = 0. 476，*P* > 0. 05，模型拟合良好），以模型预测概率［logit（*P*） = −23. 546 + 0. 052 × UACR + 0. 056 × KIM-1 + 0. 065 × IGF-1］为联合指标绘制 ROC 曲线，计算 AUC 为 0. 910；DeLong 检验结果显示，三者联合检测的 AUC 高于 UACR、KIM-1、IGF-1 单独检测（*P*<0. 05），见表 3、图 1。

表 3 UACR、KIM-1、IGF-1 水平对老年糖尿病肾病的诊断价值分析

Tab. 3 Analysis of the diagnostic value of UACR, KIM-1, and IGF-1 levels in elderly patients with diabetic kidney disease

指标	AUC	95%CI	cut-off 值	*P* 值	特异度	灵敏度	约登指数
UACR	0. 886	0. 840～0. 932	34. 790 mg/g	<0. 001	0. 786	0. 932	0. 718
KIM-1	0. 764	0. 694～0. 835	139. 665 pg/mL	<0. 001	0. 706	0. 824	0. 530
IGF-1	0. 785	0. 716～0. 854	199. 415 ng/mL	<0. 001	0. 643	0. 797	0. 440
三者联合检测	0. 910	0. 871～0. 948	−	<0. 001	0. 603	0. 986	0. 589

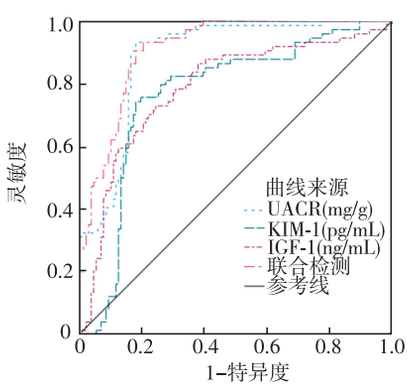


图 1 UACR、KIM-1、IGF-1 水平诊断老年糖尿病肾病的 ROC 曲线图

Fig. 1 ROC curve of UACR, KIM-1, IGF-1 levels for diagnosing elderly diabetic kidney disease

2. 4 不同病情严重程度的老年糖尿病肾病患者 UACR、KIM-1、IGF-1 水平比较

74 例老年糖尿病肾病患者病情分期为高滤过期 16 例（21. 62%）、微量白蛋白尿期 28 例（37. 84%）、大量白蛋白尿期 27 例（36. 49%）、肾衰竭期 3 例（4. 05%）。大量白蛋白尿期老年糖尿病肾病患者 UACR、KIM-1、IGF-1 水平依次高于微量白蛋白尿期、高滤过期患者，差异均有统计学意义（*P*<0. 05），见表 4。

2. 5 UACR、KIM-1、IGF-1 水平与老年糖尿病肾病患者病情严重程度的相关性分析

经 Kendall's tau-b 相关系数检验显示，UACR、KIM-1、IGF-1 水平与老年糖尿病肾病患者病情严重程度均呈正相关（*P*<0. 05），见表 5。

表 4 不同病情严重程度的老年糖尿病肾病患者 UACR、KIM-1、IGF-1 水平比较（$\bar{x} \pm s$）

Tab. 4 Comparison of UACR, KIM-1, and IGF-1 levels in elderly diabetic kidney disease patients with different severity levels ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	UACR(mg/g)	KIM-1(pg/mL)	IGF-1(ng/mL)
高滤过期	16	66.52 ± 7.35	147.25 ± 21.52	200.94 ± 21.35
微量白蛋白尿期	28	94.85 ± 10.33[a]	165.35 ± 23.25[a]	225.26 ± 26.41[a]
大量白蛋白尿期[c]	30	185.93 ± 18.54[ab]	198.13 ± 25.26[ab]	243.84 ± 27.65[ab]
F 值		24.983	19.743	31.525
P 值		<0.001	<0.001	<0.001

注：与高滤过期比较[a]$P<0.05$，与微量白蛋白尿期比较[b]$P<0.05$；[c] 因肾衰竭期仅 3 例，总体样本量较小，会影响研究结果稳定性，纳入大量白蛋白尿期分析。

