



[DOI]10.3969/j.issn.1001-9057.2026.05.010

http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2026.05.010

· 论著 ·

2 型糖尿病患者血清组织金属蛋白酶抑制剂 3 和脑源性神经营养因子表达与糖尿病视网膜病变的相关性

黄晶晶 唐成 严涛 袁进 谌金金

[摘要] **目的** 探讨 2 型糖尿病(T2DM)患者血清组织金属蛋白酶抑制剂 3(TIMP3)、脑源性神经营养因子(BDNF)表达与糖尿病视网膜病变(DR)的相关性。**方法** 选取 2022 年 6 月~2023 年 11 月我院收治的 T2DM 患者 108 例,根据是否发生 DR 分为无 DR 组(55 例)和 DR 组(53 例),再将 DR 患者分为非增殖性 DR(NPDR 组,32 例)和增殖性 DR(PDR 组,21 例);另选取体检健康者 100 例作为对照组。收集所有受试者一般临床资料及实验室检查指标并进行分组比较。采用 ELISA 检测血清 TIMP3、BDNF 表达水平;采用 *pearson* 相关分析评估血清 TIMP3、BDNF 与炎症指标的相关性;采用多因素 *logistic* 回归分析评估 T2DM 患者发生 DR 的影响因素;采用受试者工作特征(ROC)曲线评估血清 TIMP3、BDNF 对 DR 的预测价值;采用决策曲线分析(DCA)评估血清 TIMP3、BDNF 预测 T2DM 患者发生 DR 的临床实用性。**结果** 对照组、无 DR 组、DR 组血清 TIMP3、BDNF 水平依次降低;无 DR 组、NPDR 组、PDR 组血清 TIMP3、BDNF 水平依次降低($P < 0.001$)。DR 组患者治疗后血清 TIMP3、BDNF 水平较治疗前均显著升高($P < 0.05$)。无 DR 组、NPDR 组和 PDR 组患者 T2DM 病程、NEUT 计数及 CRP 水平均依次升高($P < 0.05$)。*Pearson* 相关分析结果显示,T2DM 患者血清 TIMP3 及 BDNF 水平与 NEUT 计数及 CRP 均呈负相关($P < 0.001$)。多因素 *logistic* 回归分析结果显示,T2DM 病程、NEUT 计数、CRP 水平升高均是 T2DM 患者发生 DR 的危险因素,TIMP3、BDNF 水平升高是其保护因素($P < 0.05$)。ROC 曲线分析结果显示,血清 TIMP3、BDNF 联合诊断 T2DM 患者 DR 发生的预测效能优于二者单独诊断($P < 0.001$)。DCA 结果显示,当高风险阈值为 0.28~0.95 时,血清 TIMP3 联合 BDNF 诊断 T2DM 患者发生 DR 风险的净获益率优于二者单独诊断。**结论** T2DM 患者血清 TIMP3 和 BDNF 与 DR 发生密切相关,二者联合诊断对 T2DM 患者发生 DR 的情况具有较高的诊断价值。

[关键词] 2 型糖尿病; 组织金属蛋白酶抑制剂 3; 脑源性神经营养因子; 糖尿病视网膜病变

[中图分类号] R774.1;R276.7

[文献标识码] A

我国 2 型糖尿病(T2DM)的患病率正在逐年提高,2021 年 20~79 岁的糖尿病患者数高达 1.41 亿,患病率位居全球之首^[1-2]。T2DM 可引发多种并发症,如血管疾病、糖尿病足、糖尿病视网膜病变(DR)等,严重影响患者的生活状态^[3]。DR 是 T2DM 常见的并发症之一,其主要是由高血糖所致视网膜微血管损伤引

起,且目前尚无有效治疗方法^[4]。因此,早期诊断对 DR 的预防和治疗具有积极意义。组织金属蛋白酶抑制剂 3(TIMP3)参与细胞生长分化、血管的生成及凋亡等生理过程,并与肿瘤、炎症等病理过程相关^[5]。研究发现,TIMP3 在肾脏中表达升高,而抑制其表达则会促进糖尿病肾脏疾病的发生发展^[6]。脑源性神经营养因子(BDNF)可参与调控胰岛素,外源性 BDNF 可降低小鼠血糖水平^[7]。基于上述研究推测 TIMP3、BDNF 可能均与 DR 的发生相关。因此,本研究旨在探讨血清 TIMP3 及 BDNF 对 T2DM 患者发生 DR 的诊断价值及其与 DR 的相关性。

