

• 论 著 •

血清 miR-140-5p 和 miR-188-3p 水平对妊娠期高血压患者不良妊娠结局的预测价值*

李丹玲¹, 李峥嵘^{2△}, 刘欣雨³

唐山市妇幼保健院: 1. 产科新生儿科; 2. 儿科; 3. 儿内二科, 河北唐山 063000

摘要:目的 探讨血清微小 RNA-140-5p(miR-140-5p)、微小 RNA-188-3p(miR-188-3p)水平对妊娠期高血压(HDCP)患者不良妊娠结局的预测价值。方法 选取 2022 年 8 月至 2024 年 4 月该院收治的 HDCP 患者 120 例作为研究组,同时选取 124 例同期在该院进行常规产检的健康孕妇作为对照组。根据 HDCP 患者不良妊娠结局评估结果,将研究组患者分为良好组(67 例)和不良组(53 例)。采用实时荧光定量 PCR 检测患者血清 miR-140-5p、miR-188-3p 水平;采用多因素 Logistic 回归分析 HDCP 患者不良妊娠结局的影响因素;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 miR-140-5p、miR-188-3p 水平对 HDCP 患者不良妊娠结局的预测价值。结果 与对照组比较,研究组收缩压及舒张压均显著提高($P < 0.05$);与对照组相比,研究组 miR-140-5p 水平明显升高($P < 0.05$),而 miR-188-3p 水平明显下降($P < 0.05$);相较于良好组,不良组收缩压、舒张压、血清 miR-140-5p 水平明显升高($P < 0.05$),而 miR-188-3p 水平则明显降低($P < 0.05$)。血清 miR-140-5p 水平升高是 HDCP 患者发生不良妊娠结局的独立危险因素($P < 0.05$),而血清 miR-182-3p 水平升高是 HDCP 患者发生不良妊娠结局的保护因素($P < 0.05$);血清 miR-140-5p、miR-188-3p 水平联合预测 HDCP 患者不良妊娠结局的曲线下面积为 0.960,联合预测优于单独预测($Z = 3.166, 2.047$,均 $P < 0.05$)。结论 HDCP 患者血清 miR-140-5p 水平显著升高,miR-188-3p 水平显著降低,与患者不良妊娠结局有关,二者联合对 HDCP 患者不良妊娠结局具有较高的预测价值。miR-140-5p、miR-188-3p 可以作为 HDCP 患者不良妊娠结局的预测指标。

关键词:妊娠期高血压; 微小 RNA-140-5p; 微小 RNA-188-53p; 不良妊娠结局

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2026.02.005 **中图法分类号:**R714.1

文章编号:1673-4130(2026)02-0151-05

文献标志码:A

Predictive value of serum miR-140-5p and miR-188-3p levels for the adverse pregnancy outcomes in pregnant women with hypertensive disorders*

LI Danling¹, LI Zhengrong^{2△}, LIU Xinyu³

1. Department of Obstetrics and Neonatology; 2. Department of Pediatrics;

3. Second Department of Pediatrics, Tangshan Maternal and Child

Health Hospital, Tangshan, Hebei 063000, China

Abstract: Objective To investigate the predictive value of serum microRNA-140-5p (miR-140-5p) and microRNA-188-3p (miR-188-3p) levels for adverse pregnancy outcomes in patients with hypertensive disorders of pregnancy (HDCP). **Methods** A total of 120 HDCP patients admitted to the hospital from August 2022 to April 2024 were selected as the study group, and 124 healthy pregnant women who underwent routine prenatal check-ups during the same period were chosen as the control group. Based on the assessment of adverse pregnancy outcomes in HDCP patients, the study group was divided into the good group (67 cases) and the poor group (53 cases). Real-time quantitative PCR was used to measure the levels of miR-140-5p and miR-188-3p in serum of the patients. Multivariate Logistic regression analysis was employed to identify the risk factors for adverse pregnancy outcomes in HDCP patients. The predictive value of serum miR-140-5p and miR-188-3p levels for adverse pregnancy outcomes of HDCP patients was evaluated using receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results** Compared with the control group, systolic and diastolic blood pressure were significantly higher in the study group ($P < 0.05$). Compared with the control group, the level of miR-140-5p was significantly higher in the study group ($P < 0.05$), while the level of miR-188-3p was significantly lower

