

Ficolin-3 和 SFRP5 在 T2DM 合并 DR 患者血清中的表达及其诊断价值

窦润鹏¹, 刘婷婷¹, 马园园¹, 李素华²

引用: 窦润鹏, 刘婷婷, 马园园, 等. Ficolin-3 和 SFRP5 在 T2DM 合并 DR 患者血清中的表达及其诊断价值. 国际眼科杂志, 2026, 26(7): 1253-1257.

作者单位: (473000) 中国河南省南阳市中心医院¹ 内分泌科;
²眼科

作者简介: 窦润鹏, 男, 硕士, 主治医师, 研究方向: 糖尿病、甲状腺腺。

通讯作者: 窦润鹏. m4k3z6@163.com

收稿日期: 2025-12-03 修回日期: 2026-05-20

摘要

目的:探讨纤维凝乳蛋白-3(Ficolin-3)、分泌型卷曲相关蛋白5(SFRP5)在2型糖尿病(T2DM)合并糖尿病视网膜病变(DR)患者血清中的表达及其诊断价值。

方法:前瞻性选取本院2023年5月至2025年5月收治的T2DM合并DR患者,根据DR严重程度分为非增殖型组和增殖型组。另选取同期单纯T2DM患者作为T2DM组;采用ELISA检测Ficolin-3、SFRP5水平;Pearson法分析T2DM合并DR患者血清Ficolin-3、SFRP5水平和炎症指标的相关性;采用Logistic分析相关影响因素;ROC曲线分析血清Ficolin-3、SFRP5对T2DM合并DR患者的诊断价值。

结果:本研究共纳入T2DM合并DR患者108例(非增殖型组57例,增殖型组51例),T2DM组108例。非增殖型组年龄 59.01 ± 6.28 岁,男34例,女23例。增殖型组 59.09 ± 6.35 岁,男30例,女21例。T2DM组 58.96 ± 6.18 岁,男62例,女46例。非增殖型组、增殖型组血清Ficolin-3、TNF- α 、IL-6水平高于T2DM组(均 $P < 0.05$),SFRP5水平低于T2DM组(均 $P < 0.05$),增殖型组血清Ficolin-3、TNF- α 、IL-6水平高于非增殖型组(均 $P < 0.05$),SFRP5水平低于非增殖型组($P < 0.05$)。Pearson相关性显示,血清Ficolin-3与SFRP5呈负相关($P < 0.05$),二者与TNF- α 、IL-6相关(均 $P < 0.001$)。Logistic分析显示,糖尿病病程、SUA、HbA1c、Ficolin-3、TNF- α 、IL-6为T2DM合并DR患者的危险因素(均 $P < 0.05$),SFRP5为保护因素($P < 0.05$)。ROC曲线得知,血清Ficolin-3、SFRP5单独及联合诊断T2DM并发DR患者的AUC为0.774、0.793、0.864,联合诊断的AUC优于单独诊断($Z = 2.694$ 、2.708,均 $P < 0.05$)。

结论:T2DM合并DR患者血清中Ficolin-3、SFRP5水平异常表达,二者均是T2DM合并DR的影响因素,联合检测可提高对T2DM合并DR患者的诊断价值。

关键词:2型糖尿病(T2DM);糖尿病视网膜病变(DR);纤

维凝乳蛋白-3(Ficolin-3);分泌型卷曲相关蛋白5(SFRP5)

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2026.7.24

Expression of Ficolin - 3 and SFRP5 in serum of patients with T2DM combined with DR and their diagnostic value

Dou Runpeng¹, Liu Tingting¹, Ma Yuanyuan¹, Li Suhua²

¹Department of Endocrinology; ²Department of Ophthalmology, Nanyang Central Hospital, Nanyang 473000, Henan Province, China

Correspondence to: Dou Runpeng. Department of Endocrinology, Nanyang Central Hospital, Nanyang 473000, Henan Province, China. m4k3z6@163.com

Received: 2025-12-03 Accepted: 2026-05-20

Abstract

• **AIM:** To investigate the expression of Ficolin - 3 and secreted frizzled-related protein 5 (SFRP5) in the serum of patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM) combined with diabetic retinopathy (DR) and their diagnostic value.

