

· 论 著 · DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.06.024

## IgA 肾病患者 FABP1 和 FABP4 水平与疾病活动性的关系

苏宇, 张健, 宋晓英

四川省成都市第二人民医院肾病内科, 四川成都 610000

**摘要:**目的 探讨免疫球蛋白 A (IgA) 肾病患者脂肪酸结合蛋白 1 (FABP1) 和脂肪酸结合蛋白 4 (FABP4) 水平与疾病活动性的相关性。方法 选取 2018 年 3 月至 2021 年 9 月该院收治的 IgA 肾病患者 240 例作为观察组, 另选取同期在该院体检健康的志愿者 240 例作为对照组。对比 2 组研究对象的收缩压、舒张压、24 h 尿蛋白定量 (24 h UTP)、肾小球滤过率 (eGFR) 和血肌酐 (Scr)、高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C)、总胆固醇 (TC)、甘油三酯 (TG) 和血浆清蛋白 (ALB)、FABP1、FABP4、IgA 和补体 C3 (C3) 水平。采用 Pearson 相关分析观察组血清 FABP1、FABP4 水平与 IgA、C3、Scr、ALB 和收缩压、舒张压、24 h UTP、eGFR、TC、TG、HDL-C 的相关性; 采用多因素 Logistic 回归分析影响 IgA 肾病患者疾病活动性的因素。结果 观察组血清 FABP4、IgA、C3、TC、TG 和 Scr 水平以及收缩压、舒张压、24 h UTP 显著高于对照组, 而 FABP1、eGFR、ALB 和 HDL-C 水平显著低于对照组, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。依据肾内活动性指数得分将观察组患者分为高分组 (得分  $\geq 7$  分) 174 例和低分组 (得分  $< 7$  分) 66 例; 与低分组相比, 高分组血清 FABP4、IgA 和 C3 水平明显升高, FABP1、ALB 水平和 eGFR 明显降低, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。Pearson 相关分析结果显示, IgA 肾病患者血清 FABP1 水平均与 IgA、C3、Scr 水平及收缩压、舒张压、24 h UTP、TC 和 TG 呈负相关 ( $P < 0.05$ ), 与 eGFR、HDL-C 和 ALB 水平呈正相关 ( $P < 0.05$ ); 血清 FABP4 水平均与 IgA、C3、Scr 水平和收缩压、舒张压、24 h UTP、TC 和 TG 呈正相关 ( $P < 0.05$ ), 与 eGFR、HDL-C 和 ALB 水平呈负相关 ( $P < 0.05$ )。多因素 Logistic 回归分析结果显示, 血清 FABP4、IgA、C3 水平升高是影响 IgA 肾病患者疾病活动性的危险因素 ( $P < 0.05$ ), 血清 FABP1 和 ALB 水平升高及 eGFR 增大是影响 IgA 肾病患者疾病活动性的保护因素 ( $P < 0.05$ )。结论 IgA 肾病患者血清 FABP1 水平降低, FABP4 水平升高, 二者与 IgA 肾病患者疾病活动性关系密切。

**关键词:** IgA 肾病; 脂肪酸结合蛋白 1; 脂肪酸结合蛋白 4; 疾病活动性

中图分类号: R692.31

文献标志码: A

文章编号: 1672-9455(2025)06-0845-05

Relationship of FABP1 and FABP4 levels with disease activity  
in patients with IgA nephropathy

SU Yu, ZHANG Jian, SONG Xiaoying

Department of Nephrology, Chengdu Second People's Hospital,  
Chengdu, Sichuan 610000, China

**Abstract: Objective** To explore the correlation of the levels of fatty acid binding protein 1 (FABP1) and fatty acid binding protein 4 (FABP4) with disease activity in patients with immunoglobulin A (IgA) nephropathy. **Methods** A total of 240 patients with IgA nephropathy admitted to the hospital from March 2018 to September 2021 were selected as the observation group, and another 240 healthy volunteers who underwent physical examinations at the hospital during the same period were selected as the control group. The systolic blood pressure, diastolic blood pressure, 24 h urinary protein quantification (24 h UTP), estimated glomerular filtration rate (eGFR), serum creatinine (Scr), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), total cholesterol (TC), triglycerides (TG), as well as plasma albumin (ALB), FABP1, FABP4, IgA and complement C3 (C3) between the two groups were compared. Pearson correlation analysis was used to observe the correlation of serum FABP1 and FABP4 levels with IgA, C3, Scr, ALB, as well as systolic and diastolic blood pressure, 24 h UTP, eGFR, TC, TG and HDL-C. Multivariate Logistic regression analysis was used to investigate the factors affecting disease activity in patients with IgA nephropathy. **Results** The serum levels of serum FABP4, IgA, C3, TC, TG and Scr, as well as systolic blood pressure, diastolic blood pressure and 24 h UTP, in the observation group were significantly higher than those in the control group, while FABP1, eGFR, ALB and HDL-C levels were significantly lower in the control group, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). According to the renal activity index score, patients in the