* 基金项目:河北省医学科学研究课题计划(20241741)。

作者简介:李丹玲,女,主治医师,主要从事儿内科方向的研究。△ 通信作者,E-mail:wyogg8@163.com。

($P < 0.05$). In the poor group, systolic and diastolic blood pressure as well as serum miR-140-5p were significantly higher compared to the good group ($P < 0.05$), while miR-188-3p was significantly lower ($P < 0.05$). Elevated serum miR-140-5p level was an independent risk factor for adverse pregnancy outcomes in HDCP patients ($P < 0.05$), while increased serum miR-182-3p level was a protective factor for adverse pregnancy outcomes in HDCP patients ($P < 0.05$). The area under the curve for the combined prediction of serum miR-140-5p and miR-188-3p was 0.960, and the combined prediction was superior to single prediction ($Z = 3.166, 2.047$, both $P < 0.05$). **Conclusion** The serum miR-140-5p level is significantly increased and miR-188-3p level is significantly decreased in HDCP patients, which is related to the adverse pregnancy outcomes of the patients. The combination of the two provides a high predictive value for the adverse pregnancy outcomes in HDCP patients. miR-140-5p and miR-188-3p can serve as potential predictive biomarkers for adverse pregnancy outcomes in HDCP patients.

Key words: hypertensive disorders of pregnancy; microRNA-140-5p; microRNA-188-53p; adverse pregnancy outcomes

妊娠期高血压(HDCP)是指孕妇在妊娠 20 周后首次出现的高血压,通常定义为在两次单独测量中血压不小于 140/90 mmHg,两次测量间隔至少 4 h^[1]。HDCP 本质上与胰岛素抵抗和葡萄糖耐量相关,2 型糖尿病使 HDCP 的发生风险增加 3~4 倍^[2]。此外,HDCP 导致的死亡主要包括脑出血和脑水肿,及时降低血压对于预防死亡至关重要,HDCP 患者心血管疾病的发生风险是血压正常孕妇的两倍^[3]。因此,早期诊断可能为评估病情和预防不良妊娠结局提供医学依据,以降低孕产妇和胎儿的死亡率^[4]。

微小 RNA(miRNA)是一种短链非编码 RNA,有研究证实其可调控滋养层细胞的生物学行为,miR-140-5p、miR-188-3p 表达量异常均可导致细胞的增殖、迁移、侵袭^[5]。BHARDWAJ 等^[6]研究表明,特发性复发性流产孕妇血清 miR-140-5p 水平升高,与胎儿-母体界面免疫和信号通路失调[核因子(NF)- κ B 通路、血管内皮生长因子信号通路]有关。LONG 等^[7]研究证实,hsa_circ_0001740 可以通过下调 miR-188-3p 来维持滋养层细胞功能,可作为子痫前期(PE)的诊断和治疗潜在的生物标志物。然而,目前关于 miR-140-5p、miR-188-3p 在 HDCP 中的相关研究仍然较少。因此,本研究主要分析 miR-140-5p、miR-188-3p 对 HDCP 患者不良妊娠结局的预测价值,以期改善 HDCP 患者的生活质量提供新思路。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2022 年 8 月至 2024 年 4 月本院收治的 HDCP 患者 120 例作为研究组。同时选取 124 例同期在本院进行常规产检健康的孕妇作为对照组,这些孕妇在体检过程中没有发现明显的疾病或异常情况。本研究已获得纳入者知情同意,所有参与者及家属均签署知情同意书。本研究已获取本院伦理委员会审批(批号:2022-006-01)。