• **METHODS:** Prospectively selected patients with T2DM combined with DR admitted to the hospital from May 2023 to May 2025 were divided into non - proliferative and proliferative groups according to the severity of DR. Another patients with T2DM alone during the same period were selected as the T2DM group. ELISA was used to detect Ficolin - 3 and SFRP5 levels; Correlation of serum Ficolin - 3, SFRP5 levels, and inflammatory markers in T2DM patients with DR were analyzed using Pearson method; Logistic regression was used to analyze related influencing factors; ROC curve analysis was used to evaluate the diagnostic value of serum Ficolin - 3 and SFRP5 for DR in T2DM patients.

• **RESULTS:** This study included a total of 108 patients with T2DM combined with DR (57 cases in the non - proliferative group, 51 cases in the proliferative group) and 108 cases in the T2DM group. The non - proliferative group had an average age of 59.01 ± 6.28 y, with 34 males and 23 females. The proliferative group had an average age of 59.09 ± 6.35 y, with 30 males and 21 females. The T2DM group had an average age of 58.96 ± 6.18 y, with 62 males and 46 females. The serum levels of Ficolin - 3,

TNF- α , and IL-6 in the non-proliferative and proliferative groups were higher than those in the T2DM group (all $P < 0.05$), while the level of SFRP5 was lower than that in the T2DM group (all $P < 0.05$). The serum levels of Ficolin-3, TNF- α , and IL-6 in the proliferative group were higher than those in the non-proliferative group (all $P < 0.05$), and the level of SFRP5 was lower than that in the non-proliferative group ($P < 0.05$). Complying with Pearson correlation analysis showed that serum Ficolin-3 was negatively correlated with SFRP5 ($P < 0.05$), and both were related to TNF- α and IL-6 (all $P < 0.001$). Logistic analysis showed that the course of diabetes, SUA, HbA1c, Ficolin-3, TNF- α , and IL-6 were the risk factors for T2DM patients with DR (all $P < 0.05$), and SFRP5 was a protective factor ($P < 0.05$). Complying with the ROC curve, the AUC values of serum Ficolin-3 and SFRP5 alone and their combination for diagnosing T2DM patients with DR were 0.774, 0.793, and 0.864, respectively. The AUC of combined diagnosis was better than that of single diagnosis ($Z = 2.694, Z = 2.708$, both $P < 0.05$).

• **CONCLUSION:** In patients with T2DM complicated by DR, serum levels of Ficolin-3 and SFRP5 are abnormally expressed. Both are influencing factors for T2DM with DR, and the combined detection can improve the diagnostic value in these patients.

• **KEYWORDS:** type 2 diabetes mellitus (T2DM); diabetic retinopathy (DR); Ficolin-3; secreted frizzled-related protein 5 (SFRP5)

Citation: Dou RP, Liu TT, Ma YY, et al. Expression of Ficolin-3 and SFRP5 in serum of patients with T2DM combined with DR and their diagnostic value. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2026, 26(7):1253-1257.

0 引言

2型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)发病率逐年升高,其占到所有糖尿病的95%,其发病主要是因为机体的胰岛素抵抗出现异常,不能调节血糖水平,胰岛 β 细胞受损造成胰岛素产生不足^[1]。T2DM并发症包括糖尿病视网膜病变(diabetic retinopathy, DR)和脑病,会对患者的视力和认知功能产生影响,其中DR是糖尿病损伤视网膜引起的眼部疾病,当机体长时间处于高血糖状态时会对视网膜微血管产生损伤,导致视力模糊,甚至失明^[2]。目前在临床筛查DR主要通过眼底检查等技术,因其操作难度大,费用高,筛查时具有挑战性^[3],因此在临床寻找与患者DR有关的指标尽早诊治,从而有效改善患者的生活质量。纤维凝集素-3(Ficolin-3)是凝集素途径中的识别蛋白,其在T2DM患者血清中明显升高,还可参与糖尿病颈动脉粥样硬化,研究发现其可参与增殖型DR进展^[4-5]。分泌型卷曲相关蛋白5(secreted frizzled related protein 5, SFRP5)是Wnt信号通路的拮抗因子,可反向调控Wnt信号通路阻止机体动脉粥样硬化等,研究发现其与T2DM患者血管内皮功能障碍有关^[6]。基于此,推测血清Ficolin-3、SFRP5可能参与T2DM合并DR的进展,且目前关于二者在T2DM合并DR患者中的报道较少,因此本研究旨在探讨Ficolin-3、SFRP5在T2DM合并DR患者血清

