



Predictors of Amputation and Recurrence among Hospitalized Patients with Diabetic Foot Ulcers

Fereshteh Zarafshan (M.D)¹ , Rahmatollah Sharififar (M.D)² 

Somayeh Ghorbani (Ph.D)³ , Pezhman Kharazm (M.D)^{*4} 

¹ General Physician, School of Medicine, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran. ² Assistant Professor, Department of Infectious Diseases, School of Medicine, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran. ³ Assistant Professor of Biostatistics, Cancer Research Center, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran. ⁴ Associate Professor of Vascular Surgery, Department of Surgery, School of Medicine, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran.

Research Article

Abstract

Background and Objective: Diabetic foot ulcers (DFUs) are a major complication of diabetes and frequently lead to hospitalization, amputation, and recurrence. This study aimed to identify predictors of amputation and recurrence among hospitalized patients with DFUs.

Methods: This descriptive-analytical study reviewed the medical records of 224 patients (123 men and 101 women; mean age, 59.3±3.11 years) hospitalized with DFUs. Extracted variables included age, sex, ethnicity, occupation, duration of diabetes, interval from diabetes diagnosis to ulcer development, smoking status, ulcer severity at admission (Wagner grade), treatments received (antibiotics, debridement, and amputation), recurrence frequency, and laboratory values at admission (Hb, WBC, ESR, CRP, and HbA1c). Primary outcomes were in-hospital amputation at any level and repeated recurrence of the original ulcer at the same site on two or more occasions.

Results: Wagner grades 2-5 predominated, with grade 2 being the most common. The rates of amputation and repeated recurrence were 31.3% and 40.2%, respectively. Higher hemoglobin levels were associated with lower odds of amputation (95% CI: 0.52-0.86, OR=0.67, P<0.002), whereas higher WBC counts were associated with higher odds of this outcome (95% CI: 1.02-1.23, OR=1.12, P<0.018). Compared with Wagner grades 1 and 2, Wagner grade 4 (95% CI: 2.18-11.94, OR=5.10, P<0.001) and grade 5 (95% CI: 3.89-39.51, OR=12.40, P<0.001) were significantly associated with increased odds of amputation. Each 1-g/dL increase in hemoglobin was associated with significantly lower odds of recurrence (95% CI: 0.58-0.94, OR=0.74, P<0.012), whereas each $1 \times 10^3/\mu\text{L}$ increase in WBC count was associated with significantly higher odds of recurrence (95% CI: 1.01-1.18, OR=1.09, P<0.026). Compared with Wagner grades 1-2, grade 4 (95% CI: 1.42-7.44, OR=3.25, P<0.005) and grade 5 (95% CI: 1.78-12.91, OR=4.80, P<0.002) were significantly associated with increased odds of recurrence. Smoking was also associated with increased odds of recurrence (95% CI: 1.05-3.63, OR=1.95, P<0.034).

Conclusion: Hemoglobin level, WBC count, Wagner grade, and smoking are key predictors of amputation and recurrence among patients with DFUs.

Keywords: Diabetic Foot; Amputation, Surgical; Recurrence; Hemoglobins; Leukocyte Count; Smoking

*Corresponding Author: Pezhman Kharazm (M.D), E-mail: pezhmankh@goums.ac.ir and pezhmankh@gmail.com



Received 3 Dec 2025 Received in revised form 7 Feb 2026 Accepted 14 Feb 2026 Available Online 15 Sep 2026

Cite this article as: Zarafshan F, Sharififar R, Ghorbani S, Kharazm P. [Predictors of Amputation and Recurrence among Hospitalized Patients with Diabetic Foot Ulcers]. J Gorgan Univ Med Sci. 2026; 28(2): 52-59. [Article in Persian]





