

本文引用: 王小燕, 吴瑶, 汪带娣, 等. MHR、TyG 水平与冠状动脉原位狭窄病变药物涂层球囊治疗后再狭窄的关联[J]. 中国动脉硬化杂志, 2026, 34(1): 33-38. DOI: 10.20039/j.cnki.1007-3949.2026.01.005.

[文章编号] 1007-3949(2026)34-01-0033-06

· 临床研究 ·

MHR、TyG 水平与冠状动脉原位狭窄病变药物涂层球囊治疗后再狭窄的关联

王小燕¹, 吴瑶², 汪带娣¹, 唐文婧¹, 夏龙凤¹, 曹素晴¹, 孙振¹

安徽医科大学第一附属医院 1. 心内科, 2. 病理科, 安徽省合肥市 230022

[摘要] **[目的]** 探索单核细胞/高密度脂蛋白比值(MHR)和甘油三酯葡萄糖指数(TyG)与冠状动脉原位狭窄病变行药物涂层球囊治疗后发生再狭窄的关联性。**[方法]** 纳入 2022 年 1 月—2024 年 12 月行药物涂层球囊扩张术,并再次复查冠状动脉造影的患者共 115 例。根据复查造影结果分为未狭窄组(59 例)和再狭窄组(56 例),单因素/多因素回归分析、相关性分析和 ROC 曲线分析评估 MHR、TyG 对再狭窄发生的影响和预测价值。**[结果]** 相较于未狭窄组,再狭窄组在糖尿病患者占比、单核细胞数、空腹血糖、甘油三酯、低密度脂蛋白胆固醇、脂蛋白(a)、MHR 和 TyG 方面均显著增加($P<0.05$)。Logistic 回归分析显示 MHR、TyG 水平升高是药物涂层球囊治疗后再狭窄发生的独立危险因素,且 MHR、TyG 水平与药物涂层球囊治疗后再狭窄发生呈正相关。ROC 曲线分析显示 MHR、TyG 水平对药物涂层球囊治疗后再狭窄的发生有较好的预测效能,且其联合应用的预测效能进一步提升。**[结论]** MHR、TyG 水平升高与冠状动脉原位狭窄病变药物涂层球囊治疗后再狭窄发生风险存在显著关联,是有效预测再狭窄发生的潜在指标。

[关键词] 单核细胞/高密度脂蛋白比值; 甘油三酯葡萄糖指数; 药物涂层球囊; 冠心病; 再狭窄

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

Correlation between MHR, TyG levels and restenosis after drug-coated balloon therapy for coronary artery in-situ stenosis lesions

WANG Xiaoyan¹, WU Yao², WANG Daidi¹, TANG Wenjing¹, XIA Longfeng¹, CAO Suqing¹, SUN Zhen¹

1. Department of Cardiology, 2. Department of Pathology, First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei, Anhui 230022, China

[ABSTRACT] **Aim** To explore the relationship between monocyte-to-high density lipoprotein ratio (MHR), triglyceride-glucose index (TyG) and restenosis after drug-coated balloon therapy for coronary artery in-situ stenosis lesions.

Methods From January 2022 to December 2024, 115 patients who underwent drug-coated balloon dilatation and subsequent coronary angiography re-examination were included. According to the results of re-examination, they were divided into non-stenosis group (59 cases) and restenosis group (56 cases). Univariate/multivariate regression analysis, correlation analysis and ROC curve analysis were used to evaluate the effect and predictive value of MHR and TyG on the occurrence of restenosis.

