



[DOI]10.3969/j.issn.1001-9057.2026.02.014

http://www.lcnkz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2026.02.014

· 论著 ·

# 2 型糖尿病合并肥胖患者血清微小 RNA-320b、胰岛素样生长因子 2 mRNA 结合蛋白 3 表达水平与内脏脂肪面积及胰岛素抵抗的相关性

左丽娟 刘慧颖 蔡裕 许峥嵘 张秋子 胡利梅 朱晓龙

**[摘要]** **目的** 探讨 2 型糖尿病(T2DM)患者血清微小 RNA-320b(miR-320b)、胰岛素样生长因子 2 mRNA 结合蛋白 3(IGF2BP3)表达水平与内脏脂肪面积(VFA)及胰岛素抵抗(IR)的相关性。**方法** 根据 BMI 将 150 例 T2DM 患者分为正常组(35 例)、超重组(40 例)和肥胖组(75 例)。比较各组患者一般临床资料及实验室检查指标。采用多元线性回归分析评估 T2DM 合并肥胖患者血清 miR-320b、IGF2BP3 水平的影响因素;采用 *pearson* 分析评估 T2DM 合并肥胖患者 VFA、HOMA-IR、临床资料指标及血清 miR-320b、IGF2BP3 水平间的相关性。**结果** 正常组、超重组和肥胖组 BMI、腰围、WHR、FINS、VFA、HOMA-IR 及血清 IGF2BP3 水平均依次升高,血清 miR-320b 水平依次降低( $P < 0.05$ )。*Pearson* 相关分析结果显示,肥胖组患者 VFA、HOMA-IR 及血清 IGF2BP3 水平与 BMI、WHR、FINS 水平均呈正相关,血清 miR-320b 水平与 BMI、WHR、FINS 水平均呈负相关;VFA、HOMA-IR 水平与血清 miR-320b 水平均呈负相关,与血清 IGF2BP3 水平均呈正相关( $P < 0.05$ )。多元线性回归分析结果显示,VFA、HOMA-IR、BMI 均是影响 T2DM 合并肥胖患者血清 miR-320b、IGF2BP3 水平的主要因素( $P < 0.05$ )。**结论** T2DM 合并肥胖患者血清 miR-320b 水平降低、IGF2BP3 水平升高,二者均与 VFA、IR 相关。

**[关键词]** 2 型糖尿病; 肥胖; 微小 RNA-320b; 胰岛素样生长因子 2 mRNA 结合蛋白 3; 内脏脂肪面积; 胰岛素抵抗

**[中图分类号]** R587.1 **[文献标识码]** A

近年来,全球肥胖患病率正在迅速增加,直接导致 2 型糖尿病(T2DM)的发病率也呈指数级上升。研究发现,T2DM 合并肥胖患者病情的发展与胰岛素抵抗(IR)、炎症反应、微小 RNA(miRNA)等多种因素有关<sup>[1-2]</sup>。IR 在生理学上被定义为胰岛素靶向组织对高胰岛素水平的反应性降低的状态,被认为是许多现代疾病的致病驱动因素,主要采用胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)进行评估<sup>[3]</sup>。肥胖导致的内脏脂肪积累易引起脂肪分解和炎症,也是 IR、代谢综合征和 T2DM 最重要的致病环节,常用内脏脂肪面积(VAT)表示<sup>[4]</sup>。miR-320b 在 T2DM 患者血浆中的相对表达水平降低,血浆 miR-320b 水平与 HOMA-IR、胰岛 β 细胞

功能指数(HOMA-β)相关<sup>[5]</sup>。胰岛素样生长因子 2 mRNA 结合蛋白 3(IGF2BP3)作为机体一种重要的胰岛素分泌相关蛋白,在胰腺、肠道、脂肪组织中广泛表达,可下调胰岛素样生长因子 2(IGF2)的表达,引起胰岛 β 细胞功能破坏及 T2DM 血管并发症,是糖尿病风险的预测因子之一<sup>[6]</sup>。目前,T2DM 合并肥胖患者血清 miR-320b、IGF2BP3 表达水平与 VAT 及 IR 的相关性仍不清楚。故本研究旨在分析这一问题,以获得更多临床依据。