Introduction

Diabetic foot ulcers (DFU) are a severe complication of diabetes that often lead to prolonged hospitalization, disability, and lower-limb amputation. Interactions among peripheral neuropathy, peripheral arterial disease, and infection contribute to ulcer progression, which results from a complex interplay of multiple factors. Peripheral neuropathy can reduce sensation in the foot and delay recognition of injury. Peripheral arterial disease reduces tissue blood flow, while infection disrupts wound healing. Various clinical and laboratory factors, including glycemic control, nutritional status, and other biochemical indices, as well as behavioral factors such as smoking, physical activity, and foot care, may predict ulcer outcomes, although their associations with outcomes require careful evaluation in different populations. Ulcer severity is one of the most important determinants of clinical outcomes in patients with DFU. Studies have shown that greater ulcer severity, particularly according to the Wagner classification system, is associated with increased risks of infection and osteomyelitis, a greater need for surgical intervention, longer hospitalization, and a higher likelihood of amputation. Standardized tools for evaluating ulcer severity may therefore help predict disease course, select appropriate treatment strategies, and identify high-risk patients. The Wagner scale is an important tool for assessing ulcer severity. Higher grades may be associated with increased risks of amputation and frequent recurrence, but this requires evaluation in different populations. Despite advances in treatment, DFU recurrence remains a major challenge, and many patients develop another ulcer after initial healing. Evidence indicates that higher Wagner grade, peripheral arterial disease, peripheral neuropathy, a history of amputation, poor glycemic control, and smoking are among the most important factors associated with increased recurrence risk. This study aimed to identify predictors of amputation and recurrence in hospitalized patients with diabetic foot ulcers.

Methods

This descriptive-analytical study reviewed the records of 224 patients (123 men and 101 women) with a mean age of 59.3 ± 3.11 years and an age range of 26-96 years who were hospitalized with diabetic foot ulcers at a tertiary referral medical center.

All patients had undergone vascular evaluation, and those requiring revascularization had received treatment before hospitalization when necessary.

Extracted variables included age, sex, ethnicity, occupation, duration of diabetes, interval from diabetes diagnosis to ulcer development, smoking status, ulcer severity at admission, types of treatment received (antibiotics, debridement, or amputation), recurrence frequency, and admission laboratory values (HB, WBC, ESR, CRP, and HbA1C).

Through interviews and self-report, patients were categorized as Persian, Turkmen, Sistani, Baluch, or Turk.

Ulcer severity was classified using Wagner grades 1 to 5: grade 1, superficial ulcer; grade 2, deep ulcer involving tendon, bone, or joint; grade 3, deep ulcer with abscess or osteomyelitis; grade 4, localized gangrene of the foot; and grade 5, gangrene of the entire foot.

Primary outcomes were in-hospital amputation at any level and frequent recurrence of the original ulcer at the same site, defined as 2 or more episodes.

Data were analyzed using SPSS-23. Associations between categorical variables were assessed using the chi-square or Fisher exact test. Continuous variables were compared using the

t test or ANOVA for normally distributed data and the Mann-Whitney U or Kruskal-Wallis test for nonnormally distributed data. Independent variables were entered into a multiple logistic regression model. Statistical significance was set at less than 0.05 for all tests.

Results

The mean duration of diabetes was 16.2 ± 7.5 years, and the mean interval to development of the current ulcer was 11.3 ± 5.98 years. Overall, 52.7% of patients smoked, most were Persian (80.4%), and most were homemakers (40.6%) or self-employed (29.9%).

The mean age was 58.8 ± 11.6 years among patients without amputation and 60.3 ± 10.7 years among those with amputation; disease duration was 15.8 ± 7.3 years in the nonamputation group and 17.0 ± 7.9 years in the amputation group. The nonamputation and amputation groups included 81 men (52.6%) and 42 men (60%), respectively. These differences were not statistically significant. Smoking was reported by 73 patients (47.4%) without amputation and 45 patients (64.3%) with amputation ($P < 0.012$).

The mean age was 58.9 ± 11.5 years among patients with low recurrence (0-1) and 59.8 ± 11.0 years among those with high recurrence (at least 2); disease duration was 15.6 ± 7.1 years in the low-recurrence group and 17.0 ± 7.9 years in the high-recurrence group. The low- and high-recurrence groups included 70 men (52.2%) and 53 men (58.9%), respectively. These differences were not statistically significant. Smoking was reported by 60 patients (44.8%) with low recurrence and 58 patients (64.6%) with high recurrence ($P < 0.006$).

Mean hemoglobin was 10.18 ± 2.05 g/dL, and the white blood cell count (WBC) was $11.35 \pm 5.13 \times 10^3/\mu\text{L}$.