基金项目:宜昌市科技局联合市财政局科技创新项目(A24-2-029)

作者单位:443003 湖北宜昌,三峡大学第一临床医学院 宜昌市中心人民医院眼科

通信作者:谌金金,E-mail:88498497@qq.com

对象与方法

1. 对象:前瞻性纳入 2022 年 6 月~2023 年 11 月我院收治的 T2DM 患者 108 例。纳入标准:(1)符合 T2DM 诊断标准^[8];(2)均为首次发病;(3)临床病历资料齐全。排除标准:(1)入院前 3 个月接受过抗血管内皮生长因子、皮质类固醇等药物治疗;(2)青光眼、白内障等其他眼部疾病;(3)恶性肿瘤、严重感染;(4)妊娠期及哺乳期;(5)先天性心脏病和自身免疫性疾病。根据《我国糖尿病视网膜病变临床诊疗指南(2022 年)》^[9]中 DR 的诊断标准,将所有患者分为无 DR 组(55 例)及 DR 组(53 例)。无 DR 组男 26 例、女 29 例,年龄 32~62 岁,平均年龄(45.30±7.51)岁,T2DM 病程 3~9 年,平均病程(5.43±1.29)年;DR 组男 31 例、女 22 例,年龄 34~62 岁,平均年龄(45.45±7.48)岁,T2DM 病程 4~12 年,平均病程(7.13±1.68)年。再将 DR 组分为非增殖性 DR (NPDR) 组(32 例)和增殖性 DR (PDR) 组(21 例)。另收集我院同期体检健康者 100 例作为对照组,其中男 52 例、女 48 例,年龄 37~53 岁,平均年龄(45.17±7.82)岁。无 DR 组、DR 组及对照组性别及年龄比较差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。本研究经医院伦理委员会批准(022-04-003),所有受试者均知情同意。

2. 方法:收集所有受试者的一般临床资料及实验室检查指标,包括性别、年龄、BMI、T2DM 病程、收缩压、舒张压、吸烟史、饮酒史、合并肾脏疾病、中性粒细胞(NEUT)计数、空腹血糖(FPG)、总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、白蛋白(Alb)、C 反应蛋白(CRP)。采集所有受试者静脉血 3 ml,3 500 r/min 离心 15 min,取上层血清在 -80 °C 超低温中冻存。采用 ELISA 试剂盒及多功能酶标仪检测所有受试者治疗前及 DR 组患者治疗后血清 TIMP3、BDNF 水平。

3. 统计学处理:采用 SPSS 25.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验,多组间比较采用方差分析,组间进一步两两比较采用 *Student-Newman-Keuls* 检验;计数资料以例数和百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验或 *Fisher* 确切概率法。采用 *pearson* 相关分析评估血清 TIMP3、BDNF 与炎症指标的相关性;采用多因素 *logistic* 回归分析评估 T2DM 患者发生 DR 的影响因素;采用受试者工作特征(ROC)曲线评估血清 TIMP3、BDNF 对 DR 的预测价值;采用决策曲线分析(DCA)评估血清 TIMP3、BDNF 预测 T2DM 患者发生 DR 的临床实用性。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. DR 组、无 DR 组及对照组血清 TIMP3、BDNF 水平比较:DR 组、无 DR 组及对照组血清 TIMP3[(653.84±159.37) pg/ml、(854.63±184.65) pg/ml、(954.63±216.3) pg/ml; $F=41.210, P<0.001$]、BDNF 水平[(24.52±2.69) pg/ml、(28.35±3.17) pg/ml、(31.57±3.68) pg/ml; $F=79.211, P<0.001$]均依次升高。

2. 无 DR 组、NPDR 组和 PDR 组血清 TIMP3、BDNF 水平比较:无 DR 组、NPDR 组、PDR 组血清 TIMP3[(854.63±184.65) pg/ml、(735.34±168.37) pg/ml、(529.65±139.31) pg/ml; $F=27.442, P<0.001$]、BDNF 水平[(28.35±3.17) pg/ml、(26.16±2.83) pg/ml、(22.02±2.54) pg/ml; $F=35.001, P<0.001$]依次降低。

