

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.10.024

血清鸢尾素、IL-6、PTX3 水平对重症肌无力患者发生危象的诊断价值

王楠楠¹, 钟春娟², 赵磊^{1△}

1. 中国人民解放军海军第九七一医院神经内科, 山东青岛 266071; 2. 山东省青岛市第八人民医院急诊医学部, 山东青岛 266071

摘要:目的 探讨血清鸢尾素、白细胞介素-6(IL-6)、五聚蛋白 3(PTX3)对重症肌无力(MG)患者发生危象的诊断价值。方法 选取 2019 年 4 月至 2024 年 4 月于中国人民解放军海军第九七一医院进行治疗的 MG 患者 157 例作为研究组,另选择同期在中国人民解放军海军第九七一医院进行体检的健康体检人员 96 例作为对照组。根据危象的临床症状将研究组分为危象组(72 例)和非危象组(85 例)。采用酶联免疫吸附试验检测所有研究对象血清鸢尾素、IL-6、PTX3 水平。采用重症肌无力定量(QMG)评分评估 MG 患者的病情程度。采用 Pearson 相关分析研究组血清鸢尾素、IL-6、PTX3 水平与 QMG 评分的相关性;采用 Pearson 相关分析危象组血清鸢尾素、IL-6、PTX3 水平之间的相关性。采用多因素 Logistic 回归分析 MG 患者发生危象的影响因素。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清鸢尾素、IL-6 和 PTX3 单独及联合检测对 MG 患者发生危象的诊断价值。结果 研究组血清鸢尾素水平低于对照组,IL-6、PTX3 水平均高于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。Pearson 相关分析结果显示,研究组血清鸢尾素水平与 QMG 评分呈负相关($r = -0.461, P < 0.05$),IL-6、PTX3 水平与 QMG 评分均呈正相关($r = 0.487, 0.412, P < 0.05$)。危象组血清鸢尾素水平低于非危象组,IL-6、PTX3 水平、QMG 评分均高于非危象组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。Pearson 相关分析结果显示,危象组血清鸢尾素水平与 IL-6、PTX3 水平均呈负相关,IL-6 与 PTX3 水平呈正相关($P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,鸢尾素水平升高是 MG 患者发生危象的保护因素($P < 0.05$),IL-6、PTX3 水平升高是 MG 患者发生危象的危险因素($P < 0.05$)。ROC 曲线分析结果显示,血清鸢尾素、IL-6、PTX3 诊断 MG 患者发生危象的曲线下面积(AUC)分别为 0.840、0.836、0.847;三者联合诊断 MG 患者发生危象的 AUC 为 0.926,高于各指标单独诊断的 AUC($Z_{三者联合-鸢尾素} = 2.279, P_{三者联合-鸢尾素} = 0.023; Z_{三者联合-IL-6} = 2.440, P_{三者联合-IL-6} = 0.015; Z_{三者联合-PTX3} = 2.191, P_{三者联合-PTX3} = 0.028$)。结论 MG 患者血清鸢尾素水平明显降低,IL-6 和 PTX3 水平明显升高,MG 危象患者血清鸢尾素水平明显降低,IL-6 与 PTX3 水平明显升高,三者联合检测对 MG 患者发生危象具有一定的诊断价值。

关键词:重症肌无力; 肌无力危象; 鸢尾素; 白细胞介素-6; 五聚蛋白 3; 预测价值

中图法分类号:R446.11;R746.1

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2025)10-1422-06

Diagnostic value of serum iristin, IL-6 and PTX3 levels in myasthenia gravis patients with crisis

