

基于 Logistic 回归模型及 ROC 曲线的糖尿病足 溃疡复发的危险因素分析*

周慧超 孙珂 许聿新 井庆平

(淄博市第一医院, 山东 淄博 255200)

【摘要】 目的 基于 Logistic 回归模型及 ROC 曲线的糖尿病足溃疡(DFU)复发的危险因素分析。方法 回顾性选取 2018 年 9 月—2019 年 9 月本院收治的 92 例初发 2 型糖尿病(T2DM)足溃疡患者,根据 3 年内足溃疡复发情况分为非复发组 51 例与复发组 41 例,行 DFU 患者足溃疡复发的单因素分析,多因素 Logistic 模型研究 DFU 患者足溃疡复发的危险因素,Spearman 检验分析各指标与 DFU 患者足溃疡复发的相关性,受试者工作特征曲线(ROC)评价模型诊断效能。结果 92 例 DFU 患者随访 3 年,复发 41 例,复发率为 44.57%。单因素分析显示,两组体质质量指数(BMI)、性别、心脑血管疾病病史占比、高血压病史占比、住院时间、发病至就诊时间、ALB、TBIL、Scr、HbA1c、TG、HDL、TC、LDL 差异无统计学意义($P>0.05$);与非复发组比较,复发组年龄、T2DM 病程、糖尿病周围神经病变(DPN)占比、下肢外周动脉病变(PAD)占比、吸烟史占比、创面位于胫腓占比明显升高,TBIL 水平明显降低(均 $P<0.05$)。多因素分析显示,年龄增大、T2DM 病程长、合并 DPN、合并 PAD、有吸烟史、创面位于胫腓及血清 TBIL 水平降低为 DFU 患者足溃疡复发的危险因素($P<0.05$)。Spearman 检验提示,DFU 患者足溃疡复发与年龄、T2DM 病程、DPN、PAD、吸烟史、创面位于胫腓呈正相关,TBIL 水平明显降低呈负相关(均 $P<0.05$)。以 unite(七变量综合)、年龄、T2DM 病程、TBIL、DPN、PAD、吸烟、创面位于胫腓为检验变量绘制 ROC 曲线,结果显示,unite 的 AUC 值为 0.834,分别大于年龄(0.632)、T2DM 病程(0.619)、TBIL(0.645)、DPN(0.684)、PAD(0.662)、吸烟(0.640)、创面位于胫腓(0.677),提示 7 项指标联合应用于评估 DFU 患者足溃疡复发的效能明显优于单一指标($P<0.05$)。结论 年龄增大、T2DM 病程长、合并 DPN、合并 PAD、有吸烟史、创面位于胫腓、血清 TBIL 水平降低为 DFU 患者足溃疡复发的危险因素,如发现上述情况应高度警惕 DFU 患者足溃疡复发风险,并尽早干预。

【关键词】 2 型糖尿病;糖尿病足;溃疡;复发;Logistic 模型;危险因素;ROC 曲线;诊断效能

【中图分类号】 R587.1 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2024.05.022

Analysis of risk factors for recurrence of foot ulcer in diabetes patients based on Logistic regression model and ROC curve

ZHOU Huichao, SUN Ke, XU Yuxin, JING Qingping

(The First Hospital of Zibo, Zibo 255200, Shandong, China)

【Abstract】 **Objective** To analyze the risk factors of recurrent foot ulcer (DFU) in diabetes patients based on Logistic regression model and ROC curve. **Methods** 92 patients with foot ulcer of newly diagnosed type 2 diabetes mellitus (T2DM) admitted to our hospital from September 2018 to September 2019 were retrospectively selected. They were divided into non recurrence group (51 cases) and recurrence group (41 cases) according to the recurrence of foot ulcer within three years. Single factor analysis of foot ulcer recurrence in DFU patients was performed. Multifactor logistic model was used to study the risk factors of foot ulcer recurrence in DFU patients. Spearman test was used to analyze the correlation between each index and foot ulcer recurrence in DFU patients. The diagnostic efficacy of the model was evaluated by the receiver operating characteristic curve (ROC). **Results** 92 cases of DFU were followed up for 3 years, 41 cases recurred, the recurrence rate was 44.57%. Univariate analysis showed that there was no significant difference ($P>$

基金项目:国家自然科学基金项目(82004369);山东省医药卫生科技发展计划项目(202103060185)