3. DR 组患者治疗前、后血清 TIMP3、BDNF 水平比较:与治疗前相比,DR 组患者治疗后血清 TIMP3、BDNF 水平均显著升高($P<0.05$)。见表 1。

表 1 治疗前后 DR 组患者血清 TIMP3、BDNF 水平比较 (pg/ml, $\bar{x} \pm s$)

时间	例数	TIMP3	BDNF
治疗前	53	653.84±159.37	24.52±2.69
治疗后	53	756.23±147.05	27.49±3.07
t 值		8.859	13.565
P 值		<0.001	<0.001

4. 无 DR 组、NPDR 组和 PDR 组一般临床资料及实验室检查指标比较:3 组患者 T2DM 病程、NEUT 计数及 CRP 水平均依次升高($P<0.05$)。3 组患者其他指标比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

5. 血清 TIMP3 和 BDNF 水平与炎症指标的相关性:*Pearson* 相关分析结果显示,T2DM 患者血清 TIMP3 水平与 NEUT 计数($r=-0.526$)及 CRP($r=-0.495$)均呈负相关($P<0.001$)。血清 BDNF 水平与 NEUT 计数($r=-0.531$)及 CRP($r=-0.508$)均呈负相关($P<0.001$)。

6. T2DM 患者发生 DR 的影响因素分析:多因素 *logistic* 回归分析结果显示,T2DM 病程、NEUT 计数、CRP 水平升高均是 T2DM 患者发生 DR 的危险因素,TIMP3、BDNF 水平升高是其保护因素($P<0.05$)。见表 3。

7. 血清 TIMP3 和 BDNF 水平对 T2DM 患者发生 DR 的预测效能:ROC 曲线分析结果显示,血清 TIMP3 诊断 T2DM 患者 DR 发生的曲线下面积(AUC)为 0.858,当最佳截断值为 707.72 pg/ml 时,敏感度为 75.47%、特异度为 85.45%;血清 BDNF 诊断 T2DM 患

表 2 无 DR 组、NPDR 组和 PDR 组一般临床资料及实验室检查指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	性别[例,(%)]		年龄 (岁)	BMI (kg/m ²)	T2DM 病程 (年)	收缩压 (mmHg)	舒张压 (mmHg)	吸烟史 [例,(%)]	饮酒史 [例,(%)]
		男	女							
无 DR 组	55	26(47.27)	29(52.73)	45.33 ± 7.51	22.41 ± 2.37	5.43 ± 1.29	131.57 ± 13.56	81.63 ± 9.42	25(45.45)	24(43.64)
NPDR 组	32	18(56.25)	14(43.75)	45.42 ± 7.59	22.32 ± 2.31	6.59 ± 1.43 ^a	132.85 ± 14.21	81.92 ± 9.53	19(59.38)	17(53.13)
PDR 组	21	13(61.90)	8(38.10)	45.50 ± 7.61	22.28 ± 2.24	7.96 ± 1.87 ^{ab}	133.54 ± 14.32	82.35 ± 9.61	12(57.14)	11(52.38)
<i>F/χ²</i> 值		1.525		0.004	0.030	24.007	0.184	0.045	1.863	0.971
<i>P</i> 值		0.466		0.996	0.971	<0.001	0.832	0.956	0.394	0.632

组别	例数	合并肾脏疾病 [例,(%)]	NEUT 计数 (×10 ⁹ /L)	FPG (mmol/L)	TG (mmol/L)	TC (mmol/L)	HDL-C (mmol/L)	LDL-C (mmol/L)	Alb (mmol/L)	CRP (μmol/L)
NPDR 组	32	6(18.75)	5.31 ± 1.38 ^a	7.85 ± 1.57	1.68 ± 0.49	4.87 ± 1.38	0.98 ± 0.21	2.21 ± 0.39	2.68 ± 0.52	263.54 ± 35.54 ^a
PDR 组	21	9(42.86)	7.24 ± 1.51 ^{ab}	8.02 ± 1.79	1.63 ± 0.46	4.83 ± 1.32	1.02 ± 0.24	2.24 ± 0.45	2.74 ± 0.54	287.63 ± 40.56 ^{ab}
<i>F/χ²</i> 值		3.863	79.796	0.547	0.256	0.027	1.285	0.191	0.258	20.567
<i>P</i> 值		0.145	<0.001	0.580	0.774	0.974	0.281	0.826	0.773	<0.001