Results Compared with the non-stenosis group, the proportion of diabetic patients, monocyte count, fasting blood glucose, triglyceride, low density lipoprotein cholesterol, lipoprotein (a), MHR and TyG were significantly increased in the restenosis group ($P<0.05$). Logistic regression analysis showed that elevated levels of MHR and TyG were independent risk factors for restenosis after drug-coated balloon dilatation. Moreover, MHR and TyG were positively correlated with the occurrence of restenosis after drug-coated balloon therapy. ROC curve analysis showed that MHR and TyG had good predictive value for restenosis after drug-coated balloon therapy, and the predictive value of their com-

[收稿日期] 2025-03-30

[修回日期] 2025-09-16

[基金项目] 国家自然科学基金项目(82400535);安徽省自然科学基金项目(2408085QH265);安徽省高校科研重点项目(2024AH050814)

[作者简介] 王小燕,主管护师,主要研究方向为心血管疾病康复及术后护理,E-mail 为 yfy204086@fy.ahmu.edu.cn. 通信作者孙振,博士,主治医师,主要研究方向为动脉粥样硬化及血管钙化的基础与临床,E-mail 为 sunfy893@fy.ahmu.edu.cn.

bined use was further enhanced. **Conclusion** The elevated levels of MHR and TyG are significantly correlated with the risk of restenosis after drug-coated balloon therapy for in-situ coronary stenosis, and they serve as potential indicators for effectively predicting the occurrence of restenosis.

[**KEY WORDS**] monocyte/high density lipoprotein ratio; triglyceride-glucose index; drug-coated balloon; coronary heart disease; restenosis

最新数据显示,心血管疾病仍是我国居民主要疾病死因,给社会和家庭带来沉重的负担,尤其以冠状动脉狭窄、心肌缺血为主要特征的冠状动脉粥样硬化性心脏病是急性心血管事件发生的关键病理基础^[1]。随着临床诊疗水平的不断发展,经皮冠状动脉介入治疗成为冠心病严重狭窄病变的主要治疗方式之一。近年来,在“介入无植入”的理念推动下,药物涂层球囊逐步得到应用。药物涂层球囊是在球囊表面涂布化疗药物(紫杉醇等),在行球囊扩张时,具有亲脂特性的药物快速释放入管壁中,发挥抑制内膜增生的作用^[2]。药物涂层球囊常用于冠状动脉支架内再狭窄、小血管病变、分叉病变的介入治疗,由于与传统冠状动脉支架植入相比,药物涂层球囊具有避免金属异物植入、缩短强化抗血小板治疗周期的优点,其在冠状动脉原位狭窄病变方面的应用也渐渐得到验证,且安全性和有效性均不劣于支架植入^[3]。但冠状动脉介入治疗后的再狭窄仍然是药物涂层球囊扩张术后亟需解决的关键问题^[4]。既往研究指出,患者体内代谢情况和血管炎症与介入治疗后再狭窄密切相关^[5]。新近研究报道,甘油三酯葡萄糖指数(triglyceride glucose index, TyG)和单核细胞/高密度脂蛋白比值(monocyte-to-high density lipoprotein ratio, MHR)分别是机体代谢和炎症水平的有效衡量指标^[6],因此本研究拟分析 MHR、TyG 水平与冠状动脉药物涂层球囊治疗后再狭窄发生的关联性,为冠状动脉介入治疗术后风险防控和冠心病患者长期管理提供理论依据。

1 资料和方法

1.1 研究对象

纳入2022年1月—2024年12月于安徽医科大学第一附属医院行药物涂层球囊扩张术,并再次于本院复查冠状动脉造影的患者共115例,所有患者术前均行冠状动脉造影提示冠状动脉原位大血管病变(非介入治疗再狭窄病变、非分叉病变、非小血管病变)。根据复查造影结果分为未狭窄组(59例)和再狭窄组(56例)。所有患者均签署知情同

意书,本研究经医院伦理委员会审查通过(PJ 2024-04-51)。纳入标准:(1)所有患者均被诊断为冠心病且行原位血管狭窄病变的药物涂层球囊扩张术,并于本院复查冠状动脉造影;(2)年龄 ≥ 18 岁;(3)患者资料完整;(4)签署知情同意书、自愿参加研究项目。排除标准:(1)恶性疾病、自身免疫性疾病或长期服用激素或免疫抑制剂;(2)严重的脏器功能不全;(3)精神认知行为障碍;(4)急性心肌梗死发生30天内;(5)复查冠状动脉造影间隔低于6个月;(6)需要介入治疗的多支病变、多处病变。