表 5 UACR、KIM-1、IGF-1 水平与老年糖尿病肾病患者病情严重程度的相关性

Tab. 5 Correlation between UACR, KIM-1, IGF-1 levels and severity of diabetic kidney disease in elderly patients

指标	*r* 值	*P* 值
UACR	0.705	<0.001
KIM-1	0.545	<0.001
IGF-1	0.705	<0.001

3 讨论

糖尿病作为临床常见、多发的慢性病，其多发于老年群体，流行病学数据显示，老年人该病患病率超过 20%，远超中青年[12]。而老年糖尿病患者胰岛 β 细胞功能衰退、胰岛素抵抗加剧，会影响血糖水平控制，且高糖环境下晚期糖基化产物堆积、活性氧自由基大量生成等，会损伤肾小球与肾内小动脉，引发糖尿病肾病。相关研究发现，老年糖尿病患者糖尿病肾病发生率近 10 年来增长迅速，且随着年龄、病程的增加，发生风险显著增高[13]。老年糖尿病肾病早期症状不显著，部分患者可能会忽视，但肾组织持续损伤，可能会引发不可逆的进行性肾衰竭，最终危及患者生命安全。

目前，临床评估肾功能损伤指标较多，如 Scr、UA、UR 等，此类指标在肾损伤后虽然显著升高，但诊断敏感性欠佳，且检测结果易受饮食、用药等影响，诊断价值有限[14]。蛋白尿作为老年糖尿病肾病典型症状之一，通过观察尿液中蛋白质浓度，可评估肾滤过屏障损伤状况。UACR 为反映微量白蛋白尿的灵敏指标，相较 24 h 尿蛋白定量或尿蛋白定性，UACR 留取单次随机尿液即可诊断，且经肌酐进行校正，可减少尿液浓度的影响，提高检测稳定性与准确性[15]。现阶段，UACR 已被作为糖尿病肾病分期评估的核心指标，UACR ≥ 30 mg/g 即为早期糖尿病肾病发生的标志[16]。但 UACR 检测结果也会受剧烈运动、尿路感染等因素影响，且对糖尿病肾病诊断具有非绝对特异性，因而仍需联合其他指标协同检测。KIM-1 是由 334 个氨基酸残基组成的 Ⅰ 型跨膜糖蛋白，具有清除受损细胞的作用，在正常肾脏内呈低表达，但肾脏出现缺血再灌注损伤、代谢应激时，缺氧、炎症等刺激条件使可溶性 KIM-1 异常分泌[17]。有研究指出，肾小管损伤为老年糖尿病肾病发展的重要阶段，而 KIM-1 可反映肾小管损伤与应激状态，与 UACR 形成互补，更全面地体现肾脏结构损伤的程度[18]。IGF-1 是结构与胰岛素相近的多肽激素，由肝脏生成，具有调节细胞增殖、代谢等作用，且在肾脏中少量表达[19]。临床医学研究发现，IGF-1 对肾损伤具有双重机制，通常情况下能够促进肾脏生长，增加肾血流量和肾小球滤过率，参与受损肾小球的修复，但其表达显著增加会刺激肾小球系膜细胞过度增殖，引发肾小球硬化，并会激活炎症、纤维化反应，导致肾损伤加重[20]。