注:与无 DR 组相比,^a*P* < 0.05;与 NPDR 组相比,^b*P* < 0.05

表 3 T2DM 患者 DR 发生的多因素 logistic 回归分析结果

因素	β 值	<i>S. E.</i>	Wald χ^2 值	<i>P</i> 值	OR 值	95% CI
T2DM 病程	0.762	0.283	7.254	0.007	2.143	1.231 ~ 3.732
NEUT 计数	1.158	0.379	9.333	0.002	3.183	1.514 ~ 6.690
CRP	1.375	0.429	10.280	0.001	3.957	1.707 ~ 9.174
TIMP3	-0.182	0.068	7.126	0.008	0.834	0.730 ~ 0.953
BDNF	-0.205	0.054	14.351	<0.001	0.815	0.733 ~ 0.906

者 DR 发生的 *AUC* 为 0.789,当最佳截断值为 27.63 pg/ml 时,敏感度为 92.45%、特异度为 65.45%;二者联合诊断 T2DM 患者 DR 发生的 *AUC* 为 0.926,敏感度及特异度分别为 98.11%、76.36%。二者联合诊断 T2DM 患者 DR 发生的 *AUC* 优于二者单独诊断 ($Z_{\text{联合-TIMP3}} = 2.189, P = 0.029; Z_{\text{联合-BDNF}} = 3.626, P < 0.001$)。见图 1。绘制 *DCA* 曲线进行临床有效性评价,结果显示当高风险阈值为 0.28 ~ 0.95 时,血清 TIMP3 联合 BDNF 诊断 T2DM 患者发生 DR 风险的净获益率优于 TIMP3、BDNF 单独诊断。见图 2。

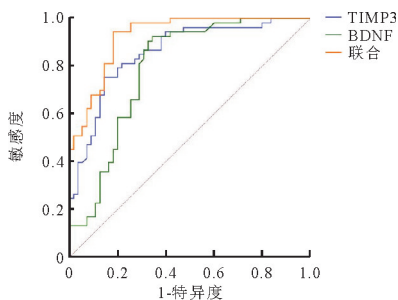


图 1 血清 TIMP3 和 BDNF 水平预测 T2DM 患者发生 DR 的 ROC 曲线

讨论

T2DM 是一种严重危害人类生命健康的非传染性慢性疾病,可导致多种致残严重并发症^[10-12]。其中 DR 是 T2DM 的并发症,与 T2DM 病程、血流变学改变、血

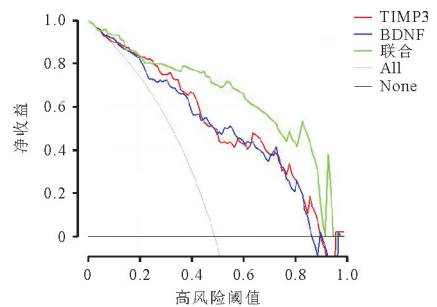


图 2 血清 TIMP3 和 BDNF 水平预测 T2DM 患者发生 DR 的 *DCA* 结果

糖控制水平、遗传及环境等因素相关,早期症状不明显,随着病情的发展,患者会出现飞蚊症、视野缺失、视物模糊、黄斑水肿等症状,若未得到有效治疗可导致视网膜脱落和失明^[13-15]。因此,提前对 T2DM 患者中 DR 的发生情况作出诊断,对 DR 的预防及治疗具有重要意义。

TIMP3 能够抑制金属蛋白酶表达以及维持机体内正常的代谢反应,并与动脉粥样硬化、慢性心力衰竭、糖尿病肾脏疾病等诸多疾病的发生发展有关^[16-17]。有研究发现,糖尿病肾脏疾病患者血清中 TIMP3 水平降低,随着病情严重程度加重,血清 TIMP3 水平逐渐降低^[18]。也有研究发现,TIMP3 的上调可能有助于抑制 DR 过程^[19]。TIMP3 可调节胰岛炎相关的促炎细胞因子的产生,参与维持胰岛结构和功能,TIMP3 过表达可改善糖尿病小鼠胰岛素分泌、胰岛形态和血管化,发挥抗氧化防御作用,TIMP3 可作为糖尿病新的治疗方案^[20]。BDNF 主要在海马区表达,其主要功能包括调控神经递质的传递、神经元的分化、突触形成等,是一种维持神经系统的功能和发育的重要蛋白质^[21]。近年来的一些研究发现,BDNF 与胰岛素的分泌相关,外源性 BDNF 喂养小鼠可降低其血糖水平。研究报道,在高血糖条件下,BDNF 的表达能够影响