observation group were divided into high score group ( $\geq 7$  points) with 174 cases and low score group ( $< 7$  points) with 66 cases; compared with the low score group, the serum levels of FABP4, IgA and C3 were significantly increased in the high score group, while FABP1, ALB levels and eGFR were significantly decreased, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). The Pearson correlation analysis results showed that serum FABP1 level was negatively correlated with IgA, C3, Scr levels, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, 24 h UTP, TC and TG ( $P < 0.05$ ), and positively correlated with eGFR, HDL-C and ALB levels ( $P < 0.05$ ); the serum FABP4 level was positively correlated with IgA, C3, Scr levels, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, 24 h UTP, TC and TG ( $P < 0.05$ ), and negatively correlated with eGFR, HDL-C and ALB levels ( $P < 0.05$ ). The results of multivariate Logistic regression analysis showed that elevated levels of serum FABP4, IgA and C3 were risk factors affecting disease activity in patients with IgA nephropathy ( $P < 0.05$ ), while elevated levels of serum FABP1 and ALB, as well as increased eGFR, were protective factors affecting disease activity in patients with IgA nephropathy ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** The serum FABP1 level of patients with IgA nephropathy is decreased and serum FABP4 is increased, both of them are closely related to the disease activity of patients with IgA.

**Key words:** immunoglobulin A nephropathy; fatty acid binding protein 1; fatty acid binding protein 4; disease activity; correlation

由于自身免疫系统发生紊乱导致的免疫球蛋白 A(IgA)肾病是临床肾内科最常见的原发性肾小球疾病<sup>[1]</sup>,是由于 IgA 大量沉积在肾小球系膜区造成<sup>[2]</sup>。由于 IgA 肾病受急性、慢性病变的循环影响,目前临床上仍然依赖肾穿刺活检诊断 IgA 肾病病情,但肾穿刺活检会对患者身体造成一定程度的损害,在临床诊断 IgA 肾病病情上存在一定的局限性<sup>[3-4]</sup>。因此开发出方便、有效的临床检测标志物对及时发现 IgA 肾病病变、控制 IgA 肾病病情、调整治疗方案和改善患者预后有十分重要的意义<sup>[5]</sup>。有研究指出,脂肪酸结合蛋白 1(FABP1)是相对分子质量为  $14 \times 10^3$  的蛋白质,主要在肝脏中表达,在肠和肾脏中表达水平要低得多。在慢性肾病和急性肾损伤中具有保护细胞的作用,并且通过动物实验证明了 FABP1 可以减轻 IgA 肾病早期肾小球细胞的损伤<sup>[6]</sup>。FABP1 可能是比丙氨酸转氨酶等传统肝脏标志物更敏感的检测肝细胞损伤的标志物<sup>[7]</sup>。脂肪酸结合蛋白 4(FABP4)是相对分子质量为  $14 \times 10^3 \sim 15 \times 10^3$  的蛋白质家族的成员,被称为细胞内脂质伴侣。FABP1 和 FABP4 在脂肪细胞中表达,调节细胞内的脂质运输,并通过抑制过氧化物酶体增殖物激活受体  $\gamma$ (PPAR $\gamma$ ) 在胰岛素抵抗和 2 型糖尿病的主动机制而发挥作用<sup>[8]</sup>。PPAR $\gamma$  在肾小球细胞损伤中出现异位表达的现象,且 FABP4 的异位表达程度与肾功能障碍密切相关<sup>[9]</sup>。基于此,本研究拟探讨 IgA 肾病患者血清 FABP1 和 FABP4 水平与肾小球功能的相关性,以期临床实践提供有效的参考。现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选择 2018 年 3 月至 2021 年 9 月在本院进行治疗的 IgA 肾病患者 240 例为观察组,所有患者均采用相同的治疗方式;另选取同期在本院体检健康的志愿者 240 例为对照组。2 组研究对象年龄、性别和体质量指数(BMI)比较,差异均无统计学意义