WANG Nannan¹, ZHONG Chunjuan², ZHAO Lei^{1△}

1. Department of Neurology, 971 Hospital of PLA Navy, Qingdao, Shandong 266071, China;

2. Department of Emergency Medicine, the Eighth People's Hospital of Qingdao, Qingdao, Shandong 266071, China

Abstract: Objective To investigate the diagnostic value of serum iristin, interleukin-6 (IL-6) and pentraxin 3 (PTX3) in myasthenia gravis (MG) crisis. **Methods** A total of 157 MG patients who were treated in the 971 Hospital of the PLA Navy from April 2019 to April 2024 were selected as the study group, and 96 healthy people who underwent physical examination in the 971 Hospital of the PLA Navy during the same period were selected as the control group. According to the clinical symptoms of crisis, the study group was divided into crisis group (72 cases) and non-crisis group (85 cases). The serum irisin, IL-6 and PTX3 levels of all subjects were detected by enzyme-linked immunosorbent assay. The severity of MG patients was scored by quantitative myasthenia gravis (QMG) score. Pearson correlation was used to analyze the correlation between serum irisin, IL-6, PTX3 levels and QMG score in the study group. Pearson correlation analysis was used to analyze the cor-

relation between serum irisin, IL-6 and PTX3 levels in the crisis group. Multivariate Logistic regression was used to analyze the influencing factors of MG crisis. The receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the diagnostic value of serum irisin, IL-6 and PTX3 alone and combined detection for MG crisis. **Results** The serum irisin level of the study group was lower than that of the control group, and the levels of IL-6 and PTX3 were higher than those of the control group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). Pearson correlation analysis showed that the serum irisin level in the study group was negatively correlated with the QMG score ($r = -0.461, P < 0.05$), and the levels of IL-6 and PTX3 were positively correlated with the QMG score ($r = 0.487, 0.412, P < 0.05$). The serum irisin level in the crisis group was lower than that in the non-crisis group, and the IL-6 and PTX3 levels and QMG score were higher than those in the non-crisis group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). Pearson correlation analysis showed that serum irisin level was negatively correlated with IL-6 and PTX3 levels in the crisis group, and IL-6 was positively correlated with PTX3 levels ($P < 0.05$). The results of multivariate Logistic regression analysis showed that the increase of irisin level was a protective factor for the occurrence of crisis in MG patients ($P < 0.05$), and the increase of IL-6 and PTX3 levels were risk factors for the occurrence of crisis in MG patients ($P < 0.05$). ROC curve analysis showed that the area under the curve (AUC) of serum irisin, IL-6, and PTX3 in the diagnosis of MG crisis was 0.840, 0.836, and 0.847 respectively. The AUC of the combined diagnosis of the three factors was 0.926, which was higher than the AUC of the single diagnosis ($Z_{\text{combined with irisin}} = 2.279, P_{\text{combined with irisin}} = 0.023; Z_{\text{combined with IL-6}} = 2.440, P_{\text{combined with IL-6}} = 0.015; Z_{\text{combined with PTX3}} = 2.191, P_{\text{combined with PTX3}} = 0.028$). **Conclusion** The serum irisin level in MG patients is significantly decreased, and the levels of IL-6 and PTX3 are significantly increased. The serum irisin level in MG crisis patients is significantly decreased, and the levels of IL-6 and PTX3 are significantly increased. The combined detection of the three has a certain diagnostic value for MG crisis.

Key words: myasthenia gravis; myasthenic crisis; irisin; interleukin-6; pentraxin 3; predictive value

重症肌无力(MG)是一种神经肌肉性自身免疫性疾病,主要表现为肌肉无力和疲劳,由自身免疫相关B淋巴细胞介导,与分布在神经肌肉终板的乙酰胆碱受体结合的自身抗体有关,可导致正常神经肌肉信号传递受阻^[1]。MG危象及病情恶化均与MG患者高病死率相关,且给MG患者带来沉重的经济负担^[2]。因此,早期识别和干预MG危象前状态、抑制疾病进展对减轻患者的负担具有重要意义。既往研究报道,B淋巴细胞产生的多种细胞因子和抗体在MG的发病过程中起重要作用,其中白细胞介素(IL)-6可激活静止T淋巴细胞,进一步诱导活化T淋巴细胞的终末分化,促进抗乙酰胆碱受体抗体分泌,从而参与MG的发病机制^[3]。炎症反应一直被认为是全身性和眼部MG发病机制的重要因素^[1]。鸢尾素作为运动分泌的肌肉因子,在调节脂肪褐变、能量消耗、糖代谢、肌肉骨骼生长等过程中至关重要,可充当全身多个炎症途径的介质,通过减少促炎性细胞因子、巨噬细胞,抑制血管通透性增加的途径,在多种疾病中发挥抗炎作用^[4]。已有研究表明,鸢尾素水平与MG病情严重程度有关,对MG危象早期预测具有一定价值^[5]。五聚蛋白3(PTX3)是一种急性期炎症糖蛋白,是先天免疫的重要组成部分,能调节炎症相关通路诱导的炎症