引用本文:周慧超,孙珂,许聿新,等.基于 Logistic 回归模型及 ROC 曲线的糖尿病足溃疡复发的危险因素分析[J].西部医学,2024,36(5):744-748. DOI:10.3969/j.issn.1672-3511.2024.05.022

0.05) between the two groups in body mass index (BMI), gender, history of cardiovascular and cerebrovascular diseases, history of hypertension, length of stay, time from onset to visit, ALB, TBIL, Scr, HbA1c, TG, HDL, TC, and LDL. Compared with the non recurrent group, the age, T2DM course, the proportion of diabetes peripheral neuropathy (DPN), the proportion of lower limb peripheral arterial disease (PAD), the proportion of smoking history, and the proportion of wound located in the callus in the recurrent group increased significantly, and the TBIL level decreased significantly (all $P < 0.05$). Multivariate analysis showed that the risk factors of foot ulcer recurrence in DFU patients were age, long duration of T2DM, DPN, PAD, smoking history, wound location in the callus and decreased serum TBIL level ($P < 0.05$). Spearman test showed that the recurrence of foot ulcer in DFU patients was positively correlated with age, T2DM course, DPN, PAD, smoking history, and wound location on the callus, while the level of TBIL was significantly decreased and negatively correlated (all $P < 0.05$). The ROC curve was drawn with unite (seven variable synthesis), age, T2DM course, TBIL, DPN, PAD, smoking, and wound in the callus as test variables. The results showed that the AUC value of unite was 0.834, which was greater than age (0.632), T2DM course (0.619), TBIL (0.645), DPN (0.684), PAD (0.662), smoking (0.640), and wound in the callus (0.677), respectively. Efficacy of the combination of seven indicators in evaluating the recurrence of foot ulcer in DFU patients is significantly better than that of a single indicator ($P < 0.05$). **Conclusion** The risk factors of foot ulcer recurrence in DFU patients are aging, long course of T2DM, DPN, PAD, smoking history, wound location in the callus, and low serum TBIL level. If the above conditions are found, we should be highly alert to the risk of foot ulcer recurrence in DFU patients and intervene as soon as possible.

【Key words】 Type 2 diabetes; Diabetes foot; Ulcer; Recurrence; Logistic model; Risk factors; ROC curve; Diagnostic performance

2 型糖尿病 (Type 2 diabetes, T2DM) 属于一种内分泌代谢综合征, 临床表现为多饮、多食、多尿、消瘦或体重下降, 我国 T2DM 患病率达 11.2%^[1-3]。目前 T2DM 无根治性手段, 若血糖长期得不到有效控制, 将造成严重并发症^[4-6]。糖尿病足溃疡 (Diabetic foot ulcer, DFU) 为 T2DM 严重并发症之一, 全球范围内 DFU 发生率约为 6.3%, DFU 1、2、3 年复发率依次为 30.6%~31.6%、41.5%~61.3%、47.0%~64.4%^[7]。DFU 早期复发会增加患者焦虑、抑郁等不良情绪, 使得治疗依从性降低^[8-9]。早期筛查 DFU 复发高危群体, 有针对性地预防及个体化干预, 对于降低 DFU 复发率、改善患者生存质量有重要的实践意义。本研究回顾性选取我院收治的 92 例初发 T2DM 足溃疡患者的临床资料, 分析其溃疡创面愈合后 3 年内足溃疡复发情况及影响因素, 并构建模型分析其预测效能, 希望为临床工作提供指导和参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性选取 2018 年 9 月—2019 年 9 月本院收治的 92 例初发 T2DM 足溃疡患者, 根据 3 年内足溃疡复发情况分为非复发组 51 例与复发组 41)。纳入标准: ① T2DM 的诊断符合《中国 2 型糖尿病防治指南 (2013 年版)》^[10]。② 糖尿病足的诊断符合《糖尿病足国际临床指南》^[11]。③ 年龄 40~78 岁。④ Wagner 1~5 级。排除标准: ① 1 型糖尿病。② 痛风性溃疡。③ 癌性溃疡。④ 长期应用糖皮质激素引发足溃疡的糖尿病患者。⑤ 病历资料及随访资料不完整。⑥ 骨科截肢。⑦ 生命终末期者。⑧ 糖尿病合并