1.2 资料收集

收集患者基本信息和临床信息,包括性别、年龄、高血压病史(依据我国高血压防治指南,即未使用降压药时,非同日3次测量,收缩压 ≥ 140 mmHg和/或舒张压 ≥ 90 mmHg)、糖尿病史[以世界卫生组织糖尿病诊断标准作为依据,即空腹血糖(fasting blood glucose, FBG) ≥ 7.0 mmol/L或2 h 糖耐量试验血糖 ≥ 11.1 mmol/L或糖化血红蛋白(hemoglobin A1c, HbA1c) $\geq 6.5\%$]、吸烟史(以世界卫生组织1984年推荐标准作为依据,即吸烟 ≥ 1 支/天,连续时间 >1 年)等。实验室检测均由安徽医科大学第一附属医院检验科自动化平台完成。白细胞计数、中性粒细胞百分比、单核细胞数使用迈瑞全自动血液分析仪检测,丙氨酸氨基转移酶(alanine aminotransferase, ALT)、天冬氨酸氨基转移酶(aspartate transferase, AST)、FBG、总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDLC)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDLC)等水平使用 Beckman Coulter 全自动生物化学分析仪检测。D-二聚体(D-dimer, DD)使用 STAGO 全自动凝血分析仪检测。所有血检资料均是第一次住院的首次检查结果。TyG = $\ln[\text{TG}(\text{mg/L}) \times \text{FBG}(\text{mg/L}) / 200]$ 。MHR = 单核细胞数($\times 10^9 \text{ L}^{-1}$) / 高密度脂蛋白(mmol/L)。

冠状动脉造影及介入治疗均由具备介入资质的两名心内科医师施行,类比支架再狭窄的定义,药物涂层球囊扩张术后再狭窄定义为:治疗区域内和区域近端或远端5 mm 范围内血管直径狭窄 $\geq 50\%$ 。

1.3 统计学处理方法

本研究所有数据分析均通过 SPSS 25.0 软件完成,正态分布数据以 $\bar{x}\pm s$ 表示,方差齐时,采用独立样本 t 检验,否则采用 Mann-Whitney U 检验。非正态分布数据以中位数(四分位数)描述,组间差异分析采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以频数(百分比)表示,组间比较采用 χ^2 检验。通过单因素和多因素 Logistic 回归分析筛选再狭窄发生的独立危险因素,采用 Spearman 相关分析评估再狭窄发生与危险因素的相关性,通过构建受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC) 曲线评估危险因素的预测效能。 $P<0.05$ 被认为差异有显著性。通过决策曲线分析量化净获益来评估预测模型的临床效用,使用 R studio 软件中的“rmda”包进行决策曲线分析。

2 结果

2.1 患者基线资料比较

根据患者复查冠状动脉造影结果分为未狭窄组(59 例)和再狭窄组(56 例),患者基线资料提示(表 1),两组患者在性别构成、年龄、高血压史、吸烟史、白细胞计数、复查造影间隔时间、中性粒细胞百分比、估算的肾小球滤过率(estimated glomerular filtration rate, eGFR)及血肌酐(serum creatinine, SCr)、血尿素氮(blood urea nitrogen, BUN)、ALT、AST、DD、HbA1c、TC、HDLc 水平方面差异无显著性。与未狭窄组相比,再狭窄组的糖尿病患者占比、单核细胞数、FBG、TG、LDLc 和脂蛋白(a)、MHR 和 TyG 水平均显著增加($P<0.05$),分别是未狭窄组的 3.61、1.36、1.73、1.47、1.32、2.26、1.47 和 1.10 倍。

