

·临床研究 Clinical research·

微小核糖核酸-590 与急性冠状动脉综合征介入术后 1 年内
支架内再狭窄的关系

谢孟君, 王春芝, 张关禹

【摘要】 目的 探讨微小核糖核酸-590(miR-590)与急性冠状动脉综合征(ACS)患者经皮冠状动脉介入治疗(PCI)术后 1 年内支架内再狭窄(ISR)的关系。**方法** 选取 2018 年 2 月至 2020 年 1 月在重庆市人民医院接受 PCI 治疗的 452 例 ACS 患者作为研究对象。根据术后 1 年内是否发生 ISR,分为 ISR 组($n=51$)和非 ISR 组($n=401$)。实时荧光定量聚合酶链反应(PCR)检测 miR-590 水平,分析其与 ISR 的关系。**结果** ISR 组 miR-590 相对表达量低于非 ISR 组,差异有统计学意义($P<0.05$)。多因素 logistic 回归分析结果显示舒张压(DBP)、空腹血糖(FBG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)和血管病变长度是 PCI 术后 1 年内 ISR 的独立危险因素($P<0.05$),miR-590 是 PCI 术后 1 年内 ISR 的独立保护因素($P<0.05$)。模型 Y(由 DBP、FBG、LDL-C、血管病变长度和 miR-590 构成)预测 ACS 患者 PCI 术后 1 年内 ISR 的 ROC 曲线下面积高于模型 X(由 DBP、FBG、LDL-C 和血管病变长度构成),差异有统计学意义($P<0.05$)。风险阈值为 0~0.45 或 0.80~1.00 时,模型 Y 预测 ACS 患者 PCI 术后 1 年内 ISR 的净收益高于模型 X;风险阈值为 0.45~0.80 时,模型 X 预测 ACS 患者 PCI 术后 1 年内 ISR 的净收益高于模型 Y。**结论** miR-590 相对低表达量与 ACS 患者 PCI 术后 1 年内 ISR 有关。模型 X、Y 对 PCI 术后 1 年内 ISR 均有一定的预测价值。

【关键词】 急性冠状动脉综合征;经皮冠状动脉介入术;微小核糖核酸-590;支架内再狭窄

中图分类号:R543.3 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2022)-01-0069-05

Relationship between microRNA-590 and in-stent restenosis occurring within one year after PCI in patients with acute coronary syndrome XIE Mengjun, WANG Chunzhi, ZHANG Guanyu. Department of ECG diagnosis, Chongqing Municipal People's Hospital, Chongqing 400013, China

Corresponding author: XIE Mengjun, E-mail: h6l0n6@163.com

【Abstract】 Objective To explore the relationship between microRNA-590(miR-590) and in-stent restenosis(ISR) occurring within one year after percutaneous coronary intervention(PCI) in patients with acute coronary syndrome(ACS). **Methods** A total of 452 patients with ACS, who received PCI at Chongqing Municipal People's Hospital of China between February 2018 and January 2020, were selected as the subjects of this prospective study. According to whether ISR occurred within one year after PCI or not, the patients were divided into ISR group($n=51$) and non-ISR group($n=401$). Real-time fluorescence quantitative PCR was used to detect the level of miR-590, and its relationship to ISR occurring within one year after PCI in ACS patients was analyzed. **Results** The relative expression level of miR-590 in ISR group was lower than that in non-ISR group, and the difference was statistically significant($P<0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that diastolic blood pressure(DBP), fasting blood glucose(FBG), low density lipoprotein cholesterol(LDL-C) and vascular lesion length were the independent risk factors for ISR within one year after PCI($P<0.05$), and miR-590 was an independent protective factor for ISR occurring within one year after PCI($P<0.05$). The area under ROC curve of model Y(composed of DBP, FBG, LDL-C, vascular lesion length and miR-590) for predicting ISR occurring within one year after PCI in ACS patients was larger than that of model X (composed of DBP, FBG, LDL-C and vascular lesion length), and the difference between the two models was statistically

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2022.01.014

作者单位: 400013 重庆市人民医院心电诊断科(谢孟君);重庆康华众联心血管病医院心电图室(王春芝);重庆海吉亚肿瘤医院重症监护室(张关禹)

通信作者: 谢孟君 E-mail: h6l0n6@163.com

significant($P<0.05$). In predicting ISR occurring within one year after PCI in ACS patients, when the risk threshold of 0-0.45 or 0.80-1 was used, the net benefit of model Y was higher than that of model X.