纳入标准:(1)HDCP 患者诊断符合相应的诊断

标准^[8],妊娠 20 周后首次出现高血压,收缩压 ≥ 140 mmHg 和(或)舒张压 ≥ 90 mmHg,尿蛋白检测为阴性;(2)为单胎妊娠,无其他妊娠并发症。排除标准:(1)伴心肺等重要器官功能障碍;(2)免疫性、血源性疾病;(3)精神疾病。

1.2 方法

1.2.1 临床数据采集 采集所有参与者以下临床资料:年龄、孕周、体重、体重指数(BMI)、收缩压、舒张压、甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)等。血压测量:对全部参与者进行血压测量,观察并记录参与者血压异常情况(收缩压 ≥ 140 mmHg,舒张压 ≥ 90 mmHg)及血压值。血脂指标检测:采用临床生化分析仪(Indiko™ Plus,赛默飞世尔科技有限公司)检测 TC、TG、LDL-C、HDL-C 水平。

1.2.2 血清样品采集 分别于患者入组第 2 天及健康孕妇产检当日抽取 5 mL 清晨空腹血,置于无菌试管内,3 000 r/min 离心 10 min,分离血清,-80 °C 冷藏。

1.2.3 血清 miR-140-5p、miR-188-3p 水平检测 采用 Trizol 法提取所选患者血清总 RNA,经超微分光光度计测定其纯度后,采用逆转录试剂盒(上海生工生化科技有限公司,货号:EZB-miRT4-S)对所提取 RNA 进行逆转录,得到 cDNA 序列。采用 SYBR Green 法在实时荧光定量 PCR 仪上检测 miR-140-5p 及 miR-188-3p 水平。反应条件:95 °C 预变性 5 min;95 °C 变性 15 s,60 °C 退火 1 min,58 °C 延伸 34 s,共进行 40 个循环。设置 3 次重复试验并取平均值,反应结束后根据 $2^{-\Delta\Delta Ct}$ 法计算相对表达水平,引物序列见表 1。

1.2.4 患者不良妊娠结局评估 观察并记录 HDCP 患者的妊娠结局情况,不良妊娠结局包括胎盘早剥、胎盘粘连、产后出血、产后感染、早产、剖宫产、新生儿

窒息、新生儿体重轻、巨大儿等；良好妊娠结局指孕妇妊娠满 28 周、胎儿体重超过 1 kg, 顺利分娩^[9]。根据

统计结果, 将 HDCP 患者分为良好组(67 例)和不良组(53 例)。

表 1 引物序列

基因	上游引物(5'-3')	下游引物(5'-3')
miR-140-5p	TGCCGGGTAAACATCCCTCGACTG	GATTGCGTCGTCGTGGCAGTCG
miR-188-3p	CTCCACATGCAGGGTTTG	CTCAACTGGTGTGTCGTGGAGTC
U6	CTCGCTTCGGCAGCACAT	AACGCTTACGAATTTGCGT

1.3 统计学处理 采用 SPSS25.0 进行数据统计分析。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; 计数资料以 *n*(%) 表示, 组间比较采用 χ^2 检验; 采用多因素 Logistic 回归分析 HDCP 患者不良妊娠结局的影响因素; 绘制受试者工作特征(ROC)曲线, 分析血清 miR-140-5p、miR-188-3p 水平对 HDCP 患者不良妊娠结局的预测价值。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 研究组与对照组的一般临床资料比较 两组年龄、采血孕周、体重、BMI、TG、TC、HDL-C、LDL-C 水平比较差异均无统计学意义(*P* > 0.05), 与对照组比较, 研究组收缩压及舒张压均显著升高(*P* < 0.05), 见表 2。

表 2 研究组与对照组一般临床资料比较($\bar{x} \pm s$)