本研究显示，糖尿病肾病组的病程、FBG、HbA1c、Scr、UA、UR 水平均高于单纯性糖尿病组，且经多元 logistic 回归分析显示，病程、FBG、HbA1c、Scr、UA、UACR、KIM-1、IGF-1 升高是老年糖尿病肾病发生的危险因素，病程、FBG、HbA1c 等常规指标的验证与既往研究结果相近[21]。进一步针对 UACR、KIM-1、IGF-1 主要研究变量绘制 ROC 曲线，结果显示各指标对老年糖尿病肾病均具有较高的诊断效能，联合检测价值最佳。糖尿病肾病发生后肾小球滤过屏障损伤，蛋白质经尿液流出，导致 UACR 升高，且近端肾小管上皮细胞损伤，会刺激 KIM-1 表达，同时随着糖尿病的病情发展，人体出于自我保护机制，促进分泌更多的 IGF-1 参与血糖的动态平衡调节，从而导致 KIM-1、IGF-1 水平升高[22-23]。同时，相较于单一 UACR 诊断，KIM-1、IGF-1 可补充肾脏损伤信息，初步评估肾脏结构损伤情况，从而提高对老年糖尿病肾病的诊断价值。但 UACR、KIM-1、IGF-1 联合检测老年糖尿病肾病的特异度仅为 60.3%，这一结果可能与阈值的选择、研究对象的偏倚等有关；在联合检测中，任一指标超过 cut-off 值即会被判定为阳性，虽能最大限度地避免漏诊，但也可能会因患者轻微生理波动而误判。因此，在临床应用中，UACR、KIM-1、IGF-1 不适用于大规模

筛查糖尿病肾病患者，而是可作为“排除性”工具应用，对于上述指标均升高的糖尿病患者，应高度警惕糖尿病肾病发生，且在后续研究中将考虑调整联合指标的权重，以平衡诊断效能。

本研究分析了 UACR、KIM-1、IGF-1 水平与老年糖尿病肾病患者病情严重程度的关系，结果显示大量白蛋白尿期老年糖尿病肾病患者 UACR、KIM-1、IGF-1 水平依次高于微量白蛋白尿期、高滤过期患者，且经 Kendall's tau-b 相关系数检验显示，UACR、KIM-1、IGF-1 水平与老年糖尿病肾病患者病情严重程度均呈正相关。糖尿病肾病早期肾小球、肾小管轻度损伤，尿液中蛋白质含量较少，KIM-1、IGF-1 表达也相对较低，但随着病情的持续进展，肾小球系膜细胞增生、肾小管间质损伤加重，会导致 UACR、KIM-1 显著升高。同时血糖上升刺激机体分泌更多的 IGF-1，而肾清除能力下降，也会导致 IGF-1 滞留，使血循环中的 IGF-1 增加，IGF-1 通过促使一氧化氮产生、诱导肾激肽释放酶释放肾素、导致脂质沉积、促进系膜细胞和基质增生等促进糖尿病肾病病情的发展[24]。但纳入研究的老年糖尿病肾病患者中，达肾衰竭期仅 3 例，较小的样本量可能无法代表肾衰竭期人群的 UACR、KIM-1、IGF-1 分布真实性，尤其是对于重度肾衰竭患者，尿蛋白浓度极高，可能会导致各指标均值被高估，因而将其纳入大量白蛋白尿期分析，考虑未来需扩大肾衰竭期样本量并进一步加以探究。同时，针对本研究结果，建议在通过 UACR 诊断老年糖尿病肾病的基础上，可协同观察 KIM-1、IGF-1 水平变化，以便更精准地识别早期糖尿病肾病，给予控制血糖、保护肾功能等治疗，并监测各指标水平变化，评估病情严重程度，合理调整治疗方案，以期对老年糖尿病肾病患者的病情进行更好的控制，以提高预后。

综上所述，UACR、KIM-1、IGF-1 水平与老年糖尿病肾病患者病情严重程度显著相关，且对糖尿病肾病的诊断具有一定的预测价值，未来可作为老年糖尿病肾病诊断、病情严重程度的评估的参考指标。但本研究并未分析各指标间的相互影响关系，且未观察指标动态变化情况，研究结果存在局限性，未来需进一步研究加以分析。

参考文献

[1] Rayego-Mateos S, Rodrigues-Diez R R, Fernandez-Fernandez B, et al. Targeting inflammation to treat diabetic kidney disease: the road to 2030[J]. Kidney Int, 2023, 103(2):282-296.

[2] Cleveland K H, Schnellmann R G. Pharmacological targeting of mitochondria in diabetic kidney disease[J]. Pharmacol Rev, 2023,75(2):250-262.

[3] Scilletta S, Di Marco M, Miano N, et al. Update on diabetic kidney disease (DKD): focus on non-albuminuric DKD and cardiovascular risk[J]. Biomolecules, 2023, 13(5):752.