中的表达及其诊断价值。

1 对象和方法

1.1 对象 前瞻性选取本院2023年5月至2025年5月收治的T2DM合并DR患者,根据DR严重程度分为非增殖型组(存在微血管瘤、视网膜出血、硬性渗出、棉絮斑、视网膜水肿、静脉扩张、视网膜微血管异常等表现,无视网膜新生血管及纤维增殖病变)和增殖型组(出现视网膜新生血管、纤维血管增殖、玻璃体积血、牵拉性视网膜脱离等任一增殖性病变)^[7]。另选取同期接受治疗(由眼底照相检查排除DR)的单纯T2DM患者作为T2DM组。纳入标准:(1)DR患者符合DR标准^[7];(2)T2DM组符合T2DM标准^[8];(3)进行眼底照相检查;(4)有完整的临床资料。排除标准:(1)1型糖尿病;(2)肝肾脏器衰竭者;(3)恶性肿瘤;(4)既往眼部疾病(白内障、青光眼)者;(5)免疫功能障碍者;(6)妊娠/哺乳期女性;(7)认知功能障碍者;(8)急性慢性感染者;(9)血液系统疾病者。本研究已取得医学伦理委员会审查批准(批准号:00120230310),所有参与者均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 样本量计算 利用PASS15软件,双侧检验,设 $\alpha = 0.05$, power = 90%, $d = 0.80$,计算得总例数为68例,考虑到20%脱落率,至少需纳入85例,因此本研究根据实际情况纳入108例患者进行研究。

1.2.2 血清Ficolin-3和SFRP5水平的检测 采集T2DM和DR患者入院次日的静脉血(空腹)5 mL,静置后离心(3 500 r/min,半径10 cm)10 min,分离血清后采用ELISA检测Ficolin-3(批内CV < 8.0%,批间CV < 13.0%)、SFRP5水平(批内CV < 7.0%,批间CV < 13.0%),数据均由同一位经验丰富的医师按照说明书进行检测。

1.2.3 炎症指标的检测 采用ELISA检测肿瘤坏死因子- α (TNF- α ,批内/批间CV < 8.0%/12.0%)、白细胞介素-6(IL-6,批内/批间CV < 7.0%/14.0%),数据均有同一位经验丰富的医师按照说明书进行检测。

统计学分析:采用SPSS25.0处理数据。计数资料采用 χ^2 检验,用 $n(\%)$ 表示;计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,多组间采用单因素方差分析,进一步两两比较采用LSD- t 检验;Pearson法分析T2DM合并DR患者血清Ficolin-3、SFRP5水平和炎症指标的相关性;采用Logistic分析相关影响因素;ROC曲线分析血清Ficolin-3、SFRP5对T2DM合并DR患者的诊断价值,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组一般资料的比较 本研究共纳入T2DM合并DR患者108例(非增殖型组57例,增殖型组51例),T2DM组108例,无失访病例。T2DM、非增殖型组和增殖型组糖尿病病程、SUA和HbA1c比较,差异有统计学意义(均 $P < 0.001$),其他一般资料比较差异无统计学意义(均 $P > 0.05$),见表1。

2.2 三组血清Ficolin-3和SFRP5水平及炎症指标的比较 非增殖型组、增殖型组血清Ficolin-3、TNF- α 、IL-6水平高于T2DM组(均 $P < 0.05$),SFRP5水平低于T2DM组(均 $P < 0.05$),增殖型组血清Ficolin-3、TNF- α 、IL-6水平高于非增殖型组(均 $P < 0.05$),SFRP5水平低于非增殖型组($P < 0.05$),见表2。