The erythrocyte sedimentation rate (ESR) was 82.12 ± 32.29 mm/h, C-reactive protein (CRP) was 25.4 ± 12.27 mg/L, and HbA1C was $8.17 \pm 2.01\%$.

Patients received antibiotics alone in 38.8% of cases, antibiotics plus debridement in 29.9%, and antibiotics plus amputation in 31.3%.

The most common ulcer severity was grade 2, observed in 111 patients (49.6%), and the least common was grade 1, observed in 5 patients (2.2%). Grades 4, 3, and 5 were identified in 58 patients (25.9%), 26 patients (11.6%), and 24 patients (10.7%), respectively.

Laboratory findings by ulcer grade: Serum WBC differed significantly across Wagner grades, with the highest value ($15.40 \times 10^3/\mu\text{L}$) in grade 5 ulcers ($F = 6.624$, $P < 0.001$).

Hemoglobin decreased as ulcer severity increased, reaching a mean of 8.63 g/dL in grade 5 ulcers ($F = 5.423$, $P < 0.001$). ESR ($F = 3.672$, $P < 0.013$) and CRP ($F = 2.647$, $P < 0.05$) also increased with ulcer grade, whereas HbA1c did not differ significantly among ulcer grades ($F = 1.519$, $P < 0.21$).

Predictors of amputation: Of the 224 patients, 70 (31.3%) underwent amputation.

WBC was higher in patients with amputation ($13.1 \pm 6.1 \times 10^3/\mu\text{L}$) than in those without amputation ($10.6 \pm 4.3 \times 10^3/\mu\text{L}$) ($P < 0.001$). Hemoglobin was lower in patients with amputation (9.1 ± 2.1 g/dL) than in those without amputation (10.7 ± 1.9 g/dL) ($P < 0.001$). ESR was higher in patients with amputation (90.3 ± 36.5 mm/hr) than in those without amputation (78.5 ± 34.1 mm/hr) ($P < 0.016$).

Smoking was more prevalent among patients with amputation (64.3%) than among those without amputation (47.4%)



($P < 0.12$). Ulcer severity was significantly associated with amputation ($P < 0.001$).

Higher hemoglobin was associated with lower odds of amputation (95% CI: 0.52-0.86, OR=0.67, $P < 0.002$), whereas higher WBC was associated with greater odds of the outcome (95% CI: 1.02-1.23, OR=1.12, $P < 0.018$). Compared with Wagner grades 1 and 2, Wagner grade 4 (95%CI: 2.18-11.94, OR=5.10, $P < 0.001$) and grade 5 (95%CI: 3.89-39.51, OR=12.40, $P < 0.001$) were significantly associated with greater odds of amputation. Smoking showed a nonsignificant trend (OR=1.82, $P < 0.10$).

Predictors of frequent recurrence: 90 patients (40.2%) experienced frequent recurrence of at least 2 episodes.

Patients with frequent recurrence had higher WBC (12.2 ± 5.8 versus $10.8 \pm 4.5 \times 10^3/\mu\text{L}$, $P < 0.031$), lower hemoglobin (9.6 ± 2.2 versus 10.5 ± 1.9 g/dL, $P < 0.004$), and higher ESR (87.3 ± 37.8 versus 78.9 ± 33.5 mm/h, $P < 0.045$).

Smoking was significantly associated with frequent recurrence (64.6% versus 44.8%) ($P < 0.006$). Wagner grade was also higher in the frequent-recurrence group ($P < 0.001$).

Independent predictors of frequent recurrence were low hemoglobin (95%CI: 0.58-0.94, OR=0.74, $P < 0.012$), high WBC (95% CI: 1.01-1.18, OR=1.09, $P < 0.026$), higher Wagner grade (Wagner grade 4: 95% CI: 1.42-7.44, OR=3.25, $P < 0.005$; Wagner grade 5: 95% CI: 1.78-12.91, OR=4.80, $P < 0.002$), and smoking (95% CI: 1.05-3.63, OR=1.95, $P < 0.034$).

Conclusion

This study emphasizes the importance of early identification and intervention for modifiable risk factors. Monitoring hemoglobin and WBC may help clinicians stratify risk and

implement targeted interventions, including optimal infection control and anemia management. Wagner grade is a simple and effective tool for guiding clinical decision-making, and smoking cessation should be incorporated into patient-management programs to reduce recurrence risk. Collectively, these measures may reduce both amputation and recurrent diabetic foot ulcers and improve patient outcomes.