[4] 陈纤纤，冯烈，周颖，等. 糖尿病肾病与其他类型肾病患者肾组织中 Smad1 蛋白表达的比较[J]. 基础医学与临床，2023,43(7):1097-1103.
Chen X X, Feng L, Zhou Y, et al. Comparative analysis of Smad1 protein expression in renal tissue among patients with diabetic nephropathy versus other types of nephropathy[J]. Basic Clin Med, 2023,43(7):1097-1103.

[5] Jin P, Ye S, Ye H, et al. Urinary microalbumin/creatinine ratio is a predictor of the occurrence and severity of leukoaraiosis[J]. Neuro Endocrinol Lett, 2023,44(8): 528-536.

[6] 张文娟，宋茜茜，姚明言,等. 洛塞那肽对早期 2 型糖尿病肾病治疗效果及对肾损伤分子-1、尿转铁蛋白影响[J]. 临床军医杂志,2025,53(6):630-633.
Zhang W J, Song Q Q, Yao M Y, et al. Therapeutic efficacy of lorcaserin in the treatment of early type 2 diabetic nephropathy and its effect on kidney injury molecule-1 and urinary transferrin[J]. Clin J Med Off, 2025, 53(6):630-633.

[7] 任宇晴，唐堂，李颖,等. 降糖丸抑制 TGF-β1 改善糖尿病肾病小鼠肾损伤及纤维化[J]. 中国药理学通报，2023,39(10):1988-1993.
Ren Y Q, Tang T, Li Y, et al. Hypoglycemic pill inhibits TGF-β1 to ameliorate renal injury and fibrosis in diabetic nephropathy-induced mice[J]. Chin Pharmacol Bull, 2023,39(10):1988-1993.

[8] 李晓松，刘美娜，郝元涛，等. 卫生统计学[M]. 第 8 版. 北京:人民卫生出版社，2017:64-68.
Li X S, Liu M N, Hao Y T, et al. Health Statistics[M]. 8th ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2017:64-68.

[9] 中华医学会糖尿病学分会,国家基层糖尿病防治管理办公室. 国家基层糖尿病防治管理指南(2022)[J]. 中华内科杂志,2022,61(3):249-262.
Chinese Diabetes Society, National Office for Primary Diabetes Prevention and Management. National guidelines for primary care diabetes prevention and management (2022)[J]. Chin J Intern Med, 2022, 61(3): 249-262.

[10] 中华医学会糖尿病学分会微血管并发症学组. 糖尿病肾病防治专家共识(2014 年版)[J]. 中华糖尿病杂志,2014,6(11):792-801.
Microvascular Complications Working Group, Chinese Diabetes Society. Expert consensus on the prevention and ftreatment of diabetic nephropathy (2014 edition)[J]. Chin J Diabetes Mellitus, 2014,6(11):792-801.

[11] 中华医学会肾脏病学分会专家组. 糖尿病肾脏疾病临床诊疗中国指南[J]. 中华肾脏病杂志,2021,37(3):255-304.
Expert Panel of the Renal Disease Branch, Chinese Medical Association. Chinese guidelines for the clinical diagnosis and treatment of diabetic kidney disease[J]. Chin J Nephrol, 2021,37(3):255-304.

[12] Zhu L, Zhao J, Li Q. Clinical study on prescription used

for invigorating spleen, reinforcing kidney and warming yang combined with calcium dobesilate in treatment of senile diabetic nephropathy[J]. Biotechnol Genet Eng Rev, 2024,40(3):1737-1747.

[13] Lv Z, Hu J, Su H, et al. TRAIL induces podocyte PANoptosis via death receptor 5 in diabetic kidney disease[J]. Kidney Int, 2025,107(2):317-331.

[14] 王耿, 孟利, 袁丽. 血清 Netrin-1、VEGF、VCAM-1 在 2 型糖尿病肾病诊断中的应用[J]. 国际泌尿系统杂志,2025,45(6):135-138.
Wang G, Meng L, Yuan L. Application of serum Netrin-1, VEGF, and VCAM-1 in the diagnosis of type 2 diabetic nephropathy[J]. Int J Urol Nephrol, 2025,45(6):135-138.

