

2 型糖尿病足短期复发风险因素的分析及 预测模型列线图的构建

余丽¹, 陈洁², 崔龙¹, 尹经霞¹, 郑黎黎¹, 侯春艳¹, 曾芳¹, 李令¹

(1. 武警重庆总队医院内分泌科, 重庆 400061; 2. 武警重庆总队医院护理部, 重庆 400061)

【摘要】目的:探讨 2 型糖尿病足短期复发风险因素, 并构建列线图预测模型。**方法:**选择 2023 年 1 月 1 日至 2024 年 6 月 30 日, 在本院治疗的 120 例糖尿病足溃疡 (diabetic foot ulcer, DFU) 患者, 以 DFU 患者 12 个月是否复发分组, 即试验组 69 例 DFU 患者治疗后复发, 对照组 51 例 DFU 患者治疗后未复发, 比较两组患者的临床资料, 采用多因素 logistic 回归模型分析影响 DFU 治疗后短期复发的风险因素, 基于风险因素构建 DFU 治疗后短期复发的列线图预测模型, 再用受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线与校准曲线模型验证预测价值。**结果:**试验组与对照组在性别、教育背景、病程、合并高血压、吸烟史、饮酒史、合并糖尿病肾病、合并糖尿病神经病、溃疡部位、血管病变比较差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。多因素 logistic 回归分析结果显示, 病程、吸烟史、饮酒史、合并糖尿病周围神经病变为 DFU 治疗后短期复发的独立因素 [比值比 (odds ratio, OR) > 1]。创建的列线图预测模型校正曲线与理想曲线贴合度较好, 提示列线图模型具有较高的预测准确度; ROC 曲线下面积为 0.966, 提示列线图模型具有较高的预测价值。**结论:**病程、吸烟史、饮酒史、合并糖尿病周围神经病变为 2 型糖尿病足短期复发独立风险因素。基于以上 4 项影响因素构建的列线图模型对预测 DFU 治疗后短期复发具有较高预测价值。

【关键词】糖尿病足; 复发; 风险因素; 列线图预测模型

【中图分类号】R587

【文献标志码】A

Risk factors for short-term recurrence of diabetic foot ulcer in type 2 diabetes and construction of a nomogram prediction model

Yu Li¹, Chen Jie², Cui Long¹, Yin Jingxia¹, Zheng Lili¹, Hou Chunyan¹, Zeng Fang¹, Li Ling¹

(1. Department of Endocrinology, Chongqing Hospital of People's Armed Police;

2. Department of Nursing, Chongqing Hospital of People's Armed Police)

【Abstract】Objective: To investigate the risk factors for short-term recurrence of diabetic foot ulcer (DFU) in type 2 diabetes, and to construct a nomogram prediction model. **Methods:** A total of 120 patients with DFU who were treated in our hospital from January 1, 2023 to June 30, 2024 were enrolled, and according to the presence or absence of recurrence at 12 months after treatment, the patients were divided into experimental group (69 patients with recurrence after treatment) and control group (51 patients without recurrence after treatment). Clinical data were compared between the two groups. The multivariate logistic regression analysis was used to investigate the risk factors for short-term recurrence, and a nomogram prediction model was developed based on these factors for predicting the short-term recurrence of DFU after treatment. The receiver operating characteristic (ROC) curve and the calibration curve were used to assess the predictive value of the model. **Results:** There were significant differences between the experimental group and the control group in sex, educational background, disease duration, hypertension, smoking history, alcohol consumption history, concurrent diabetic nephropathy, concurrent diabetic neuropathy, ulcer site, and vascular lesions ($P < 0.05$). The multivariate logistic regression analysis showed that disease duration, smoking history, alcohol consumption history, and concurrent diabetic peripheral neuropathy were independent factors for short-term recurrence of DFU after treatment (odds ratio > 1). The calibration curve of the nomogram prediction model fit well with the ideal curve, indicating that the nomogram model had high predictive accuracy, and the model had an area under the ROC curve of 0.966, suggesting that it had high predictive value. **Conclusion:** Disease duration, smoking history, alcohol consumption history, and concurrent diabetic peripheral neuropathy are independent risk factors for short-term recurrence of type 2 diabetic foot. The nomogram model constructed based on these four factors has a relatively high value in predicting short-term recurrence of DFU after treatment.

