

调查研究

## 全血细胞计数衍生炎症指标与勃起功能障碍风险的关系及其与年龄的联合作用

林 煜<sup>1,2</sup>, 黄胜珠<sup>2</sup>, 陆 锋<sup>1,2</sup>, 李家龙<sup>1,2</sup>, 莫曾南<sup>1,2</sup>

(1. 广西医科大学第一附属医院泌尿外科和泌尿科学研究所, 南宁 530021; 2. 广西医科大学基因组与个性化医学中心 广西基因组与个性化医学重点实验室 广西基因组与个性化医学协同创新中心, 南宁 530021)

**摘要** 目的:评估全血细胞计数(CBC)衍生炎症指标与广西防城港地区男性勃起功能障碍(ED)风险及严重程度之间的关联,并进一步分析其与年龄的联合效应。方法:基于2011年和2013年广西防城港地区男性健康与体检调查(FAMHES)人群,共纳入1 057例受试者。采用多因素logistic回归模型分析对数转换后的炎症指标(中性粒细胞与淋巴细胞比值(NLR)、单核细胞与淋巴细胞比值(MLR)、系统性免疫炎症指数(SII)、系统性炎症反应指数(SIRI)和全血炎症状态指数(AISI))与ED的关系;限制性立方样条(RCS)模型用于评估剂量—反应关系,炎症指标与年龄分层分析用于探讨联合效应。结果:ED患病率为53.7%。在完全调整混杂因素后,4项炎症指标(除了SII)水平均与ED风险呈正相关关系( $OR: 1.27 \sim 1.56, P < 0.05$ )。其中,MLR、SIRI和AISI主要与轻度ED相关,而NLR则主要与中重度ED相关。MLR、SIRI、AISI与ED风险之间均呈线性剂量—反应关系。4项炎症指标水平(除了SII)与年龄存在联合作用。结论:CBC衍生炎症指标与ED风险及严重程度相关,其与年龄存在联合作用。

**关键词** 勃起功能障碍; 炎症; 全血细胞计数; 炎症指标; 横断面研究

中图分类号: R698.1 文献标志码: A 文章编号:1005-930X(2025)04-0574-09

DOI: 10.16190/j.cnki.45-1211/r.2025.04.012

### Association between complete blood count-derived inflammatory indices and the risk and severity of erectile dysfunction, as well as their joint effects with age

LIN Yu<sup>1,2</sup>, HUANG Shengzhu<sup>2</sup>, LU Zheng<sup>1,2</sup>, LI Jialong<sup>1,2</sup>, MO Zengnan<sup>1,2</sup>. (1. Institute of Urology and Nephrology, the First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Guangxi Medical University, Nanning 530021, China; 2. Center for Genomic and Personalized Medicine, Guangxi key Laboratory for Genomic and Personalized Medicine, Guangxi Collaborative Innovation Center for Genomic and Personalized Medicine, Guangxi Medical University, Nanning 530021, China)

**Abstract Objective:** To evaluate the association between complete blood count (CBC)-derived inflammatory indices and the risk and severity of erectile dysfunction (ED) among men in the Fangchenggang region of Guangxi, China, and to further explore the joint effects of these indices with age. **Methods:** A total of 1,057 participants were enrolled from the Fangchenggang Area Male Health and Examination Survey (FAMHES) conducted in 2011 and 2013. Multivariable logistic regression models were used to assess the association between log-transformed inflammatory indices [including neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR), monocyte-to-lymphocyte ratio (MLR), systemic immune-inflammation index (SII), systemic inflammation response index (SIRI), and aggregate index of systemic inflammation (AISI)] and ED risk. Restricted cubic spline (RCS) models were applied to evaluate dose-response relationships, and inflammatory indicators combined with stratified analyses by age were performed to examine joint effects. **Results:** The prevalence of ED was 53.7%. After full adjustment for potential confounders, all inflammatory indices except SII were positively associated with ED risk ( $OR =$

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(No. 82270806); 广西重点研发计划项目(No. 桂科 AB21196022); 广西科技重大专项(No. 桂科 AA22096030; No. 桂科 AA22096032); 广西创新驱动发展专项(No. AA18118016); 广西基因组与个性化医学研究重点实验室资助项目(No. 22-35-17)

[通信作者] 莫曾南, E-mail: mozengnan@gxmu.edu.cn

[收稿日期] 2025-07-25

1.27-1.56,  $P < 0.05$ ). Specifically, MLR, SIRI, and AISI were mainly associated with mild ED, while NLR was primarily associated with moderate-to-severe ED. MLR, SIRI, and AISI showed linear dose-response relationships with ED risk. There were joint effects between the levels of these four inflammatory indices (except SII) and age. **Conclusion:** CBC-derived inflammatory indices are associated with the risk and severity of ED, and there is a joint effect with age.