表1 三组患者一般资料的比较

项目	T2DM 组 (n=108)	非增殖型组 (n=57)	增殖型组 (n=51)	χ^2/F	P
年龄 ($\bar{x}\pm s$, 岁)	58.96±6.18	59.01±6.28	59.09±6.35	0.008	0.992
男/女 (例)	62/46	34/23	30/21	0.084	0.959
BMI ($\bar{x}\pm s$, kg/m ²)	23.72±2.79	23.53±2.76	23.62±2.86	0.089	0.915
糖尿病病程 ($\bar{x}\pm s$, a)	6.20±1.34	8.65±1.38 ^a	9.34±1.44 ^{a,c}	113.497	<0.001
吸烟史 (例, %)	42 (38.9)	21 (36.8)	28 (54.9)	4.531	0.104
饮酒史 (例, %)	37 (34.3)	20 (35.1)	22 (43.1)	1.251	0.535
高血压 (例, %)	45 (41.7)	28 (49.1)	28 (54.9)	2.611	0.271
TG ($\bar{x}\pm s$, mmol/L)	1.38±0.28	1.39±0.31	1.43±0.37	0.455	0.635
TC ($\bar{x}\pm s$, mmol/L)	4.13±0.89	4.19±0.89	4.28±0.94	0.483	0.618
LDL-C ($\bar{x}\pm s$, mmol/L)	2.52±0.46	2.55±0.49	2.63±0.53	0.893	0.411
HDL-C ($\bar{x}\pm s$, mmol/L)	1.15±0.24	1.14±0.23	1.10±0.20	0.844	0.432
收缩压 ($\bar{x}\pm s$, mmHg)	120.16±10.89	122.92±11.54	123.05±11.76	1.693	0.186
舒张压 ($\bar{x}\pm s$, mmHg)	77.85±8.16	76.87±9.14	76.99±9.25	0.307	0.736
ALT ($\bar{x}\pm s$, U/L)	18.01±2.67	18.11±3.14	18.19±3.21	0.070	0.933
AST ($\bar{x}\pm s$, U/L)	16.52±3.15	17.13±3.31	17.23±3.36	1.122	0.328
Scr ($\bar{x}\pm s$, μ mol/L)	60.42±10.37	61.22±11.29	61.29±11.38	0.159	0.853
SUA ($\bar{x}\pm s$, μ mol/L)	298.65±14.26	321.56±15.94 ^a	352.65±16.05 ^{a,c}	223.006	<0.001
FBG ($\bar{x}\pm s$, mmol/L)	9.19±2.05	9.21±2.12	9.26±2.21	0.019	0.981
HbA1c ($\bar{x}\pm s$, %)	7.85±1.05	9.12±1.08 ^a	9.58±1.18 ^{a,c}	52.695	<0.001

注:非增殖型组存在微血管瘤、视网膜出血、硬性渗出、棉絮斑、视网膜水肿、静脉扩张、视网膜微血管异常等表现,无视网膜新生血管及纤维增殖病变;增殖型组出现视网膜新生血管、纤维血管增殖、玻璃体积血、牵拉性视网膜脱离等任一增殖性病变;T2DM 组为同期接受治疗(由眼底照相检查排除 DR)的单纯 T2DM 患者。^a $P<0.05$ vs T2DM 组;^c $P<0.05$ vs 非增殖型组。

表2 三组患者血清 Ficolin-3 和 SFRP5 水平及炎性指标的比较

组别	n	Ficolin-3 (μ g/mL)	SFRP5 (pg/mL)	TNF- α (ng/L)	IL-6 (ng/L)
T2DM 组	108	28.63±3.64	426.58±53.26	16.53±3.12	100.64±26.54
非增殖型组	57	34.63±4.95 ^a	403.28±51.08 ^a	21.89±4.92 ^a	119.65±27.86 ^a
增殖型组	51	43.29±6.25 ^{a,c}	276.54±46.25 ^{a,c}	52.65±5.18 ^{a,c}	179.62±31.25 ^{a,c}
F		168.759	154.169	1333.727	130.294
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:非增殖型组存在微血管瘤、视网膜出血、硬性渗出、棉絮斑、视网膜水肿、静脉扩张、视网膜微血管异常等表现,无视网膜新生血管及纤维增殖病变;增殖型组出现视网膜新生血管、纤维血管增殖、玻璃体积血、牵拉性视网膜脱离等任一增殖性病变;T2DM 组为同期接受治疗(由眼底照相检查排除 DR)的单纯 T2DM 患者。^a $P<0.05$ vs T2DM 组;^c $P<0.05$ vs 非增殖型组。