【Key words】diabetic foot; recurrence; risk factors; nomogram prediction model

作者简介: 余丽, Email: 190757151@qq.com,

研究方向: 内分泌及代谢病。

通信作者: 李令, Email: achunxue521@qq.com。

基金项目: 重庆市卫健委中医科研资助项目 (编号: 2024WSJK192);

重庆市南岸区科卫联合医学科研资助项目 (编号: 2023-03, 2023-04)。

优先出版: <https://link.cnki.net/urlid/50.1046.R.20260302.1000.010>

(2026-03-02)

2型糖尿病(type 2 diabetes, T2DM)患病率日趋升高^[1],常伴严重系统与器官损害,其中糖尿病足溃疡(diabetic foot ulcer, DFU)是最常见、最严重且治疗费用最高的并发症之一。DFU复发率高、危害大,全球范围内DFU平均复发率约22.1%/年,亚洲地区平均复发率达17.0%/年^[2]。研究发现,约40%患者在足病愈合后短期复发(12月以内),且患者后续在3年内、5年内再复发的风险也大幅增加^[3],DFU早期复发增加患者焦虑、抑郁情绪,降低治疗依从性,严重影响预后^[4]。因此需“预防”重于“治疗”,重视DFU短期复发风险因素的干预,避免远期复发和截肢等严重不良结局事件。

DFU复发影响因素复杂,包括糖尿病疾病因素、足部病变情况、治疗与干预因素以及心理行为因素等^[5-9],但目前研究多从单方面讨论DFU复发影响因素,并且这些影响因素与DFU病复发的关联机制尚不明确,缺少可以直观预测多个复发风险因素综合影响的工具。

风险预测模型是以疾病多个发病影响因素为基础,采用定量研究方法建立统计模型,通过直观数据准确预测个体某种疾病发生概率的一种工具^[10],其中列线图预测模型将传统的logistic回归分析结果可视化呈现,可迅速计算出预测事件发生概率,是一种直观的风险预测工具。已应用于多种临床疾病风险预测,如多种肿瘤术后复发^[11-13]、青少年肌阵挛性癫痫患者停药后复发^[14]等。

本研究拟通过将DFU短期复发的可能风险因素进行汇总分析,构建列线图预测模型,直观、快速预测DFU短期复发概率,指导医务人员早期预警和识别DFU短期复发风险,针对性地采取干预措施,改善患者预后。现报道如下。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究遵守《赫尔辛基宣言》并获本院医学伦理委员会批准:(2023)伦理监审第(WJ-230901)号。选择2023年1月1日至2024年6月30日,本院治疗的120例DFU患者,根据DFU患者治愈后随访12个月是否复发进行分组:其中试验组69例DFU患者治疗后短期复发,对照组51例DFU患者治疗后未短期复发。

糖尿病足复发定义:国际糖尿病足工作组(International Working Group on the Diabetic Foot, IWGDF)将糖尿病足复发(recurrent foot ulcer, RFU)定义为既往患糖尿病足治愈后出

现新的足部病变。不论此次足病发生部位是否与上次一致,以及距上次足病愈合间隔多长时间,都可认定为复发^[15]。

纳入标准:①年龄为>18岁;②经诊断符合1999年世界卫生组织(World Health Organization, WHO)制定的T2DM诊断标准;③符合DFU诊断标准,Wagner分级1级以上者;④临床资料完整,在本院接受DFU病治疗并治愈出院者;⑤患者自身及家属知情同意且签署知情同意书。

排除标准:①其他非T2DM原因导致的足部溃疡疾病者;②伴恶性肿瘤、免疫系统、血液系统疾病者;③存在认知障碍或精神障碍者。

1.2 研究方法

1.2.1 收集资料 包括:①人口学特征:患者的性别、年龄、体质指数(body mass index, BMI)、糖尿病病程等;②患者病史:高血压、吸烟史、饮酒史、糖尿病周围神经病变(diabetic peripheral neuropathy, DPN)、糖尿病肾病(diabetic kidney disease, DKD)、糖尿病血管病变:踝肱指数(ankle-brachial index, ABI)<0.9或足背动脉和胫后动脉搏动明显减弱或消失,且无其他原因解释^[16-17]等;③DFU足部情况:溃疡部位;④实验室检测指标:糖化血红蛋白(glycosylated hemoglobin, HbA_{1c})、总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglycerides, TG)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(igh density lipoprotein cholesterol HDL-C)、C反应蛋白(C-reactive protein, CRP)等。