**Keywords** erectile dysfunction; inflammation; complete blood count; inflammatory indices; cross-sectional study

勃起功能障碍(erectile dysfunction, ED)是指持续存在的阴茎勃起障碍,表现为无法获得或维持足够硬度的勃起以完成满意的性生活<sup>[1]</sup>,其全球病例数在2025年将超过3.2亿<sup>[2]</sup>。研究表明,ED患病率随着年龄增长而升高<sup>[3]</sup>。我国一项基于人群的大型流行病学调查显示,ED总体患病率为49.69%,其中老年男性患病比例较高<sup>[4]</sup>。目前认为ED是一种由血管、神经及内分泌等多种因素共同参与的疾病<sup>[5]</sup>。近年来研究发现,慢性炎症在ED的发生与进展中发挥重要作用<sup>[6]</sup>。

低度全身性慢性炎症可通过氧化应激、内皮功能障碍以及一氧化氮信号通路受损等机制,促进ED的发生、发展<sup>[7]</sup>。炎性介质如肿瘤坏死因子- $\alpha$ (tumor necrosis factor- $\alpha$ , TNF- $\alpha$ )、白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)及C-反应蛋白水平升高与阴茎海绵体平滑肌舒张功能减弱密切相关<sup>[8]</sup>。全血细胞计数(complete blood count, CBC)可提供包括白细胞、红细胞及血小板在内的全面血液参数,基于CBC计算的复合炎症指标可综合多个细胞系信息,从多维角度量化机体的系统性炎症状态<sup>[9]</sup>。其中,中性粒细胞与淋巴细胞比值(neutrophil-to-lymphocyte ratio, NLR)可反映促炎与抗炎免疫反应之间的动态平衡<sup>[10]</sup>;单核细胞与淋巴细胞比值(monocyte-to-lymphocyte ratio, MLR)则用于评估慢性单核细胞活化状态<sup>[11]</sup>。此外,系统性免疫炎症指数(systemic immune-inflammation index, SII)、系统性炎症反应指数(systemic inflammation response index, SIRI)及全血炎症状态指数.aggregate index of systemic inflammation, AISI整合了中性粒细胞、淋巴细胞、单核细胞及血小板等多项指标,能够更加全面地反映机体的炎症水平<sup>[12-14]</sup>。这些CBC衍生炎症指数在多种疾病的预测中具有一定价值,尤其在心血管疾病与肿瘤性疾病中表现突出<sup>[15-16]</sup>。系统性炎症水平亦随着年龄增长而逐渐升高,提示炎症性血液指标可能在一定程度上反映“炎症性衰老”状态<sup>[17]</sup>。

已有研究显示,ED男性中炎症性指标水平普遍升高<sup>[6]</sup>,但仍缺乏具有人群代表性的大样本研究,炎症指标与ED关系的系统性研究鲜少报道,且年龄与系统性炎症对ED风险的潜在联合作用尚无系统评价。基于此,本研究在广西防城港地区男性人群中,系统评估CBC衍生炎症指标与ED发生及其严重程度之间的关系,并进一步探讨其与年龄的联合作用,为ED风险评估及公共卫生干预策略的制定提供科学依据。

## 1 对象与方法

**1.1 研究对象** 广西防城港地区男性健康与体检调查队列(FAMHES)是一项以人群为基础的研究项目,主要关注环境因素、遗传因素及其相互关系,该队列总共在3个阶段(2009年、2011年和2013年)收集了3次人群数据,本研究选取2011年和2013年两个FAMHES周期的数据,共招募接受常规体检的男性人群8 139例,均通过面对面问卷访谈方式完成数据收集。所有受试者均已签署知情同意书,并提供血样用于后续检测分析。本研究方案已获得广西医科大学第一附属医院医学伦理委员会批准(审批号:20110329)。

纳入标准:(1)年龄≥18岁;(2)接受血液检查且完成国际勃起功能指数(IIEF-5)问卷评估;(3)未使用影响性功能或炎症状态的药物(如激素类药物、免疫抑制剂);(4)愿意配合完成全部调查和检查项目,并签署知情同意书。排除标准:(1)有明确诊断的严重精神疾病或神经系统疾病者;(2)既往诊断为恶性肿瘤、严重心脑血管事件者;(3)有严重肝、肾功能障碍或内分泌疾病者;(4)正在使用激素类药物、抗抑郁药、降脂药等可能影响性功能或炎症指标的药物者;(5)关键数据缺失或调查问卷填写不完整者。最终共纳入1 057例研究对象。

**1.2 ED的评估与定义** 采用五项国际勃起功能指

数(international index of erectile function-5, IIEF-5)对ED进行评估<sup>[18]</sup>,总分0~25分。IIEF-5得分≤21分定义为存在ED。本研究中,重度ED患者例数较少,若单独作为一类进行分析可能导致统计效能不足。因此,在统计分析中将中度与重度ED合并为“中重度ED”一类,以保证结果的稳健性与可靠性。根据评分将ED严重程度分为:无ED(22~25分)、轻度ED(17~21分)、中重度ED(5~16分)。

**1.3 协变量的收集** 人口学信息(年龄、民族、婚姻状况、受教育程度等)、人体测量指标(身高、体重、腰围、血压)、生活方式(吸烟、饮酒、体力活动等)、既往病史以及近期用药情况等。受试者的身高和体重均按照标准方法测量,并计算体质质量指数。体质质量指数<24.0 kg/m<sup>2</sup>为正常,24.0~27.9 kg/m<sup>2</sup>为超重,≥28.0 kg/m<sup>2</sup>为肥胖<sup>[19]</sup>。

**1.4 实验室检测与炎症指标计算** 采集受试者空腹静脉血,中性粒细胞、淋巴细胞、单核细胞及血小板等常规血液学参数均在防城港市第一人民医院临床检验科采用全自动血液分析仪(Dade Behring,美国)检测。

**1.5 相关定义** CBC衍生炎症指标的计算方法如下:NLR=中性粒细胞计数/淋巴细胞计数;MLR=单核细胞计数/淋巴细胞计数;SII=血小板计数×中性粒细胞计数/淋巴细胞计数;SIRI=中性粒细胞计数×单核细胞计数/淋巴细胞计数;AISI=中性粒细胞计数×血小板计数×单核细胞计数/淋巴细胞计数<sup>[20]</sup>。