DR 的进展^[7,22]。本研究结果显示,无 DR 组和 DR 组患者血清 TIMP3 及 BDNF 水平显著低于对照组,且 DR 组显著低于无 DR 组。进一步行多因素 logistic 回归分析结果显示,血清 TIMP3 及 BDNF 水平升高均是 T2DM 患者发生 DR 的保护因素;Pearson 相关分析结果显示,TIMP3 及 BDNF 与炎症指标(NEUT 计数、CRP 水平)均呈负相关,且 DR 患者治疗后血清 TIMP3 及 BDNF 水平均显著升高,表明血清 IMP3 及 BDNF 水平与 T2DM 及其并发症 DR 的发生具有相关性,这与上述既往研究结果一致。本研究 ROC 曲线分析结果显示,血清 IMP3 和 BDNF 联合诊断 AUC 优于二者单独诊断,表明二者联合具有更高的诊断价值;DCA 结果显示,当高风险阈值为 0.28~0.95 时,血清 TIMP3 联合 BDNF 诊断 T2DM 患者发生 DR 风险的净获益率优于 TIMP3、BDNF 单独诊断,这表明联合诊断策略在评估 T2DM 患者发生 DR 的风险方面具有更高的临床应用价值,可为临床医护人员提供更优的决策支持。因此,在 T2DM 患者 DR 诊断的临床实践中,推荐采用二者联合检测的方式,以提高诊断的准确性。

本研究结果发现,PDR 患者血清 TIMP3、BDNF 水平上显著低于 NPDR 患者。这些结果表明,随着 DR 患者病情的加重,TIMP3、BDNF 水平往往会降低,提示二者可能对评估 DR 患者的病情进展具有潜在价值。进一步分析显示,T2DM 病程、NEUT 计数及 CRP 也与 DR 发生相关。曹书义等^[23]研究结果发现,DR 患者 T2DM 病程及 NEUT 计数均高于单纯 T2DM 患者。单四新等^[24]的研究显示,CRP 水平在 DR 患者血清中水平升高,与 T2DM 患者发生 DR 呈强相关。本研究与上述研究结果均一致。多因素 logistic 回归分析结果显示,T2DM 病程、NEUT 计数、CRP 均是 T2DM 患者发生 DR 的危险因素,提示机体炎症反应是评估 DR 发生的关键因素之一。

综上所述,TIMP3、BDNF 在 T2DM 患者血清中水平降低,与 DR 发生相关,二者联合可对临床辅助诊断 T2DM 患者 DR 的发生提供参考。由于本研究样本量较小,所得结果可能与真实值之间存在一定的误差。因此,后续还需加大样本量,进一步研究验证,以期在临床诊断 T2DM 患者 DR 发生中提供依据。

参 考 文 献

[1] 傅琴,杨小燕,周子琴.中青年 T2DM 患者书写辅助情绪积极引导的护理效果及对其病耻感的影响[J].心理月刊,2024,19(17):187-189.
[2] Gregory GA,Robinson TIG,Linklater SE,et al. Global incidence, prevalence, and mortality of type 1 diabetes in 2021 with projection to 2040: a modelling study [J]. Lancet Diabetes Endocrinol, 2022, 10(10):741-760.