2.3 T2DM 合并 DR 患者血清 Ficolin-3 和 SFRP5 水平及炎性指标的相关性 根据 Pearson 相关性显示,血清 Ficolin-3 与 SFRP5 呈负相关 ($P<0.05$),二者均与 TNF- α 、IL-6 相关 (均 $P<0.001$),见表 3。

2.4 T2DM 合并 DR 患者的影响因素分析 在排除年龄、性别、BMI、并发症等混杂因素后。因变量为 T2DM 患者是否合并 DR (是=1,否=0),自变量为上述有差异的指标 (逐步向前法),Logistic 分析糖尿病病程、SUA、HbA1c、Ficolin-3、TNF- α 、IL-6 为 T2DM 合并 DR 患者的危险因素 (均 $P<0.05$),SFRP5 为保护因素 ($P<0.05$),见表 4。

2.5 血清 Ficolin-3 和 SFRP5 对 T2DM 合并 DR 患者的诊断价值 根据 ROC 曲线得知,血清 Ficolin-3、SFRP5 单独及联合诊断 T2DM 合并 DR 患者的 AUC 为 0.774、0.793、0.864,联合诊断的 AUC 优于单独诊断 ($Z = 2.694, 2.708$, 均 $P<0.05$),见图 1,表 5。联合检测的具体模型 = $2.987 \times \text{Logit}(\text{Ficolin-3}) + 0.432 \times \text{Logit}(\text{SFRP5}) + \text{常量}$ 。

3 讨论

T2DM 多发于中老年人群,长期患病会引起患者微血

表3 T2DM 患者合并 DR 血清 Ficolin-3 和 SFRP5 水平和炎性指标的相关性

指标	Ficolin-3		SFRP5	
	r	P	r	P
TNF- α	0.398	<0.001	-0.408	<0.001
IL-6	0.401	<0.001	-0.415	<0.001
Ficolin-3			-0.446	<0.001
SFRP5			-0.446	<0.001

管结构发生改变,从而出现微循环障碍、血管新生及 DR 等^[9]。DR 患病率也呈升高趋势,研究发现 DR 的发生与糖脂代谢、遗传、炎症等因素有关,多种因素相互作用参与该疾病的进展,血糖持续升高会使患者眼的局部血流动力学出现异常,糖基化终末产物分泌的细胞因子会降低视网膜组织的血流量,从而损伤血-视网膜屏障,最后导致 DR 发生^[10-11],因此在临床寻找可早期诊断 DR 的指标对改善患者预后尤为关键。

Ficolin 可参与识别机体的微生物,并能激活机体的补

表4 T2DM合并DR患者的影响因素分析

项目	赋值	β	SE	Wald χ^2	P	OR	95%CI
糖尿病病程	实测值	0.985	0.315	9.787	0.002	2.679	1.445-4.967
SUA	实测值	1.121	0.329	11.603	0.001	3.067	1.609-5.845
HbA1c	实测值	1.265	0.341	13.755	<0.001	3.542	1.815-6.911
TNF- α	实测值	1.282	0.334	14.734	0.001	3.604	1.873-6.936
IL-6	实测值	1.127	0.308	13.394	<0.001	3.087	1.688-5.646
Ficolin-3	实测值	1.094	0.412	7.054	0.008	2.987	1.332-6.698
SFRP5	实测值	-0.839	0.346	5.885	0.015	0.432	0.219-0.851

表5 血清 Ficolin-3 和 SFRP5 对 T2DM 合并 DR 患者的诊断价值

参数	AUC	95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	截断值
Ficolin-3	0.774	0.712-0.836	72.65	77.69	41.268 $\mu\text{g/mL}$
SFRP5	0.793	0.735-0.851	74.58	75.74	352.415 pg/mL
联合检测	0.864	0.816-0.911	93.28	74.85	