**1.6 统计学方法** 连续变量不符合正态分布用中位数(四分位数间距)( $M(P_{25} \sim P_{75})$ )表示,组间比较采用Kruskal-Wallis H检验;分类变量以频数和百分比表示,组间差异使用 $\chi^2$ 检验。因为炎症指标数据分布不均匀,存在明显偏倚,所以作自然对数(Ln-NLR、Ln-MLR、Ln-SII、Ln-SIRI、Ln-AISI)变换。采用二项式logistic回归模型评估各炎症指标与ED风险之间的关联。模型1:未作任何调整;模型2:调整年龄、婚姻状况和受教育程度;模型3:在模型2基础上进一步调整体质质量指数、吸烟状态、饮酒情况、体力活动水平及高血压等变量。炎症指标既以连续变量形式纳入模型,也按其四分位数分组作为分类变量进行分析。为评估炎症指标与ED风险之间的剂量—反应趋势,将其四分位数按整数顺序赋值(Q1~Q4),并作为连续变量纳入模型,计算趋势检验P。采用限制性立方样条(restricted cubic spline, RCS)分析炎症指标与ED的剂量—反应关系,并在

模型中纳入上述所有协变量(模型3)。将ED分为无、轻度、中重度3类,采用多项式logistic回归模型进行分析。进一步构建二项式logistic回归模型,探讨炎症指标与年龄的联合作用对ED风险的影响。使用MSTATA软件完成统计分析,以P<0.05为差异有统计学意义。

## 2 结 果

**2.1 研究对象的基本特征** 1 057例研究对象中,ED患病率为53.7%。轻度ED 406例,中度ED 119例,重度ED 43例。由于重度ED患者数量较少,因此在分析中将中度和重度ED合并为“中重度ED”。根据ED评分分为3组(无ED组,n=489;轻度ED组,n=406;中重度ED组,n=162)。与无ED组相比,ED组NLR与SIRI水平升高(P<0.05)。在人口学和临床特征方面,ED组年龄较大,高血压患病率较高,受教育程度及体力活动水平较低,已婚或同居者比例高于无ED组(P<0.05),见表1。

**2.2 炎症指标与ED的关联性分析** 二项式logistic回归分析显示,各炎症指标与ED风险之间均存在关联,该结果在不同模型中表现出一致性。在此分析中,为满足模型要求并保证统计效能,将ED状态处理为二分类(无ED与ED)。在未调整模型中,Ln-NLR和Ln-SIRI每升高1个单位,ED的发生风险分别增加50%(OR=1.50,95% CI: 1.08~2.10)和30%(OR=1.30,95% CI: 1.06~1.60);在完全调整混杂因素后(模型3),Ln-NLR、Ln-MLR、Ln-SIRI和Ln-AISI与ED呈正相关关系(均P<0.05),见表2。

在模型3中,与Q1组相比,Ln-SIRI位于Q3组的参与者,其ED风险升高(OR=1.55,95% CI: 1.07~2.25);在Q4组中,Ln-MLR(OR=1.62,95% CI: 1.11~2.35)与Ln-SIRI(OR=1.45,95% CI: 1.00~2.10)与ED风险之间具有统计学意义;趋势检验结果显示,Ln-NLR、Ln-MLR及Ln-SIRI均与ED呈现剂量—反应关系(趋势检验P<0.05),见表2。RCS分析发现,Ln-MLR、Ln-SIRI与Ln-AISI与ED风险之间存在线性关联,未发现非线性关系(整体P<0.05,非线性P>0.05),见图1。

**2.3 炎症指标与ED严重程度的关联性分析** 根据IIEF-5评分将ED分级后进行分层分析,结果显示不同炎症指标在ED各严重程度之间的关联存在差异(表3)。以无ED组为参考,Ln-NLR在3个模型中均与中重度ED相关。在模型2中,Ln-SII与中重度

ED之间的关联具有统计学意义( $OR=1.59, 95\%CI: 1.03\sim2.44$ )。此外,Ln-MLR与Ln-SIRI在所有模型中均与轻度ED呈正相关关系( $P<0.05$ );Ln-AISI在模型2与模型3中亦与轻度ED相关。