反应,已有研究表明,PTX3能反映神经肌肉接头损伤,可能与MG的发病机制有关^[6]。但血清鸢尾素、IL-6及PTX3对MG患者危象的早期预测价值尚不明确,因此,本文探讨了血清鸢尾素、IL-6、PTX3对MG患者危象的预测价值,以期为临床改善MG危象前状态的管理及预后提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2019年4月至2024年4月于中国人民解放军海军第九七一医院进行治疗的MG患者157例作为研究组,另选择同期在中国人民解放军海军第九七一医院进行体检的健康体检人员96例作为对照组。根据危象的临床症状^[7]将研究组分为危象组(72例)和非危象组(85例)。纳入标准:(1)符合MG相关诊断标准^[7];(2)临床资料完整。排除标准:(1)合并其他自身免疫性疾病者;(2)近期使用免疫抑制剂等药物;(3)合并其他神经疾病;(4)合并重要脏器功能障碍;(5)合并恶性肿瘤及内分泌疾病者;(6)存在沟通及认知功能障碍。所有研究对象及其亲属均知情同意本研究并签署知情同意书。本研究通过中国人民解放军海军第九七一医院医学伦理委员会审核批准[(2019)年伦审第(27)号]。

1.2 方法 收集所有研究对象的临床资料并进行比

较,包括年龄、性别及有无饮酒史、吸烟史、高血压史等。采集所有研究对象入组当天清晨空腹静脉血 5 mL,于 TG12M 离心机(厦门森杰仪器仪表有限公司)中 3 000 r/min(离心半径 10 cm)离心 20 min,分离上层血清,并保存于-80 ℃环境中待测。采用酶联免疫吸附试验(ELISA)于 thermo 酶标仪(FC,南京晓晓仪器设备有限公司)检测血清鸢尾素、IL-6 及 PTX3 水平,ELISA 试剂盒均购自上海谷研实业有限公司,所有步骤均严格按照试剂盒说明书进行操作。使用迈瑞全自动生化分析仪(BS-350S,衡水非帛医疗设备销售有限公司)检测空腹血糖、总胆固醇水平等生化指标。采用重症肌无力定量(QMG)评分表^[8]对 MG 患者的病情程度进行评分,该量表共 13 个条目,每个条目 0~3 分,总分 39 分,得分越高表明病情越重。

1.3 统计学处理 采用 SPSS25.0 统计软件进行数据处理与统计分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 *t* 检验。计数资

料以例数或百分率表示,2 组间比较采用 χ^2 检验。采用 Pearson 相关分析研究组血清鸢尾素、IL-6、PTX3 水平与 QMG 评分的相关性;采用 Pearson 相关分析危象组血清鸢尾素、IL-6、PTX3 水平之间的相关性。采用多因素 Logistic 回归分析 MG 患者发生危象的影响因素。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清鸢尾素、IL-6 和 PTX3 单独及联合检测对 MG 患者发生危象的诊断价值。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 研究组和对照组临床资料及血清鸢尾素、IL-6、PTX3、空腹血糖、总胆固醇水平比较 研究组和对照组的年龄、男性和有饮酒史、有吸烟史、有高血压史比例,以及空腹血糖、总胆固醇水平比较,差异均无统计学意义(*P*>0.05)。研究组血清鸢尾素水平低于对照组,IL-6、PTX3 水平均高于对照组,差异均有统计学意义(*P*<0.05)。见表 1。