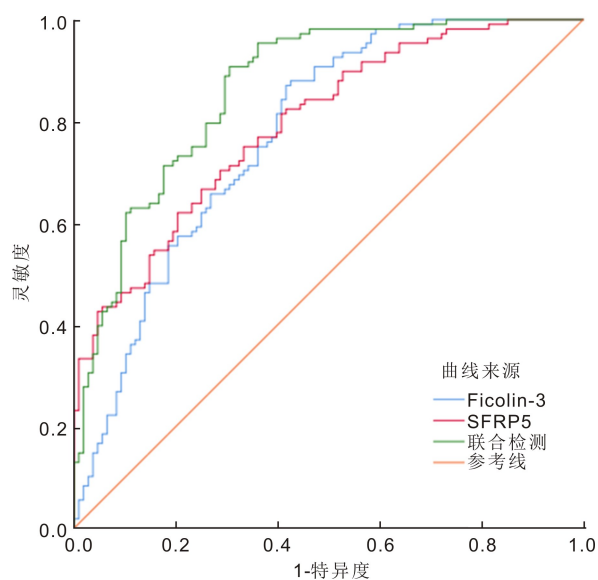


图1 血清 Ficolin-3 和 SFRP5 诊断 T2DM 合并 DR 患者的 ROC 曲线。

体系统, Ficolin-3 作为其家族的一员, 是糖类识别因子, 其在甘聚糖凝集素发挥作用, 可通过将补体凝集素途径激活来形成补体复合物, 且补体系统过度激活会通过介导炎症反应参与糖尿病并发症的进展^[12-13]。Ficolin-3 在 T2DM 患者血清中明显升高, 是颈动脉粥样硬化的影响因素, 可作为预测患者颈动脉粥样硬化的指标^[4]。有研究发现 Ficolin-3 在 T2DM 患者发生下肢动脉病变血清中升高, 与动脉血管炎症有关, 还可对下肢动脉病变进行诊断^[14]。本研究结果发现, DR 组血清 Ficolin-3 水平高于 T2DM 组, 与前人研究相似, 且在增殖型组中水平明显升高, 说明其可能参与患者 DR 的进展, 还与病情程度有关, 推测可能是因为当其过度表达时会激活机体的补体系统诱发炎症反应, 炎症会损伤胰岛 β 细胞的结构和功能, Ficolin-3 结合损伤细胞表面配体后, 激活 MASP 相关蛋白酶, 启动补体 C3、C5 转化酶形成, 进一步激活视网膜局部炎症小体, 促进促炎因子大量表达, 从而加剧视网膜微血管渗漏、基底膜增厚及周细胞凋亡, 促进 T2DM 患者发生 DR^[15]。

Wnt 信号通路可参与糖尿病微血管病变的进展, 通过

抑制其信号通路会改善糖尿病大鼠的视网膜组织的病理变化, SFRP5 是 Wnt 信号通路的拮抗因子, 当其水平降低时会促进激活该通路, 从而改变胰岛素的敏感性^[16]。SFRP5 水平升高时可抑制激活 Wnt5a 信号通路来抑制炎症反应, 当其水平降低时会通过该通路激活炎症反应, 诱发糖尿病发生^[17]。有研究发现 SFRP5 在老年 T2DM 患者 DR 中明显降低, 其与患者 DR 严重程度有关, 而且还对其有一定的诊断价值^[18]。本研究结果发现, DR 组血清 SFRP5 水平低于 T2DM 组, 与前人研究相似, 分析可能是因为当其水平降低时可通过激活 Wnt 信号通路促使 β -catenin 转移到细胞核内与细胞转录因子 7 结合, 从而造成 β 细胞增殖, 诱发胰岛素血症, 并诱发机体出现炎症反应损伤血管, 最终触发 VEGF 大量释放, 促进新生血管生成, 导致增殖性病变, 从而促进 DR 的发生^[19]。且在增殖型组血清 SFRP5 水平降低, 说明其可能与患者 DR 病情程度有关。根据相关性分析发现血清 Ficolin-3 与 SFRP5 呈负相关, 说明二者可能共同参与调节 DR 的发生, 后续进一步研究其机制。