( $P > 0.05$ ),见表 1,具有可比性。纳入标准:(1)经肾穿刺活检确诊为 IgA 肾病<sup>[10]</sup>; (2)病历资料完整。排除标准:(1)合并系统性红斑狼疮、过敏性紫癜、肝硬化等继发性 IgA 肾病患者;(2)合并免疫性疾病;(3)合并恶性肿瘤者;(4)合并全身性炎症或严重性系统性疾病者;(5)半年内接受过抗菌药物或激素治疗者;(6)合并精神疾病不能配合治疗者。本研究经本院医学伦理委员会审批(20220613)并在其指导监督下进行。所有研究对象均知晓本研究并签署知情同意书。

表 1 观察组和对照组一般资料比较 [ $\bar{x} \pm s$  或  $n(\%)$ ]

组别	n	年龄 (岁)	性别		BMI (kg/m <sup>2</sup> )
			男	女	
观察组	240	36.51 $\pm$ 8.07	140(58.33)	100(41.67)	21.16 $\pm$ 2.22
对照组	200	35.87 $\pm$ 8.21	144(60.00)	96(40.00)	21.38 $\pm$ 2.24
t/ $\chi^2$		0.861		0.138	-1.081
P		0.390		0.710	0.280

## 1.2 方法

**1.2.1 标本采集** 用不加抗凝剂抗凝管采集观察组患者入院次日(对照组于体检当天)清晨空腹外周静脉血 5 mL,以 3 000 r/min 离心(离心半径为 15 cm) 10 min 后取上清液,分成 3 管保存至  $-80^\circ\text{C}$  冰箱备用,标本应避免反复冻融。另收集所有研究对象的晨尿 10 mL,于  $-4^\circ\text{C}$  条件下保存待测。

**1.2.2 血清 FABP1、FABP4、IgA 和补体 C3(C3)水平检测** 采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清 FABP1、FABP4、IgA 和 C3 水平,试剂盒均购自赛默飞世尔科技公司,所有操作步骤均严格按照说明书进行。测定步骤严格按照 ELISA 试剂盒说明书进行操作。最后用酶标仪统一测量标准标本和待测标本在 450 nm 处吸光度,并绘制标准曲线,根据标准曲线计算出血清 FABP1、FABP4、IgA 和 C3 水平。

**1.2.3 血压、脂质指标、肾功能指标检测及 Andreoli 评分** 使用电子血压计测量 2 组的收缩压和舒张压；采用血液全自动生化仪测量高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)和血浆清蛋白(ALB)水平；采用多功能全自动生化分析仪测定肾功能指标水平,包括血肌酐(Scr)和 24 h 尿蛋白定量(24 h UTP),并计算肾小球滤过率(eGFR),估算公式为  $eGFR(mL/min \cdot 1.73 m^2) = 186 \times (Scr) - 1.154 \times (年龄) - 0.203 \times (0.742 女性)^{[11]}$ 。依照 Andreoli 评分<sup>[12]</sup>对观察组肾脏病理进行活动性/慢性指数半定量评分,将 IgA 肾病患者分为低分组(<7 分)、高分组( $\geq 7$  分),评分规则见表 2。

**1.3 统计学处理** 采用 SPSS25.0 统计软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,两组间比较采用独立样本 *t* 检验;计数资料以例数或百分率表示,2 组间比较采用  $\chi^2$  检验。采用 Pearson 相关分析观察组血清 FABP1、FABP4 水平与 IgA、C3、Scr、ALB 水平和收缩压、舒张压、24 h UTP、eGFR、

TC、TG、HDL-C 的相关性;采用多因素 Logistic 回归分析 IgA 肾病患者疾病活动性的影响因素。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

**2 结 果**

**2.1 观察组和对照组临床资料比较** 观察组与对照组 LDL-C 水平比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ );观察组血清 FABP4、IgA、C3、TC、TG 和 Scr 水平以及收缩压、舒张压、24 h UTP 显著高于对照组,而 FABP1、eGFR 及血清 ALB 和 HDL-C 水平显著低于对照组,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 3。