表 1 研究组和对照组临床资料及血清鸢尾素、IL-6、PTX3、空腹血糖、总胆固醇水平比较[$\bar{x}\pm s$ 或 *n*(%)]

组别	<i>n</i>	年龄(岁)	男性	有饮酒史	有吸烟史	有高血压史	QMG 评分(分)
研究组	157	48.69±12.38	85(54.14)	67(42.68)	56(35.67)	48(30.57)	11.76±6.38
对照组	96	51.28±11.85	49(51.04)	36(37.50)	31(32.29)	23(23.96)	—
<i>t</i> / χ^2		-1.641	0.230	0.661	0.301	1.291	—
<i>P</i>		0.102	0.632	0.416	0.583	0.256	—

组别	<i>n</i>	空腹血糖(mmol/L)	总胆固醇(mmol/L)	鸢尾素(ng/mL)	IL-6(ng/L)	PTX3(ng/mL)
研究组	157	5.56±0.63	3.79±0.73	68.39±15.56	40.46±9.68	4.42±1.07
对照组	96	5.43±0.75	3.66±0.70	97.15±22.73	29.82±6.85	3.26±0.74
<i>t</i> / χ^2		1.480	1.396	-11.933	9.420	9.340
<i>P</i>		0.140	0.164	<0.001	<0.001	<0.001

注:—表示无数据。

2.2 研究组血清鸢尾素、IL-6、PTX3 水平与 QMG 评分的相关性 Pearson 相关分析结果显示,研究组血清鸢尾素水平与 QMG 评分呈负相关(*r*=-0.461,*P*<0.05),IL-6、PTX3 水平与 QMG 评分均呈正相关(*r*=0.487、0.412,*P*<0.05)。

2.3 危象组与非危象组临床资料及血清鸢尾素、IL-6、PTX3、空腹血糖、总胆固醇水平比较 危象组血清鸢尾素水平低于非危象组,IL-6、PTX3 水平、QMG 评

分均高于非危象组,差异均有统计学意义(*P*<0.05)。2 组年龄、男性和有饮酒史、有吸烟史、有高血压史比例,以及空腹血糖、总胆固醇水平比较,差异均无统计学意义(*P*>0.05)。见表 2。

2.4 危象组血清鸢尾素、IL-6、PTX3 水平之间的相关性 Pearson 相关分析结果显示,危象组血清鸢尾素水平与 IL-6、PTX3 水平均呈负相关,IL-6 水平与 PTX3 水平呈正相关(*P*<0.05)。见表 3。

表 2 危象组与非危象组临床资料及血清鸢尾素、IL-6、PTX3、空腹血糖、总胆固醇水平比较[$\bar{x}\pm s$ 或 *n*(%)]

组别	<i>n</i>	鸢尾素(ng/mL)	IL-6(ng/L)	PTX3(ng/mL)	总胆固醇(mmol/L)	空腹血糖(mmol/L)
危象组	72	57.16±13.73	45.13±7.68	4.91±0.82	3.85±0.77	5.64±0.58
非危象组	85	77.90±18.08	36.50±6.52	4.00±0.59	3.74±0.69	5.50±0.67
<i>t</i> / χ^2		-7.977	7.616	8.062	0.944	1.387
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	0.347	0.168

续表 2 危象组与非危象组临床资料及血清鸢尾素、IL-6、PTX3、空腹血糖、总胆固醇水平比较[$\bar{x}\pm s$ 或 $n(\%)$]							
组别	<i>n</i>	年龄(岁)	男性	有饮酒史	有吸烟史	有高血压史	QMG 评分(分)
危象组	72	47.14±11.43	36(50.00)	33(45.83)	30(41.67)	23(31.94)	13.35±6.75
非危象组	85	50.01±13.26	49(57.65)	34(40.00)	26(30.59)	25(29.41)	10.42±5.81
<i>t</i> / χ^2		-1.439	0.918	0.542	2.085	0.118	2.923
<i>P</i>		0.152	0.338	0.462	0.149	0.731	0.004