Ethical Statement

This study was approved by the Research Ethics Committees of Golestan University of Medical Sciences (IR.GOUMS.REC.1404.183).

The study protocol was registered at ClinicalTrials.gov under a specific NCT number (ClinicalTrials.gov ID: NCT07188337).

This study was derived from the dissertation of Ms. Fereshteh Zarafshan for the degree of Doctor of Medicine (research code 114627) at Golestan University of Medical Sciences.

Conflicts of Interest

No conflicts of interest.

Authors' Contributions

Fereshteh Zarafshan (M.D): Project execution, Data collection and Drafting of the initial manuscript.

Rahmatollah Sharififar (M.D): Project administration and design and Approval of the final manuscript.

Somayeh Ghorbani (Ph.D): Data analysis, Interpretation of the results and Approval of the final manuscript.

Pezhman Kharazm (M.D): Project administration and design, Data analysis, Interpretation of the results and Approval of the final manuscript.

Hemoglobin level, white blood cell count, Wagner grade, and smoking are key predictors of amputation and recurrence in patients with diabetic foot ulcers.



تحقیقی

پیش بینی کننده های قطع عضو و عود در بیماران بستری مبتلا به زخم پای دیابتی

دکتر فرشته زرافشان^۱، دکتر رحمت الله شریفی^۲، دکتر سمیه قربانی^۳، دکتر پژمان خوارزم^{۴*}

۱ پزشک عمومی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران. ۲ استادیار، گروه عفونی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران. ۳ استادیار آمارزیستی، مرکز تحقیقات سرطان، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران. ۴ استادیار جراحی عروق، گروه جراحی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: زخم پای دیابتی (Diabetic Foot Ulcers: DFU) از جمله عوارض اصلی دیابت است که اغلب منجر به بستری شدن در بیمارستان، قطع عضو و عود بیماری می شود. این مطالعه به منظور تعیین پیش بینی کننده های قطع عضو و عود در بیماران بستری مبتلا به زخم پای دیابتی انجام شد.

روش بررسی: این مطالعه توصیفی تحلیلی روی پرونده ۲۲۴ بیمار (۱۲۳ مرد و ۱۰۱ زن) با میانگین سنی $59/3 \pm 11$ سال بستری شده با زخم پای دیابتی انجام شد. متغیرهای استخراج شده شامل سن، جنس، قومیت، شغل، مدت زمان ابتلا به دیابت، زمان تشخیص دیابت تا ایجاد زخم، وضعیت سیگار کشیدن، شدت زخم در زمان پذیرش (درجه واگنر)، انواع درمان دریافتی (آنتی بیوتیک، دبریدمان، قطع عضو)، فراوانی عود و مقادیر آزمایشگاهی بستری (HbA1C و CRP، ESR، WBC، HB). پیامدهای اولیه شامل قطع عضو در بیمارستان (هر سطحی) و عود مکرر زخم اولیه در همان محل با تعداد ۲ دوره و بیشتر بودند.

یافته ها: درجه واگنر غالب ۵-۲ با بیشترین درجه ۲ تعیین شد. قطع عضو و عود مکرر به ترتیب ۳۱/۳ درصد و ۴۰/۲ درصد تعیین شد. افزایش سطح هموگلوبین با کاهش شانس قطع عضو همراه بود ($OR=0/77$ ، $P<0/002$) و افزایش WBC با افزایش شانس پیامد ارتباط داشت ($OR=1/12$ ، $P<0/018$)، درجه ۴ واگنر ($OR=5/10$ ، $P<0/001$) و درجه ۵ واگنر ($OR=12/40$ ، $P<0/001$) در مقایسه با درجات ۱ و ۲ واگنر به طور معنی دار با افزایش شانس قطع عضو همراه بودند. افزایش سطح هموگلوبین به ازای هر 1 g/dL با کاهش معنی دار شانس عود همراه بود ($OR=0/74$ ، $P<0/012$)، در حالی که افزایش WBC به ازای هر $1 \times 10^3/\mu\text{L}$ با افزایش معنی دار شانس عود مرتبط بود ($OR=1/09$ ، $P<0/026$)، درجه ۴ واگنر ($OR=3/25$ ، $P<0/005$) و درجه ۵ واگنر ($OR=4/80$ ، $P<0/002$) در مقایسه با درجات ۱-۲ واگنر به طور معنی دار با افزایش شانس عود مرتبط بودند. همچنین مصرف سیگار با افزایش شانس عود همراه بود ($OR=1/45$ ، $P<0/034$)، $OR=1/05$ ، $P=0/633$.