#### 2.4 年龄与炎症指标对ED风险的联合效应分析

二项式logistic回归分析显示,年龄与炎症指标

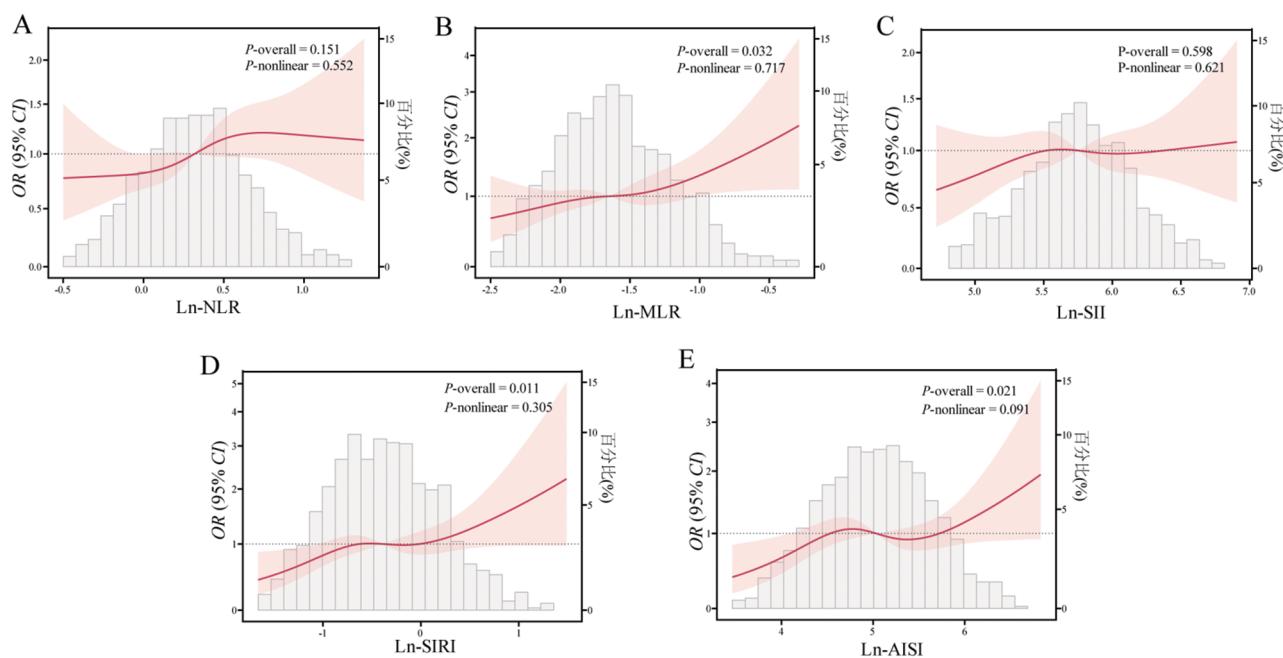
在ED风险中存在联合效应(表4)。以年龄 $<40$ 岁且炎症水平较低者为参考组,在模型3中,除Ln-SII外,年龄 $\geq40$ 岁且炎症指标升高的组别ED风险升高( $P<0.05$ )。其中,联合效应最强的是年龄 $\geq40$ 岁且Ln-SIRI $\geq-0.39$ 的受试者,其ED风险较参考组增加3.89倍( $OR=3.89, 95\%CI: 2.61\sim5.79, P<0.001$ )。

表1 研究对象的一般基线特征

特征	总样本 (n=1 057)	无ED组 (n=489)	轻度ED组 (n=406)	中重度ED组 (n=162)	$\chi^2/H$	P
年龄/岁, $M(P_{25}\sim P_{75})$	38(29~47)	34(28~41)	39(30~49)	47(34~58)	96.931	<0.001
年龄/岁,n(%)					79.873	<0.001
<40	599(56.7)	339(69.3)	210(51.7)	50(30.9)		
$\geq40$	458(43.3)	150(30.7)	196(48.3)	112(69.1)		
体质量指数/(kg/m <sup>2</sup> ),n(%)					6.630	0.157
<24.0	551(52.1)	270(55.2)	199(49.0)	82(50.6)		
24.0~27.9	384(36.3)	173(35.4)	149(36.7)	62(38.3)		
$\geq28.0$	122(11.5)	46(9.4)	58(14.3)	18(11.1)		
白细胞/( $\times 10^9$ 个/L), $M(P_{25}\sim P_{75})$	6.70(5.70~7.90)	6.60(5.60~7.90)	6.80(5.80~7.90)	6.70(5.80~7.70)	0.950	0.622
中性粒细胞/( $\times 10^9$ 个/L), $M(P_{25}\sim P_{75})$	3.40(2.80~4.20)	3.30(2.70~4.20)	3.45(2.80~4.20)	3.50(2.90~4.20)	4.255	0.119
淋巴细胞/( $\times 10^9$ 个/L), $M(P_{25}\sim P_{75})$	2.50(2.10~3.00)	2.50(2.10~3.00)	2.40(2.10~3.00)	2.50(2.00~2.80)	2.541	0.281
单核细胞/( $\times 10^9$ 个/L), $M(P_{25}\sim P_{75})$	0.48(0.38~0.61)	0.48(0.38~0.60)	0.49(0.39~0.65)	0.47(0.38~0.57)	4.330	0.115
NLR, $M(P_{25}\sim P_{75})$	1.38(1.10~1.71)	1.33(1.09~1.67)	1.38(1.10~1.72)	1.49(1.16~1.81)	8.230	0.016
MLR, $M(P_{25}\sim P_{75})$	0.19(0.15~0.26)	0.19(0.15~0.25)	0.20(0.15~0.28)	0.19(0.15~0.24)	4.900	0.086
SII, $M(P_{25}\sim P_{75})$	315(240~413)	313(240~408)	313(238~408)	321(246~432)	2.364	0.307
SIRI, $M(P_{25}\sim P_{75})$	0.68(0.47~0.98)	0.64(0.45~0.98)	0.71(0.48~1.05)	0.67(0.48~0.90)	5.059	0.080
AISI, $M(P_{25}\sim P_{75})$	153(100~236)	151(96~240)	157(105~242)	154(103~220)	1.701	0.427
IIIEF-5得分/分, $M(P_{25}\sim P_{75})$	21.0(19.0~23.0)	23.0(22.0~24.0)	20.0(19.0~21.0)	14.0(11.0~15.0)	896.792	<0.001
婚姻状况,n(%)					4.260	0.119
独居	226(21.4)	118(24.1)	79(19.5)	29(17.9)		
已婚或同居	831(78.6)	371(75.9)	327(80.5)	133(82.1)		
受教育程度,n(%)					22.334	<0.001
高中及以下	401(37.9)	161(32.9)	153(37.7)	87(53.7)		
高中以上	656(62.1)	328(67.1)	253(62.3)	75(46.3)		
吸烟,n(%)					1.841	0.398
否	570(53.9)	253(51.7)	225(55.4)	92(56.8)		
是	487(46.1)	236(48.3)	181(44.6)	70(43.2)		
饮酒,n(%)					3.244	0.197
否	161(15.2)	68(13.9)	61(15.0)	32(19.8)		
是	896(84.8)	421(86.1)	345(85.0)	130(80.2)		
体力活动水平,n(%)					11.529	0.003
少	450(42.6)	183(37.4)	184(45.3)	83(51.2)		
多	607(57.4)	306(62.6)	222(54.7)	79(48.8)		
高血压,n(%)					28.254	<0.001
无	985(93.2)	474(96.9)	373(91.9)	138(85.2)		
有	72(6.8)	15(3.1)	33(8.1)	24(14.8)		