表 3 危象组血清鸢尾素、IL-6、PTX3 水平之间的相关性						
指标	鸢尾素		IL-6		PTX3	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
鸢尾素	—	—	-0.502	<0.001	-0.527	<0.001
IL-6	-0.502	<0.001	—	—	0.552	<0.001
PTX3	-0.527	<0.001	0.552	<0.001	—	—

注:—表示无数据。

2.5 多因素 Logistic 回归分析 MG 患者发生危象的影响因素 以鸢尾素、IL-6 和 PTX3 水平(实测值)为自变量,以 MG 患者是否发生危象(否=0,是=1)为因变量进行多因素 Logistic 回归分析,结果显示,鸢尾素水平升高是 MG 患者发生危象的保护因素($P<0.05$),IL-6、PTX3 水平升高是 MG 患者发生危象的危险因素($P<0.05$)。见表 4。

2.6 血清鸢尾素、IL-6、PTX3 单独及联合检测对

MG 患者发生危象的诊断价值 以血清鸢尾素、IL-6 及 PTX3 水平为检验变量,以 MG 患者是否发生危象为状态变量(发生=1,未发生=0)进行 ROC 曲线分析,结果显示,血清鸢尾素、IL-6、PTX3 诊断 MG 患者发生危象的曲线下面积(AUC)分别为 0.840、0.836、0.847;三者联合诊断 MG 患者发生危象的 AUC 为 0.926,高于各指标单独诊断的 AUC($Z_{\text{三者联合-鸢尾素}}=2.279, P_{\text{三者联合-鸢尾素}}=0.023; Z_{\text{三者联合-IL-6}}=2.440, P_{\text{三者联合-IL-6}}=0.015; Z_{\text{三者联合-PTX3}}=2.191, P_{\text{三者联合-PTX3}}=0.028$)。见表 5、图 1。

表 4 多因素 Logistic 回归分析 MG 患者发生危象的影响因素						
因素	β	SE	Wald χ^2	<i>P</i>	OR	OR 的 95%CI
鸢尾素	-0.516	0.168	9.428	0.002	0.597	0.430~0.830
IL-6	0.933	0.359	6.754	0.009	2.542	1.258~5.138
PTX3	0.774	0.312	6.158	0.013	2.169	1.177~3.998

表 5 血清鸢尾素、IL-6、PTX3 单独及联合检测对 MG 患者发生危象的诊断价值							
变量	最佳截断值	AUC	AUC 的 95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数	<i>P</i>
鸢尾素	65.85 ng/mL	0.840	0.778~0.902	77.8	76.5	0.543	<0.05
IL-6	40.68 ng/L	0.836	0.776~0.897	79.2	74.1	0.533	<0.05
PTX3	4.48 ng/mL	0.847	0.788~0.906	80.6	75.3	0.559	<0.05
三者联合	—	0.926	0.888~0.965	76.4	95.3	0.717	<0.05