表 1. 患者基线资料

Table 1. Baseline characteristics of patients

基线资料	未狭窄组($n=59$)	再狭窄组($n=56$)	$\chi^2/Z/t$	P
男性/[例(%)]	38(64.41)	38(67.86)	0.15	0.70
年龄/岁	61.59±11.34	61.03±10.71	0.27	0.79
高血压史/[例(%)]	27(45.76)	32(57.14)	1.49	0.22
糖尿病史/[例(%)]	7(11.86)	24(42.86)	14.02	<0.001
吸烟史/[例(%)]	14(23.73)	16(28.57)	0.35	0.55
复查造影间隔/月	11(8,12)	12(9,14)	0.42	0.68
白细胞计数/ $(\times 10^9 L^{-1})$	6.66±1.72	6.79±2.27	0.34	0.74
中性粒细胞百分比/%	64.20(58.10,71.70)	64.25(56.73,72.20)	0.32	0.75
单核细胞数/ $(\times 10^9 L^{-1})$	0.39(0.31,0.45)	0.53(0.38,0.73)	4.37	<0.001
eGFR/[$mL/(min \cdot 1.73 m^2)$]	94.54±14.82	94.04±23.34	0.14	0.89
SCr/($\mu mol/L$)	104.80±22.33	112.35±24.96	1.71	0.09
BUN/($mmol/L$)	7.98±1.22	8.34±1.30	1.40	0.16
ALT/(U/L)	23.60(15.20,35.00)	27.55(16.25,39.45)	0.83	0.40
AST/(U/L)	25.00(19.00,34.40)	26.80(19.00,34.90)	0.66	0.51
DD/(mg/L)	0.29(0.20,0.40)	0.28(0.19,0.36)	0.81	0.42
HbA1c/%	6.20(5.90,6.90)	6.70(5.83,8.20)	1.78	0.08
FBG/($mmol/L$)	5.19(4.28,6.11)	8.97(5.44,12.09)	5.57	<0.001
TC/($mmol/L$)	3.68(3.06,4.40)	4.25(3.43,5.09)	1.84	0.07
TG/($mmol/L$)	1.16(0.83,1.41)	1.71(1.29,2.32)	4.94	<0.001
HDLc/($mmol/L$)	1.16±0.28	1.09±0.22	1.41	0.16
LDLc/($mmol/L$)	2.19±1.04	2.88±1.33	3.12	0.002
脂蛋白(a)/(mg/L)	138(68.60,282.00)	312.12(140.70,624.66)	3.69	<0.001
MHR	0.34(0.23,0.41)	0.50(0.37,0.67)	4.87	<0.001
TyG	8.42±0.49	9.30±0.63	8.39	<0.001

2.2 药物涂层球囊治疗后再狭窄单因素和多因素分析

根据患者基线资料数据进行单因素 Logistic 回归分析(表 2),结果提示药物涂层球囊治疗后再狭窄发生与糖尿病史($OR = 5.57, 95\% CI: 2.15 \sim 14.41$)、单核细胞数($OR = 1.66, 95\% CI: 1.27 \sim 2.16$)、FBG($OR = 1.57, 95\% CI: 1.31 \sim 1.88$)、TG($OR = 1.02, 95\% CI: 1.01 \sim 1.03$)、LDLC($OR = 1.66, 95\% CI: 1.18 \sim 2.33$)、脂蛋白(a)($OR = 1.00, 95\% CI: 1.00 \sim 1.01$)、TyG($OR = 1.38, 95\% CI: 1.22 \sim 1.56$)和 MHR($OR = 1.72, 95\% CI: 1.33 \sim 2.22$)水平存在显著正相关($P < 0.05$)。继而我们对 TyG 和 MHR 水平行多因素回归分析(表 3),构建了不同的预测模型,模型 2 校准了年龄、性别、高血压史、吸烟史、HbA1c、TC 水平等已知的心血管危险因素,模型 3 校准了模型 2 中的因素以及单因素分析中的相关指标,包括糖尿病史和 LDLC、脂蛋白(a)水平,由于

TyG 和 MHR 的计算包含单核细胞数、FBG、TG,故未将其纳入校准。三个回归模型均提示 MHR 和 TyG 水平升高是药物涂层球囊治疗后再狭窄发生的独立危险因素($P < 0.05$)。

表 2. 药物涂层球囊治疗后再狭窄的单因素回归分析
Table 2. Univariate analysis of restenosis after drug-coated balloon therapy

