

# 血清 LECT2 和 CTRP5 水平与糖尿病视网膜病变的相关性研究

郑嘉敏, 徐 曼

引用: 郑嘉敏, 徐曼. 血清 LECT2 和 CTRP5 水平与糖尿病视网膜病变的相关性研究. 国际眼科杂志, 2026, 26(1): 109-113.

作者单位: (710000) 中国陕西省西安市人民医院 (西安市第四医院)

作者简介: 郑嘉敏, 硕士, 主治医师, 研究方向: 玻璃体与视网膜疾病。

通讯作者: 徐曼, 硕士, 副主任医师, 研究方向: 糖尿病视网膜病变、黄斑区疾病和视网膜脱离的手术治疗. [kassi\\_xu@163.com](mailto:kassi_xu@163.com)

收稿日期: 2025-06-12 修回日期: 2025-11-20

## 摘要

**目的:** 探究血清白细胞衍生趋化因子 2 (LECT2)、补体 1q/肿瘤坏死因子相关蛋白 5 (CTRP5) 与糖尿病视网膜病变 (DR) 的相关性研究。

**方法:** 单中心横断面分析, 纳入本院 2023 年 4 月至 2025 年 4 月收治的 2 型糖尿病 (T2DM) 患者 138 例, 根据诊断结果分为无 DR 组 60 例和 DR 组 78 例, 另将 DR 组分为增殖性 DR (PDR) 组 29 例、非增殖性 DR (NPDR) 组 49 例。Pearson 法分析 LECT2、CTRP5 与糖脂代谢指标相关性, Logistic 分析 T2DM 患者发生 DR 的影响因素; ROC 曲线分析血清 LECT2、CTRP5 对 T2DM 患者发生 DR 的诊断价值。

**结果:** 两组患者一般资料具有可比性。DR 组血清 LECT2、CTRP5、TC、TG、LDL-C、HOMA-IR 水平较无 DR 组高, HDL-C 较无 DR 组低 (均  $P < 0.05$ )。PDR 组血清 LECT2、CTRP5 水平较 NPDR 组高 (均  $P < 0.05$ )。血清 LECT2、CTRP5 与 TC、TG、LDL-C、HOMA-IR 呈正相关, 与 HDL-C 呈负相关 (均  $P < 0.001$ )。Logistic 回归分析结果显示: 糖尿病病程、TC、TG、LDL-C、HOMA-IR、LECT2、CTRP5 为影响 T2DM 患者发生 DR 的危险因素 (均  $P < 0.05$ )。ROC 曲线显示, 血清 LECT2、CTRP5 单独及联合诊断 T2DM 患者发生 DR 的曲线下面积 (AUC) 为 0.830、0.839、0.915, 联合诊断的 AUC 经 DeLong 检验高于 LECT2、CTRP5 单独诊断效能 ( $Z = 2.818, 2.824, P = 0.015, 0.012$ )。

**结论:** 血清 LECT2、CTRP5 水平与 T2DM 患者发生 DR 具有密切关系, 联合检测对诊断 T2DM 患者发生 DR 有一定临床价值。

**关键词:** 白细胞衍生趋化因子 2 (LECT2); 补体 1q/肿瘤坏死因子相关蛋白 5 (CTRP5); 2 型糖尿病; 糖尿病视网膜病变

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2026.1.19

## Correlation of serum levels of leukocyte-derived chemotaxin 2 and complement C1q/tumor necrosis factor-related protein 5 with diabetic retinopathy

Zheng Jiamin, Xu Man

Xi'an People's Hospital (Xi'an Fourth Hospital), Xi'an 710000, Shaanxi Province, China

**Correspondence to:** Xu Man. Xi'an People's Hospital (Xi'an Fourth Hospital), Xi'an 710000, Shaanxi Province, China. [kassi\\_xu@163.com](mailto:kassi_xu@163.com)

Received: 2025-06-12 Accepted: 2025-11-20

## Abstract

• **AIM:** To investigate the correlation of serum leukocyte-derived chemotaxin 2 (LECT2) and complement C1q/tumor necrosis factor-related protein 5 (CTRP5) with diabetic retinopathy (DR).