注:—表示无数据。

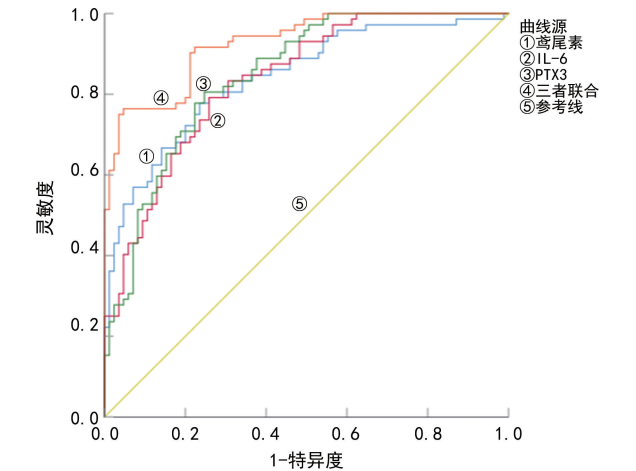


图 1 血清鸢尾素、IL-6、PTX3 单独及联合检测诊断 MG 患者发生危象的 ROC 曲线

3 讨 论

MG 是一种神经肌肉接头传递障碍疾病,由自身含有的神经肌肉接头突触后方的抗体引起的,不同患者的发病部位和严重程度往往不同^[9]。其主要临床特征是肌肉无力、且易引起自身免疫性发病和长期免疫抑制治疗,可能进一步诱发呼吸道感染,增加此类感染的严重程度和并发症风险^[10]。MG 急性期病情迅速恶化,如果不及时治疗,可能会导致 MG 危象,患者出现呼吸功能不全症状,需进行机械通气、气管切开术等治疗^[11]。鉴于 MG 危象的影响,积极寻找用于评估 MG 严重程度和预测 MG 患者发生危象及监测患者治疗效果的生物标志物至关重要。

目前已有研究证实,外周炎症标志物动态变化与 MG 严重程度及短期预后显著相关^[12]。鸢尾素是一

种由运动诱导的肌肉因子,可能通过促进调节性 T 淋巴细胞比例的增加和抑制巨噬细胞中内质网相关应激的激活来增强线粒体功能并维持细胞内稳态^[13]。其与多种肌肉因子相互作用,调节运动过程中的能量代谢,管理骨骼肌的代谢过程,通过影响线粒体裂变来改善糖脂代谢,减少炎症^[14]。牟艳春等^[5]研究表明, MG 患者血清鸢尾素水平低于健康者,且血清鸢尾素水平与 MG 病情严重程度呈负相关, MG 危象患者血清鸢尾素水平低于非危象患者。本研究结果显示, 研究组血清鸢尾素水平低于对照组, 且研究组血清鸢尾素水平与 QMG 评分呈负相关, 危象组血清鸢尾素水平低于非危象组, 鸢尾素水平升高是 MG 患者发生危象的保护因素。提示鸢尾素在 MG 患者的病情发展中发挥重要作用, 推测血清鸢尾素水平降低可能对调节性 T 淋巴细胞比例的调节及对巨噬细胞中应激的抑制减弱, 进而增加了 MG 患者发生危象的风险。

IL-6 是一种多效性细胞因子, 参与多种自身免疫性疾病的发病机制, 通过参与滤泡辅助性 T 淋巴细胞的分化和成浆细胞的存活, 调节自身抗体产生, 进而影响疾病发生^[15]。WEI 等^[16]的研究表明, MG 患者 IL-6 水平升高, 全身性 MG 患者 IL-6 水平明显高于眼部 MG 患者, IL-6 水平与 QMG 评分呈正相关。与本研究结果相似。本研究结果显示, 研究组血清 IL-6 水平高于对照组, IL-6 水平与 QMG 评分呈正相关, 危象组血清 IL-6 水平高于非危象组, 且血清 IL-6 水平升高是 MG 患者发生危象的危险因素。提示 IL-6 与 MG 发生发展密切相关, 且对 MG 患者发生危象具有一定诊断价值。推测 IL-6 可能通过调节 T 淋巴细胞活化分化, 调节抗乙酰胆碱受体抗体分泌, 从而参与 MG 发生危象。

PTX3 是一种先天免疫模式识别的分子, 参与调节机体对病原体的反应, 炎症和组织修复等过程。PTX3 水平易被炎症条件和不同类型的感染影响, 并已被提出作为这些病理过程的早期生物标志物^[17]。有研究表明, 血清 PTX3 水平与 MG 患者病情严重程度有关, 可能参与 MG 的发病过程^[18]。但目前关于 PTX3 在 MG 及其危象预测中的研究较少。LI 等^[6]研究表明, MG 患者血清 PTX3 水平升高, MG 模型小鼠 PTX3 水平升高, 其水平升高会促进 MG 患者和小鼠模型的炎症反应和细胞凋亡。本研究结果显示, 研究组血清 PTX3 水平高于对照组, 且 PTX3 水平与 QMG 评分呈正相关, PTX3 水平升高是 MG 患者发生危象的危险因素, 表明 PTX3 可作为 MG 危象的诊断生物标志物, 推测 PTX3 可能通过调控机体炎症反应和细胞凋亡参与 MG 危象进程。