1.2.2 治疗与随访 住院期间,根据病情对所有患者给予:①综合治疗(血糖、血脂、血压等代谢指标控制、营养支持疗法、感染控制、糖尿病神经病变治疗、血管介入及其他);②创面处理;③创面修复(创面敷料的应用、负压伤口疗法、皮肤替代物、皮片及皮瓣移植术)等处理。需注意的是,治疗方案应该个体精准化。DFU治愈标准:溃疡面全部上皮化,局部疼痛消失^[18]。治愈后第12个月随访。主要观察终点:是否复发。

1.2.3 复发标准 出院后第12个月随访,可采取电话或门诊复查方式随访。若出院后的12个月内DFU患者再次出现经诊断符合DFU诊断标准且符合IWGDF的DFU复发定义,确认DFU复发。

1.3 统计学方法

数据分析用SPSS 29.0统计软件,检验水准 $\alpha=0.05$ 。连续数据使用Shapiro正态性检验。计量资料:正态分布数据用均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,非正态数据采用中位数上下四分位间距 $[M_q(P_{25}, P_{75})]$ 表示,非正态数据采用Box-Cox进行正态性转换。2组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料用例(%)表示,数据比较采用卡方检验或Fisher精确概率法检验。一般临床资料中单因素分析有统计学意义的变量经多重共线性检验后,进行多因素logistic回归分析确定风险因素,筛选影响DFU治疗后短期复发的独立风险因素;将确定的独立风险因素引入R4.2.1软件与rms, [6.4.0], ResourceSelection[0.3-5]程序包,构建DFU治疗后短期复发的列线图

预测模型;绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线与计算曲线下面积(area under the curve, AUC),校准曲线验证列线图预测模型。

2 结果

2.1 一般资料比较

试验组与对照组在年龄、BMI、HbA_{1c}、TC、TG、LDL-C、HDL-C、CRP 方面比较差异均无统计学意义($P>0.05$),实验组与对照组在性别、教育背景、病程、合并高血压、吸烟史、饮酒史、合并 DKD、合并 DPN、溃疡部位、血管病变比较差异均有统计学意义($P<0.05$),见表 1。

2.2 影响 DUF 治疗后短期复发的风险因素分析

以 DUF 治疗后短期复发(未复发、复发)作为因变量,表 1 中差异有统计学意义的指标共 10 项,即性别、教育背景、病程、合并高血压、吸烟史、饮酒史、合并 DKD、合并 DPN、溃疡部位、血管病变为自变量,进行多因素 logistic 回归分析。在进行单因素分析时,教育背景与 DUF 短期复发有关联性,但在加入其他自变量开展多因素 logistic 回归分析后,它独立作用不再具备统计学价值,表明教育背景对 DUF 短期复发的影响或许经由相关临床及行为学因素间接产生作用,因此未加入最终多因素回归模型。结果显示:病程、吸烟史、饮酒史、合并 DPN 为 DUF 治疗后短期复发的独立风险因素($P<0.05$)。见表 2。

表 1 2 型糖尿病足短期复发风险因素的单因素分析[$n, %; \bar{x} \pm s, M_d(P_{25}, P_{75})$]

因素	未复发($n=51$)	复发($n=69$)	$\chi^2/t/Z$ 值	P 值
性别			3.460	<0.001
女	27(52.9)	15(21.7)		
男	24(47.1)	54(78.3)		
年龄(岁)	65.73 ± 12.94	68.97 ± 10.49	1.516	0.132
教育背景			2.571	<0.001
大学	8(15.7)	2(2.9)		
中学	14(27.5)	7(10.1)		
小学	29(56.9)	60(87.0)		
BMI(kg/m ²)	24.10(22.40, 25.78)	24.80(23.40, 26.10)	1.063	0.288
腰围(cm)	84(80, 91)	86(82, 90)	0.984	0.325
病程(年)	7.0(3.0, 9.5)	15.0(11.0, 20.0)	3.291	<0.001
合并高血压			12.882	<0.001
无	29(56.9)	17(24.6)		
有	22(43.1)	52(75.4)		
吸烟史			5.862	<0.001
无	38(74.5)	19(27.5)		
有	13(25.5)	50(72.5)		
饮酒史			5.762	<0.001
无	42(82.4)	17(24.6)		
有	9(17.6)	52(75.4)		
合并 DKD			3.380	<0.001
无	30(58.8)	19(27.5)		
有	21(41.2)	50(72.5)		
合并 DPN			3.831	<0.001
无	29(56.9)	15(21.7)		
有	22(43.1)	54(78.3)		
HbA _{1c} (%)	8.40(7.00, 10.10)	8.50(7.50, 9.30)	0.298	0.766
TC(mmol/L)	4.03(3.51, 5.16)	4.09(3.24, 5.88)	0.074	0.941
TG(mmol/L)	1.34(1.00, 1.92)	1.51(1.07, 2.69)	0.956	0.339
HDL-C(mmol/L)	1.21(0.90, 1.69)	1.08(0.96, 1.31)	0.898	0.369
LDL-C(mmol/L)	2.28(1.67, 3.19)	2.34(1.71, 3.21)	0.066	0.947
CRP(mmol/L)	12.61(4.92, 47.81)	18.51(6.31, 57.12)	0.847	0.397
溃疡部位			5.860	0.004
足背	29(56.9)	21(30.4)		
足底	22(43.1)	48(69.6)		
血管病变			6.855	0.002
无	34(66.7)	26(37.7)		
有	17(33.3)	43(62.3)		