• **METHODS:** A single-center cross-sectional analysis was conducted on 138 patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM) admitted to our hospital from April 2023 to April 2025. According to the diagnostic results, they were divided into a non-DR group (60 cases) and a DR group (78 cases). The DR group was further divided into a proliferative DR (PDR) group (29 cases) and a non-proliferative DR (NPDR) group (49 cases). Pearson correlation analysis was used to assess the correlation of LECT2 and CTRP5 with glucose-lipid metabolism indicators. Logistic regression analysis was conducted to identify the influencing factors for the occurrence of DR in T2DM patients. ROC curve analysis was performed to evaluate the diagnostic value of serum LECT2 and CTRP5 for DR in T2DM patients.

• **RESULTS:** A comparison of general patient data between the two groups showed no significant differences. The DR group had higher serum levels of LECT2, CTRP5, total cholesterol (TC), triglycerides (TG), low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), and homeostatic model assessment of insulin resistance (HOMA-IR) than the non-DR group, while high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) was lower (all  $P < 0.05$ ). The serum levels of LECT2 and CTRP5 in the PDR group were higher than those in the NPDR group (all  $P < 0.05$ ). Serum LECT2 and CTRP5 positively correlated with TC, TG, LDL-C, and HOMA-IR, and negatively correlated with HDL-C (all  $P < 0.001$ ). Logistic results showed that duration of diabetes, TC, TG, LDL-C, HOMA-IR, LECT2,

and CTRP5 were risk factors for DR occurrence in T2DM patients (all  $P<0.05$ ). The ROC curve showed that the AUCs for serum LECT2, CTRP5 alone, and combined in diagnosing DR in T2DM patients were 0.830, 0.839, and 0.915, respectively. The AUC for the combined diagnosis was higher than that of LECT2 or CTRP5 alone according to the DeLong test ( $Z=2.818, 2.824, P=0.015, 0.012$ ).

• CONCLUSION: Serum LECT2 and CTRP5 levels are closely related to the development of DR in T2DM patients, and joint detection has certain clinical value in diagnosing DR in T2DM patients.

• KEYWORDS: leukocyte-derived chemotaxin 2 (LECT2); complement C1q/tumor necrosis factor-related protein 5 (CTRP5); type 2 diabetes mellitus; diabetic retinopathy

**Citation:** Zheng JM, Xu M. Correlation of serum levels of leukocyte-derived chemotaxin 2 and complement C1q/tumor necrosis factor-related protein 5 with diabetic retinopathy. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2026,26(1):109-113.

0 引言

2型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)约占所有糖尿病的90%以上,特征为胰岛素功能缺陷、分泌异常、脂质和蛋白质代谢紊乱等所引发的慢性高血糖疾病,其发病机制为胰岛素生成障碍、胰岛素抵抗等,致使不能控制血糖水平,胰腺β细胞损伤后影响生成脂联素和胰岛素,包括肥胖导致的促炎因子水平增加也是T2DM发生的主要原因<sup>[1]</sup>。随着经济的发展,我国T2DM患者不断增多,微观和宏观的血管病变为T2DM常见的并发症,包括脑病和糖尿病视网膜病变(diabetic retinopathy, DR),会对患者认知功能和视力造成影响<sup>[2]</sup>。DR为T2DM的并发症之一,通常是由于代谢紊乱,视网膜长期缺氧缺血,基底膜增厚,损伤血管壁细胞,致使毛细血管扩张、进一步损伤视网膜屏障,导致患者视网膜出现出血灶、水肿、视力下降等症状,如果不及进行治疗,会导致视网膜细胞大量凋亡、视网膜纤维化,严重者甚至会造成视力永久性损伤<sup>[3-4]</sup>。因此,寻找与DR有关的标志物,尽早干预可改善患者生活质量。白细胞衍生趋化因子2(leukocyte-derived chemotaxin 2, LECT2)为免疫趋化蛋白的一种,具有调控免疫功能的作用,并在细胞分化、生长过程及多种代谢性疾病的发生过程中发挥作用,LECT2表达异常可能导致血管内皮细胞功能紊乱,促进或抑制血管生成,从而影响DR进程<sup>[5-6]</sup>。补体1q/肿瘤坏死因子相关蛋白5(complement C1q/tumor necrosis factor-related protein 5, CTRP5)为脂肪因子家族的一员,对机体能量代谢具有调节作用,在炎症反应中发挥作用,并与胰岛素抵抗、糖代谢等过程关系密切。其可能通过激活氧化应激相关信号通路,增加氧化应激诱导的细胞凋亡和炎症反应,从而参与DR的进展<sup>[7-8]</sup>。目前关于血清LECT2、CTRP5与T2DM患者发生DR的研究鲜有报道,因此本研究旨在探讨血清LECT2、CTRP5水平与T2DM发生DR的相关性。