影响因素	OR(95% CI)	P
糖尿病史	5.57(2.15 ~ 14.41)	<0.001
单核细胞数	1.66(1.27 ~ 2.16)	<0.001
FBG	1.57(1.31 ~ 1.88)	<0.001
TG	1.02(1.01 ~ 1.03)	<0.001
LDLC	1.66(1.18 ~ 2.33)	0.004
脂蛋白(a)	1.00(1.00 ~ 1.01)	<0.001
MHR	1.72(1.33 ~ 2.22)	<0.001
TyG	1.38(1.22 ~ 1.56)	<0.001

表 3. MHR、TyG 水平与药物涂层球囊治疗后再狭窄的多因素回归分析

Table 3. Multivariate regression analysis of MHR, TyG levels and restenosis after drug-coated balloon therapy

影响因素	模型 1				模型 2				模型 3			
	OR(95% CI)	P	β	S. E.	OR(95% CI)	P	β	S. E.	OR(95% CI)	P	β	S. E.
MHR	1.57 (1.16 ~ 2.13)	0.004	0.32	0.16	1.63 (1.18 ~ 2.26)	0.003	0.49	0.17	1.75 (1.16 ~ 2.66)	0.08	0.56	0.21
TyG	1.38 (1.20 ~ 1.58)	<0.001	0.45	0.07	1.34 (1.17 ~ 1.53)	<0.001	0.23	0.07	1.35 (1.16 ~ 1.56)	<0.001	0.30	0.08

注:模型 1:未校准;模型 2:校准年龄、性别、高血压史、吸烟史、HbA1c、TC 水平;模型 3:在模型 2 的基础上,校准糖尿病史、LDLC、脂蛋白(a)水平。

2.3 MHR、TyG 与药物涂层球囊治疗后再狭窄的相关性

Spearman 相关性分析显示,MHR、TyG 水平与药物涂层球囊治疗后再狭窄发生呈现中等强度的正相关,相关系数分别为 0.46 和 0.66(均 $P < 0.001$)。

2.4 MHR、TyG 对冠状动脉药物涂层球囊治疗后再狭窄的预测效能分析

为评估 MHR 和 TyG 水平对药物涂层球囊治疗后再狭窄的预测价值,本研究进行了 ROC 曲线分析

(表 4 和图 1),结果提示 MHR 指标 ROC 曲线下面积(area under the curve, AUC)为 0.76,灵敏度为 0.71,特异度为 0.76。TyG 的 AUC 为 0.88,灵敏度为 0.88,特异度为 0.76。对 MHR 和 TyG 进行联合分析,二者联合应用的预测效能较单一指标提升,AUC 为 0.90,灵敏度为 0.86,特异度为 0.83。同时决策曲线分析显示,TyG、MHR 水平及其联合应用均具有显著的净获益(图 1),可以为药物涂层球囊治疗后再狭窄发生的预测提供良好价值。

表 4. MHR、TyG 及其联合应用对药物涂层球囊治疗后再狭窄的 ROC 曲线分析

Table 4. ROC curve analysis of MHR, TyG and their combined application for predicting restenosis after drug-coated balloon therapy

影响因素	AUC	截断值	约登指数	灵敏度	特异度	95% CI	P
MHR	0.76	0.42	0.48	0.71	0.76	0.67 ~ 0.85	<0.001
TyG	0.88	8.64	0.64	0.88	0.76	0.82 ~ 0.94	<0.001
联合应用	0.90	0.33	0.69	0.86	0.83	0.85 ~ 0.96	<0.001