[15] 崔健, 夏青, 周茜宁. 尿白蛋白/肌酐比值与 2 型糖尿病慢性并发症关系的研究进展[J]. 医学综述, 2023, 29(24):5765-5768.
Cui J, Xia Q, Zhou Q N. Research progress on the relationship between urinary albumin/creatinine ratio and chronic complications of type 2 diabetes mellitus[J]. Med Recapitulate, 2023,29(24):5765-5768.

[16] Mahemuti N, Zou J, Liu C, et al. Urinary albumin-to-creatinine ratio in normal range, cardiovascular health, and all-cause mortality[J]. JAMA Netw Open, 2023,6(12):e2348333.

[17] 孙小芳, 尹丽明, 包利文,等. KIM1、TIMP2 及炎症指标与 2 型糖尿病肾病进展风险的相关性研究[J]. 海南医学,2024,35(14):2036-2041.
Sun X F, Yin L M, Bao L W, et al. Correlation between KIM1, TIMP2, and inflammatory markers with the risk of progression to type 2 diabetic nephropathy[J]. Hainan Med J, 2024,35(14):2036-2041.

[18] 李坤, 赵维丽, 张培,等. 糖尿病早期肾损伤诊断中生化指标联合肾损伤分子-1 的临床价值评价[J]. 中华保健医学杂志,2024,26(5):697-698,701.
Li K, Zhao W L, Zhang P, et al. Clinical value evaluation of the combined use of biochemical markers and kidney injury molecule-1 in the diagnosis of early diabetic kidney injury[J]. Chin J Health Care Med, 2024,26(5):697-698,701.

[19] Zusi C, Rioda M, Maguolo A, et al. IGF1 and PPARG polymorphisms are associated with reduced estimated glomerular filtration rate in a cohort of children and adolescents with type 1 diabetes[J]. Acta Diabetol, 2023,60(10):1351-1358.

[20] 黄丽, 潘佳玥, 杨杨. IGF-1 在 2 型糖尿病及 2 型糖尿病肾病中的作用机制研究进展[J]. 疑难病杂志, 2024,23(2):253-256.
Huang L, Pan J Y, Yang Y. Advances in research on the mechanistic role of IGF-1 in type 2 diabetes mellitus and type 2 diabetic nephropathy[J]. Chin J Diff Complic Cases, 2024,23(2):253-256.

[21] 王艳, 王德琴, 缪娴静, 等. 糖尿病肾病危险因素病例对照研究[J]. 实用预防医学, 2023, 30(3):342-344.
Wang Y, Wang D Q, Miao X J, et al. A case-control study on risk factors for diabetic nephropathy[J]. Pract Prev Med, 2023,30(3):342-344.

[22] 任晓红, 刘高虹. 尿 NGAL、Kim-1、L-FABP 联合检测在糖尿病肾脏病早期诊断中的价值[J]. 中国中西医结合肾病杂志,2023,24(12):1096-1098.
Ren X H, Liu G H. The value of combined detection of urinary NGAL, Kim-1, and L-FABP in the early diagnosis of diabetic kidney disease[J]. Chin J Integr Tradit West Nephrol, 2023,24(12):1096-1098.

[23] 赵蕾. 血清胰岛素样生长因子-1 与糖尿病肾病严重程度的相关性研究[D]. 唐山:河北联合大学,2015.
Zhao L. A study on the correlation between serum insulin-like growth factor-1 levels and the severity of diabetic nephropathy[D]. Tangshan: Hebei United University, 2015.

[24] 魏靖, 朱慧楠. 糖尿病肾病患者血清胰岛素抵抗指数、胰岛素样生长因子-1 与炎性因子表达水平的相关性[J]. 中国老年学杂志,2019,34(3):546-547.
Wei J, Zhu H N. Correlation between serum insulin resistance index, insulin-like growth factor-1, and the expression levels of inflammatory cytokines in patients with diabetic nephropathy[J]. Chin J Gerontol, 2019,34(3):546-547.