Conclusion A low relative expression level of miR-590 is closely related to ISR occurring within one year after PCI in ACS patients. Both model X and model Y have certain value in predicting ISR occurring within one year after PCI. (J Intervent Radiol, 2022, 31: 69-73)

【Key words】 acute coronary syndrome; percutaneous coronary intervention; microRNA-590; in-stent restenosis

经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)是急性冠状动脉综合征(acute coronary syndrome, ACS)有效治疗方法之一,已广泛应用于临床^[1]。然而 ACS 患者 PCI 术后支架内再狭窄(in-stent restenosis, ISR)发生率居高不下,约为 10%,严重影响预后^[2]。及早了解 ACS 患者 PCI 术后 ISR 情况可有效改善预后。目前临床以冠状动脉造影检查作为诊断 ISR 金标准,但患者确诊时已错失最佳治疗时间,因此探究预示 ISR 的生物标志物意义重大。微小核糖核酸-590(miR-590)是一种不具备编码蛋白质功能的单链 RNA,可下调 Toll 样受体(Toll-like receptor, TLR)-4/核因子(nuclear factor, NF)- κ B 信号转导通路表达,抑制氧化型低密度脂蛋白诱导的人主动脉内皮细胞凋亡^[3]。miR-590 过表达可抑制脂蛋白脂肪酶表达,预防 ApoE 基因敲除小鼠动脉粥样硬化^[4]。miR-590 可通过调节血管内皮细胞和巨噬细胞中脂质代谢及炎症反应等抑制动脉粥样硬化^[5-10]。血管内皮细胞功能异常、炎症反应及脂代谢异常等均与 ISR 密切相关^[11]。为此推测 miR-590 与 ACS 患者 PCI 术后 ISR 有关,或可成为预示 ISR 的生物标志物。本研究探讨 miR-590 与 ACS 患者 PCI 术后 1 年内 ISR 的关系,以期改善患者预后提供帮助。

1 材料与方法

1.1 一般资料

选取 2018 年 2 月至 2020 年 1 月在重庆市人民医院因 PCI 术后 1 年内出现疑似心绞痛症状并接受冠状动脉造影检查的 ACS 患者作为研究对象。参照《急性冠脉综合征急诊快速诊疗指南》^[12]诊断 ACS。纳入标准:①冠状动脉造影明确为 ACS 并接受 PCI 术治疗;②年龄在 18~80 岁;③签署手术知情同意书。排除标准:①非首次 PCI 术治疗;②伴有扩张性心肌病、心瓣膜病、下肢动脉硬化闭塞症、高同型半胱氨酸血症及恶性肿瘤等;③PCI 术后未遵医嘱服用抗血小板聚集、调节糖脂代谢及血

压的药物,或经上述药物治疗控制不佳;④临床资料不完整。

共入组 452 例 ACS 患者。其中男 342 例,女 110 例;年龄 45~70(61.56 ± 5.59)岁;体质指数(BMI)为(25.70 ± 2.91) kg/m²;有吸烟史 177 例,糖尿病史 166 例,高血压史 272 例[收缩压(SBP)/舒张压(DBP)分别为(137.31 ± 16.92) mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)、(81.36 ± 11.57) mmHg];ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)327 例,非 ST 段抬高型心肌梗死(NSTEMI)107 例,不稳定心绞痛(UA)18 例;空腹血糖(FBG)为(6.54 ± 1.37) mmol/L,总胆固醇(TC)为(5.23 ± 0.99) mmol/L,三酰甘油(TG)为(2.15 ± 0.61) mmol/L,低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)为(2.22 ± 0.60) mmol/L,高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)为(1.03 ± 0.19) mmol/L;血管病变位于左主干 27 例,左前降支 290 例,左回旋支 54 例,右冠状动脉 81 例;血管病变长度为(28.09 ± 6.76) mm;血管病变 1 支 274 例,2 支 153 例,3 支 25 例;支架直径为(3.05 ± 0.40) mm。本研究符合《赫尔辛基宣言》,已获重庆市人民医院医学伦理委员会批准。