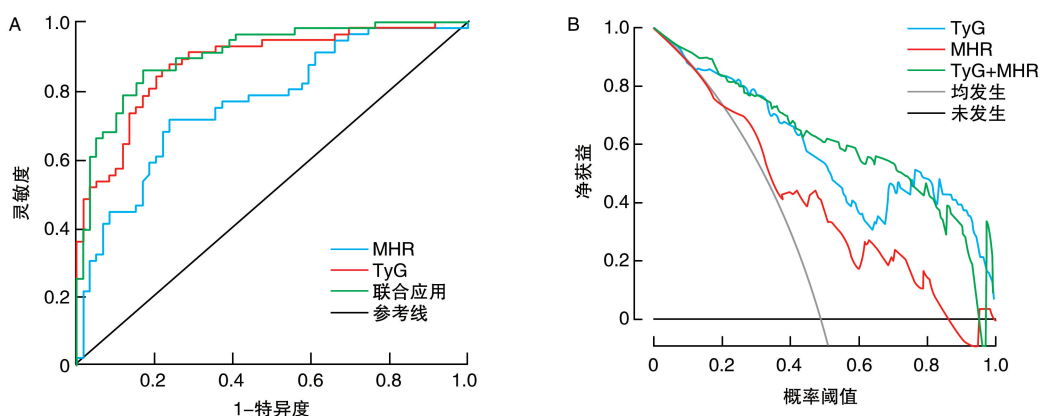


图 1. MHR、TyG 及其联合应用的 ROC 曲线和决策曲线分析

A 为 ROC 曲线, B 为决策曲线。

Figure 1. ROC curve and decision curve analysis of MHR, TyG and their combined application

3 讨论

药物涂层球囊是冠状动脉介入治疗技术发展的关键革新,也是推动“介入无植入”理念的重要载体。虽然药物涂层球囊局部释放抗增殖药物,但与传统支架植入方式类似,药物涂层球囊治疗后也会出现再狭窄,但目前对药物涂层球囊治疗后再狭窄的可靠预测指标仍然有限,尤其是原位血管病变后再狭窄的风险评估仍不完善。本研究纳入了 115 例行药物涂层球囊扩张术的患者,根据其复查冠状动脉造影结果评估再狭窄情况,并探究了新兴指标 MHR、TyG 水平与药物涂层球囊治疗再狭窄的关联性,发现 MHR、TyG 水平升高是再狭窄发生的独立危险因素,并且 MHR、TyG 水平及其联合应用对再狭窄发生具有较好的预测价值。本研究的开展,为药物涂层球囊治疗后再狭窄的风险评估提供了参考,也为术后患者的长期精细化评估和管理提供了新的思路。

药物涂层球囊既往多报道用于再狭窄病变、小血管病变(血管直径 ≤ 2.75 mm)和分叉病变,2023 年发布的《药物涂层球囊临床应用中国专家共识(第二版)》中将适应证扩大到冠状动脉大血管原发病变(血管直径 > 2.75 mm)和慢性闭塞病变,但与支架相比,药物涂层球囊在这些病变中应用的循证医学证据仍需进一步完善^[7]。临床实际工作中有一些情况,也是具有药物涂层球囊应用倾向的,如高出血风险或抗栓治疗受限患者、既往亚急性支架内血栓形成者、拒绝金属植入或心理负担较重者。此外,药物涂层球囊的使用还存在一定的局限,对于重度钙化患者,药物渗透率下降,药物涂层球囊

使用效果可能会下降。还有左主干病变的患者,由于药物涂层球囊表面药物的释放需维持加压,其安全性还需进一步验证。

TyG 和 MHR 是新近报道的新型生物标志物,在心血管疾病风险评估中逐渐受到关注。TyG 通过整合 FBG 与 TG 水平,能够敏感反映胰岛素抵抗状态^[8]。既往研究证实,TyG 升高与冠状动脉病变严重程度密切相关^[9]。例如在纳入 1 026 例冠心病患者的研究显示,TyG 与 Gensini 评分呈显著正相关,且其预测效能优于传统血脂指标如 LDLC 水平^[10]。类似地,MHR 作为炎症与脂代谢失衡的综合指标,通过量化单核细胞活性与高密度脂蛋白功能,能够更全面地评估血管炎症和损伤风险^[11]。有研究指出,MHR 升高与急性冠脉综合征患者死亡率和不良事件发生增加相关^[12],其机制可能与单核细胞源性巨噬细胞炎症浸润及 HDL 抗炎功能受损有关。这些证据不仅支持 TyG 与 MHR 水平在再狭窄发生预测中的普适性,也提示代谢-炎症轴在冠状动脉疾病进展中的核心地位。通过研究 MHR 和 TyG 的水平变化,分析药物涂层球囊治疗后再狭窄的风险因素,为患者的长期精细化管理提供了新的思路,通过干预患者的生活方式,制定心脏康复目标,提高患者自我管理效能和健康促进行为,对术后患者进行规范跟踪随访,针对性提供健康教育信息,降低再狭窄的危险因素。