**2.2 不同肾内活动性指数 IgA 肾病得分患者的一般临床资料比较** 依据观察组肾内活动性指数得分将观察组患者分为高分组 174 例和低分组 66 例。高分组与低分组舒张压、收缩压、24 h UTP 及血清 Scr、TC、TG、HDL-C 和 LDL-C 水平比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ );与低分组相比,高分组血清 FABP4、IgA 和 C3 水平明显升高,FABP1、ALB 水平和 eGFR 明显降低,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 4。

表 2 Andreoli 评分细则

类型	症状	对应分值
活动性指数	系膜细胞增生:无;轻度;中度;重度	0~3 分
	间质炎细胞浸润:无;<25%;25%~<50%; $\geq 50\%$	0~3 分
	细胞性新月体累及肾小球百分比:无;<10%;10%~<25%; $\geq 25\%$	0~3 分
慢性化指数	肾小球球形硬化:无;<25%;25%~<50%; $\geq 50\%$	0~3 分
	节段硬化:无;<25%;25%~<50%; $\geq 50\%$	0~3 分
	肾小管萎缩:无;<25%;25%~<50%; $\geq 50\%$	0~3 分
	间质纤维化或纤维性新月体累及肾小球百分比:无;<10%;10%~<25%; $\geq 25\%$	0~3 分

表 3 观察组和对照组一般临床资料比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	<i>n</i>	FABP1 (ng/mL)	FABP4 (ng/mL)	IgA (g/L)	C3 (g/L)	收缩压 (mmHg)	舒张压 (mmHg)	Scr ( $\mu\text{mol/L}$ )
观察组	240	20.28 $\pm$ 3.56	0.60 $\pm$ 0.10	2.82 $\pm$ 0.30	1.02 $\pm$ 0.09	136.13 $\pm$ 15.41	86.39 $\pm$ 10.50	105.61 $\pm$ 13.54
对照组	240	28.69 $\pm$ 4.24	0.45 $\pm$ 0.09	1.96 $\pm$ 0.25	0.85 $\pm$ 0.07	109.06 $\pm$ 12.92	75.52 $\pm$ 9.77	70.19 $\pm$ 10.57
<i>t</i>		-23.533	17.273	34.117	23.098	20.854	11.741	31.945
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

组别	<i>n</i>	24 h UTP (g)	eGFR [mL/(min $\cdot$ 1.73 m <sup>2</sup> )]	ALB (g/L)	TC (mmol/L)	TG (mmol/L)	HDL-C (mmol/L)	LDL-C (mmol/L)
观察组	240	1.69 $\pm$ 0.25	64.78 $\pm$ 9.41	31.90 $\pm$ 5.21	4.90 $\pm$ 1.02	1.52 $\pm$ 0.22	1.56 $\pm$ 0.23	2.85 $\pm$ 0.62
对照组	240	0.57 $\pm$ 0.16	103.51 $\pm$ 12.58	39.77 $\pm$ 5.60	4.33 $\pm$ 0.87	1.31 $\pm$ 0.20	1.71 $\pm$ 0.20	2.76 $\pm$ 0.60
<i>t</i>		58.457	-38.192	-15.940	6.587	10.942	-7.624	1.616
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.107

**2.3 IgA 肾病患者血清 FABP1 和 FABP4 水平与一般临床指标相关性分析** Pearson 相关分析结果显示,IgA 肾病患者血清 FABP1 水平均与 IgA、C3、Scr 水平及收缩压、舒张压、24 h UTP、TC 和 TG 呈负相

关( $P < 0.05$ ),与 eGFR、HDL-C 和 ALB 水平呈正相关( $P < 0.05$ );血清 FABP4 水平均与 IgA、C3、Scr 水平和收缩压、舒张压、24 h UTP、TC 和 TG 呈正相关( $P < 0.05$ ),与 eGFR、HDL-C 和 ALB 水平呈负相