1.2 ISR 评判标准

所有 PCI 术后 1 年内出现疑似心绞痛症状的 ACS 患者均接受冠状动脉造影检查,观察左主干、左前降支、左回旋支和右冠状动脉是否存在 ISR。采用定量冠状动脉造影(QCA)分析软件(荷兰 Pie 医疗影像公司)分析冠状动脉造影图像。ISR 定义为支架置入两端 5 mm 内管腔内径狭窄 $\geq 50\%$ 。

1.3 miR-590 相对表达检测

实时荧光定量聚合酶链反应(PCR)^[13]检测 miR-590 相对表达。抽取患者 PCI 术前外周静脉血 10 mL,离心后取上清液,置于-80℃冰箱中保存待验。TRIzol 试剂(日本 TaKaRa 公司)提取血浆中总 RNA,反转录试剂盒(日本 TaKaRa 公司)将 RNA 转录成 cDNA,PCR 仪(山东博科科学仪器公司)扩增 cDNA,扩增条件为 92℃ 5 min、92℃ 15 s、63℃ 30 s、72℃ 30 s,35 个循环。引物由上海吉玛制药技术公司设计,miR-590 序列 F:5'-ACACTCCAGCTGGG

TATGGCTTTTATTCCT-3', R:5'-GGTGTCTGCGA
GTCGGCAA-3'; 内参 U6 序列 F:5'-CTCGCTTCGG
CAGCACA-3', R:5'-AACGCTTACGAATTTGCGT-3'。
选择 20 例与 ACS 患者年龄、性别匹配的健康体检者
miR-590 平均值,作为校正对照。 2^{-DDC} 计算 miR-590
相对表达量。

1.4 统计学方法

采用 R 3.6.3 软件进行统计学分析。符合正态分
布的计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示,两组间比较用独立样本
 t 检验;计数资料以例数表示,两组间比较用 χ^2 检
验。logistic 回归分析 ACS 患者 PCI 术后 1 年内 ISR
风险因素,并构建列线图回归模型,受试者工作特
征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)
评价模型诊断效能,校正曲线评价模型校准度,决
策曲线分析(DCA)评价模型实用性。 $P<0.05$ 为差
异有统计学意义。

2 结果

452 例患者中 51 例(11.3%)PCI 术后 1 年内发
生 ISR(ISR 组),401 例(88.7%)未发生 ISR(非 ISR
组)。两组年龄、性别、BMI、吸烟史、高血压史、SBP、
TC、TG、HDL-C、ACS 类型、血管病变位置和支架直
径差异无统计学意义(均 $P>0.05$);ISR 组糖尿病史、
DBP、FBG、LDL-C、3 支血管病变和血管病变长度均
高于非 ISR 组,差异有统计学意义(均 $P<0.05$),见
表 1。

ISR 组 miR-590 相对表达量为(0.70 ± 0.07)%,
低于非 ISR 组(0.82 ± 0.10)%,差异有统计学意义($t=$
 $10.915, P<0.01$)。按 1:1 倾向性评分匹配(最邻近原
则),两组年龄、性别、BMI、吸烟史、糖尿病史、高血压
史、SBP、DBP、FBG、TC、TG、LDL-C、HDL-C、ACS 类
型、血管病变位置、血管病变支数、血管病变长度和
支架直径差异无统计学意义(均 $P>0.05$),ISR 组
miR-590 相对表达量低于非 ISR 组,差异有统计学
意义($P<0.05$),见表 2。

将 PCI 术后 1 年内是否发生 ISR 作为因变量,
DBP、FBG、LDL-C、血管病变长度、血管病变支数和
miR-590 作为自变量,纳入多因素 logistic 回归分
析,结果显示 DBP、FBG、LDL-C 和血管病变长度
是 PCI 术后 1 年内 ISR 的独立危险因素($P<0.05$),
miR-590 是独立保护因素($P<0.05$),见表 3。

DBP、FBG、LDL-C 和血管病变长度预测 PCI 术
后 1 年内 ISR 列线图回归模型(模型 X)、DBP、FBG、
LDL-C、血管病变长度和 miR-590 预测 PCI 术后