项目	研究组 (<i>n</i> =120)	对照组 (<i>n</i> =124)	<i>t</i>	<i>P</i>
年龄(岁)	30.98±5.59	30.24±4.94	1.097	0.274
采血孕周(周)	37.46±3.76	37.62±3.81	0.330	0.742
体重(kg)	60.99±6.43	61.92±6.26	1.145	0.253
BMI(kg/m ²)	22.73±2.51	22.74±2.56	0.031	0.975
收缩压(mmHg)	148.69±15.13	114.65±12.17	19.395	<0.001
舒张压(mmHg)	98.74±9.92	78.34±8.23	17.506	<0.001
TC(mmol/L)	4.40±0.94	4.41±1.01	0.080	0.936
TG(mmol/L)	1.47±0.19	1.51±0.28	1.302	0.194
LDL-C(mmol/L)	3.04±0.72	3.11±0.88	0.679	0.498
HDL-C(mmol/L)	1.39±0.34	1.42±0.39	0.640	0.523

2.2 研究组、对照组 miR-140-5p 和 miR-188-3p 水平比较 与对照组相比, 研究组 miR-140-5p 水平明显升高(*P* < 0.05), 而 miR-188-3p 水平明显下降(*P* < 0.05), 见表 3。

2.3 HDCP 患者不良妊娠结局的单因素分析 不良组年龄、采血孕周、体重、BMI、TC、TG、HDL-C、LDL-C 水平与良好组相比, 差异无统计学意义(*P* > 0.05); 相较于良好组, 不良组收缩压、舒张压、血清 miR-140-5p 水平明显升高(*P* < 0.05), 而 miR-188-3p 水平则

明显降低(*P* < 0.05)。见表 4。

2.4 HDCP 患者不良妊娠结局影响因素的多因素 Logistic 回归分析 将 HDCP 患者是否发生不良妊娠结局(是 = 1, 否 = 0) 为因变量, 以 miR-140-5p、miR-188-3p 水平为自变量, 通过 Logistic 回归分析发现, 血清 miR-140-5p 水平升高是 HDCP 患者发生不良妊娠结局的独立危险因素(*P* < 0.05), 而血清 miR-182-3p 水平升高是 HDCP 患者发生不良妊娠结局的保护因素(*P* < 0.05)。见表 5。

表 3 研究组、对照组 miR-140-5p 和 miR-188-3p 水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	miR-140-5p	miR-188-3p
研究组	120	2.47±0.26	0.58±0.19
对照组	124	1.02±0.12	1.02±0.11
<i>t</i>		56.224	22.225
<i>P</i>		<0.001	<0.001

表 4 HDCP 患者不良妊娠结局的单因素分析($\bar{x} \pm s$)

项目	不良组 (<i>n</i> =53)	良好组 (<i>n</i> =67)	<i>t</i>	<i>P</i>
年龄(岁)	30.89±5.32	31.06±5.86	0.164	0.870
采血孕周(周)	37.81±3.81	37.18±3.77	0.905	0.367
体重(kg)	61.36±6.47	60.69±6.36	0.569	0.571
BMI(kg/m ²)	23.06±2.67	22.48±2.35	1.264	0.209
收缩压(mmHg)	156.41±16.17	142.57±14.38	4.955	<0.001
舒张压(mmHg)	104.48±11.32	94.19±9.65	5.372	<0.001
TC(mmol/L)	4.39±0.86	4.42±1.01	0.172	0.863
TG(mmol/L)	1.44±0.16	1.49±0.22	1.389	0.167
LDL-C(mmol/L)	2.96±0.55	3.11±0.88	1.084	0.280
HDL-C(mmol/L)	1.42±0.29	1.36±0.39	0.934	0.352
miR-140-5p	2.69±0.28	2.31±0.25	7.841	<0.001
miR-188-3p	0.49±0.12	0.65±0.11	7.601	<0.001

2.5 血清 miR-140-5p、miR-188-3p 水平对 HDCP 患者不良妊娠结局的预测价值 ROC 曲线分析结果显示, 血清 miR-140-5p、miR-188-3p 水平单独及联合预测 HDCP 患者不良妊娠结局的曲线下面积(AUC)分