妊娠。⑨ 随访期间失访。本研究经医院伦理委员会批准。

1.2 判定标准^[12] ① 溃疡复发: 与以往溃疡相同或者不同部位出现的全层表皮破损 (直径 > 5 mm), 若为同部位则以往溃疡创口已愈合超过 6 周。② 糖尿病周围神经病变 (Diabetes peripheral neuropathy, DPN) 诊断: 10 g 尼龙丝检查异常, 或肌电图检查结果显示神经传导速度异常, 其它病因所致神经病变除外。③ 下肢外周动脉病变 (Peripheral arterial disease, PAD) 诊断: 足背动脉或 (和) 胫后动脉未扪及到搏动, 踝肱指数小于 0.9, 或下肢动脉彩超检查结果提示血管狭窄。

1.3 研究方法

1.3.1 治疗情况 治疗原则包括足溃疡评估、控制血糖、改善患者下肢供血、足部清创换药、抗感染、截趾等, 下肢闭塞血管重建由院内介入科医生施行, 辅助治疗包括调脂、抗凝、降压、给予营养支持等。

1.3.2 资料收集 收集年龄、BMI、T2DM 病程、住院时间、发病至就诊时间、TG、TC、LDL、HDL、Scr、HbA1c、ALB、TBIL、性别 (男/女)、吸烟史 (无/有)、心脑血管疾病病史 (无/有)、高血压病史 (无/有)、DPN (无/有)、PAD (无/有)、创面位于胫胫 (否/是)。其中心脑血管疾病病史由院内神经内科、心内科诊断, 且有冠脉 CT、心电图、冠脉造影、头颅影像等检查结果佐证; 吸烟史即每天吸烟 ≥ 1 支且时间 ≥ 6 个月。生化指标的检测方法具体为: 入院 24 h 内采集受试者外周静脉血 5 mL, 3000 r/min 离心处理 30 min, 分离

上层清液,运用全自动生化分析仪(7060 型,上海三崴医疗设备有限公司)检测 HbA1c、Scr、TC、TG、HDL、LDL,采用 ELISA 法测血清 TBIL、ALB 水平,仪器为 MK-3EX 型全自动酶标仪(北京中检维康生物技术有限公司),试剂盒购于无锡云萃生物科技有限公司。

1.3.3 随访情况 采用电话及门诊复查的形式参与随访,以溃疡愈合时间为随访起点,随访至 2022 年 9 月,统计随访 3 年期间的复发情况。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析,计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,行 t 检验;计数资料用例数(n)表示,行 χ^2 检验;影响因素采用 Logistic 模型,相关性分析采用 Spearman 检验,模型诊断效能采用受试者工作特征曲线(ROC),DFU 患者足溃疡复发情况采用 Kaplan-Meier 曲线。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 DFU 复发情况 92 例 DFU 患者随访 3 年,复发 41 例,复发率为 44.57%,见图 1。

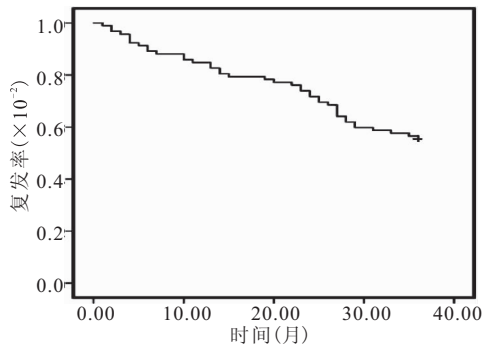


图 1 DFU 的 Kaplan-Meier 累计复发曲线

Figure 1 Kaplan Meier cumulative recurrence curve of DFU

2.2 DFU 患者足溃疡复发的单因素分析 两组 BMI、性别、心脑血管疾病病史占比、高血压病史占比、住院时间、发病至就诊时间、HbA1c、ALB、Scr、TC、TG、HDL、LDL 差异无统计学意义($P > 0.05$)。与非复发组比较,复发组年龄、T2DM 病程、DPN 占比、PAD 占比、吸烟史占比、创面位于胫腓占比明显升高($P < 0.05$),TBIL 水平明显降低($P < 0.05$)。见表 1。

2.3 DFU 患者足溃疡复发的多因素分析 将单因素中 $P < 0.05$ 的因素纳入 Logistic 模型中分析得出,年龄增大、T2DM 病程长、合并 DPN、合并 PAD、有吸烟史、创面位于胫腓、血清 TBIL 水平降低为 DFU 患者足溃疡复发的危险因素($P < 0.05$),见表 2、表 3。