表 1 两组患者临床特征比较

参数	ISR 组 (n=51)	非 ISR 组 (n=401)	t/χ^2 值	P 值
年龄/岁	61.2 \pm 5.1	61.6 \pm 5.6	0.437	0.663
性别(男/女)/n	35/16	307/94	1.546	0.214
BMI/(kg/m ²)	25.91 \pm 2.95	25.67 \pm 2.91	0.564	0.573
吸烟史/n	21	156	0.098	0.754
糖尿病史/n	26	140	5.027	0.025
高血压史/n	35	237	1.713	0.191
SBP/mmHg	139.45 \pm 18.75	137.04 \pm 16.67	0.959	0.338
DBP/mmHg	86.00 \pm 9.15	80.77 \pm 11.72	3.069	0.002
FBG/(mmol/L)	7.22 \pm 1.27	6.46 \pm 1.36	3.776	<0.001
TC/(mmol/L)	5.16 \pm 0.76	5.24 \pm 1.01	0.681	0.498
TG/(mmol/L)	2.15 \pm 0.38	2.15 \pm 0.64	0.132	0.895
LDL-C/(mmol/L)	2.53 \pm 0.68	2.18 \pm 0.58	3.991	<0.001
HDL-C/(mmol/L)	1.06 \pm 0.19	1.03 \pm 0.19	1.082	0.280
ACS 类型(STEMI/ NSTEMI/UA)/n	36/11/4	291/96/14	2.284	0.319
血管病变位置(左主干/左 前降支/左回旋支/右冠 状动脉)/n	6/27/7/11	21/263/47/70	4.934	0.177
血管病变支数(1/2/3)/n	21/17/13	253/136/12	44.994	<0.001
血管病变长度/mm	35.42 \pm 6.97	27.16 \pm 6.15	8.892	<0.001
支架直径/mm	3.11 \pm 0.46	3.04 \pm 0.39	1.046	0.300