别为 0.830、0.906、0.960,联合预测的 AUC 大于单独预测($Z=3.166、2.047$,均 $P<0.05$)。见表 6。

表 5 HDCP 患者不良妊娠结局影响因素的多因素 Logistic 回归分析

影响因素	B	SE	Wald χ^2	OR	95%CI	P
miR-140-5p 水平高	1.041	0.296	12.368	2.832	1.585~5.059	<0.001
miR-188-3p 水平高	-0.543	0.163	11.098	0.581	0.422~0.800	<0.001

表 6 血清 miR-140-5p、miR-188-3p 水平对 HDCP 患者不良妊娠结局的诊断价值

指标	AUC	95%CI	截断值	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数
miR-140-5p	0.830	0.750~0.892	2.52	69.81	98.52	0.653
miR-188-3p	0.906	0.839~0.952	0.53	83.02	89.55	0.726
联合	0.960	0.908~0.987	—	90.57	88.06	0.786

注:—表示无数据。

3 讨 论

HDCP 是妊娠期间常见的并发症之一,其主要临床特征包括血压上升、水肿和全身多器官损害,严重情况下,还可能导致孕妇出现意识丧失和抽搐,对母婴健康造成不良影响^[10-11]。截至目前,尚无针对 HD-CP 的特定治疗手段,终止妊娠为唯一可行之策;对 HD-CP 发病机制了解不足是制约 HD-CP 临床诊断与治疗水平提升的主要因素^[12]。因此,寻找能够及时、准确地预测 HD-CP 患者不良妊娠结局的生物学标志物尤为重要^[13]。

miRNA 是一种非编码的短链 RNA,有研究显示,它通过与靶基因 mRNA 的 UTR 区域结合,调控蛋白质的翻译后表达,进而调节细胞的生物学功能^[14-15]。miRNA 在维持胎盘稳定和方面具有重要作用,同时作为终端蛋白表达的调控分子,当机体发生异常时,其变化较蛋白质组学变化更早,并且 miRNA 能进入血液循环,在血液中相对稳定存在^[16-17]。TSENG 等^[18]研究证实,乙醇暴露会增加细胞外囊泡中 miR-140-3p 及其客链相对分子 miR-140-5p 的表达,导致神经祖细胞异常生长和成熟。本研究结果显示,HD-CP 患者血清 miR-140-5p 过表达,与不良妊娠结局有关,其水平升高是 HD-CP 患者发生不良妊娠结局的独立危险因素。根据以往研究结果推测,miR-140-5p 高表达可能通过调控靶标蛋白表达,影响滋养层细胞功能,进而促进 HD-CP 的发生发展^[6]。

有研究报道,miRNA 在滋养细胞增殖、迁移和侵袭中发挥重要作用^[19-20]。ZHOU 等^[21]研究结果显示,子痫患者组织中 miR-188-3p 水平下降, circ_0111277 和 GRHL2 水平上升, circ_0111277 靶向调控 miR-188-3p 和 GRHL2 的表达,从而抑制滋养层细胞功能。本研究结果显示,miR-188-3p 在 HD-CP 患者血清中水平降低,与患者不良妊娠结局有关,其水平升高是 HD-CP 患者发生不良妊娠结局的保护因素。分析其原因可能是,miR-188-3p 通过靶向调控相应蛋白的表达,抑制滋养层细胞的增殖、侵袭、迁移及

上皮-间充质转化,其表达下调可能与 HD-CP 的发展有关^[22]。

ROC 曲线分析结果显示,血清 miR-140-5p 和 miR-188-3p 联合预测^[22] HD-CP 患者不良妊娠结局的 AUC 大于单独预测,表明二者联合对 HD-CP 患者不良妊娠结局具有更高的预测价值。以 miR-140-5p、miR-188-3p 的截断值预测 HD-CP 患者不良妊娠结局的预测效能更高,对后续患者临床治疗具有重要意义。