表 2 2 型糖尿病足短期复发风险因素的多因素 logistic 回归分析

危险因素	回归系数	标准误	Z	OR(95%CI)	P
性别	0.392	0.960	0.409	1.480(0.235~9.336)	0.684
病程(年)	0.323	0.083	3.889	1.381(1.174~1.626)	<0.001
合并高血压	1.402	0.778	1.803	4.063(0.885~18.663)	0.072
吸烟史	2.409	0.788	3.056	11.120(2.372~52.125)	0.002
饮酒史	2.696	0.769	3.508	14.825(3.287~66.869)	<0.001
合并DKD	1.040	1.045	0.995	2.830(0.360~22.250)	0.319
合并DPN	2.395	0.833	2.874	10.966(2.141~56.160)	0.004
溃疡部位	2.045	1.183	1.729	7.730(0.757~78.920)	0.085
血管病变	2.271	1.265	1.796	9.690(0.816~115.160)	0.073

2.3 构建列线图预测模型

基于多因素 logistic 回归分析结果, 纳入病程、吸烟史、饮酒史、合并 DPN、4 项独立风险因素, 使用列线图在线网站绘制 DFU 治疗后短期复发的列线图预测模型(图 1)。其中病程在列线图预测模型的标度图中增加了 100.0 分; 吸烟史在列线图模型的标度图中增加了 24.8 分; 饮酒史在列线图预测模型的标度图中增加了 25.2 分; 合并 DPN 在列线图预测模型的标度图中增加了 20.0 分。

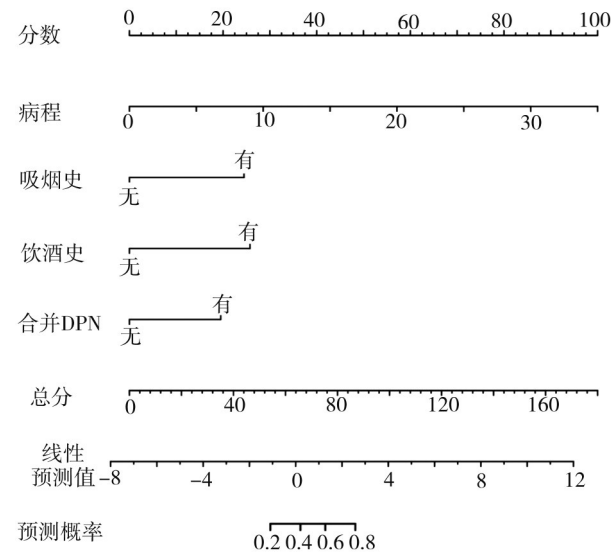


图 1 2 型糖尿病足短期复发行线图模型

根据模型查到每个指标对应的得分, 相加后计算总分, 总分对应的诊断概率即为 T2DM 足短期复发的发生概率。

2.4 列线图模型的验证

列线图模型 ROC 曲线显示, AUC 为 0.966, 95% 置信区间(confidence interval, CI)=0.935~0.997(图 2), 内部验证校正后 AUC 为 0.952, 提示列线图模型具有出色的区分能力。当约等指数最大时, 模型预测的灵敏度为 0.863, 特异度为 0.971。模型经 H-L 检验确认: $\chi^2=5.960, P=0.652$ (图 3), 提示该列线图模型内部验证的拟合程度较好($P>0.05$)。综上, 基