TyG 和 MHR 是衡量体内糖脂代谢和炎症水平的有效指标,糖脂代谢紊乱与炎症对再狭窄的促进作用可能通过多重机制实现。胰岛素抵抗状态下,过高的游离脂肪酸及葡萄糖水平可激活血管内皮细胞的炎症反应、氧化应激通路,进而引发内皮依

赖性血管舒张功能障碍^[13]。同时,胰岛素抵抗通过激活哺乳动物雷帕霉素靶蛋白(mammalian target of rapamycin, mTOR)信号通路促进血管平滑肌细胞增殖与迁移^[14],这一过程可能抵消紫杉醇的药物抑制作用。此外, MHR 升高反映的炎症活化会促进白细胞介素 6(interleukin-6, IL-6)、肿瘤坏死因子 α (tumor necrosis factor- α , TNF- α)等促炎因子的释放,进一步破坏血管内皮完整性,为平滑肌细胞向内膜迁移提供微环境^[15]。值得注意的是,代谢紊乱后,肠道菌群失调引起的代谢性内毒素血症也可能加剧全身低度炎症,形成代谢紊乱与慢性炎症的恶性循环,从而成为再狭窄的潜在驱动因素^[16],提示代谢-炎症干预可能成为改善药物涂层球囊扩张术预后的新方向。另一方面,药物涂层球囊通过短暂接触血管壁释放药物,其疗效也受药物分布均匀性、管腔与球囊接触充分度等因素影响,因此药物涂层球囊治疗后再狭窄是代谢失衡、炎症反应及局部治疗反应共同作用的结果。

尽管本研究为药物涂层球囊治疗后再狭窄的风险预测提供了新思路,但仍存在一定局限性。首先,单中心设计及相对较小的样本量可能限制结论的推广性。其次,再狭窄的发生具有时间异质性,部分病例可能在术后 12 个月甚至更晚出现再狭窄,未来研究需延长统计周期。再者,单纯的冠状动脉造影可能并不能充分体现术后管腔特征,可结合腔内影像学技术(如血管内超声)动态评估病变特征和内膜增生过程。

总之,本研究揭示了 MHR 和 TyG 水平升高是药物涂层球囊治疗后再狭窄发生的独立危险因素,可有效预测再狭窄的发生风险,为临床评估冠心病长期预后,加强患者术后管理和风险评估提供了理论依据。

[参考文献]

- [1] 国家心血管病中心, 中国心血管健康与疾病报告编写组. 中国心血管健康与疾病报告 2023 概要[J]. 中国循环杂志, 2024, 39(7): 625-660.
National Center for Cardiovascular Diseases, the Writing Committee of the Report on Cardiovascular Health and Diseases in China. Report on cardiovascular health and diseases in China 2023: an updated summary[J]. Chin Circ J, 2024, 39(7): 625-660.
- [2] YERASI C, CASE B C, FORRESTAL B J, et al. Drug-coated balloon for de novo coronary artery disease: JACC state-of-the-art review[J]. J Am Coll Cardiol, 2020, 75(9): 1061-1073.
- [3] CAMAJ A, LEONE P P, COLOMBO A, et al. Drug-coated balloons for the treatment of coronary artery disease: a review[J]. JAMA Cardiol, 2025, 10(2): 189-198.
- [4] VANDYKE M, JOSHI E, CEBALLOS B, et al. Efficacy of the optilume