本研究还发现危象组血清鸢尾素水平与 IL-6、

PTX3 水平呈负相关, IL-6 与 PTX3 水平呈正相关, 提示鸢尾素、IL-6、PTX3 可能通过某种相互作用共同影响机体炎症反应进而参与 MG 危象。本研究 ROC 曲线分析结果显示, 血清鸢尾素、IL-6、PTX3 联合诊断 MG 患者发生危象的 AUC 为 0.926, 高于各指标单独诊断的 AUC, 提示将血清鸢尾素、IL-6、PTX3 联合应用于 MG 危象的诊断, 对于监测 MG 患者病情变化及对于发生危象的预防具有重要意义。

综上所述, MG 患者血清鸢尾素水平降低, IL-6 和 PTX3 水平升高, 其水平与病情严重程度有关; 三者联合检测对于 MG 患者发生危象具有一定的诊断价值。目前开展的研究多为探索性研究, 样本量相对较小, 且缺乏患者长期随访的数据。未来需要开展更大规模、多中心、前瞻性的临床研究, 以进一步验证 3 种生物标志物在 MG 危象预测中的价值。此外, 关于鸢尾素、IL-6 以及 PTX3 在 MG 及其危象的相互作用机制尚不清楚, 后续需要更深入的探讨, 为 MG 的干预以及 MG 危象的预防提供理论基础。

参考文献

- [1] HUDA R. Inflammation and autoimmune myasthenia gravis [J]. *Front Immunol*, 2023, 14: 1110499.
- [2] NELKE C, STASCHEIT F, ECKERT C, et al. Independent risk factors for myasthenic crisis and disease exacerbation in a retrospective cohort of myasthenia gravis patients [J]. *J Neuroinflammation*, 2022, 19(1): 89-101.
- [3] HUANG P. The relationship between serum iron levels and AChR-Ab and IL-6 in patients with myasthenia gravis [J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2023, 27(1): 98-102.
- [4] SLATE-ROMANO J J, YANO N, ZHAO T C. Irisin reduces inflammatory signaling pathways in inflammation-mediated metabolic syndrome [J]. *Mol Cell Endocrinol*, 2022, 552: 111676.
- [5] 牟艳春, 赵雅婷, 张执帅. 血清 Irisin、IL-1 β 及 TNF- α 对重症肌无力患者危象预测价值 [J]. *脑与神经疾病杂志*, 2024, 32(1): 22-25.
- [6] LI Y, WANG S H, LIU Y P, et al. Serum pentaxin 3 (PTX3) promotes NLRP3 inflammasome and pyroptosis in patients with Up-Regulated myasthenia gravis [J]. *Front Biosci (Landmark Ed)*, 2023, 28(11): 306.
- [7] 盛昭园, 沈洁, 董云, 等. 重症肌无力中西医结合全程管理模式专家共识 [J]. *上海中医药杂志*, 2024, 58(S1): 55-61.
- [8] 韩金玲, 陈燕婷, 陈恩悦, 等. 重症肌无力患者免疫学指标和血清细胞因子的检测及临床意义 [J]. *分子诊断与治疗杂志*, 2023, 15(8): 1410-1413.
- [9] MORREN J A, LI Y B. Myasthenia gravis: frequently asked questions [J]. *Cleve Clin J Med*, 2023, 90(2): 103-113.