1 对象和方法

1.1 对象 单中心横断面分析,纳入本院2023年4月至2025年4月收治的T2DM患者138例,样本量计算:利用PASS 15软件(双侧检验,设 $\alpha=0.05$ , power = 80%, d = 0.50),计算得所需总例数为128例,考虑到10%脱落率,

纳入138例患者。住院期间对所有患者进行荧光素眼底血管造影检查(常规消毒肘静脉后静脉缓慢输注荧光素钠3-5 mL,观察患者静脉缓慢输注荧光素钠后10 s内眼部变化),根据诊断及检查结果<sup>[9]</sup>将患者分为无DR组60例和DR组78例,另将DR组分为增殖性DR(PDR)组29例与非增殖性DR(NPDR)组49例<sup>[10]</sup>。纳入标准:(1)符合T2DM标准<sup>[11]</sup>;(2)首次确诊T2DM;(3)临床资料完整;(4)签署知情同意书。排除标准:(1)T1DM患者;(2)其他类型DR者;(3)合并青光眼、白内障等眼部疾病者;(4)免疫功能障碍者;(5)精神异常、沟通障碍者;(6)重要脏器功能障碍者;(7)恶性肿瘤;(8)妊娠或哺乳期女性;(9)急慢性感染者。本研究经本院伦理委员会批准(院字2023-037)。

1.2 方法

1.2.1 血清LECT2和CTRP5水平的检测 所有患者在禁食10 h后清晨抽取静脉血5 mL,离心后(3 500 r/min, 15 min)取上清液备用,LECT2、CTRP5水平使用酶联免疫吸附测定法检测,其中批内/批间变异系数<15%。

1.2.2 糖脂代谢以及胰岛素抵抗相关指标的检测 使用全自动生化分析仪检测总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglycerides, TG)、高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、谷草转氨酶(aspartate aminotransferase, AST)以及谷丙转氨酶(alanine aminotransferase, ALT);采用血糖仪检测空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG);采用全自动电化学发光分析仪检测空腹胰岛素(fasting insulin, FINS);稳态模型评估胰岛素抵抗指数(homeostatic model assessment of insulin resistance, HOMA-IR) =  $FPG(\text{mmol/L}) \times FINS(\mu\text{U/mL}) / 22.5$ 。

统计学分析:采用SPSS 25.0软件处理数据。计量资料符合正态分布(经Shapiro-Wilk检验),以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用独立样本t检验比较;计数资料用n(%)表示,行 $\chi^2$ 检验;LECT2、CTRP5与糖脂代谢指标相关性使用Pearson法分析,Logistic回归分析T2DM患者发生DR的影响因素;ROC曲线分析血清LECT2、CTRP5对T2DM患者发生DR的诊断价值,DeLong检验比较曲线下面积(AUC)。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 DR组与无DR组临床资料比较 两组患者一般资料比较差异无统计学意义(均 $P>0.05$ ),DR组糖尿病病程、TC、TG、LDL-C、HOMA-IR水平高于无DR组,HDL-C低于无DR组(均 $P<0.05$ ),其余资料比较差异无统计学意义(均 $P>0.05$ ),见表1。