( $P < 0.05$ )。见表 5。

表 4 IgA 肾病不同肾内活动性指数得分患者的一般临床资料比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	FABP1(ng/mL)	FABP4(ng/mL)	IgA(g/L)	C3(g/L)	收缩压(mmHg)	舒张压(mmHg)	Scr( $\mu$ mol/L)
高分组	174	19.32 $\pm$ 3.37	0.62 $\pm$ 0.10	2.88 $\pm$ 0.32	1.05 $\pm$ 0.10	136.99 $\pm$ 16.53	87.32 $\pm$ 16.11	106.89 $\pm$ 20.08
低分组	66	22.82 $\pm$ 4.40	0.55 $\pm$ 0.08	2.66 $\pm$ 0.30	0.95 $\pm$ 0.08	133.86 $\pm$ 16.74	83.95 $\pm$ 16.17	102.22 $\pm$ 20.00
t		-6.579	5.099	4.836	7.285	1.305	1.446	1.611
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.193	0.150	0.109

组别	n	24 h UTP(g)	eGFR (mL/min · 1.73 m <sup>2</sup> )	ALB(g/L)	TC(mmol/L)	TG(mmol/L)	HDL-C(mmol/L)	LDL-C(mmol/L)
高分组	174	1.70 $\pm$ 0.31	62.33 $\pm$ 8.62	30.46 $\pm$ 5.13	4.94 $\pm$ 1.11	1.54 $\pm$ 0.45	1.57 $\pm$ 0.21	2.86 $\pm$ 0.33
低分组	66	1.67 $\pm$ 0.28	71.25 $\pm$ 10.61	35.71 $\pm$ 5.58	4.78 $\pm$ 0.96	1.46 $\pm$ 0.43	1.53 $\pm$ 0.20	2.81 $\pm$ 0.30
t		1.687	-6.702	-6.909	1.033	1.245	1.335	1.074
P		0.493	<0.001	<0.001	0.303	0.214	0.183	0.284

表 5 IgA 肾病患者血清 FABP1 和 FABP4 水平与一般指标相关分析

名称	FABP1		FABP4	
	r	P	r	P
IgA	-0.437	<0.001	0.552	<0.001
C3	-0.426	<0.001	0.547	<0.001
收缩压	-0.412	<0.001	0.531	<0.001
舒张压	-0.439	<0.001	0.468	<0.001
Scr	-0.452	<0.001	0.511	<0.001
24 h UTP	-0.448	<0.001	0.526	<0.001
eGFR	0.427	<0.001	-0.470	<0.001
ALB	0.480	<0.001	-0.513	<0.001
TC	-0.477	<0.001	0.507	<0.001
TG	-0.511	<0.001	0.492	<0.001
HDL-C	0.526	<0.001	-0.485	<0.001

**2.4 多因素 Logistic 回归分析 IgA 肾病患者疾病活动性的影响因素** 把 IgA 肾病患者疾病活动性作为因变量(赋值活动性指数得分 $\geq 7$ 分=1,活动性指数得分<7分=0),将 2.2 中差异有统计学意义的血清 FABP1、FABP4、IgA、C3、ALB 和 eGFR 作为自变量(均是连续变量,以原值输入),进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,血清 FABP4、IgA、C3 水平升高是影响 IgA 肾病患者疾病活动性的危险因素( $P < 0.05$ ),血清 FABP1 和 ALB 水平升高及 eGFR 增大是影响 IgA 肾病患者疾病活动性的保护因素( $P < 0.05$ )。见表 6。

表 6 多因素 Logistic 回归分析 IgA 肾病患者疾病活动性的影响因素

因素	$\beta$	SE	Wald $\chi^2$	P	OR	OR 的 95%CI
FABP1	-0.331	0.125	7.024	0.008	0.718	0.562~0.917
FABP4	0.478	0.207	5.334	0.021	1.613	1.075~2.420
IgA	1.006	0.322	9.756	0.002	2.734	1.454~5.139
C3	0.634	0.230	7.609	0.006	1.886	1.202~2.600
eGFR	-0.426	0.114	13.976	<0.001	0.653	0.522~0.816
ALB	-0.550	0.211	6.792	0.009	0.577	0.382~0.873

### 3 讨论

IgA 肾病临床症状通常表现为无症状的镜下血尿或蛋白尿,或肉眼可见的血尿,有的伴随水肿、腰酸背痛等症状,若患者不能及时得到救治,将导致不同程度的器官衰竭,严重影响患者身心健康<sup>[13-14]</sup>。IgA 肾病多由免疫性损伤引起,IgA 的异常增殖并与自身抗体形成免疫复合物,这些复合物不能被及时清除,便沉积于肾小球系膜区,进而导致系膜细胞增生、基质增加、局灶性结节硬化增生、新月体形成附着于肾小球表面,最终形成 IgA 肾病<sup>[15]</sup>。目前,临床诊断 IgA 肾病的“金标准”依旧是肾穿刺,但是,肾穿刺昂贵的费用和对身体的损害使得探索新的有效的检测 IgA 肾病的生物标志物具有重要意义。