于病程、吸烟史、饮酒史、合并 DPN 的 4 项独立风险因素构建的列线图预测模型可有效预测 DFU 治疗后短期复发。

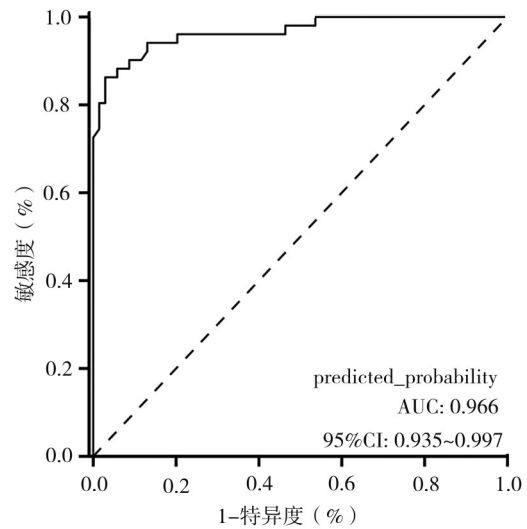
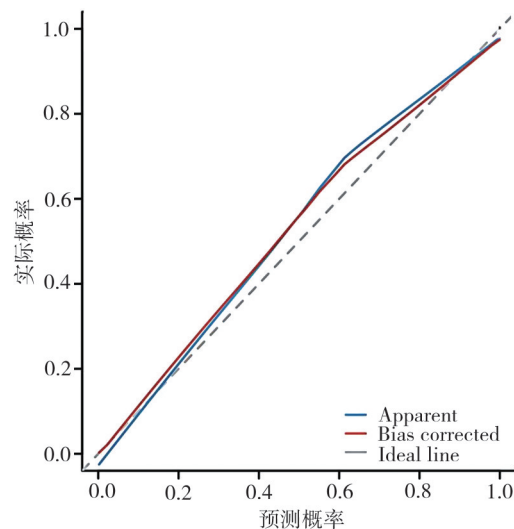


图 2 2 型糖尿病足短期复发行线图模型的 ROC 曲线



注: Apparent 曲线代表预测曲线, Bias-corrected 曲线代表经 Bootstrap 法内部验证后得到的校准曲线, Ideal(对角线虚线)曲线表示理想曲线。对角线是拟合线

图 3 2 型糖尿病足短期复发行线图模型的校正曲线

3 讨 论

本研究经多因素 logistic 回归分析明确,糖尿病病程、吸烟史、饮酒史及合并 DPN 是 DFU 治疗后短期复发的独立危险因素。该结论与近年多项临床研究及国际指南的核心观点高度契合,进一步证实 DFU 复发并非单一因素所致,而是代谢紊乱、不良行为习惯及神经功能损伤等多因素共同作用的结果^[13,11,19-20]。从病理生理机制分析,糖尿病病程延长与复发风险升高密切相关:随病程进展,持续高血糖会加重微血管基底膜增厚、管腔狭窄及神经纤维脱髓鞘病变,造成足部组织血供减少、营养代谢障碍,进而明显削弱皮肤及皮下组织的修复能力,使溃疡愈合后仍易因轻微刺激再次破溃^[21]。这一发现与 Aan de Stegge WB 等^[19]的系统综述结论相符,其研究通过整合 12 项复发预测模型研究证实,病程与 HbA1c 是最稳定的独立预测因子,揭示代谢控制与病程管理在防复发中的核心地位。

不当生活方式因素在 DFU 短期复发中同样起到重要作用。本研究表明,吸烟史与溃疡短期复发紧密相关。吸烟可通过引发血管收缩、减少组织氧供及阻碍创面修复等途径,影响溃疡愈合质量及其长期稳定性^[22]。除此,吸烟还会加重微血管病变,让愈合后的足部组织对机械应力的耐受能力降低。系统评价及预测模型研究也将吸烟列为 DFU 复发的重要相关因素之一^[13,20]。关于饮酒史与 DFU 复发的关联,尽管目前直接针对“复发”结局的研究证据较为有限,但全国性大样本队列研究已证实,重度饮酒(每日酒精摄入量 ≥ 40 g)会使 DFU 患者的截肢风险升高 1.9 倍,潜在机制可能有:酒精引发的血糖波动加剧代谢紊乱、酒精的神经毒性进一步加重 DPN、饮酒相关的健康行为依从性下降(如忽视足部护理、不规则用药)等,这些因素均可能间接促进溃疡复发^[19,23]。因此,在 DFU 患者的长期管理中,针对不当生活方式的持续干预是减少 DFU 复发风险的重要环节。