## 对象与方法

1. 对象:收集 2021 年 1 月~2022 年 1 月于本院诊断的 150 例 T2DM 患者,其中男 80 例、女 70 例,年龄 38~54 岁,平均年龄(46.43 ± 6.15)岁。纳入标准:(1)均符合 T2DM 诊断标准<sup>[7-8]</sup>;(2)年龄 > 18 周岁。排除标准:(1)1 型糖尿病(T1DM)和病理性肥胖;(2)重

基金项目:河北省医学科学研究课题计划(20210511)

作者单位:075000 河北张家口,河北北方学院附属第一医院内分泌科(左丽娟、刘慧颖、蔡裕、许峥嵘、张秋子、胡利梅),影像科(朱晓龙)

要脏器严重功能障碍；(3) 合并急慢性感染、恶性肿瘤、代谢、免疫、神经系统疾病；(4) 妊娠或哺乳期。本研究已通过我院伦理委员会审核批准，所有患者均已签署知情同意书。

## 2. 方法

(1) 临床资料收集及分组：收集所有患者的一般临床资料及实验室检查指标，包括性别、年龄、BMI、糖尿病病程、既往病史（高脂血症、高血压）、吸烟史、饮酒史、糖化血红蛋白（HbA1c）、空腹血糖（FPG）、腰围、腰臀比（WHR）、空腹胰岛素（FINS）、HOMA-IR、血清 miR-320b 表达水平及 IGF2BP3 水平。根据 BMI 将所有患者分为正常组（BMI < 24 kg/m<sup>2</sup>, 35 例）、超重组（24 kg/m<sup>2</sup> ≤ BMI < 28 kg/m<sup>2</sup>, 40 例）和肥胖组（BMI ≥ 28 kg/m<sup>2</sup>, 75 例）。

(2) 内脏脂肪面积（VFA）检测：受试者空腹超过 8 h、排大小便后仰卧，保持屏气，使用欧姆龙内脏脂肪检测装置测量腹部横断面积 S1；躯干、肢体处连接电阻，施加电流，使用生物电阻抗法测定皮下脂肪面积 S2 和非脂肪面积 S3，计算 VFA。VFA = S1 - S2 - S3<sup>[9]</sup>。

(3) 统计学处理：应用 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，两组间比较采用独立样本 *t* 检验，多组间比较采用 *F* 检验，组间两两比较采用 *SNK-q* 检验；计数资料以例数和百分比表示，组间比较采用  $\chi^2$  检验。采用多元线性回归分析评估 T2DM 合并肥胖患者血清 miR-320b、IGF2BP3 水平的影响因素；采用 *pearson* 相关分析评估 T2DM 合并肥胖患者 VFA、HOMA-IR、临床资料指标及血清 miR-320b、IGF2BP3 水平间的相关性。以 *P* < 0.05 表示差异具有统计学意义。

## 结 果

1.3 组患者一般临床资料及实验室检查指标比较：正常组、超重组和肥胖组患者 BMI、腰围、WHR、FINS、

VFA、HOMA-IR 及血清 IGF2BP3 水平均依次升高，血清 miR-320b 水平依次降低（*P* < 0.05）。3 组患者其余资料比较差异均无统计学意义（*P* > 0.05）。见表 1。

2. 肥胖组患者 VFA、HOMA-IR 及血清 miR-320b、IGF2BP3 水平与临床资料指标的相关性分析：*pearson* 相关分析结果显示，肥胖组患者 VFA、HOMA-IR 及血清 IGF2BP3 水平与 BMI、WHR、FINS 水平均呈正相关，血清 miR-320b 水平与 BMI、WHR、FINS 水平均呈负相关（*P* < 0.05）。见表 2。

表 2 肥胖组患者 VFA、HOMA-IR 及血清 miR-320b、IGF2BP3 水平与临床资料指标的 *pearson* 相关分析结果

指标	VFA		HOMA-IR		miR-320b		IGF2BP3	
	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值
年龄	0.102	0.803	0.113	0.760	-0.096	0.933	0.208	0.724
性别	0.033	0.976	0.014	0.988	-0.019	0.968	0.023	0.921
BMI	0.447	<0.001	0.453	<0.001	-0.510	<0.001	0.460	<0.001
糖尿病病程	0.119	0.801	0.163	0.763	-0.096	0.895	0.140	0.846
高血压史	0.122	0.847	0.134	0.810	-0.166	0.649	0.075	0.926
高脂血症史	0.101	0.903	0.103	0.868	-0.122	0.855	0.112	0.878
吸烟史	0.226	0.633	0.118	0.792	-0.144	0.630	0.106	0.825
饮酒史	0.114	0.823	0.213	0.369	-0.171	0.624	0.134	0.695
腰围	0.120	0.801	0.117	0.766	-0.054	0.894	0.142	0.711
WHR	0.557	<0.001	0.476	<0.001	-0.434	<0.001	0.471	<0.001
FINS	0.413	<0.001	0.469	<0.001	-0.533	<0.001	0.496	<0.001
HbA1c	0.141	0.674	0.016	0.886	0.166	0.630	0.034	0.882
FPG	0.128	0.710	0.033	0.823	0.101	0.725	0.052	0.874