2.2 DR组和无DR组血清LECT2及CTRP5水平的比较 DR组血清LECT2、CTRP5水平较无DR组高(均 $P<0.001$ ),见表2。

2.3 PDR组和NPDR组血清LECT2及CTRP5水平比较 PDR组血清LECT2、CTRP5水平较NPDR组高(均 $P<0.001$ ),见表3,图1。

2.4 血清LECT2和CTRP5与糖脂代谢指标的相关性 Pearson相关性分析得知,血清LECT2、CTRP5与TC、TG、LDL-C、HOMA-IR呈正相关,与HDL-C呈负相关(均 $P<0.001$ ),见表4。

表 1 DR 组与无 DR 组临床资料比较

指标		DR 组 (n=78)	无 DR 组 (n=60)	$t/\chi^2$	P
年龄( $\bar{x}\pm s$ ,岁)		53.46±10.62	52.46±10.38	0.554	0.581
性别(例,%)	男	41(52.6)	29(48.3)	0.243	0.622
	女	37(47.4)	31(51.7)		
BMI( $\bar{x}\pm s$ ,kg/m <sup>2</sup> )		23.05±3.19	23.14±3.23	0.163	0.870
吸烟史(例,%)		22(28.2)	14(23.3)	0.417	0.518
饮酒史(例,%)		27(34.6)	17(28.3)	0.616	0.432
高血压(例,%)		28(35.9)	18(30.00)	0.531	0.466
收缩压( $\bar{x}\pm s$ ,mmHg)		131.76±21.45	130.62±22.51	0.303	0.762
舒张压( $\bar{x}\pm s$ ,mmHg)		83.11±7.43	82.85±8.41	0.192	0.848
糖尿病病程( $\bar{x}\pm s$ ,a)		8.21±1.87	6.43±1.61	5.883	<0.001
TC( $\bar{x}\pm s$ ,mmol/L)		5.46±1.34	4.58±1.12	4.102	<0.001
TG( $\bar{x}\pm s$ ,mmol/L)		2.20±0.60	1.78±0.54	4.256	<0.001
HDL-C( $\bar{x}\pm s$ ,mmol/L)		1.10±0.32	1.39±0.38	4.863	<0.001
LDL-C( $\bar{x}\pm s$ ,mmol/L)		3.98±0.84	3.37±0.75	4.428	<0.001
AST( $\bar{x}\pm s$ ,U/L)		26.04±3.60	25.85±3.62	0.307	0.760
ALT( $\bar{x}\pm s$ ,U/L)		27.92±4.26	27.79±4.23	0.178	0.859
FPG( $\bar{x}\pm s$ ,mmol/L)		8.41±2.04	8.17±1.98	0.694	0.489
HOMA-IR		3.85±1.23	3.37±1.09	2.386	0.018
血肌酐( $\bar{x}\pm s$ ,μmol/L)		81.68±6.34	81.48±6.42	0.183	0.855
尿素氮( $\bar{x}\pm s$ ,mmol/L)		4.66±0.52	4.62±0.56	0.433	0.666

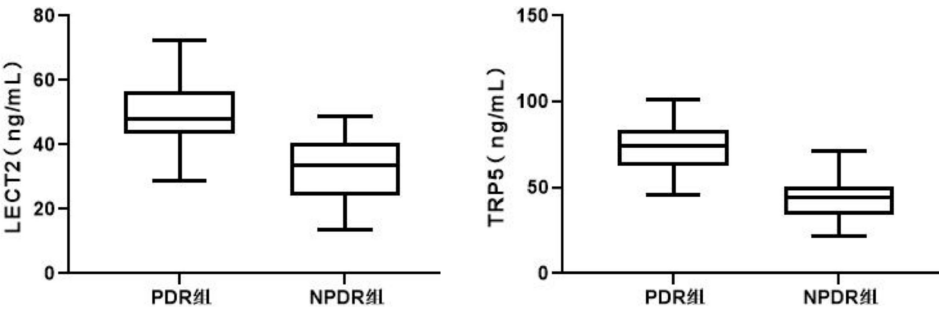


图 1 PDR 组和 NPDR 组血清 LECT2 和 CTRP5 水平箱式图比较。

表 2 DR 组与无 DR 组血清 LECT2 及 CTRP5 水平的比较

组别	例数	( $\bar{x}\pm s$ ,ng/mL)	
		LECT2	CTRP5
DR 组	78	38.11±9.03	54.88±13.34
无 DR 组	60	24.46±6.75	33.61±9.24
$t$		9.790	10.552
$P$		<0.001	<0.001