综上,HD-CP 患者血清 miR-140-5p 水平显著升高,miR-188-3p 水平显著降低,与不良妊娠结局有关,二者联合对 HD-CP 患者不良妊娠结局具有较高的预测价值。然而本研究仍存在一定不足,如选择的样本量较少、缺乏对血清指标的外部验证及多时间点的动态监测等,无法全面评估 miR-140-5p 和 miR-188-3p 在 HD-CP 中的变化趋势。未来需要进行多中心、大样本的随机对照试验,结合多时间点的动态监测,进一步验证研究结果的准确性。

参考文献

- [1] KHEDAGI A M, BELLO N A. Hypertensive disorders of pregnancy[J]. *Cardiol Clin*, 2021, 39(1):77-90.
- [2] PHOSWA W N, KHALIQ O P. The role of oxidative stress in hypertensive disorders of pregnancy (pre-eclampsia, gestational hypertension) and metabolic disorder of pregnancy (gestational diabetes mellitus)[J]. *Oxid Med Cell Longev*, 2021, 2021:5581570.
- [3] BENSCHOP L, DUVEKOT J J, ROETERS VAN LENNEP J E. Future risk of cardiovascular disease risk factors and events in women after a hypertensive disorder of pregnancy[J]. *Heart*, 2019, 105(16):1273-1278.
- [4] 陈星, 陈汉萍. 妊娠期高血压患者血清 SPARC、CTRP-3 水平及对妊娠结局的预测价值[J]. *检验医学与临床*, 2024, 21(3):383-387.
- [5] DONG K, ZHANG X, MA L, et al. Downregulations of circulating miR-31 and miR-21 are associated with pre-eclampsia[J]. *Pregnancy Hypertens*, 2019, 17:59-63.

- [6] BHARDWAJ C, ROHILLA M, CHOPRA S, et al. EV-microRNA signatures in pregnant women with idiopathic recurrent pregnancy loss: deciphering microRNAome pathway networks at fetomaternal interface[J]. *Front Immunol*, 2025, 16:1578738.
- [7] LONG M, WANG S. Hsa_circ_0001740 mediates trophoblast cell function via regulating miR-188-3p/ARRDC3[J]. *Mol Reprod Dev*, 2023, 90(6):406-416.
- [8] 中华医学会妇产科学分会妊娠期高血压疾病学组. 妊娠期高血压疾病诊治指南(2020)[J]. *中华妇产科杂志*, 2020, 55(4):227-238.
- [9] 杨慧霞, 狄文, 朱兰. 妇产科学[M]. 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2021:812.
- [10] GAROVIC V D, DECHEND R, EASTERLING T, et al. Hypertension in pregnancy: diagnosis, blood pressure goals, and pharmacotherapy: a scientific statement from the American heart association[J]. *Hypertension*, 2022, 79(2):e21-e41.
- [11] HE X, DING D N. Expression and clinical significance of miR-204 in patients with hypertensive disorder complicating pregnancy[J]. *BMC Pregnancy Childbirth*, 2022, 22(1):182.
- [12] HAMMER P, FLACHS E, SPECHT I, et al. Night work and hypertensive disorders of pregnancy: a national register-based cohort study [J]. *Scand J Work Environ Health*, 2018, 44(4):403-413.
- [13] JIN Y, JIA T, WU X, et al. The predictive value of microRNA in early hypertensive disorder complicating pregnancy (HDCP)[J]. *Am J Transl Res*, 2021, 13(6):7288-7293.
- [14] 危贵君, 刘春燕, 陆会飞, 等. 肝癌患者血清微小 RNA-92 的表达及与不良预后的关系[J]. *中国医师进修杂志*, 2021, 44(5):457-461.
- [15] KOOSHKAKI O, REZAEI Z, RAHMATI M, et al. MiR-144: a new possible therapeutic target and diagnostic/prognostic tool in cancers[J]. *Int J Mol Sci*, 2020, 21(7):2578.
- [16] LIU N, GUO Y N, GONG L K, et al. Advances in biomarker development and potential application for preeclampsia based on pathogenesis[J]. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol X*, 2021, 9:100119.
- [17] 刘荃, 韦芳琴. 重度子痫前期患者外周血 miR-221、miR-651-3p 及杀伤细胞抑制性受体的表达意义[J]. *医学研究与战创伤救治*, 2023, 36(3):274-279.
- [18] TSENG A M, CHUNG D D, PINSON M R, et al. Ethanol exposure increases miR-140 in extracellular vesicles: implications for fetal neural stem cell proliferation and maturation[J]. *Alcohol Clin Exp Res*, 2019, 43(7):1414-1426.
- [19] DING J, ZHANG Y, CAI X, et al. Extracellular vesicles derived from M1 macrophages deliver miR-146a-5p and miR-146b-5p to suppress trophoblast migration and invasion by targeting TRAF6 in recurrent spontaneous abortion[J]. *Theranostics*, 2021, 11(12):5813-5830.
- [20] CHEN C, GAO J, CHEN D, et al. miR-4443/MMP2 suppresses the migration and invasion of trophoblasts through the HB-EGF/EGFR pathway in preeclampsia [J]. *Cell Cycle*, 2022, 21(23):2517-2532.
- [21] ZHOU M, YU X, LI C, et al. Circ_0111277 suppresses trophoblast cell proliferation, angiogenesis, migration, invasion and EMT via regulating miR-188-3p/GRHL2 axis [J]. *Am J Reprod Immunol*, 2023, 89(3):e13657.
- [22] GAO X, QU H, ZHANG Y. Circ_0001326 suppresses trophoblast cell proliferation, invasion, migration and epithelial-mesenchymal transition progression in preeclampsia by miR-188-3p/HtrA serine peptidase 1 axis [J]. *J Hypertens*, 2023, 41(4):587-596.