3. 肥胖组患者 VFA、HOMA-IR 水平与血清 miR-320b、IGF2BP3 水平的相关性分析：*pearson* 相关分析结果显示，肥胖组患者 VFA、HOMA-IR 水平与血清 miR-320b 水平均呈负相关，与 IGF2BP3 水平均呈正相关（*P* < 0.05）。见表 3。

4. T2DM 合并肥胖患者血清 miR-320b、IGF2BP3 水平的影响因素：多元线性回归分析结果显示，VFA、HOMA-IR、BMI 均是影响 T2DM 合并肥胖患者血清 miR-320b、IGF2BP3 水平的主要因素（*P* < 0.05）。见表 4、表 5。

表 1 3 组患者一般临床资料及实验室检查指标比较（ $\bar{x} \pm s$ ）

组别	例数	年龄 (岁)	男性 [例, (%) ]	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	糖尿病 病程(年)	既往病史 [例, (%) ]		吸烟史 [例, (%) ]	饮酒史 [例, (%) ]	腰围 (cm)
						高血压	高脂血症			
正常组	35	45.94 ± 5.95	20 (57.14)	22.05 ± 1.57	6.34 ± 1.22	26 (74.29)	16 (45.71)	7 (20.00)	6 (17.14)	93.41 ± 8.97
超重组	40	46.30 ± 6.09	23 (57.50)	26.12 ± 1.62 <sup>a</sup>	6.14 ± 1.35	21 (52.50)	18 (45.00)	10 (25.00)	5 (12.50)	98.49 ± 9.08 <sup>a</sup>
肥胖组	75	46.73 ± 6.67	37 (49.33)	29.93 ± 1.88 <sup>ab</sup>	6.29 ± 1.46	43 (57.33)	40 (53.33)	20 (26.67)	17 (22.67)	104.86 ± 9.25 <sup>ab</sup>
<i>F</i> / $\chi^2$ 值		0.196	0.965	251.441	0.228	4.136	0.964	0.574	1.846	20.027
<i>P</i> 值		0.822	0.617	<0.001	0.796	0.126	0.618	0.751	0.397	<0.001
组别	例数	WHR	FINS (mU/L)	HbA1c (%)	FPG (mmol/L)	VFA (cm <sup>2</sup> )	HOMA-IR	miR-320b	IGF2BP3 (ng/ml)	
正常组	35	0.81 ± 0.09	7.50 ± 1.26	9.65 ± 1.29	7.94 ± 0.73	74.85 ± 10.52	2.46 ± 0.41	1.02 ± 0.14	3.58 ± 0.52	
超重组	40	0.87 ± 0.09 <sup>a</sup>	9.04 ± 1.52 <sup>a</sup>	10.03 ± 1.24	8.13 ± 0.90	94.91 ± 11.48 <sup>a</sup>	3.32 ± 0.79 <sup>a</sup>	0.81 ± 0.10 <sup>a</sup>	6.01 ± 0.80 <sup>a</sup>	
肥胖组	75	0.92 ± 0.11 <sup>ab</sup>	13.55 ± 1.78 <sup>ab</sup>	10.14 ± 1.27	8.24 ± 0.98	143.98 ± 17.51 <sup>ab</sup>	5.38 ± 0.92 <sup>ab</sup>	0.64 ± 0.08 <sup>ab</sup>	9.62 ± 1.10 <sup>ab</sup>	
<i>F</i> / $\chi^2$ 值		14.602	207.655	1.804	1.311	315.36	191.097	168.935	566.985	
<i>P</i> 值		<0.001	<0.001	0.168	0.273	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	