表 3 PDR 组和 NPDR 组血清 LECT2 及 CTRP5 水平比较

组别	例数	( $\bar{x}\pm s$ ,ng/mL)	
		LECT2	CTRP5
PDR 组	29	49.08±10.54	72.65±16.09
NPDR 组	49	31.62±8.13	44.37±11.71
$t$		8.196	8.948
$P$		<0.001	<0.001

2.5 T2DM 患者发生 DR 的影响因素分析 以是否发生 DR (是=1,否0) 为因变量,将上述有差异的指标 (均为原值输入) 为自变量。经多重共线性发现HDL-C的膨胀因

表 4 血清 LECT2 和 CTRP5 与糖脂代谢指标相关性分析

指标	LECT2		CTRP5	
	$r$	$P$	$r$	$P$
TC	0.502	<0.001	0.514	<0.001
TG	0.485	<0.001	0.493	<0.001
HDL-C	-0.498	<0.001	-0.512	<0.001
LDL-C	0.512	<0.001	0.517	<0.001
HOMA-IR	0.506	<0.001	0.513	<0.001

子≥10,存在交互作用,故未纳入后续分析。根据 Logistic 回归结果显示:糖尿病病程、TC、TG、LDL-C、HOMA-IR、LECT2、CTRP5 为 T2DM 患者发生 DR 的危险因素 ( $P<0.05$ ),见表 5,图 2。

2.6 血清 LECT2 和 CTRP5 对 T2DM 患者发生 DR 的诊断价值 以 LECT2、CTRP5 水平作为检验变量,以 DR 组作为阳性,以无 DR 作为阴性,绘制 ROC 曲线,结果表明血清 LECT2、CTRP5 单独及联合诊断 T2DM 患者发生 DR 的 AUC 为 0.830、0.839、0.915,联合诊断的 AUC 高于 LECT2、CTRP5 单独诊断效能 ( $Z=2.818、2.824,P=0.015、0.012$ ),见表 6,图 3。



表 5 T2DM 患者发生 DR 影响因素分析

指标	<i>B</i>	<i>SE</i>	Wald $\chi^2$	<i>P</i>	<i>OR</i>	95% <i>CI</i>
糖尿病病程	0.763	0.320	5.687	0.017	2.145	1.146–4.016
TC	0.976	0.246	15.743	<0.001	2.654	1.639–4.298
TG	0.640	0.264	5.882	0.015	1.897	1.131–3.183
LDL-C	1.106	0.345	10.269	0.001	3.021	1.536–5.940
HOMA-IR	0.741	0.265	7.819	0.005	2.098	1.248–3.527
LECT2	1.145	0.315	13.209	<0.001	3.142	1.695–5.826
CTRP5	0.838	0.314	7.124	0.008	2.312	1.249–4.278

表 6 血清 LECT2 和 CTRP5 对 T2DM 患者发生 DR 的诊断价值

项目	AUC	95% <i>CI</i>	灵敏度 (%)	特异度 (%)	截断值 (ng/mL)	<i>P</i>
LECT2	0.830	0.764–0.897	77.59	84.26	32.214	<0.001
CTRP5	0.839	0.774–0.903	78.62	79.56	50.214	<0.001
联合检测	0.915	0.868–0.962	86.29	77.65		<0.001