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.10.025

基于糖化血红蛋白变异指数构建老年 2 型糖尿病发生 下肢动脉粥样硬化的预测模型

黄昌秀,胡素颖,沈 伟

安徽省芜湖市中医医院内分泌科,安徽芜湖 241000

摘 要:**目的** 探讨老年 2 型糖尿病(T2DM)患者发生下肢动脉粥样硬化(LEAD)的危险因素,并基于糖化血红蛋白变异指数(HGI)初步构建老年 T2DM 患者发生 LEAD 的预测模型。**方法** 回顾性选取 2021 年 1 月至 2023 年 7 月该院内收治的 213 例老年 T2DM 患者作为训练集,另选取同期该院收治的 102 例老年 T2DM 患者作为验证集。根据训练集是否发生 LEAD,将训练集分为 LEAD 组和非 LEAD 组。收集患者临床资料。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析 HGI 预测老年 T2DM 患者 LEAD 发生风险的最佳截断值。采用多因素 Logistic 回归分析老年 T2DM 患者发生 LEAD 的影响因素。**结果** 训练集和验证集共纳入 315 例老年 T2DM 患者,其中训练集发生 LEAD 66 例,发生率为 20.95%。LEAD 组纳入 51 例,非 LEAD 组纳入 162 例。2 组年龄、有高血压患者比例、糖尿病病程、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)水平和 HGI 比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。ROC 曲线分析结果显示,HGI 预测训练集老年 T2DM 患者发生 LEAD 风险的曲线下面积为 0.846(95%CI:0.816~0.877),当 HGI 最佳截断值为-0.015 时,约登指数最大为 0.774,其灵敏度为 0.811,特异度为 0.873。多因素 Logistic 回归分析结果显示,年龄 ≥ 65 岁、有高血压、糖尿病病程延长、LDL-C ≥ 4.1 mmol/L 和 HGI ≥ -0.015 是老年 T2DM 患者发生 LEAD 的独立危险因素($P<0.05$)。模型验证结果显示,训练集和验证集的一致性指数分别为 0.877(95%CI:0.832~0.862)和 0.794(95%CI:0.771~0.817);训练集和验证集的校准曲线均趋近于理想曲线,在 0.00~0.82(不包含端点)预测范围内,模型净获益值为正值。**结论** HGI 对老年 T2DM 患者发生 LEAD 风险具有较高的预测价值,基于 HGI 构建的列线图模型能够有效预测老年 T2DM 患者发生 LEAD 的风险。

关键词:糖化血红蛋白变异指数; 老年 2 型糖尿病; 下肢动脉粥样硬化; 危险因素; 列线图

中图法分类号:R587.1;R543.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9455(2025)10-1427-07

A predictive model for lower extremity atherosclerosis in elderly patients with type 2 diabetes was constructed based on the glycated hemoglobin variation index

HUANG Changxiu, HU Suying, SHEN Wei

Department of Endocrinology, Wuhu Hospital of Traditional Chinese Medicine, Wuhu, Anhui 241000, China

Abstract: Objective To investigate the risk factors for the development of lower extremity atherosclerosis (LEAD) in elderly patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM) and to construct a preliminary prediction model for the development of LEAD in elderly patients with T2DM based on the glycated hemoglobin variability index (HGI). **Methods** A total of 213 elderly patients with T2DM admitted to the hospital from January 2021 to July 2023 were retrospectively selected as the training set. In addition, 102 elderly patients with T2DM admitted to the same hospital during the same period were selected as the validation set. The training set was divided into LEAD group and non-LEAD group according to whether LEAD occurred. The clinical data of patients were collected. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the optimal cut-off value of HGI for predicting the risk of LEAD in elderly patients with T2DM. Multivariate Logistic regression was used to analyze the influencing factors of LEAD in elderly patients with T2DM. **Results** A total of 315 elderly patients with T2DM were included in the training set and validation set, of which 66 cases had LEAD in the training set, with an incidence of 20.95%. There were 51 patients in LEAD group and 162 patients in non-LEAD group. There were significant differences in age, proportion of patients with hypertension, duration of diabetes, low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) level and HGI between the two groups ($P<0.05$). The results of ROC curve analysis showed that the area under the curve of HGI for predicting the risk of LEAD in elderly T2DM patients in the training set was 0.846 (95%CI:0.816—0.877). When the optimal