2.4 相关性分析 Spearman 检验提示,DFU 患者足溃疡复发与年龄、T2DM 病程、DPN、PAD、吸烟史、创面位于胫腓呈正相关($r = 0.544, 0.572, 0.262,$

表 1 DFU 患者足溃疡复发的单因素分析[$(\bar{x} \pm s), n$]

Table 1 Single factor analysis of foot ulcer recurrence in DFU patients

资料	非复发组 ($n=51$)	复发组 ($n=41$)	χ^2/t	P
年龄(岁)	65.23±3.36	70.78±4.49	6.779	<0.001
BMI(kg/m ²)	22.57±2.14	22.92±2.08	0.789	0.432
T2DM 病程(年)	10.25±2.22	15.40±3.16	8.829	<0.001
住院时间(d)	0.77±0.15	0.83±0.21	1.540	0.123
发病至就诊时间(d)	12.13±2.84	12.67±2.74	0.920	0.359
HbA1c($\times 10^{-2}$)	8.17±1.18	8.45±1.05	1.187	0.238
TBIL(μ mol/L)	12.31±2.80	8.44±1.46	8.532	<0.001
ALB(g/L)	42.23±2.38	41.77±3.70	0.689	0.491
Scr(μ mol/L)	76.63±7.45	77.24±9.20	0.351	0.726
TC(mmol/L)	5.01±0.83	5.19±0.89	1.001	0.320
TG(mmol/L)	1.28±0.18	1.36±0.22	1.918	0.058
HDL(mmol/L)	1.34±0.30	1.27±0.24	1.213	0.228
LDL(mmol/L)	5.13±0.92	5.21±0.95	0.408	0.634
性别(男/女)	30/21	26/15	0.201	0.654
吸烟史(无/有)	41/10	20/21	8.800	0.003
心脑血管疾病病史(无/有)	30/21	19/22	1.422	0.233
高血压病史(无/有)	22/29	16/25	0.034	0.853
DPN(无/有)	21/30	5/36	8.040	0.005
PAD(无/有)	26/25	8/33	8.356	0.004
创面位于胫腓(否/是)	38/13	14/27	13.470	<0.001

表 2 赋值表

Table 2 Assignment Table

变量	赋值情况
DPN	无=0;有=1
PAD	无=0;有=1
吸烟	无=0;有=1
创面位于胫腓	否=0;是=1

表 3 DFU 患者足溃疡复发的多因素分析

Table 3 Multifactor analysis of foot ulcer recurrence in DFU patients

因素	β	SE	Wald	P	OR	95%CI
年龄	0.429	0.187	5.268	0.022	1.535	1.075~2.235
T2DM 病程	1.015	0.288	12.380	<0.001	2.759	1.710~5.297
TBIL	-1.799	0.188	95.548	<0.001	0.169	0.117~0.236
DPN	0.761	0.254	9.011	0.003	2.141	1.465~3.959
PAD	0.806	0.276	8.546	0.004	2.239	1.381~4.070
吸烟	0.624	0.227	7.537	0.006	1.866	1.133~2.761
创面位于胫腓	1.152	0.316	13.305	<0.001	3.163	2.257~7.780

0.260, 0.271, 0.405, $P < 0.05$), TBIL 水平明显降低呈负相关($r = -0.423, P < 0.001$),见图 2。

2.5 ROC 评价模型诊断效能 以 unite(七变量综合)、年龄、T2DM 病程、TBIL、DPN、PAD、吸烟、创面位于胫腓为检验变量绘制 ROC 曲线,结果显示,unite 的 AUC 值为 0.834,分别大于年龄(0.632)、T2DM 病程(0.619)、TBIL(0.645)、DPN(0.684)、PAD(0.662)、吸烟(0.640)、创面位于胫腓(0.677),提示 7 项指标联合应用于评估 DFU 患者足溃疡复发的效能明显优于单一指标($P < 0.05$)。见表 4、图 3。