DPN 作为 DFU 发生及复发的关键危险因素,其作用机制主要涉及保护性感觉丧失:周围神经病变会使患者足部痛觉、温度觉及触觉减退或消失,难

以及时察觉鞋袜摩擦、外伤或局部压力异常,导致受损部位持续受力且未获及时干预,最终引发溃疡复发。2024 年 1 项纳入 896 例 DFU 患者的前瞻性研究明确指出,DPN 与外周动脉病变(peripheral artery disease, PAD)并列成为复发的首要危险因素,合并 DPN 者的复发风险较无神经病变者高 2.3 倍^[24];IWGDF 2023/2024 指南更将 DPN 列为 DFU 高危人群分层的核心指标,明确建议对合并 DPN 的患者定期进行神经功能评估,并常规开展减压干预以降低局部受力^[11,25-26]。

既往研究及共识指出糖尿病血管病变会延缓 DFU 愈合、增加截肢和死亡风险,IWGDF 最新指南也建议在 DFU 或坏疽患者中常规筛查缺血并酌情开展血运重建^[26]。在本研究条件下,单因素分析结果表明,糖尿病血管病变与 DFU 复发存在显著相关性,但在多因素 logistic 回归分析中,二者的关联效应有所减弱。该结果提示血管因素在 DFU 发病过程中的作用或许存在阶段性差异,既下肢缺血主要影响溃疡的初始愈合过程,而在成功愈合后的复发阶段,其作用相对变弱。可能原因包括:一方面,血管病变与病程、吸烟史及足底溃疡等因素之间存在一定的共线性,且重度缺血病例数量有限,影响其独立效应的稳定检测;另一方面,本研究排除了早期愈合失败病例,可能引入幸存者偏倚,进而低估血管病变对复发风险的实际影响。另外,ABI 作为血供评估指标的局限性,也可能在一定程度上影响血管因素的风险评估。过往研究表明,糖尿病周围神经病变、足底负重区溃疡及吸烟等因素在多因素模型中对复发的预测作用相对稳定,而血管病变的独立效应存在较大异质性^[19,27-28],与本研究结果相符。

在探讨感染与 DFU 短期复发的关系时,本研究以 CRP 作为炎症/感染指标^[26-27],实验组与对照组 CRP 差异无统计学意义,提示单次 CRP 检测对短期复发风险的预测价值有限。然而,CRP 易受检测时机、抗感染干预及合并其他炎症状态干扰^[28],且对足部局部感染缺乏特异性,因此该结果并不能排除感染在 DFU 复发中的潜在作用,临床仍需结合局部表现与动态随访进行综合评估。

综上,DFU 治疗后短期复发的危险因素具有多样性与复杂性。临床实践中需构建多维度风险评

估体系,对病程较长(如 ≥ 10 年)、吸烟史、饮酒史以及合并 DPN 等高危人群开展重点随访与个体化管理。具体干预措施可考虑:强化血糖、血脂等代谢指标的精细化控制,延缓微血管与神经病变进展;针对 DPN 患者开展定期神经功能监测与减压治疗;通过健康宣教纠正吸烟、饮酒等不良行为,提升患者足部自我护理能力。未来研究可结合更精准的血管灌注影像学评估、神经功能检测及感染分级指标等,进一步提升 DFU 复发风险预测的准确性,为降低 DFU 复发率提供更高效的临床解决方案^[19,29]。

本研究同样存在一定的局限性:①由于未开展外部验证,本研究的列线图模型仅通过内部验证进行评估,其预测效能仍需更多研究加以验证。②本研究的样本量较小,且所有病例均来自同一家医院,因此可能存在代表性不足的问题。③受回顾资料可及性限制,感染相关指标如红细胞沉降率、白细胞计数、中性粒细胞计数/比例、降钙素原等炎症因子未能全面纳入,且经皮氧分压(transcutaneous oxygen pressure, TcPO₂)受成本与开展范围限制并非所有患者均完成检查,造成资料存在缺失;上述限制可能致使对部分关键混杂因素把控不足,从而在一定程度上影响结果的可信度并引入偏倚,并可能使对感染、微循环灌注等在复发风险中作用的评估偏保守。当然,未涵盖的其余风险因素并非否定其临床价值,而是基于既往资料完整性与模型稳定性之间的抉择,为了提高模型的准确性并获取更具科学价值的结论,未来的研究可以考虑采用多中心合作的方式,基于更大规模的前瞻性样本进行更全面深入分析以及进行外部验证。

4 结 论

本研究构建的列线图预测模型可有效预测 DFU 治疗后短期复发,实现对 T2DM 患者 DFU 复发风险进行个体化预测,以期为 DFU 复发的防治提供更确切的临床预警,调动临床医务人员在病情评估中的主观能动性,协助临床医师判断影响 T2DM 患者 DFU 复发危险因素,及时采取有针对性的干预措施,降低 T2DM 患者 DFU 的复发风险,改善患者预后,提高其生活质量,减少其就医费用,降低医保经