WU 等<sup>[2]</sup>通过生物信息学发现 FABP1 与 IgA 肾病患者临床指标高度相关,并揭示 IgA 肾病患者中 FABP1 水平显著低于肾癌患者。本研究结果显示,IgA 肾病患者中血清 FABP1 水平显著低于对照组,且疾病活动性得分高分组患者的血清 FABP1 水平显著低于低分组。与上述研究结果一致,提示血清中 FABP1 水平降低或许与 IgA 肾病的发病及疾病活动性有关。推测原因可能是随着血清 FABP1 水平的降低,自身免疫所产生的 IgA 不能及时被清除,导致 IgA 的积累,因此增加了 IgA 肾病发生率。FABP4 分布于脂肪细胞、血管内皮细胞和巨噬细胞,不仅调控着胰岛素抵抗和动脉粥样硬化,还参与了自身免疫疾病的发生<sup>[16-17]</sup>。TANAKA 等<sup>[9,18-19]</sup>通过多次分析和实验表明在 IgA 肾病模型中,FABP4 的阳性面积以及与肾小球内总面积的比值高于对照组,且与 eGFR 呈负相关。本研究结果表明,IgA 肾病患者中血清 FABP4 水平高于对照组,且与 eGFR 呈负相关,结合生物学背景和先前研究的结论,推测血清 FABP4 水平异常升高的原因可能与自身免疫缺陷和 eGFR 下降有关<sup>[20]</sup>。

Andreoli 评分在 IgA 肾病患者活动性/慢性化指数具有代表性,广泛应用于辅助诊断 IgA 肾病患者病

情。DU 等<sup>[21]</sup>在 2 142 例 IgA 肾病患者中发现,发生新月体积累的患者 24 h UTP 比未发生积累的更高,而 ALB 水平更低。本研究的结论与之相似,即 IgA 肾病患者的 Scr 和 24 h UTP 高于对照组,eGFR 和 ALB 水平低于对照组。这表明 IgA 肾病患者的 eGFR 可能出现严重下降,导致患者 24 h UTP 和 Scr、ALB、FABP4 水平的升高。另外,血清 FABP1 水平均与 IgA、C3、Scr 水平和 24 h UTP、TC 和 TG 呈负相关,与 eGFR、HDL-C 和 ALB 水平呈正相关;血清 FABP4 水平均与 IgA、C3、Scr 水平和 24 h UTP、TC 和 TG 呈正相关,与 eGFR、HDL-C 和 ALB 水平呈负相关。多因素 Logistic 回归分析结果表明,血清 FABP1 水平升高是 IgA 肾病患者疾病活动性的保护因素,血清 FABP4 水平升高是 IgA 肾病患者疾病活动性的危险因素。提示 FABP1 和 FABP4 在 IgA 肾病患者发病及其恶化过程中作用相反,是导致 IgA 肾病病发和恶化的原因之一。

综上所述,IgA 肾病患者血清 FABP1 水平下降,FABP4 水平升高,且二者与 IgA 肾病的发生相关,进而影响 Andreoli 评分。然而,本研究仍存在一定局限性,如未进行多中心验证,未与现有血清指标进行比较,且 FABP1 和 FABP4 与 IgA 肾病发生的调控通路却并不清楚,这需要在今后的研究中进一步探索。

### 参考文献

[1] CHEN A, YANG S S, LIN T J, et al. IgA nephropathy: clearance kinetics of IgA-containing immune complexes [J]. *Semin Immunopathol*, 2018, 40(6): 539-543.

[2] WU J, SHAO X, SHEN J, et al. Downregulation of PPAR $\alpha$  mediates FABP1 expression, contributing to IgA nephropathy by stimulating ferroptosis in human mesangial cells [J]. *Int J Biol Sci*, 2022, 18(14): 5438-5458.

[3] 倪晨, 余瑾, 朱彩凤. IgA 肾病活动性病变无创性标志物研究进展 [J]. *中国中西医结合肾病杂志*, 2019, 20(3): 271-273.