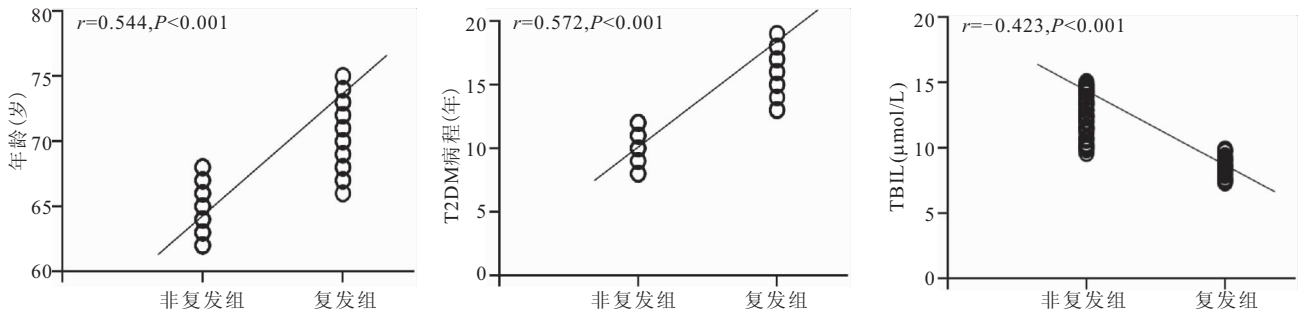


图 2 年龄、T2DM 病程、TBIL 的相关性图

Figure 2 Correlation diagram of age, course of T2DM, and TBIL

表 4 ROC 相关参数

Table 4 ROC related parameters

变量	AUC	灵敏度 ($\times 10^{-2}$)	特异度 ($\times 10^{-2}$)	P
年龄	0.632	52.2	75.2	0.024
T2DM 病程	0.619	50.4	73.8	0.047
TBIL	0.645	52.8	75.7	0.019
DPN	0.684	82.9	41.2	0.048
PAD	0.622	75.6	51.0	0.029
吸烟	0.640	43.9	80.4	0.046
创面位于胫腓	0.677	65.9	74.5	0.001
unite	0.834	74.7	92.2	<0.001

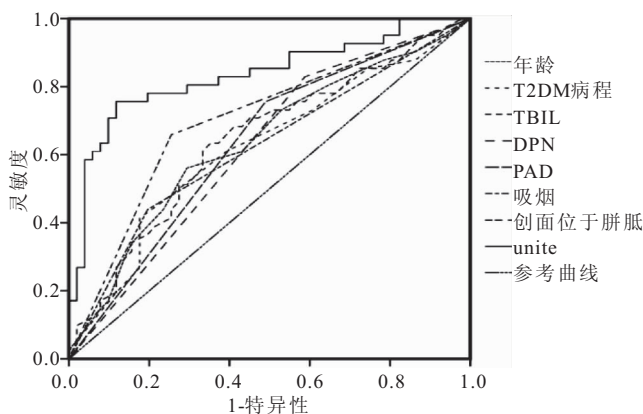


图 3 ROC 曲线

Figure 3 ROC curve

3 讨论

糖尿病足是指糖尿病患者踝关节以远的足部血管和神经发生病变,引起足部供血不足及感觉异常,出现溃疡、感染症状,病情重者可累及骨骼、肌肉,造成组织坏死甚至截肢^[13]。足溃疡为糖尿病患者最常见的临床表现,也是导致糖尿病患者截肢的主因。据统计,全球每年约 400 万糖尿病患者发生足溃疡,糖尿病足溃疡的年死亡率可达 11%,截肢率更是高达 22%^[14-15]。糖尿病足溃疡复发比例高,临床危害大,早期筛查其危险因素有重要意义。

本研究中,92 例初发 T2DM 足溃疡患者行 3 年随访,复发率为 44.57%,高于莫泽纬等^[12]的报道,低

于 ARMSTRONG 等^[16]的报道,此差异可能与地域医疗条件、就医情况、地域饮食习惯、地区经济状况、疾病防治教育普及度等因素不同有关。单因素分析显示,与非复发组比较,复发组年龄、T2DM 病程、DPN 占比、PAD 占比、吸烟史占比、创面位于胫腓占比明显升高,TBIL 水平明显降低(均 $P < 0.05$),提示糖尿病足溃疡风险可能与年龄、T2DM 病程、合并 DPN、合并 PAD、吸烟史、创面位于胫腓、外周血 TBIL 水平有关。