费负担。

利益冲突 所存作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 余丽:研究方案设计、实施研究、分析数据、论文撰写及修改;陈洁:研究方案设计、实施研究;崔龙、尹经霞、郑黎黎:实验技术指导;曾芳、侯春艳:数据收集;李令:研究方案设计、数据质控与分析

参 考 文 献

- [1] Sun H, Saeedi P, Karuranga S, et al. IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045[J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2022, 183: 109119.
- [2] Bellomo TR, Lee S, McCarthy M, et al. Management of the diabetic foot[J]. *Semin Vasc Surg*, 2022, 35(2): 219-227.
- [3] Guo QJ, Ying G, Ouyang J, et al. Influencing factors for the recurrence of diabetic foot ulcers: A meta-analysis[J]. *Int Wound J*, 2023, 20(5): 1762-1775.
- [4] 吴晨葳,张书评,边红艳. 糖尿病足患者生存质量现状及其影响因素[J]. *中国卫生工程学*, 2023, 22(4): 489-491.
Wu CW, Zhang SP, Bian HY. Current status of quality of life and its influencing factors in patients with diabetic foot[J]. *Chin J Public Health Eng*, 2023, 22(4): 489-491.
- [5] 任明容,汪义,张勇,等. 158例糖尿病足流行病学及相关危险因素分析[J]. *临床医学*, 2019, 39(10): 4-6.
Ren MR, Wang Y, Zhang Y, et al. Epidemiology of 158 cases of diabetic foot and analysis of related risk factors[J]. *Clin Med*, 2019, 39(10): 4-6.
- [6] 龚洪平,任妍,查盼盼,等. 初发与复发性糖尿病足溃疡临床特征分析[J]. *四川大学学报(医学版)*, 2022, 53(6): 969-975.
Gong HP, Ren Y, Zha PP, et al. Clinical characteristics of diabetic patients with initial and recurrent foot ulcers[J]. *J Sichuan Univ Med Sci*, 2022, 53(6): 969-975.
- [7] 谢晓玲. 糖尿病足溃疡创面伤口愈合后复发的影响因素分析[J]. *护理实践与研究*, 2020, 17(15): 23-25.
Xie XL. Analysis of factors affecting the recurrence of diabetic foot ulcers wounds after wound healing[J]. *Nurs Pract Res*, 2020, 17(15): 23-25.
- [8] Ogurtsova K, Morbach S, Haastert B, et al. Cumulative long-term recurrence of diabetic foot ulcers in two cohorts from centres in Germany and the Czech Republic[J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2021, 172: 108621.
- [9] 李金金. 天津市慢性病队列研究及风险预测模型的建立[D]. 天津:天津医科大学, 2018.
Li JJ. The Tianjin cohort study of non-communicable diseases and establishing prediction models[D]. Tianjin: Tianjin Medical University, 2018.
- [10] 康艳楠. 糖尿病足复发的影响因素与风险预测模型研究[D].

天津:天津中医药大学,2022.

Kang YN. Study on the influence factors and risk prediction model of diabetic foot recurrence[D]. Tianjin: Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, 2022.

[11] Wang MJ, Chen D, Fu HM, et al. Development and validation of a risk prediction model for the recurrence of foot ulcer in type 2 diabetes in China: A longitudinal cohort study based on a systematic review and meta-analysis[J]. *Diabetes Metab Res Rev*, 2023, 39(4): e3616.

[12] Bianchi L, Castellucci P, Farolfi A, et al. Multicenter external validation of a nomogram for predicting positive prostate-specific membrane antigen/positron emission tomography scan in patients with prostate cancer recurrence[J]. *Eur Urol Oncol*, 2023, 6(1): 41-48.

[13] He YZ, Luo LH, Shan RF, et al. Development and validation of a nomogram for predicting postoperative early relapse and survival in hepatocellular carcinoma[J]. *J Natl Compr Canc Netw*, 2023, 22(1D): e237069.

[14] Stevelink R, Al-Toma D, Jansen FE, et al. Individualised prediction of drug resistance and seizure recurrence after medication withdrawal in people with juvenile myoclonic epilepsy: A systematic review and individual participant data meta-analysis[J]. *EClinicalMedicine*, 2022, 53: 101732.

[15] 张会峰, 许樟荣, 冉兴无. 糖尿病足的相关定义和标准[J]. *中华糖尿病杂志*, 2020, 12(6): 363-368.