[4] ZHANG W R, PARIKH C R. Biomarkers of acute and chronic kidney disease [J]. *Annu Rev Physiol*, 2019, 81: 309-333.

[5] KOHAGURA K, ARIMA H, MIYASATO H, et al. Add-on effect of angiotensin receptor blockade (Candesartan) on clinical remission in active IgA nephropathy patients treated with steroid pulse therapy and tonsillectomy: a randomized, parallel-group comparison trial [J]. *Kidney Blood Press Res*, 2018, 43(3): 780-792.

[6] XU Y, XIE Y, SHAO X, et al. L-FABP: a novel biomarker of kidney disease [J]. *Clin Chim Acta*, 2015, 445: 85-90.

[7] KAGAMI K, SUNAGA H, SORIMACHI H, et al. Prognostic impact of elevated fatty acid-binding protein 1 in patients with heart failure [J]. *ESC Heart Fail*, 2021, 8(2): 1494-1501.

[8] TROJNAR M, PATRO-MALYSZA J, KIMBER-TROJNAR Z, et al. Associations between fatty acid-binding protein 4-a proinflammatory adipokine and insulin resistance, gestational and type 2 diabetes mellitus [J]. *Cells*, 2019, 8(3): 227.

[9] TANAKA M, FURUHASHI M, OKAZAKI Y, et al. Ectopic expression of fatty acid-binding protein 4 in the glomerulus is associated with proteinuria and renal dysfunction [J]. *Nephron Clin Pract*, 2014, 128(3/4): 345-351.

[10] 中国中西医结合学会肾脏疾病专业委员会. IgA 肾病西医诊断和中医辨证分型的实践指南 [J]. *中国中西医结合杂志*, 2013, 33(5): 583-585.

[11] 倪晨. 从尿沉细胞与 IgA 肾病活动性病变的相关性探讨祛风湿治疗的意義 [D]. 浙江: 浙江中医药大学, 2019.

[12] 王宇晖, 陈洪宇, 朱斌, 等. 慢性肾小球肾炎(CKD3 期)肾络瘀痹证的临床研究 [J]. *中华中医药学刊*, 2014, 32(2): 440-443.

[13] MOHD R, MOHAMMAD KAZMIN N E, ABDUL CADER R, et al. Long term outcome of immunoglobulin A (IgA) nephropathy: a single center experience [J]. *PLoS One*, 2021, 16(4): e0249592.

[14] 蒋文婷, 张红, 李贵森. 无症状性 IgA 肾病的临床病理特点分析 [J]. *实用医院临床杂志*, 2023, 20(3): 36-40.

[15] LARANJINHA I, MATIAS P, CASSIS J, et al. IGA nephropathy: are intravenous steroid pulses more effective than oral steroids in relapse prevention [J]. *Nefrologia*, 2018, 38(4): 355-360.

[16] PRENTICE K J, SAKSI J, HOTAMISLIGIL G S. Adipokine FABP4 integrates energy stores and counterregulatory metabolic responses [J]. *J Lipid Res*, 2019, 60(4): 734-740.

[17] 张雪丽, 刘翠华, 张迎辉, 等. 血清 S100A8/A9 水平与 IgA 肾病患者病变活动性的相关性 [J]. *热带医学杂志*, 2020, 20(4): 521-524.

[18] TANAKA M, MONIWA N, NOGI C, et al. Glomerular expression and urinary excretion of fatty acid-binding protein 4 in IgA nephropathy [J]. *J Nephrol*, 2023, 36(2): 385-395.

[19] TANAKA M, FURUHASHI M, MONIWA N, et al. Significance of urinary fatty acid-binding protein 4 level as a possible biomarker for the identification of minimal change disease in patients with nephrotic-range proteinuria [J]. *BMC Nephrol*, 2020, 21(1): 459.

[20] ZHANG X Z, TU W J, WANG H, et al. Circulating serum fatty acid-binding protein 4 levels predict the development of diabetic retinopathy in type 2 diabetic patients [J]. *Am J Ophthalmol*, 2018, 187: 71-79.

[21] DU Y, CHEN S, WANG F, et al. The significance of crescents on the clinical features and outcomes of primary immunoglobulin A nephropathy [J]. *Front Med (Lausanne)*, 2022, 9: 864667.