本文 Logistic 模型多因素分析显示,创面位于胫腓为 DFU 患者足溃疡复发的危险因素。进一步分析,胫腓形成与人活动时局部机械应力增大引起足部力学异常改变、足部畸形、鞋具穿戴不合适有关。相较于周围皮肤,胫腓部位的压力增大 20 倍,去除胫腓可减小足压,使局部血液供应增加,促使伤口愈合,故对积极筛查胫腓与处理在 DFU 健康管理中具有重要作用,应加强对患者的胫腓管理,使胫腓处理方式标准化,督导患者定期随访,指导患者穿减压鞋,以降低足溃疡复发率^[17-18]。结果还得出,有吸烟史也是 DFU 患者足溃疡复发的危险因素,其原因可能是:①烟草燃烧释放的尼古丁会引起血液中肾上腺素和去甲肾上腺素水平上调,致使血管收缩,皮肤微循环功能减弱。②香烟烟气中的 CO 可阻止血红蛋白与氧结合,导致伤口处血液以及氧气供应减少,营养成分供给不足,对伤口愈合产生不利影响^[18]。故临床工作中在健康教育时应着重讲解吸烟对足溃疡预后的危害性,提高患者依从性,降低足溃疡复发风险。

本研究显示,合并 DPN 和合并 PAD 为 DFU 患者足溃疡复发的危险因素($P < 0.05$),其足溃疡复发风险分别是未合并者的 2.141、2.239 倍。进一步分析原因:①DPN 患者感觉神经、运动神经及自主神经有不同程度损伤,常伴肌肉萎缩、感觉减退、关节活动受限等,此类改变使得患者在站立、行走时无法得到有效的足部反馈而调整足部施力重心,出现足部压力异常升高现象,高压状态长时间未能及时解除,则易出现皮下淤血,进一步向外扩展形成溃疡^[19]。②糖

尿病患者 PAD 表现主要为弥漫性大中动脉粥样硬化, 严重者可出现闭塞、血栓, 微血管基底膜变厚、微循环异常, 局部组织出现缺氧以及营养成分供给不足, 使得周围神经病变加重, 导致溃疡复发甚至肢体坏疽^[20]。故在足溃疡复发影响因素筛查中应高度警惕合并 DPN 或 PAD 者。

本次研究中, 与血清 TBIL 水平降低的 DFU 患者相比, 血清 TBIL 水平升高的 DFU 患者足溃疡复发风险降低, 即 TBIL 为 DFU 患者足溃疡复发的保护性因素, 这可能是因为生理状态下 TBIL 可通过氧化应激等途径对血管内皮产生保护作用, TBIL 被认为与糖尿病血管病变呈负相关, 而糖尿病血管病变是糖尿病足发生的基础, 故血清 TBIL 水平下降会增大足溃疡复发风险^[21]。年龄大、病程长的 DFU 患者足溃疡复发风险是年龄相对较小、病程相对较短者的 1.535、2.759 倍。究其原因, 老龄 DFU 患者生理机能下降, 血管病变、神经病变等糖尿病慢性并发症发生率增加, 加之机体免疫功能减弱, 易并发感染而引起 DFU 复发^[22]; 此外, 糖尿病病程长作为血管病变发生的基础, 故 T2DM 病程也是 DFU 患者足溃疡复发的危险因素之一^[23]。

本文 ROC 曲线结果显示, unite(七变量综合)的 AUC 值, 分别大于年龄、T2DM 病程、TBIL、DPN、PAD、吸烟、创面位于胫胫, 可见 7 项指标联合应用于评估 DFU 患者足溃疡复发的效能明显优于单一指标, 该预测模型简单、方便、易操作且效能较高, 可为临床筛查足溃疡复发提供相关指导和依据。但本次研究纳入病例数量较少且为单中心研究, 有待今后的研究中加以证实。

4 结论

年龄增大、T2DM 病程长、合并 DPN、合并 PAD、有吸烟史、创面位于胫胫、血清 TBIL 水平降低为 DFU 患者足溃疡复发的危险因素, 如发现上述情况应高度警惕 DFU 患者足溃疡复发风险, 并尽早干预。

【参考文献】

[1] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版)[J]. 国际内分泌代谢杂志, 2021, 41(5):482-548.
 [2] 王娟, 潘研, 巴明玉, 等. 2 型糖尿病患者膳食因素与平均血糖波动幅度的关联性研究[J]. 中华全科医学, 2022, 20(10):1691-1694, 1796.
 [3] YOSHIZAWA Y, HOSUJIMA M, KABASAWA H, *et al.* Measurement of Plasma Glucagon Levels Using Mass Spectrometry in Patients with Type 2 Diabetes on Maintenance Hemodialysis[J]. *Kidney & blood pressure research*, 2021, 46(5): 652-656.