表 2 倾向性评分匹配后两组患者临床特征比较

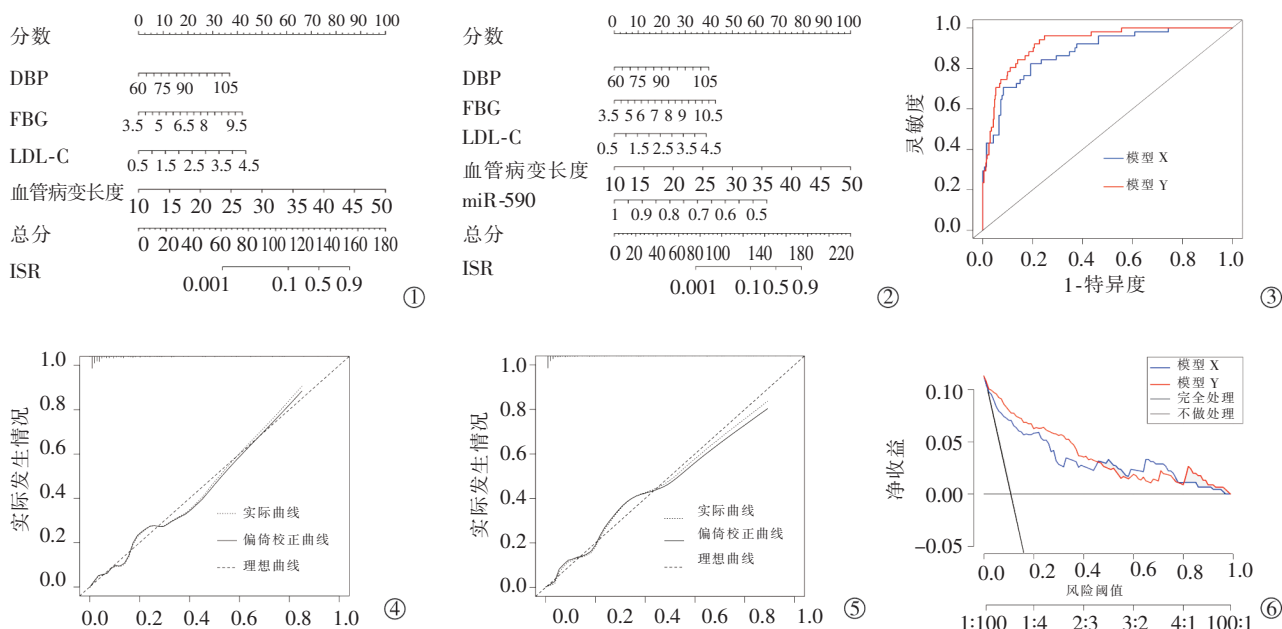
参数	ISR 组 (n=51)	非 ISR 组 (n=401)	t/χ^2 值	P 值
年龄/岁	61.7 \pm 5.9	60.7 \pm 6.0	0.490	0.628
性别(男/女)/n	14/1	13/2	0.370	0.543
BMI/(kg/m ²)	26.44 \pm 3.49	26.17 \pm 1.73	0.265	0.794
吸烟史/n	7	7	0	1.000
糖尿病史/n	6	6	0	1.000
高血压史/n	11	12	0.186	0.666
SBP/mmHg	138.40 \pm 21.86	138.67 \pm 13.76	0.040	0.968
DBP/mmHg	82.80 \pm 10.76	85.80 \pm 15.92	0.605	0.551
FBG/(mmol/L)	6.84 \pm 1.18	6.71 \pm 1.40	0.266	0.792
TC/(mmol/L)	5.05 \pm 0.58	5.23 \pm 0.69	0.773	0.446
TG/(mmol/L)	2.22 \pm 0.39	2.52 \pm 0.74	1.401	0.176
LDL-C/(mmol/L)	2.29 \pm 0.60	2.46 \pm 0.70	0.704	0.487
HDL-C/(mmol/L)	1.04 \pm 0.18	1.00 \pm 0.19	0.568	0.575
ACS 类型(STEMI/ NSTEMI/UA)/n	11/3/1	13/2/0	1.367	0.505
血管病变位置(左主干/左 前降支/左回旋支/右冠 状动脉)/n	0/8/3/4	2/6/1/6	3.686	0.297
血管病变支数(1/2/3)/n	9/5/1	4/11/0	5.173	0.075
血管病变长度/mm	31.80 \pm 7.19	29.79 \pm 6.47	0.806	0.427
支架直径/mm	3.02 \pm 0.48	3.19 \pm 0.47	0.967	0.342
miR-590/%	0.72 \pm 0.08	0.81 \pm 0.11	2.483	0.019

表 3 ACS 患者 PCI 术后 1 年内 ISR 多因素
logistic 回归分析结果

变量参数	系数值	标准误	卡方值	P 值	OR 值	95%CI
DBP	0.062	0.020	9.428	0.002	1.064	1.023~1.108
FBG	0.460	0.159	8.426	0.004	1.585	1.161~2.162
LDL-C	0.691	0.321	4.622	0.032	1.996	1.063~3.748
血管病变长度	0.238	0.042	32.713	<0.001	1.268	1.169~1.376
血管病变支数	0.590	0.310	3.622	0.057	1.805	0.983~3.315
miR-590	-2.636	0.479	30.275	<0.001	0.072	0.028~0.183

1 年内 ISR 列线图回归模型(模型 Y)构建(图 1①②)分析显示, 模型 X 和模型 Y 预判 ACS 患者 PCI 术后 1 年内 ISR 的 ROC 曲线下面积、最佳截断点、灵敏度、特异度分别为 0.883(95%CI=0.834~0.932)、0.12%、82.35%、80.80% 和 0.928(95%CI=0.895~0.961)、0.08%、92.16%、79.30%, 模型 Y 预判的曲线下面积

显著高于模型 X($Z=2.940, P=0.003$)(图 1③);模型 X 和模型 Y 的校准曲线均围绕理想曲线(图 1④⑤);风险阈值在 0~0.45 或 0.80~1.00 时模型 Y 预测 ACS 患者 PCI 术后 1 年内 ISR 的净收益高于模型 X, 在 0.45~0.80 时模型 X 预测 ACS 患者 PCI 术后 1 年内 ISR 的净收益高于模型 Y(图 1⑥)。



①列线图回归模型 X;②列线图回归模型 Y;③模型 X、Y 预测 PCI 术后 1 年内 ISR 的 ROC 曲线;④模型 X 预测 ISR 校准曲线;⑤模型 Y 预测 ISR 校准曲线;⑥模型 X、Y 预测 ISR 的 DCA 曲线