表2 炎症指标与ED的二项式logistic回归分析结果

变量	模型1		模型2		模型3	
	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P
Ln-NLR(连续型变量)	1.50(1.08~2.10)	0.017	1.48(1.04~2.12)	0.029	1.45(1.01~2.08)	0.043
Ln-NLR						
Q1	1.00		1.00		1.00	
Q2	0.93(0.66~1.32)	0.693	0.96(0.67~1.38)	0.828	0.96(0.66~1.39)	0.829
Q3	1.31(0.93~1.85)	0.120	1.40(0.98~2.02)	0.067	1.38(0.96~2.00)	0.083
Q4	1.35(0.96~1.91)	0.084	1.33(0.92~1.91)	0.125	1.31(0.91~1.89)	0.155
趋势检验P		0.024		0.036		0.050
Ln-MLR(连续型变量)	1.30(0.98~1.71)	0.067	1.45(1.08~1.94)	0.013	1.56(1.15~2.11)	0.004
Ln-MLR						
Q1	1.00		1.00		1.00	
Q2	1.13(0.80~1.59)	0.486	1.09(0.76~1.57)	0.626	1.09(0.76~1.58)	0.639
Q3	1.19(0.85~1.68)	0.315	1.19(0.83~1.71)	0.352	1.21(0.84~1.76)	0.304
Q4	1.35(0.96~1.91)	0.083	1.48(1.02~2.12)	0.037	1.62(1.11~2.35)	0.013
趋势检验P		0.081		0.034		0.010
Ln-SII(连续型变量)	1.18(0.90~1.56)	0.229	1.23(0.91~1.65)	0.177	1.16(0.87~1.58)	0.335
Ln-SII						
Q1	1.00		1.00		1.00	
Q2	0.94(0.67~1.32)	0.727	1.06(0.74~1.53)	0.735	1.03(0.71~1.49)	0.865
Q3	1.00(0.71~1.41)	>0.999	1.08(0.75~1.55)	0.684	1.01(0.70~1.46)	0.970
Q4	1.05(0.75~1.48)	0.763	1.12(0.78~1.61)	0.552	1.04(0.72~1.51)	0.827
趋势检验P		0.692		0.558		0.867
Ln-SIRI(连续型变量)	1.30(1.06~1.60)	0.012	1.33(1.10~1.70)	0.004	1.41(1.13~1.77)	0.002
Ln-SIRI						
Q1	1.00		1.00		1.00	
Q2	1.22(0.87~1.71)	0.258	1.16(0.81~1.67)	0.412	1.19(0.84~1.77)	0.351
Q3	1.57(1.11~2.22)	0.010	1.54(1.07~2.21)	0.021	1.55(1.07~2.25)	0.021
Q4	1.29(0.92~1.82)	0.140	1.36(0.95~1.96)	0.093	1.45(1.00~2.10)	0.050
趋势检验P		0.064		0.040		0.022
Ln-AISI(连续型变量)	1.18(0.98~1.43)	0.078	1.26(1.03~1.54)	0.022	1.27(1.04~1.56)	0.021
Ln-AISI						
Q1	1.00		1.00		1.00	
Q2	1.20(0.85~1.69)	0.296	1.15(0.80~1.66)	0.463	1.13(0.78~1.64)	0.572
Q3	1.47(1.04~2.07)	0.029	1.46(1.03~2.14)	0.041	1.47(1.01~2.14)	0.055
Q4	1.10(0.78~1.55)	0.572	1.18(0.83~1.72)	0.372	1.20(0.83~1.74)	0.387
趋势检验P		0.372		0.191		0.223



A: Ln-NLR 与 ED 的关联; B: Ln-MLR 与 ED 的关联; C: Ln-SII 与 ED 的关联; D: Ln-SIRI 与 ED 的关联; E: Ln-AISI 与 ED 的关联; 所有模型均调整年龄、体质指数、婚姻状况、受教育程度、吸烟状态、饮酒情况、体力活动水平、高血压等协变量; 图中红色实线表示  $OR$ , 红色阴影区域表示 95%  $CI$ , 图下方直方图显示相应炎症指标的分布情况。

图1 炎症指标与ED之间关系的RCS分析

表3 炎症指标与不同程度ED的多项式logistic回归分析结果

变量	ED <sup>严重程度</sup>	模型1		模型2		模型3	
		OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P
Ln-NLR	无	1.00		1.00		1.00	
	轻度	1.34(0.93~1.93)	0.112	1.36(0.93~1.98)	0.112	1.33(0.91~1.95)	0.143
	中重度	1.98(1.23~3.20)	0.005	1.94(1.17~3.22)	0.011	1.89(1.13~3.16)	0.015
Ln-MLR	无	1.00		1.00		1.00	
	轻度	1.43(1.06~1.93)	0.018	1.56(1.14~2.11)	0.005	1.66(1.21~2.28)	0.002
	中重度	0.99(0.65~1.50)	0.954	1.10(0.70~1.73)	0.686	1.21(0.76~1.92)	0.421
Ln-SII	无	1.00		1.00		1.00	
	轻度	1.08(0.80~1.47)	0.598	1.13(0.82~1.54)	0.455	1.07(0.78~1.47)	0.675
	中重度	1.48(0.99~2.20)	0.058	1.59(1.03~2.44)	0.035	1.49(0.96~2.30)	0.075
Ln-SIRI	无	1.00		1.00		1.00	
	轻度	1.34(1.08~1.68)	0.009	1.40(1.11~1.76)	0.004	1.43(1.13~1.81)	0.003
	中重度	1.20(0.89~1.62)	0.233	1.27(0.92~1.77)	0.149	1.32(0.95~1.85)	0.103
Ln-AISI	无	1.00		1.00		1.00	
	轻度	1.21(0.99~1.48)	0.064	1.27(1.03~1.57)	0.025	1.28(1.03~1.58)	0.025
	中重度	1.11(0.85~1.46)	0.438	1.22(0.90~1.65)	0.186	1.23(0.90~1.68)	0.184