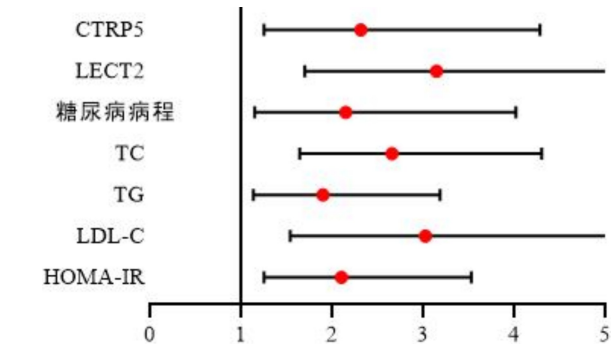


图 2 T2DM 患者发生 DR 影响因素森林图。

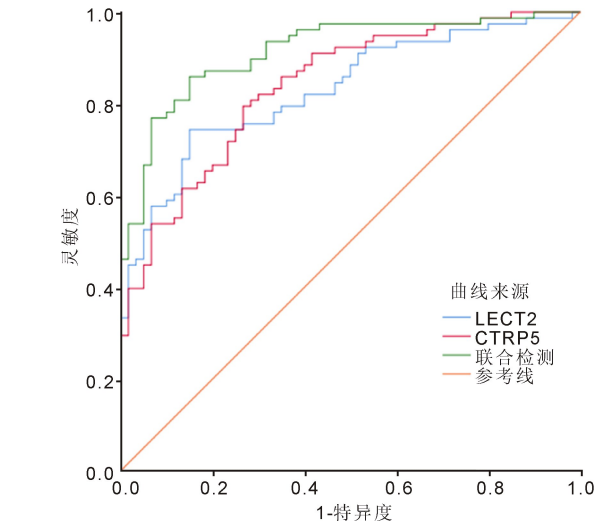


图 3 血清 LECT2 和 CTRP5 诊断 T2DM 患者发生 DR 的价值 ROC 曲线。

3 讨论

T2DM 发生机制较为复杂,可能与肥胖、遗传等因素有关,患者出现多食多饮、消瘦等症状,且机体长期处于高血糖状态,会引发 DR、皮肤病变等多种并发症<sup>[12-13]</sup>。DR 为 T2DM 微血管并发症,特征为早期血管功能和视网膜神经元障碍,多进展为新生血管导致视力损伤,由 T2DM 患者视网膜长期高血糖导致的积累性病变所引起<sup>[14]</sup>。DR 的早期症状不明显,通过眼底筛查才能发现,随着疾病发展还会出现视网膜脱落、玻璃体积血、青光眼等,甚至对视

力造成永久性损伤<sup>[15]</sup>。因此,在临床寻找可以高效评估 T2DM 患者发生 DR 的标志物尤为关键。

LECT2 主要由肝细胞所分泌,其可引起外周胰岛素抵抗,影响胰岛素信号通路,降低机体对胰岛素的敏感性,导致患者血糖升高<sup>[5]</sup>。石小毛等<sup>[16]</sup>研究表明,绝经骨质疏松患者血清 LECT2 水平升高,且与骨代谢指标有关,可以作为预测患者发生骨质疏松的指标。徐朝艳等<sup>[17]</sup>研究表明,免疫性肝病患者血清 LECT2 水平升高,推测免疫性肝病是肝脏所发生的炎症性损伤,疾病发生后,IL-6、IL-17 等炎症因子增加刺激炎症加重,而 LECT2 对炎症具有调控作用,因此其表达升高。王前等<sup>[18]</sup>研究表明,妊娠糖尿病患者血清 LECT2 水平升高,且与患者胰岛素抵抗有密切关系,检测其表达可以对患者病情进行评估,为临床诊治提供依据。本研究结果显示,DR 患者血清 LECT2 水平升高,且 PDR 患者表达更高,分析原因可能是当其水平升高通过调控炎症相关信号通路,激活下游炎症基因的转录,进而增加 DR 患者体内炎症水平,损伤视网膜神经细胞<sup>[6]</sup>。LECT2 还与 TC、TG、LDL-C、HOMA-IR 呈正相关,与 HDL-C 呈负相关。这可能是由于,DR 患者机体长期位于炎症状态,炎症反应不仅会加剧胰岛素抵抗,导致患者血脂异常,还会对血管内皮细胞造成损伤,导致血管病变,加重患者病情<sup>[19]</sup>。