炎症反应和 DR 的进展有关, 促炎性细胞因子会导致毛细血管闭塞而引起毛细血管内皮障碍, 加重血管内皮的通透性, 诱发早期发生 DR, TNF- α 是巨噬细胞等分泌的因子, 其可提高靶器官 VEGF 的敏感性, 促进形成眼内新生血管, 将血管通透性提高, 从而促进内皮细胞因子的分泌, 造成患者视网膜血流动力学发生异常, 从而引起 DR^[20]。IL-6 是 DR 发生的递质, 其可诱导生成 VEGF 和视网膜新生血管, 并增强内皮细胞的通透性, 从而导致 DR 发生^[21]。本研究结果发现, DR 组 TNF- α 、IL-6 水平高于 T2DM 组, 且在增殖型组中异常升高, 说明二者可参与 DR 的进展, 还与病情程度有关。

根据相关性分析发现血清 Ficolin-3、SFRP5 均与 TNF- α 、IL-6 有关, 说明二者可通过调控 TNF- α 、IL-6 参与 DR 的进展。Logistic 分析糖尿病病程、SUA、HbA1c、Ficolin-3、SFRP5、TNF- α 、IL-6 为 T2DM 合并 DR 患者的影响因素, 说明其可能与 DR 的进展有关, 其中糖尿病病程较长会增加机体的高血糖水平, 增加诱导视网膜毒性的时间, 从而损伤视网膜血管和神经^[22]。SUA 水平升高会加重机体的炎症反应, 诱导产生胰岛素抵抗并升高机体的

血压和血糖水平,最后诱导微血管损伤,引发DR^[23]。HbA1c增加会造成视网膜内皮细胞发生炎症,促进DR的进展^[24]。ROC曲线得知,血清Ficolin-3、SFRP5单独及联合诊断T2DM合并DR患者的AUC优于单独诊断,说明联合对诊断T2DM合并DR患者有一定的临床价值,本研究的联合检测模型进一步提升了诊断效能,体现了多标志物联合应用的优势,弥补了单一指标诊断特异性不足的缺陷,为临床早期识别DR提供了新的思路,对实现DR的早期筛查、风险分层及个体化干预具有重要的临床应用价值,可辅助临床医师尽早制定相应的策略进行治疗。

综上所述,T2DM合并DR患者血清Ficolin-3、SFRP5水平异常表达,二者均是DR的影响因素,联合检测可提高对T2DM合并DR患者的诊断价值。但本研究使用样本量较小,且未进行多中心验证,可能使结果具有一定局限性,且未在眼内液中进行研究,未进行长期随访,未深入探索二者在DR病理过程中的分子调控机制,后续将使用大样本量对其进行验证,并结合细胞实验阐明其分子机制,进一步验证其临床转化价值。

利益冲突声明:本文不存在利益冲突。

作者贡献声明:窦润鹏论文选题与修改,初稿撰写;刘婷婷、李素华文献检索,资料收集,论文修改;马园园数据整理,统计分析。所有作者阅读并同意最终的文本。

参考文献

[1] 苏建彬,徐峰,王春华,等. 2型糖尿病患者血清胆碱酯酶水平与胰岛 α 细胞功能受损的相关性研究. 中华糖尿病杂志, 2024, 16(8):857-863.

[2] Wykoff CC, Khurana RN, Nguyen QD, et al. Risk of blindness among patients with diabetes and newly diagnosed diabetic retinopathy. *Diabetes Care*, 2021, 44(3):748-756.

[3] 杨帆,许颖,石文建,等. 糖尿病视网膜病变患者血清GDF11和TSP1表达及其与微血管损伤的关系. 国际眼科杂志, 2025, 25(9):1495-1499.

[4] 许凌雁,游诗瑶,宁捷. 2型糖尿病患者血清Ficolin-3 ADAM10水平与颈动脉粥样硬化的关系. 河北医学, 2022, 28(2):254-259.

[5] Wang JW, Wang ZZ, Zhang Y, et al. Proteomic analysis of vitreal exosomes in patients with proliferative diabetic retinopathy. *Eye (Lond)*, 2023, 37(10):2061-2068.

[6] Wu JD, Zheng HX, Liu XY, et al. Prognostic value of secreted frizzled-related protein 5 in heart failure patients with and without type 2 diabetes mellitus. *Circ Heart Fail*, 2020, 13(9):e007054.