表4 年龄与炎症指标联合对ED风险的二项式logistic回归分析

特征	无ED/ ED,n	模型1		模型2		模型3	
		OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P
<b>Ln-NLR</b>							
年龄<40+Ln-NLR<0.32	183/119	1.00		1.00		1.00	
年龄<40+Ln-NLR≥0.32	156/141	1.39(1.01~1.92)	0.047	1.37(0.99~1.90)	0.056	1.36(0.98~1.90)	0.064
年龄≥40+Ln-NLR<0.32	83/145	2.69(1.88~3.83)	<0.001	2.86(1.97~4.15)	<0.001	2.84(1.94~4.17)	<0.001
年龄≥40+Ln-NLR≥0.32	67/163	3.74(2.59~5.40)	<0.001	3.89(2.65~5.71)	<0.001	3.71(2.49~5.51)	<0.001
<b>Ln-MLR</b>							
年龄<40+Ln-MLR<-1.65	172/117	1.00		1.00		1.00	
年龄<40+Ln-MLR≥-1.65	167/143	1.26(0.91~1.74)	0.164	1.24(0.90~1.73)	0.191	1.32(0.95~1.84)	0.101
年龄≥40+Ln-MLR<-1.65	80/153	2.81(1.97~4.02)	<0.001	2.95(2.04~4.27)	<0.001	2.85(1.94~4.19)	<0.001
年龄≥40+Ln-MLR≥-1.65	70/155	3.26(2.25~4.70)	<0.001	3.38(2.31~4.94)	<0.001	3.51(2.37~5.21)	<0.001
<b>Ln-SII</b>							
年龄<40+Ln-SII<5.75	170/124	1.00		1.00		1.00	
年龄<40+Ln-SII≥5.75	169/136	1.10(0.80~1.52)	0.551	1.10(0.79~1.52)	0.565	1.05(0.75~1.46)	0.789
年龄≥40+Ln-SII<5.75	77/154	2.74(1.92~3.92)	<0.001	2.93(2.01~4.27)	<0.001	2.88(1.96~4.25)	<0.001
年龄≥40+Ln-SII≥5.75	73/154	2.89(2.01~4.15)	<0.001	3.02(2.07~4.42)	<0.001	2.76(1.86~4.10)	<0.001
<b>Ln-SIRI</b>							
年龄<40+Ln-SIRI<-0.39	177/120	1.00		1.00		1.00	
年龄<40+Ln-SIRI≥-0.39	162/140	1.27(0.92~1.76)	0.142	1.27(0.92~1.76)	0.152	1.28(0.92~1.78)	0.146
年龄≥40+Ln-SIRI<-0.39	86/147	2.52(1.77~3.59)	<0.001	2.67(1.85~3.85)	<0.001	2.53(1.73~3.69)	<0.001
年龄≥40+Ln-SIRI≥-0.39	64/161	3.71(2.56~5.38)	<0.001	3.86(2.63~5.66)	<0.001	3.89(2.61~5.79)	<0.001
<b>Ln-AISI</b>							
年龄<40+Ln-AISI<5.03	171/119	1.00		1.00		1.00	
年龄<40+Ln-AISI≥5.03	168/141	1.21(0.87~1.67)	0.257	1.20(0.86~1.66)	0.253	1.20(0.86~1.68)	0.242
年龄≥40+Ln-AISI<5.03	83/154	2.67(1.87~3.80)	<0.001	2.82(1.95~4.09)	<0.001	2.76(1.88~4.04)	<0.001
年龄≥40+Ln-AISI≥5.03	67/154	3.30(2.28~4.78)	<0.001	3.50(2.34~5.06)	<0.001	3.38(2.26~5.04)	<0.001

### 3 讨论

基于广西防城港地区1 057例男性受试者的分析显示,多种CBC衍生炎症指标(如NLR、SIRI)与ED风险呈正相关关系,并呈现剂量—反应关系,提示系统性炎症在ED发生与进展中具有持续促进作用。以单核细胞为主导的指标(MLR、SIRI、AISI)更倾向于关联轻度ED,而以中性粒细胞为主导的NLR则主要关联中重度ED,提示不同类型的炎症反应可能在ED的不同阶段发挥差异性作用。此外,年龄与炎症水平之间的联合作用进一步提示炎症可能在年龄相关的ED风险中具有放大效应。上述发现为炎症与ED之间的关联提供了流行病学证据,并为未来开展基于炎症指标的ED风险分层和前瞻性验证研究提供了理论基础。

多项研究显示,ED患者的炎症性细胞因子<sup>[21]</sup>(如TNF-α、IL-6)及炎症指标(如NLR<sup>[6]</sup>)普遍升高,且多种炎症相关疾病的ED患病率亦较高<sup>[22~23]</sup>。本研究提示,不同类型免疫细胞在ED进展中的作用有别,因而各类炎症指标对ED病理过程具有一定特异性。相较于单一免疫细胞参数,CBC衍生炎症指标能更全面反映系统性炎症状态,且受个体差异影响较小<sup>[24]</sup>。