注：与正常组比较，<sup>a</sup>*P* < 0.05；与超重组比较，<sup>b</sup>*P* < 0.05

**表 3** 肥胖组患者 VFA、HOMA-IR 水平与血清 miR-320b、IGF2BP3 水平的 pearson 相关分析结果

指标	miR-320b		IGF2BP3	
	r 值	P 值	r 值	P 值
VFA	-0.544	<0.001	0.488	<0.001
HOMA-IR	-0.519	<0.001	0.423	<0.001

**表 4** 影响 T2DM 合并肥胖患者血清 miR-320b 水平的多元线性回归分析结果

因素	B 值	S. E.	t 值	β 值	95% CI	P 值
VFA	-1.336	0.345	2.987	0.263	0.134 ~ 0.517	<0.001
HOMA-IR	-1.036	0.261	3.745	0.355	0.213 ~ 0.592	<0.001
BMI	-0.887	0.310	2.182	0.412	0.224 ~ 0.756	0.004
WHR	-0.294	0.334	0.777	0.745	0.387 ~ 1.434	0.378
FINS	-0.166	0.296	0.315	0.847	0.474 ~ 1.513	0.575

**表 5** 影响 T2DM 合并肥胖患者血清 IGF2BP3 水平的多元线性回归分析

因素	B 值	S. E.	t 值	β 值	95% CI	P 值
VFA	1.047	0.271	4.925	2.849	1.675 ~ 4.846	<0.001
HOMA-IR	1.075	0.335	4.297	2.930	1.520 ~ 5.650	0.001
BMI	0.490	0.241	1.141	1.633	1.018 ~ 2.619	0.042
WHR	0.103	0.101	0.310	0.108	0.909 ~ 1.351	0.310
FINS	0.055	0.119	0.217	1.057	0.837 ~ 1.335	0.641

## 讨 论

内脏脂肪积累过量可引发肥胖和 IR,并进一步增加 T2DM 的患病率,威胁着患者的生命安全,探索影响患者疾病进展的因素势在必行<sup>[10]</sup>。

miR-320b 与糖尿病、代谢综合征、高 BMI、血脂异常均有关<sup>[11]</sup>。已经发现,糖尿病性视网膜病变(DR)的发生与 miR-320b 异常表达相关,且关系到疾病的严重程度,靶向调控 miR-320b 的表达可调节凋亡和炎症反应程度<sup>[12-13]</sup>。此外,miR-320b 可能介导食欲调节代谢物 Lac-Phe 的酶靶向调控器官中的信号传导功能,影响 T2DM 合并肥胖患者的治疗进展<sup>[14-15]</sup>。本研究数据也表明,T2DM 患者肥胖程度越高,血清 miR-320b 水平越低,患者血清 miR-320b 水平与 BMI、WHR、FINS 水平呈负相关,提示 T2DM 患者的肥胖程度与血清 miR-320b 水平呈反比;患者 VFA、HOMA-IR 水平与血清 miR-320b 水平呈负相关,且均为影响 miR-320b 水平的主要因素,说明内脏脂肪积累和 IR 可能协同作用,加速 T2DM 的进展,miR-320b 下调进一步增加炎症反应、促进细胞凋亡,导致患者病情加重。

Wu 等<sup>[16]</sup>提出,T2DM 患者胰岛样本中 IGF2BP2 基因表达上调,在调整 BMI、腰围、舒张压、总胆固醇和甘油三酯后,血清 IGF2BP3 水平与 T2DM 发病率呈 U

型相关。IGF2BP3 的表达水平与糖尿病性黄斑水肿患者的治疗疗效有关<sup>[17]</sup>;高糖诱导视网膜色素上皮细胞损伤后,IGF2BP3 表达、炎症反应以及细胞凋亡增加,抑制 IGF2BP3 的表达可通过调控核因子-κB(NF-κB)信号通路改善细胞损伤<sup>[18]</sup>;IGF2BP3 还可以通过 m6A 基因修饰促进 CAMK1 mRNA 的稳定性,抑制线粒体分裂,增加 CAMK1 的表达,在体外抑制细胞凋亡和体内肾损伤,缓解糖尿病肾病的进展<sup>[19]</sup>;介导 IGF2BP3 信号也为治疗高糖诱导的骨髓间充质干细胞(MSCs)成骨功能障碍和延迟提供了一种新策略<sup>[20]</sup>。本研究发现,随着 T2DM 患者肥胖程度升高,血清 IGF2BP3 水平也升高,提示 IGF2BP3 水平与患者病情进展呈正相关。最近的一项研究指出,MSCs 自然成脂分化过程中 IGF2BP3 表达增加,并通过减少激酶 MYLK 的水平来促进 MSCs 脂肪形成,抑制 IGF2BP3 的表达可以使高脂肪饮食小鼠体重减轻并改善 IR<sup>[21]</sup>。本研究也证实 T2DM 合并肥胖患者 VFA、HOMA-IR 水平与血清 IGF2BP3 水平呈正相关,都是影响患者血清 IGF2BP3 水平的主要因素,提示内脏脂肪积累和 IR 可能都会使 IGF2BP3 水平升高,上调的 IGF2BP3 通过减少激酶 MYLK 的水平来促进 MSCs 脂肪形成,进一步加剧疾病程度。