图 1 模型 X、Y 预测 PCI 术后 1 年内 ISR 价值比较

3 讨论

近年随着药物洗脱支架的应用,ISR 发生率已大幅降低,但仍高达 10%,严重威胁患者生命安全^[14-16]。冠状动脉造影检查是判断 ISR 的金标准,但该检查有创,可能诱发对比剂肾病,且血管造影确诊时患者已错失最佳干预时机。因此,探究评价 ACS 患者 PCI 术后 1 年内 ISR 的生物标志物有着重要意义。本研究主要分析 miR-590 与 ACS 患者 PCI 术后 1 年内 ISR 的关系,结果显示 ISR 组 miR-590 相对表达量低于非 ISR 组,提示 miR-590 与 ACS 患者 PCI 术后 1 年内 ISR 有关,或可成为预测 PCI 术后 1 年内 ISR 的生物标志物。

本研究采用多因素 logistic 回归分析 ACS 患者 PCI 术后 1 年内 ISR 危险因素,结果显示 miR-590 是 PCI 术后 1 年内 ISR 的独立保护因素。推测其原因可能有:①miR-590 可下调 TLR-4/NF- κ B 信号转导通路表达,抑制血管内皮细胞凋亡,促进其增殖^[3];②miR-590 可抑制脂蛋白脂肪酶表达,干扰动脉粥样硬化过程^[4];③miR-590 可调节血管内皮细胞和

巨噬细胞中脂质代谢及炎症反应,通过降低脂质沉积和炎症因子水平抑制动脉粥样硬化^[5-10]。miR-590 与血管内皮细胞损伤、冠状动脉粥样硬化及炎症反应等关系甚密,这些因素均可诱发 ISR^[17],因此 ACS 患者外周 miR-590 相对表达量可反映 PCI 术后 1 年内 ISR。本研究结果还显示,DBP、FBG、LDL-C 和血管病变长度是 PCI 术后 1 年内 ISR 的独立危险因素,与文献报道结果一致^[18-20]。

本研究构建预测 ACS 患者 PCI 术后 1 年内 ISR 的列线图回归模型 X 和 Y,并通过 ROC 曲线、校准曲线和 DCA 曲线评价模型应用价值,结果显示模型 Y 预判 ACS 患者 PCI 术后 1 年内 ISR 的 ROC 曲线下面积(0.928)高于模型 X(0.883),两者均对 ACS 患者 PCI 术后 1 年内 ISR 有较高的区分度,但模型 Y 价值更高;模型 X 和模型 Y 校准曲线均未偏离理想曲线,两者精准度均较高;模型 Y、模型 X 分别在风险阈值 0~0.45 或 0.80~1.0、0.45~0.80 时临床预判价值较高。本研究认为模型 X、Y 对于 PCI 术后 1 年内 ISR 均有一定预测价值,需根据实

际情况选择最佳模型用于临床评价。

本研究有一定局限性,仅分析 PCI 术前 miR-590 相对表达量与术后 1 年内 ISR 关系,尚不能确定其预判 ISR 最佳时点指标;未分析 miR-590 下游靶标及与其他疾病支架植入术后 ISR 的关系。下一步将针对不足进一步完善研究。

综上所述,miR-590 相对低表达与 ACS 患者 PCI 术后 1 年内 ISR 有关。模型 X、Y 对 PCI 术后 1 年内 ISR 均具有较高的区分度、精准度和临床应用价值,需根据实际情况选择最佳模型用于预测 PCI 术后 1 年内 ISR。

[参考文献]