- paclitaxel drug-coated balloon after urethroplasty: short-term results from a multicenter study[J]. Ther Adv Urol, 2025, 17: 17562872241312522.
- [5] PELLICCIA F, ZIMARINO M, NICCOLI G, et al. In-stent restenosis after percutaneous coronary intervention: emerging knowledge on biological pathways[J]. Eur Heart J Open, 2023, 3(5): oead083.
 - [6] YANG H, DOU J, GUO R, et al. Establishing and internally validating a predictive model for coronary heart disease incorporating triglyceride-glucose index, monocyte-to-high-density lipoprotein cholesterol ratio and conventional risk factors in patients experiencing chest pain and referred for invasive coronary angiography[J]. Lipids Health Dis, 2025, 24(1): 72.
 - [7] 《药物涂层球囊临床应用中国专家共识(第二版)》专家组. 药物涂层球囊临床应用中国专家共识(第二版)[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2023, 31(6): 413-426.
Chinese Drug Coated Balloon Expert Group. Chinese expert consensus on the clinical application of drug coated balloon(2nd Edition)[J]. Chin J Intervent Cardiol, 2023, 31(6): 413-426.
 - [8] 赵建勇, 郭春月, 宋翠. 中老年人甘油三酯葡萄糖乘积指数与高血压的关联研究[J]. 中国动脉硬化杂志, 2024, 32(7): 583-589.
ZHAO J Y, GUO C Y, SONG C. Association between triglyceride-glucose index and hypertension in middle-aged and older adults[J]. Chin J Arterioscler, 2024, 32(7): 583-589.
 - [9] 牛镜磊, 张丽霞, 白明. TyG 指数和 AIP 与慢性冠脉综合征严重程度的相关性[J]. 中国动脉硬化杂志, 2024, 32(7): 590-596.
NIU J L, ZHANG L X, BAI M. Correlation of TyG and AIP indices with the severity of chronic coronary syndrome[J]. Chin J Arterioscler, 2024, 32(7): 590-596.
 - [10] ZHAO J, FAN H, WANG T, et al. TyG index is positively associated with risk of CHD and coronary atherosclerosis severity among NAFLD patients[J]. Cardiovasc Diabetol, 2022, 21(1): 123.
 - [11] MANOCHEHRI H, GHEITASI R, POURJAFAR M, et al. Investigating the relationship between the severity of coronary artery disease and inflammatory factors of MHR, PHR, NHR, and IL-25[J]. Med J Islam Repub Iran, 2021, 35: 85.
 - [12] PRUC M, KUBICA J, BANACH M, et al. Prognostic value of the monocyte-to-high-density lipoprotein-cholesterol ratio in acute coronary syndrome patients: a systematic review and Meta-analysis[J]. Kardiologia, 2025, 83(1): 52-61.
 - [13] 李苗, 王丽丽, 常冰梅. 血管内皮细胞功能损伤机制的研究进展[J]. 中国动脉硬化杂志, 2019, 27(8): 730-736.
LI M, WANG L L, CHANG B M. Advances in research on the mechanism of vascular endothelial cell function injury[J]. Chin J Arterioscler, 2019, 27(8): 730-736.
 - [14] ZHANG Z W, GUO R W, LV J L, et al. MicroRNA-99a inhibits insulin-induced proliferation, migration, dedifferentiation, and rapamycin resistance of vascular smooth muscle cells by inhibiting insulin-like growth factor-1 receptor and mammalian target of rapamycin[J]. Biochem Biophys Res Commun, 2017, 486(2): 414-422.
 - [15] ZHANG T, ZHANG X, YU W, et al. Effects of chemokine-like factor 1 on vascular smooth muscle cell migration and proliferation in vascular inflammation[J]. Atherosclerosis, 2013, 226(1): 49-57.
 - [16] MISHRA S P, WANG B, JAIN S, et al. A mechanism by which gut microbiota elevates permeability and inflammation in obese/diabetic mice and human gut[J]. Gut, 2023, 72(10): 1848-1865.
- (此文编辑 许雪梅)