[3] Lim SL,Ong KW,Johal J,et al. Effect of a smartphone app on weight change and metabolic outcomes in Asian Adults With type 2 diabetes: A randomized clinical trial [J]. JAMA Netw Open, 2021, 4(6): e2112417.
[4] 刘贝贝,仲丽娟,杨柳. 2 型糖尿病患者血清微小 RNA-26a-5p、微小 RNA-93-5p、微小 RNA-125a-5p 表达与糖尿病性视网膜病变的相关性分析[J]. 临床内科杂志,2026,43(2):138-141.
[5] 郭建明,左一宇,赵爱宝.肺炎支原体肺炎患儿血清 TIMP3 和 SOD2 水平与肠道菌群及免疫功能的关系研究[J]. 临床肺科杂志,2024,29(6):854-858.
[6] Casagrande V,Federici M,Menghini R. TIMP3 involvement and potentiality in the diagnosis, prognosis and treatment of diabetic nephropathy [J]. Acta Diabetol,2021,58(12):1587-1594.
[7] Ahuja P,Ng CF,Pang BPS,et al. Muscle-generated BDNF (brain derived neurotrophic factor) maintains mitochondrial quality control in female mice[J]. Autophagy,2022,18(6):1367-1384.
[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)(上)[J]. 中国实用内科杂志,2021,41(8):668-695.
[9] 中华医学会眼科学分会眼底病学组, 中国医师协会眼科医师分会眼底病学组. 我国糖尿病视网膜病变临床诊疗指南(2022 年)[J]. 中华眼底病杂志,2023,39(2):99-124.
[10] Han SJ,Ha KH,Lee N,et al. Effectiveness and safety of sodium-glucose co-transporter-2 inhibitors compared with dipeptidyl peptidase-4 inhibitors in older adults with type 2 diabetes: A nationwide population-based study[J]. Diabetes Obes Metab,2021,23(3):682-691.
[11] 赵秀芝,杨白林,谯艳,等. 老年 2 型糖尿病患者视网膜病变风险预测模型的构建与应用[J]. 中国糖尿病杂志,2024,32(8):587-590.
[12] Paul J,Devarapalli V,Johnson JT,et al. Do proximal hip geometry, trabecular microarchitecture, and prevalent vertebral fractures differ in postmenopausal women with type 2 diabetes mellitus? A cross-sectional study from a teaching hospital in southern India [J]. Osteoporos Int, 2021,32(8):1585-1593.
[13] 黄永洪,谢晋辉,韩登科,等. 2 型糖尿病视网膜病变患者血清中胎球蛋白 B 水平的变化[J]. 中国老年学杂志,2024,44(17):4151-4154.
[14] Bhattacharjee H,Javert H. Commentary: Burden of diabetic retinopathy [J]. Indian J Ophthalmol,2021,69(11):3138.
[15] 车敬斌,吕玉娟,韩文慧,等. 糖尿病视网膜病变患者血清中 HIF-1 α 、MMP-1、MMP-2 含量与病变分期及血管生成的关系[J]. 眼科新进展,2023,43(12):970-974.
[16] Chen R,Zhang Y,Zhao C. CHOP increases TRIB3-dependent miR-208 expression to potentiate vascular smooth muscle cell proliferation and migration by downregulating TIMP3 in atherosclerosis [J]. Cardiovasc Drugs Ther,2022,36(4):575-588.
[17] 徐亮,张洋洋,袁海,等. 2 型糖尿病肾脏疾病血清 LOX-1、TIMP3 水平与肾功能的关系及诊断价值[J]. 国际检验医学杂志,2023,44(22):2801-2806.
[18] 赵珊,尹晶晶,李微,等. 可溶性髓样细胞触发受体-1 和组织金属蛋白酶抑制剂 3 水平与糖尿病肾脏疾病严重程度及预后的关系[J]. 中华实用诊断与治疗杂志,2024,38(9):947-953.
[19] Liu Q,Liu C,Dong Y,et al. Circ_NNT suppresses the apoptosis and inflammation in glucose-induced human retinal pigment epithelium by regulating miR-320b/TIMP3 axis in diabetic retinopathy [J]. Clin Immunol,2022,238:109023.
[20] Casagrande V, Menini S, Internò C, et al. TIMP3 overexpression in myeloid lineage alleviates pancreatic damage and confers resistance to the development of type 1 diabetes in the MLDS-induced model [J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2024, 14:1297847.
[21] 高欣冉,葛金芳. 脑源性神经营养因子在 2 型糖尿病认知功能障碍机制中作用的研究进展 [J]. 中国糖尿病杂志,2022,30(4):305-309.
[22] Ye L,Chen Y,Gu W,et al. Hsa_circ_0004776 regulates the retina neovascularization in progression of diabetic retinopathy via hsa-miR-382-5p/BDNF axis [J]. Arch Physiol Biochem,2024:1-13.
[23] 曹书义,刘婕,付留俊,等. 2 型糖尿病患者单核细胞/高密度脂蛋白胆固醇比值与糖尿病视网膜病变相关性的研究 [J]. 中国糖尿病杂志,2023,31(10):735-740.
[24] 单四新,马正,朱坤良,等. 血清 circCOL1A2 和 miR-25-3p 水平与 T2DM 合并 DR 的相关性研究 [J]. 中国中医眼科杂志,2024,34(6):513-519,538.

(收稿日期:2024-11-18)

(本文编辑:李丹青)