Zhang HF, Xu ZR, Ran XW. Definition and standards of diabetic foot[J]. *Chin J Diabetes Mellit*, 2020, 12(6): 363-368.

[16] 杨帆, 徐子辉, 赵玉, 等. 基于糖尿病专病数据库构建糖尿病足溃疡预测模型[J]. *中华糖尿病杂志*, 2025, 17(7): 824-829.

Yang F, Xu ZH, Zhao Y, et al. Prediction model for diabetic foot ulcer based on a diabetes database[J]. *Chin J Diabetes Mellit*, 2025, 17(7): 824-829.

[17] van Netten JJ, Bus SA, Apelqvist J, et al. Definitions and criteria for diabetes-related foot disease (IWGDF 2023 update) [J]. *Diabetes Metab Res Rev*, 2024, 40(3): e3654.

[18] Hu L, Liu WJ, Yin LQ, et al. Analysis of factors influencing the recurrence of diabetic foot ulcers[J]. *Skin Res Technol*, 2024, 30(7): e13826.

[19] Aan de Stegge WB, Schut MC, Abu-Hanna A, et al. Development of a prediction model for foot ulcer recurrence in people with diabetes using easy-to-obtain clinical variables[J]. *BMJ Open Diabetes Res Care*, 2021, 9(1): e002257.

[20] McDermott K, Fang M, Boulton AJM, et al. Etiology, epidemiology, and disparities in the burden of diabetic foot ulcers[J]. *Diabetes*

Care, 2023, 46(1): 209-221.

[21] Bechara N, Hng TM, Gunton JE. The association between tobacco smoking and systolic toe pressures in active foot ulceration[J]. *Sci Rep*, 2024, 14(1): 8550.

[22] Guo PP, Tu YJ, Liu RY, et al. Performance of risk prediction models for diabetic foot ulcer: a meta-analysis[J]. *PeerJ*, 2024, 12: e17770.

[23] Lee YJ, Han KD, Kim JH. Association among current smoking, alcohol consumption, regular exercise, and lower extremity amputation in patients with diabetic foot: nationwide population-based study[J]. *Endocrinol Metab*, 2022, 37(5): 770-780.

[24] 王弘妍, 郝伟, 王敏, 等. 国际糖尿病足工作组《糖尿病足溃疡减压治疗指南(2023版)》的解读与应用[J]. *中华糖尿病杂志*, 2024, 16(7): 823-826.

Wang HY, Hao W, Wang M, et al. Interpretation and application of the International Working Group on the Diabetic Foot's Guidelines on offloading foot ulcers in persons with diabetes (2023 update) [J]. *Chin J Diabetes Mellit*, 2024, 16(7): 823-826.

[25] Senneville É, Albalawi Z, van Asten SA, et al. IWGDF/IDSA guidelines on the diagnosis and treatment of diabetes-related foot infections (IWGDF/IDSA 2023) [J]. *Clin Infect Dis*, 2023: eia527.

[26] Chen H, Mei SS, Zhou Y, et al. Systematic review and meta-analysis of the diagnostic accuracy of inflammatory markers for infected diabetic foot ulcer[J]. *J Tissue Viability*, 2024, 33(4): 598-607.

[27] Sen CK, Gordillo GM, Roy S, et al. High transepidermal water loss at the site of wound closure is associated with increased recurrence of diabetic foot ulcers: the NIDDK diabetic foot consortium TEWL study [J]. *Diabetes Care*, 2025, 48(7): 1233-1240.

[28] 李萍, 谢爽, 徐方艳. 2型糖尿病足患者凝血指标检测及与病变的相关性分析[J]. *中华内分泌外科杂志*, 2023, 17(3): 337-341.

Li P, Xie S, Xu FY. Detection of coagulation indicators in patients with type 2 diabetic foot and analysis of their correlation with lesions [J]. *Chin J Endocr Surg*, 2023, 17(3): 337-341.

[29] Kim JW, Han KD, Kim JH, et al. Protective effect of regular physical activity against diabetes-related lower extremity amputation [J]. *J Diabetes*, 2024, 16(10): e70011.

(收稿:2025-11-27;修回:2026-01-20;录用:2026-01-21)

(责任编辑:唐秋姗)

本文引用格式:

余丽, 陈洁, 崔龙, 等. 2型糖尿病足短期复发风险因素的分析及预测模型列线图的构建[J]. *重庆医科大学学报*, 2026, 51(4): 493-499.