(收稿日期:2025-07-11 修回日期:2025-09-26)

(上接第 150 页)

- [10] KONG L, LI W, CHANG E, et al. mtDNA-STING axis mediates microglial polarization via IRF3/NF- κ B signaling after ischemic stroke[J]. *Front Immunol*, 2022, 13(1):860977-860993.
- [11] SUN Y Y, ZHU H J, ZHAO R Y, et al. Remote ischemic conditioning attenuates oxidative stress and inflammation via the Nrf2/HO-1 pathway in MCAO mice[J]. *Redox Biol*, 2023, 66(1):102852-102863.
- [12] TIAN Y, NIU H T, LI M H, et al. Effect of VEGF on neurological impairment and prognosis of acute cerebral infarction patients: a retrospective case-control study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2023, 102(6):e29835-e29840.
- [13] KO C Y, LIN Y Y, ACHUDHAN D, et al. Omentin-1 ameliorates the progress of osteoarthritis by promoting IL-4-dependent anti-inflammatory responses and M2 macrophage polarization[J]. *Int J Biol Sci*, 2023, 19(16):5275-5289.
- [14] YANG J, GAO Y. Clinical relevance of serum omentin-1 levels as a biomarker of prognosis in patients with acute cerebral infarction[J]. *Brain Behav*, 2020, 10(7):e01678-e01686.
- [15] XU J, HUANG S. Omentin-1 may be one treatment factor for intravenous thrombolysis of acute cerebral infarction through the inhibition of NLRP3 ubiquitination by AMPK function: preliminary findings [J]. *Neurol India*, 2024, 72(2):309-318.
- [16] 毛少斌, 梁斌. CTRP9 在心肌梗死后心肌重构中的作用研究进展[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2022, 30(2):167-170.
- [17] 黑丹丹, 吴冠瑾, 冯静静, 等. 针刺联合中药治疗缺血性卒中后认知障碍的疗效观察[J]. *上海针灸杂志*, 2023, 42(12):1240-1246.
- [18] 张东, 李玲, 张然, 等. 血清 Neu5Ac、S100A1 水平与急性心源性脑梗死患者病情、预后的关系[J]. *分子诊断与治疗杂志*, 2024, 16(6):1066-1069.

(收稿日期:2025-07-19 修回日期:2025-10-10)