[7] 中华医学会眼科学会眼底病学组. 我国糖尿病视网膜病变临床诊疗指南(2014年). 中华眼科杂志, 2014, 50(11):851-865.

[8] 中华医学会糖尿病学分会. 中国2型糖尿病防治指南(2020年版). 中华糖尿病杂志, 2021, 13(4):315-409.

[9] 苏争宏,姜旭光. 2型糖尿病患者血清VASH-1、TIMP-1水平与视网膜病变的关系. 检验医学与临床, 2024, 21(20):3013-3016.

[10] 张劲,明媚. 增生性糖尿病视网膜病变患者玻璃体、房水和血浆中VEGF表达与IL-6、IL-8和TNF- α 水平的相关性研究. 现代检验医学杂志, 2021, 36(4):55-59.

[11] 陈雪,赵松青,陆卫平,等. 尿白蛋白/肌酐比值对2型糖尿病视网膜病变的影响及其截断值的判定. 中华内分泌代谢杂志, 2022, 38(12):1046-1051.

[12] 章琳,周晓辉,葛欣,等. 妊娠期糖尿病患者孕早期血清ficolin-3、ADP、PAPP-A表达与糖脂代谢以及预测母婴结局价值. 中国计划生育学杂志, 2021, 29(12):2551-2556.

[13] Lidani KCF, Andrade FA, Beltrame MH, et al. Ficolin-3 in chronic Chagas disease: Low serum levels associated with the risk of cardiac insufficiency. *Parasite Immunol*, 2021, 43(6):e12829.

[14] 何兰芳,康佳,沙晓溪,等. 超声造影联合血清Ficolin-3、FOXM1对2型糖尿病下肢动脉病变的诊断价值分析. 四川医学, 2024, 45(9):983-988.

[15] 柴雪妍,杨照玲,黄盛秋,等. T2DM患者血清CTRP3和Ficolin-3及MIP-1 α 水平及与患者并发DPN的相关性. 热带医学杂志, 2024, 24(1):92-96,152.

[16] Bález IR, Castro DOR, Gutiérrez SS, et al. Association of serum levels of secreted frizzled-related protein 5 and Wnt member 5a with glomerular filtration rate in patients with type 2 diabetes mellitus and chronic renal disease: a cross-sectional study. *Sao Paulo Med J*, 2020, 138(2):133-139.

[17] Sun MH, Wang WJ, Min LT, et al. Secreted frizzled-related protein 5 (SFRP5) protects ATDC5 cells against LPS-induced inflammation and apoptosis via inhibiting Wnt5a/JNK pathway. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16(1):129-135.

[18] 方云艳,秦雯,王小蓓,等. 血清sFRP5与老年2型糖尿病患者视网膜病变的相关性. 国际检验医学杂志, 2023, 44(21):2602-2606.

[19] Rydzewska M, Nikolajuk A, Matulewicz N, et al. Serum secreted frizzled-related protein 5 in relation to insulin sensitivity and its regulation by insulin and free fatty acids. *Endocrine*, 2021, 74(2):300-307.

[20] 齐丽莉,马清光,杨艳秋,等. β 2-MG、TNF- α 联合检测在2型糖尿病视网膜病变早期诊断中的临床价值. 中国老年学杂志, 2023, 43(13):3159-3162.

[21] 高永强,梁娜. 血清鸢尾素、FGF-21、TNF- α 、IL-6联合检测对2型糖尿病患者发生视网膜病变的预测价值. 检验医学与临床, 2023, 20(20):3037-3040.

[22] 叶立芳,祝聪,杨训俊,等. 糖尿病病程联合24h-UPr和 β -CTX对2型糖尿病视网膜病变的诊断价值. 浙江医学, 2024, 46(11):1130-1134,1141.

[23] 魏静,张金成,史亚男,等. 2型糖尿病老年患者血清尿酸水平与糖尿病视网膜病变发生及进展的关系. 川北医学院学报, 2024, 39(4):528-531.

[24] 胡贺松,张红岩,闫亚凯,等. HGI、 β 2-MG、HMGB1在2型糖尿病视网膜病变早期诊断中的临床价值. 中华保健医学杂志, 2024, 26(3):340-343.