CTRP5 表达于多种组织中,在脂肪组织中表达最高,在炎症和代谢相关功能中发挥调节作用,CTRP5 表达升高可以通过释放炎症因子、促进血管平滑肌细胞增殖、胰岛素抵抗等,加重机体炎症反应和糖脂代谢紊乱,导致 T2DM 患者发生微血管并发症<sup>[20]</sup>。CTRP5 还是葡萄糖代谢中发挥负性作用的调控因子,在 T2DM 患者中表达升高,对患者血糖代谢造成影响,加重患者的病情,从而诱发多种并发症,并作为促炎因子,促进机体分泌多种炎症因子,导致视网膜发生慢性炎症反应,损伤视网膜的血管内皮,引发 DR<sup>[21]</sup>。苗欢欢等<sup>[22]</sup>研究表明,妊娠期糖尿病患者血清 CTRP5 水平升高,且与胎儿的临床结局有关,检测其表达有助于对围产儿结局的预测。孙跃等<sup>[23]</sup>研究表明,老年 T2DM 患者血清 CTRP5 水平升高,与患者糖脂代谢紊乱有关。本研究结果显示,DR 患者血清 CTRP5 水平升高,且 PDR 患者表达更高,推测可能是因为当其水平升

高后可促进氧化应激相关信号通路,增加氧化应激诱导的细胞凋亡和炎症反应,从而促进 DR 病情的进展<sup>[24]</sup>。CTRP5 与 TC、TG、LDL-C、HOMA-IR 呈正相关,与 HDL-C 呈负相关。究其原因,CTRP5 水平升高会导致机体糖脂代谢紊乱,通过刺激转化生长因子等信号通路,导致血管内皮功能异常,增加 DR 的发生风险。有研究发现血清 SFRP-4 和 CHI3L1 联合诊断 T2DM 患者发生 DR 的 AUC 为 0.898<sup>[13]</sup>,本研究发现,LECT2、CTRP5 联合检测诊断 T2DM 患者发生 DR 的 AUC 为 0.915,与上述研究接近,说明二者联合检测对诊断 T2DM 患者发生 DR 有一定临床价值,经多因素回归分析糖尿病病程、TC、TG、LDL-C、HOMA-IR、LECT2、CTRP5 是患者发生 DR 的危险因素,均说明其与患者发生 DR 有关,因此在临床可针对 LECT2、CTRP5 基础水平较高的患者进行针对性的预防措施,从而降低 DR 风险。

综上所述,血清 LECT2、CTRP5 水平与 T2DM 患者 DR 发生具有密切关系,联合检测对诊断 T2DM 患者发生 DR 有一定临床价值。随着高通量蛋白技术的进步,本研究发现的新指标及确定新的治疗靶点具有较大的潜力。本研究局限性在于样本量较少,且对二者在 DR 中的具体机制未进一步探讨,后续需通过多中心、纵向、干预性研究验证,进一步探究 DR 的发生发展机制。

**利益冲突声明:**本文不存在利益冲突。

**作者贡献声明:**郑嘉敏论文选题与撰写,文献检索,数据分析;徐曼选题指导,论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

**参考文献**

[1] Gyldenkerne C, Mortensen MB, Kahlert J, et al. 10-year cardiovascular risk in patients with newly diagnosed type 2 diabetes mellitus. *J Am Coll Cardiol*, 2023,82(16):1583-1594.  
[2] 陈柄旭,张帅,鲍云婷,等. 2 型糖尿病患者躯体症状障碍患病率及关系的调查研究. *中国医药科学*, 2022,12(6):7-10,14.  
[3] Chong DD, Das N, Singh RP. Diabetic retinopathy: Screening, prevention, and treatment. *Cleve Clin J Med*, 2024,91(8):503-510.  
[4] 张瀚文,石岩. 糖尿病视网膜病变与血-视网膜屏障损伤机制研究进展. *中华中医药学刊*, 2021,39(3):105-109.  
[5] Kim J, Lee SK, Kim D, et al. Adipose tissue LECT2 expression is associated with obesity and insulin resistance in Korean women. *Obesity (Silver Spring)*, 2022,30(7):1430-1441.  
[6] Qin YJ, Xiao K, Zhong Z, et al. LECT2 ameliorates blood-retinal barrier impairment secondary to diabetes *via* activation of the Tie2/Akt/mTOR signaling pathway. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2022,63(3):7.  
[7] Moradi N, Fadaei R, Rashidbeygi E, et al. Evaluation of changing the pattern of CTRP5 and inflammatory markers levels in patients with coronary artery disease and type 2 diabetes mellitus. *Arch Physiol Biochem*, 2022,128(4):964-969.