综上,T2DM 合并肥胖患者血清 miR-320b 水平降低、IGF2BP3 水平升高,二者均与 VFA、IR 相关。然而,T2DM 病程一般较长,动态检测血清 miR-320b、IGF2BP3 水平可能对疾病的治疗和预后更有意义,后续将进一步丰富此部分数据。

## 参 考 文 献

- [1] Michaelidou M, Pappachan JM, Jeeyavudeen MS. Management of diabetes; Current concepts[J]. World J Diabetes, 2023, 14(4): 396-411.
- [2] 陈华玲, 杨进红, 朱瑞, 等. 2 型糖尿病合并肥胖患者内脏脂肪面积胰岛素抵抗与 miR-155 表达的关系[J]. 安徽医学, 2023, 44(1): 62-67.
- [3] Lee SH, Park SY, Choi CS. Insulin Resistance; From Mechanisms to Therapeutic Strategies[J]. Diabetes Metab J, 2022, 46(1): 15-37.
- [4] Kade AK, Chabanets EA, Zanin SA, et al. Sick fat (adiposopathy) as the main contributor to metabolic syndrome[J]. Vopr Pitan, 2022, 91(1): 27-36.
- [5] 邸亚男, 马思思, 陈彩凤, 等. 2 型糖尿病患者血浆 miR-320b 表达变化及其与糖代谢指标的相关性[J]. 山东医药, 2022, 62(21): 84-86.
- [6] 冯珊珊. 胰岛素样生长因子 2 mRNA 结合蛋白 2 基因与 2 型糖尿病相关性的研究进展[J]. 中国生物制品学杂志, 2023, 36(3): 363-367.
- [7] 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.
- [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)(下)[J]. 中国实用内科杂志, 2021, 41(9): 757-784.
- [9] 顾丽萍, 申婷婷, 马宇航, 等. 新诊断 2 型糖尿病患者血清 spexin 水平与内脏脂肪面积及代谢指标的相关性分析[J]. 同济大学学报(医学版), 2020, 41(2): 172-177.
- [10] 虞睿琪, 肖新华. 单基因糖尿病临床识别方法的研究进展[J]. 临床内科杂志, 2024, 41(8): 509-511.
- [11] Solis-Toro D, Mosquera Escudero M, García-Perdomo HA. Association between circulating microRNAs and the metabolic syndrome in adult populations: A systematic review[J]. Diabetes Metab Syndr, 2022, 16(1): 1-10.
- [12] Santovito D, Toto L, De Nardis V, et al. Plasma microRNA signature associated with retinopathy in patients with type 2 diabetes[J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 1-8.



[DOI]10.3969/j.issn.1001-9057.2026.02.015

<http://www.lenkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2026.02.015>