- [1] 谢明团,张兴,刘茜,等.血栓抽吸在急性 ST 段抬高型心肌梗死患者不同发病时段中应用的临床疗效[J].介入放射学杂志, 2020, 29:444-448.
- [2] Hui H, Dai DP, Wang WC, et al. Impact of serum levels of lipoprotein lipase, hepatic lipase, and endothelial lipase on the progression of coronary artery disease[J]. J Intervent Med, 2019, 2: 16-20.
- [3] Yang L, Gao C. MiR-590 inhibits endothelial cell apoptosis by inactivating the TLR4/NF- κ B pathway in atherosclerosis[J]. Yonsei Med J, 2019, 60: 298-307.
- [4] He PP, Ouyang XP, Li Y, et al. MicroRNA -590 inhibits lipoprotein lipase expression and prevents atherosclerosis in apoE knockout mice[J]. PLoS One, 2015, 10: e0138788.
- [5] Luo P, Zhang WF, Qian ZX, et al. MiR-590-5p-mediated LOX-1 upregulation promotes Angiotensin II -induced endothelial cell apoptosis[J]. Biochem Biophys Res Commun, 2016, 471: 402-408.
- [6] Zhou Q, Run Q, Li CY, et al. LncRNA MALAT1 promotes STAT3-mediated endothelial inflammation by counteracting the function of miR-590[J]. Cytogenet Genome Res, 2020, 160: 565-578.
- [7] He PP, Shen QQ, Wen M, et al. Nobiletin reduces LPL-mediated lipid accumulation and pro-inflammatory cytokine secretion through upregulation of miR-590 expression[J]. Biochem Biophys Res Commun, 2019, 508: 97-101.
- [8] Xiong YS, Liu FF, Liu D, et al. Opposite effects of two estrogen receptors on tau phosphorylation through disparate effects on the miR-218/PTPA pathway[J]. Aging Cell, 2015, 14: 867-877.
- [9] He PP, Ouyang XP, Tang YY, et al. MicroRNA-590 attenuates lipid accumulation and pro-inflammatory cytokine secretion by targeting lipoprotein lipase gene in human THP-1 macrophages [J]. Biochimie, 2014, 106: 81-90.
- [10] Xu L, Zhao G, Zhu H, et al. Peroxisome proliferator-activated receptor γ antagonizes LOX-1-mediated endothelial injury by transcriptional activation of miR-590-5p[J]. PPAR Res, 2019, 2019: 2715176.
- [11] 盛耀,侯静波.冠脉支架内再狭窄治疗策略研究的进展[J].心血管康复医学杂志, 2021, 30:234-237.
- [12] 中国医师协会急诊医师分会,中华医学会心血管病学分会,中华医学会检验医学分会.急性冠脉综合征急诊快速诊疗指南[J].中华急诊医学杂志, 2016, 25:397-404.
- [13] Wu Y, Gu Y, Shi B. miR-590-3p alleviates diabetic peripheral neuropathic pain by targeting RAP1A and suppressing infiltration by the T cells[J]. Acta Biochim Pol, 2020, 67: 587-593.
- [14] Song T, Fu Y, Wang Y, et al. FGF-23 correlates with endocrine and metabolism dysregulation, worse cardiac and renal function, inflammation level, stenosis degree, and independently predicts in-stent restenosis risk in coronary heart disease patients underwent drug-eluting-stent PCI[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2021, 21: 24.
- [15] Wang P, Qiao H, Wang R, et al. The characteristics and risk factors of in-stent restenosis in patients with percutaneous coronary intervention: what can we do[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2020, 20: 510.
- [16] Nan J, Meng S, Hu H, et al. The predictive value of monocyte count to high-density lipoprotein cholesterol ratio in restenosis after drug-eluting stent implantation[J]. Int J Gen Med, 2020, 13: 1255-1263.
- [17] Spadaccio C, Antoniadis C, Nenna A, et al. Preventing treatment failures in coronary artery disease: what can we learn from the biology of in-stent restenosis, vein graft failure, and internal thoracic arteries?[J]. Cardiovasc Res, 2020, 116: 505-519.
- [18] Tocci G, Barbato E, Coluccia R, et al. Blood pressure levels at the time of percutaneous coronary revascularization and risk of coronary in-stent restenosis[J]. Am J Hypertens, 2016, 29: 509-518.
- [19] Li C, Shen Y, Xu R, et al. Evaluation of preprocedural laboratory parameters as predictors of drug-eluting stent restenosis in coronary chronic total occlusion lesions[J]. Angiology, 2019, 70: 272-278.
- [20] Baktashian M, Saffar SS, Kosari N, et al. Association of high level of hs-CRP with in-stent restenosis: a case-control study [J]. Cardiovasc Revasc Med, 2019, 20: 583-587.

(收稿日期:2021-01-25)

(本文编辑:边 伟)