在本队列中,NLR(典型急性炎症标志物<sup>[25~26]</sup>)与中重度ED持续相关,提示中性粒细胞相关机制(如中性粒细胞胞外诱捕网形成、髓过氧化物酶介导的氧化应激)可能参与发病。与此不同,以单核细胞为基础的指标(如MLR、SIRI、AISI)主要与轻度ED相关<sup>[6,27~28]</sup>,或反映巨噬细胞分泌基质金属蛋白酶、TGF-β等介导的组织重塑过程。值得注意的是,SIRI融合了NLR与MLR的信息,在本研究及美

国人群研究中均表现出较强预测价值<sup>[27]</sup>;而SII在不同种族中的表现不一<sup>[29]</sup>,亟须开展多中心、大样本研究进一步验证。

单核细胞相关指标(MLR、SIRI、AISI)更可能指示慢性低度炎症及ED早期的重塑/纤维化过程;NLR则更多关联中重度ED,或反映急性炎症诱发的内皮氧化损伤与功能障碍<sup>[26]</sup>。这些结果为基于炎症表型的ED亚型化提供依据:单核细胞相关指标可用于早期筛查,NLR适合进展评估。然而,这其中的机制基础尚未明晰,仍需动物与分子层面的进一步研究,以阐明具体通路并支撑精准干预策略的开发。

本研究系统评估了炎症指标与年龄对ED风险的联合作用。与<40岁且炎症水平较低者相比,>40岁且炎症水平升高者的ED风险增加近3倍,提示累积的炎症负担可能通过加重内皮功能障碍与氧化应激,促进年龄相关的ED发生。值得注意的是,在<40岁人群中,即使炎症升高也未见与ED相关的趋势,可能与该年龄段免疫稳态与组织修复能力较强、炎症所致损伤未达不可逆有关;同时,年轻男性更常见心理性或混合型ED,血管病因相关性较弱。随着年龄增长,血管内皮祖细胞功能下降,炎症相关损伤的修复能力减弱,或在一定年龄阶段形成炎症与ED关联的拐点。未来需前瞻性研究验证因果关系,并评估抗炎干预是否有助于延缓中老年男性ED进展。

本研究的优势在于:在广西防城港人群中系统评估了多种CBC衍生炎症指标(NLR、MLR、SII、SIRI、AISI)与ED风险及其严重程度的关系,补充了亚洲人群证据;通过多因素调整、剂量—反应分析与严重程度分层,提高了结果稳健性。值得关注的是,MLR与SIRI更倾向于关联轻度ED,而NLR主要关联中重度ED,提示不同严重程度可能存在异质性的炎症表型。局限性在于:横断面设计限制因果推断;单次血样难以充分反映慢性炎症水平;未进一步阐明炎症通路的生物学机制;研究对象总体健康状况较好,外推性受限。

综上,本研究在广西防城港男性人群中系统评估了多种CBC衍生炎症指标与ED风险的关系。结果显示,系统性炎症与ED风险呈剂量—反应关系,且炎症负担与年龄存在联合效应。上述发现补充了炎症与ED的流行病学证据,并为基于炎症表型的风险分层提供依据。未来需开展纵向随访与

机制研究,以阐明关键通路并验证因果关联。

## 参考文献:

- [1] ROSEN R C, RILEY A, WAGNER G, et al. The international index of erectile function (IIEF): a multidimensional scale for assessment of erectile dysfunction[J]. Urology, 1997, 49(6): 822-830.
- [2] AYTA I A, MCKINLAY J B, KRANE R J. The likely worldwide increase in erectile dysfunction between 1995 and 2025 and some possible policy consequences[J]. BJU international, 1999, 84(1): 50-56.
- [3] CORONA G, LEE D M, FORTI G, et al. Age-related changes in general and sexual health in middle-aged and older men: results from the European male ageing study (EMAS)[J]. The journal of sexual medicine, 2010, 7(4): 1362-1380.
- [4] WANG W Y, FAN J Y, HUANG G F, et al. Meta-analysis of prevalence of erectile dysfunction in mainland China: evidence based on epidemiological surveys[J]. Sexual medicine, 2017, 5(1): e19-e30.
- [5] SHAMLOUL R, GHANEM H. Erectile dysfunction[J]. Lancet, 2013, 381(9861): 153-165.
- [6] LIU H, DONG H Q, GUO M X, et al. Association between inflammation indicators (MLR, NLR, SII, SIRI, and AISI) and erectile dysfunction in US adults: NHANES 2001-2004[J]. Journal of health, population, and nutrition, 2024, 43(1): 169.
- [7] KALTSAS A, ZIKOPOULOS A, DIMITRIADIS F, et al. Oxidative stress and erectile dysfunction: pathophysiology, impacts, and potential treatments[J]. Current issues in molecular biology, 2024, 46(8): 8807-8834.
- [8] VLACHOPOULOS C, ROKKAS K, IOAKEIMIDIS N, et al. Inflammation, metabolic syndrome, erectile dysfunction, and coronary artery disease: common links[J]. European urology, 2007, 52(6): 1590-1600.
- [9] XING Y Y, TIAN Z B, JIANG Y P, et al. A practical nomogram based on systemic inflammatory markers for predicting portal vein thrombosis in patients with liver cirrhosis[J]. Annals of medicine, 2022, 54(1): 302-309.
- [10] MOUCHLI M, REDDY S, GERRARD M, et al. Usefulness of neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR) as a prognostic predictor after treatment of hepatocellular carcinoma."Review article[J]. Annals of hepatology, 2021, 22: 100249.
- [11] LIU J X, LIU X G, LI Y P, et al. The association of neutrophil to lymphocyte ratio, mean platelet volume, and platelet distribution width with diabetic retinopathy and ne-