· 论著 ·

# 实时三维超声心动图联合血浆循环游离 DNA 对冠心病广泛前壁急性 ST 段抬高型心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗术后左心重构的评估价值

黄实 陈红兵 刘芳

**[摘要]** **目的** 研究实时三维超声心动图(RT-3DE)联合血浆循环游离 DNA(cfDNA)对冠心病广泛前壁急性 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)患者经皮冠状动脉介入治疗(PCI)术后左心重构的评估价值。**方法** 将 76 例接受 PCI 治疗的广泛前壁 STEMI 患者于 PCI 术前、术后 1 个月均行 RT-3DE 影像学检查及血浆 cfDNA 检测(荧光定量检测法);根据术后 1 个月的心脏磁共振(CMR)结果将其分为左心重构组(18 例)与无左心重构组(58 例),比较两组临床资料。采用多因素 logistic 回归分析评估术后 3 天的 RT-3DE 参数及血浆 cfDNA 对左心重构的影响;采用受试者工作特征曲线(ROC)评价 RT-3DE 参数联合血浆 cfDNA 对患者术后左心重构的预测效能。**结果** 患者术后 1 个月的左心重构(LVRI)指数、二尖瓣舒张早期峰值流速/二尖瓣环室间隔处舒张早期运动峰值流速( $E/e'$ )、射血时间(ET)均低于术前及术后 3 天,左心室射血分数(LVEF)均高于术前及术后 3 天;患者术后 1 个月的三维应变峰值(GLPS-CSmax)、径向应变峰值(GLPS-RSmax)、主动脉瓣口血流速度(AV)、心脏每分排血量(CO)及每搏输出量(SV)均高于术前及术后 3 天;患者术后 1 个月的血浆 cfDNA 均低于术前及术后 3 天( $P < 0.05$ )。左心重构组患者术后 3 天 LVRI 指数、ET 及血浆 cfDNA 均高于无左心重构组,LVEF、GLPS-CSmax、GLPS-RSmax、AV、SV 均低于无左心重构组( $P < 0.05$ );多因素 logistic 回归分析结果显示 LVRI 指数、GLPS-CSmax 及血浆 cfDNA 均是 STEMI 患者 PCI 术后左心重构的独立影响因素( $P < 0.05$ );ROC 曲线分析结果显示,LVRI 指数、GLPS-CSmax、血浆 cfDNA 及三者联合对 STEMI 患者 PCI 术后左心重构的预测效能均较高,曲线下面积(AUC)分别为 0.726、0.709、0.770、0.899,其中三者联合预测效能最高( $P < 0.05$ )。**结论** RT-3DE 联合血浆 cfDNA 用于冠心病 STEMI 患者 PCI 术后有助于预测术后左心重构情况。

**[关键词]** 急性 ST 段抬高型心肌梗死; 实时三维心脏超声心动图; 循环游离 DNA; 经皮冠状动脉介入术; 左心重构

[中图分类号] R540.45

[文献标识码] A

作者单位:430010 武汉,长江航运总医院超声科(黄实、陈红兵);黄冈市中心医院康复科(刘芳)

通讯作者:刘芳,E-mail:89046404@qq.com

- [13] 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(1):1-11.
- [14] Choi WH, Ahn J, Um MY, et al. Circulating microRNA expression profiling in young obese Korean women[J]. Nutr Res Pract, 2020, 14(4):412-422.
- [15] Aas V, Øvstebø R, Brusletto BS, et al. Distinct microRNA and protein profiles of extracellular vesicles secreted from myotubes from morbidly obese donors with type 2 diabetes in response to electrical pulse stimulation[J]. Front Physiol, 2023, 14(1):1-19.
- [16] Wu X, Wang W, Fan S, et al. U-shaped association between serum IGF2BP3 and T2DM: A cross-sectional study in Chinese population[J]. J Diabetes, 2023, 15(4):349-361.
- [17] Hong EH, Yeom H, Yu HS, et al. Genome-wide association study of the response of patients with diabetic macular edema to intravitreal Anti-VEGF injection[J]. Sci Rep, 2022, 12(1):1-9.

- [18] Tian Y, Cheng W, Wang H, et al. Ascorbic acid protects retinal pigment epithelial cells from high glucose by inhibiting the NF- $\kappa$ B signal pathway through MALAT1/IGF2BP3 axis[J]. Diabet Med, 2023, 40(5):1-9.
- [19] Yuan D, Li H, Dai W, et al. IGF2BP3-stabilized CAMK1 regulates the mitochondrial dynamics of renal tubule to alleviate diabetic nephropathy[J]. Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis, 2024, 1870(3):1-12.
- [20] Wu J, Li X, Nie H, et al. Phytic acid promotes high glucose-mediated bone marrow mesenchymal stem cells osteogenesis via modulating circEIF4B that sponges miR-186-5p and complexes with IGF2BP3[J]. Biochem Pharmacol, 2024, 222(1):1-10.
- [21] Huang X, He W, Fan S, et al. IGF2BP3-mediated enhanced stability of MYLK represses MSC adipogenesis and alleviates obesity and insulin resistance in HFD mice[J]. Cell Mol Life Sci, 2024, 81(1):1-7.

(收稿日期:2024-12-12)

(本文编辑:高婷)