[4] FANG J, XU J, ZHANG Y, *et al.* Stromal cell-derived factor-1 may play pivotal role in distraction-stimulated neovascularization of diabetic foot ulcer[J]. *Medical Hypotheses*, 2021, 149(8): 110548-110549.
 [5] ZHANG K, DING S, LYU X, *et al.* Correlation between the platelet-to ... lymphocyte ratio and diabetic foot ulcer in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 2021, 35(4):23719-23720.
 [6] PAPINAUD L, AVIGNON A, DUFLOS C, *et al.* Effects of social deprivation and healthcare access on major amputation following a diabetic foot ulcer in a French administrative area: Analysis using the French claim data[J]. *Diabetic Medicine*, 2022, 39(6):3-9.
 [7] 吕静, 袁丽, 李饶, 等. 糖尿病足溃疡复发风险预测模型的构建[J]. *护理研究*, 2022, 36(6):6-10.
 [8] 赵楠, 谭哲煜, 许景灿, 等. 适当活动预防糖尿病足溃疡复发[J]. *中华糖尿病杂志*, 2020, 12(12):412-413.
 [9] 程玉霞, 赵凤卉, 朱平, 等. 复发性糖尿病足溃疡的危险因素分析[J]. *北京医学*, 2019, 41(11):1024-1027.
 [10] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2013 年版)[J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2014, 30(8):893-942.
 [11] 国际糖尿病足工作组, 许樟荣, 钱荣立, 等. 糖尿病足国际临床指南[M]. 北京: 人民军医出版社, 2003.
 [12] 莫泽纬, 陈道雄, 高勇义, 等. 初发糖尿病足溃疡患者足溃疡复发影响因素分析[J]. *中国热带医学*, 2018, 18(7):716-719.
 [13] 孙献坤, 袁丽, 李饶, 等. 糖尿病足溃疡患者局部氧疗的研究进展[J]. *中华糖尿病杂志*, 2021, 13(2):183-186.
 [14] 中华医学会糖尿病学分会, 中华医学会感染病学分会, 中华医学会组织修复与再生分会. 中国糖尿病足防治指南(2019 版)(I)[J]. *中华糖尿病杂志*, 2019, 11(2):92-108.
 [15] 中国医疗保健国际交流促进会糖尿病足病分会. 中国糖尿病足诊治指南[J]. *中华医学杂志*, 2017, 97(4):251-258.
 [16] ARMSTRONG D G, BOULTON A J M, BUS S A. Diabetic Foot Ulcers and Their Recurrence[J]. *N Engl J Med*, 2017, 376(24): 2367-2375.
 [17] 刘瑾, 白蕊, 齐心, 等. 糖尿病患者足部胫胫的干预与评价进展[J]. *中国糖尿病杂志*, 2020, 28(7):547-549.
 [18] 谢朝云, 陈应强, 熊永发, 等. 糖尿病足溃疡创面治愈后复发的影响因素分析[J]. *中华老年多器官疾病杂志*, 2018, 017(7): 501-504.
 [19] 朱平, 任萌, 徐刚, 等. 糖尿病周围神经病变和血管病变对糖尿病足溃疡的相互作用及相关性探讨[J]. *中国糖尿病杂志*, 2013, 21(12):111-113.
 [20] 李翔. 2011 国际糖尿病足工作组有关糖尿病足与周围动脉病变特别指南[J]. *中华损伤与修复杂志(电子版)*, 2011, 6(4): 662-663.
 [21] 裴翔, 欧阳茹, 陈铅琴. 2 型糖尿病患者血清胆红素水平与糖尿病足的相关性[J]. *国际内分泌代谢杂志*, 2020, 40(2):26-30.
 [22] 杨群英, 薛耀明, 曹瑛, 等. 糖尿病足溃疡的临床特点及危险因素分析[J]. *中国糖尿病杂志*, 2012, 20(3):189-191.
 [23] 赵静静, 王伟灵, 郑培莉. 中国人群糖尿病足相关危险因素的 Meta 分析[J]. *检验医学*, 2014, 29(6):640-645.

(收稿日期: 2023-01-25; 修回日期: 2023-09-10; 编辑: 张翰林)