[8] Tian X, Zheng QY, Xie JY, et al. Improved gene therapy for MFRP deficiency-mediated retinal degeneration by knocking down endogenous bicistronic *Mfrp* and *Ctrp5* transcript. *Mol Ther Nucleic Acids*, 2023,32:843-856.  
[9] 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.  
[10] Wilkinson CP, Ferris FL, Klein RE, et al. Proposed international clinical diabetic retinopathy and diabetic macular edema disease severity scales. *Ophthalmology*, 2003,110(9):1677-1682.  
[11] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2017 年版). *中国实用内科杂志*, 2018, 38(4):34-86.  
[12] Al-Kuraishy HM, Al-Gareeb AI, Saad HM, et al. The potential effect of metformin on fibroblast growth factor 21 in type 2 diabetes mellitus (T2DM). *Inflammopharmacology*, 2023,31(4):1751-1760.  
[13] 伍玉洁,张王嘉. 2 型糖尿病患者血清 SFRP-4 和 CHI3L1 水平对糖尿病视网膜病变的评估价值. *国际眼科杂志*, 2024,24(11):1728-1732.  
[14] 万光明,薛蓉. 从视网膜氧化应激与微血管改变谈糖尿病视网膜病变的发病机制和防治策略. *眼科新进展*, 2022,42(7):505-509.  
[15] 延欢欢,申文文. Th17/Treg 比值、LECT2、CXCL10 与自身免疫性肝炎患者肝功能和治疗后应答的关系研究. *检验医学与临床*, 2023,20(9):1226-1230.  
[16] 石小毛,何梦,黄中华,等. 绝经后骨质疏松症患者血清 LECT2 水平的临床意义及其预测价值分析. *现代生物医学进展*, 2023,23(19):3754-3757.  
[17] 徐朝艳,刘维雪,卢宏凯. 自身免疫性肝病患者血清 LECT2 的表达水平及临床意义. *胃肠病学和肝病学杂志*, 2021,30(10):1157-1161.  
[18] 王前,王翼华,王松,等. 血清 Trx1、LECT2 水平与妊娠糖尿病患者胰岛素抵抗和胰岛细胞功能的关系. *海南医学*, 2025,36(3):322-326.  
[19] 夏伟,杨毅,涂凤萍,等. 血清白细胞衍生趋化因子 2 与糖尿病足患者炎症因子水平及预后的关系. *郑州大学学报(医学版)*, 2022,57(6):854-857.  
[20] 杨雯雯,白超,杨晶晶,等. 血清 CTRP4、CTRP5、CTRP6 与 2 型糖尿病合并冠心病患者冠状动脉病变的关系研究. *现代生物医学进展*, 2024,24(2):258-263.  
[21] 杨清清,李宁. 糖尿病视网膜病变患者血清 SIRT4、CTRP5、Galectin-3 与糖脂代谢和预后的关系研究. *检验医学与临床*, 2024, 21(6):739-744.  
[22] 苗欢欢,王艳华,李亚男,等. 妊娠期糖尿病患者血清胱抑素-C、CTRP5、CTRP9 与 HbA1c 的相关性及对围产儿不良结局的预测价值. *临床误诊误治*, 2024,37(16):43-48,55.  
[23] 孙跃,李志,张钧,等. 血清 CTRP5、CTRP12、CTRP13 与老年 2 型糖尿病患者糖脂代谢和颈动脉粥样硬化的关系. *现代生物医学进展*, 2024,24(9):1760-1766.  
[24] Keenan TDL, Vanderford EK, de Silva T, et al. Massive advancing nonexudative type 1 choroidal neovascularization in ctrp5 late-onset retinal degeneration: Longitudinal Findings on Multimodal Imaging and Implications for Age-Related Macular Degeneration. *Retina*, 2021, 41(11):2236-2245.