- phopathy: a meta-analysis[J]. Bioscience reports, 2018, 38(3): BSR20180172.
- [12] DZIEDZIC E A, GĄSIOR J S, TUZIMEK A, et al. Investigation of the associations of novel inflammatory biomarkers-systemic inflammatory index (SII) and systemic inflammatory response index (SIRI)-with the severity of coronary artery disease and acute coronary syndrome occurrence[J]. International journal of molecular sciences, 2022, 23(17): 9553.
- [13] JIN Z Q, WU Q, CHEN S H, et al. The associations of two novel inflammation indexes, SII and SIRI with the risks for cardiovascular diseases and all-cause mortality: a ten-year follow-up study in 85, 154 individuals[J]. Journal of inflammation research, 2021, 14: 131-140.
- [14] ZINELLU A, PALIOGIANNIS P, SOTGIU E, et al. Blood cell count derived inflammation indexes in patients with idiopathic pulmonary fibrosis[J]. Lung, 2020, 198(5): 821-827.
- [15] FERRO M, CAPUTO V F, BARONE B, et al. Lymphocyte to monocyte ratio: a new independent prognostic factor in bladder cancer progression?[J]. Frontiers in oncology, 2021, 11: 754649.
- [16] ADAMSTEIN N H, MACFADYEN J G, ROSE L M, et al. The neutrophil-lymphocyte ratio and incident atherosclerotic events: analyses from five contemporary randomized trials[J]. European heart journal, 2021, 42(9): 896-903.
- [17] PETERS A, DELHEY K, NAKAGAWA S, et al. Immunosenescence in wild animals: meta-analysis and outlook [J]. Ecology letters, 2019, 22(10): 1709-1722.
- [18] ROSEN R C, CAPPELLERI J C, SMITH M D, et al. Development and evaluation of an abridged, 5-item version of the International Index of Erectile Function (IIEF-5) as a diagnostic tool for erectile dysfunction[J]. International journal of impotence research, 1999, 11(6): 319-326.
- [19] ZHOU B F, COOPERATIVE META-ANALYSIS GROUP OF THE WORKING GROUP ON OBESITY IN CHINA. Predictive values of body mass index and waist circumference for risk factors of certain related diseases in Chinese adults-study on optimal cut-off points of body mass index and waist circumference in Chinese adults[J]. Biomedical and environmental sciences, 2002, 15(1): 83-96.
- [20] LI X W, WANG L Y, LIU M, et al. Association between neutrophil-to-lymphocyte ratio and diabetic kidney disease in type 2 diabetes mellitus patients: a cross-sectional study[J]. Frontiers in endocrinology, 2024, 14: 1285509.
- [21] LIU D Z, QIN Z, YI B C, et al. Inflammatory cytokine profiles in erectile dysfunction: a bidirectional Mendelian randomization[J]. Frontiers in immunology, 2024, 15: 1342658.
- [22] WU T, DUAN X, CHEN S L, et al. Association between psoriasis and erectile dysfunction: a meta-analysis[J]. 2018, 15(6): 839-847.
- [23] LIU C J, LEI Q M, LI J W, et al. Arthritis increases the risk of erectile dysfunction: Results from the NHANES 2001-2004[J]. Frontiers in endocrinology, 2024, 15: 1390691.
- [24] ZAHOREC R. Neutrophil-to-lymphocyte ratio, past, present and future perspectives[J]. Bratislavské lekarske listy, 2021, 122(7): 474-488.
- [25] DEMIRKOL S, BALTA S, UNLU M, et al. Neutrophils/lymphocytes ratio in patients with cardiac syndrome X and its association with carotid intima-media thickness[J]. Clinical and applied thrombosis/hemostasis, 2014, 20(3): 250-255.
- [26] VENTIMIGLIA E, CAZZANIGA W, PEDERZOLI F, et al. The role of neutrophil-to-lymphocyte ratio in men with erectile dysfunction-preliminary findings of a real-life cross-sectional study[J]. Andrology, 2018, 6(4): 559-563.
- [27] LIN W L, WANG H X, LIN M G. Relationship between systemic inflammatory response index and erectile dysfunction: a cross-sectional study[J]. Urology, 2023, 181: 69-75.
- [28] ZHANG Y, LI T Z, CHEN Q X, et al. The relationship between complete blood cell count-derived inflammatory biomarkers and erectile dysfunction in the United States [J]. Scientific reports, 2024, 14(1): 32014.
- [29] ZHONG L, ZHAN X P, LUO X. Higher systemic immune-inflammation index is associated with increased risk of erectile dysfunction: Result from NHANES 2001-2004[J]. Medicine, 2023, 102(45): e35724.

## 本文引用格式:

林 煦, 黄胜珠, 陆 靖, 等. 全血细胞计数衍生炎症指标与勃起功能障碍风险的关系及其与年龄的联合作用 [J]. 广西医科大学学报, 2025, 42(4): 574-582. DOI: 10.16190/j.cnki.45-1211/r.2025.04.012

LIN Y, HUANG S Z, LU Z, et al. Association between complete blood count-derived inflammatory indices and the risk and severity of erectile dysfunction, as well as their joint effects with age [J]. Journal of Guangxi medical university, 2025, 42(4): 574-582. DOI: 10.16190/j.cnki.45-1211/r.2025.04.012