نتیجه گیری: سطح هموگلوبین، تعداد گلبول های سفید خون، درجه واگنر و سیگار کشیدن از پیش بینی کننده های کلیدی قطع عضو و عود در بیماران مبتلا به زخم پای دیابتی هستند.

واژه های کلیدی: زخم پای دیابتی، قطع عضو، عود، هموگلوبین، شمارش لکوسیت، سیگار کشیدن

* نویسنده مسؤول: دکتر پژمان خوارزم، پست الکترونیکی: pezhmankh@goums.ac.ir و pezhmankh@gmail.com

نشانی: گرگان، مرکز آموزشی درمانی پنجم آذر، واحد توسعه تحقیقات بالینی، تلفن ۰۱۷-۳۲۲۲۰۵۶۱

وصول ۱۴۰۴/۹/۱۲ اصلاح نهایی ۱۴۰۴/۱۱/۱۸ پذیرش ۱۴۰۴/۱۱/۲۵ انتشار ۱۴۰۵/۶/۲۴

مقدمه

در تشخیص آسیب ها شود. بیماری شریانی محیطی جریان خون بافت ها را کاهش می دهد و عفونت ها فرآیند التیام زخم را مختل می کنند. علاوه بر این، عوامل بالینی و آزمایشگاهی مختلف از جمله کنترل قندخون، وضعیت تغذیه ای و سایر شاخص های بیوشیمیایی و همچنین عوامل رفتاری مانند مصرف سیگار، فعالیت بدنی و مراقبت از پا ممکن است در پیش بینی پیامدهای زخم نقش داشته باشند. هرچند ارتباط این عوامل با پیامدهای زخم هنوز در جمعیت های

زخم پای دیابتی (Diabetic Foot Ulcers: DFU) یک عارضه شدید دیابت است که اغلب منجر به بستری طولانی مدت در بیمارستان، ناتوانی و قطع عضو اندام تحتانی می شود. تعامل نوروپاتی محیطی، بیماری شریانی محیطی و عفونت در پیشرفت زخم نقش دارند.^۱ پیشرفت زخم های دیابتی نتیجه تعامل پیچیده ای از عوامل متعدد است. نوروپاتی محیطی می تواند باعث کاهش حس پا و تأخیر

مختلف نیازمند بررسی دقیق است.^۲ شدت زخم یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده پیامدهای بالینی در بیماران مبتلا به زخم پای دیابتی است. مطالعات نشان داده‌اند افزایش شدت زخم، به‌ویژه براساس سیستم طبقه‌بندی واگنر، با افزایش خطر عفونت، استئومیلیت، نیاز به مداخلات جراحی، طولانی‌تر شدن مدت بستری و افزایش احتمال قطع عضو همراه است. از این‌رو، استفاده از ابزارهای استاندارد ارزیابی شدت زخم می‌تواند در پیش‌بینی سیر بیماری، انتخاب راهبرد درمانی مناسب و شناسایی بیماران پرخطر نقش مهمی ایفا کند.^{۳،۴} یکی از ابزارهای مهم در ارزیابی شدت زخم، مقیاس واگنر است. درجات بالاتر زخم بر اساس این مقیاس ممکن است با افزایش خطر قطع عضو و عود مکرر مرتبط باشد؛^۳ اما هنوز این موضوع نیازمند بررسی و ارزیابی در جمعیت‌های مختلف است. با وجود پیشرفت روش‌های درمانی، عود زخم پای دیابتی همچنان یکی از مهم‌ترین چالش‌های مراقبت از این بیماران به شمار می‌رود و بسیاری از بیماران پس از بهبود اولیه، مجدداً دچار زخم می‌شوند. شواهد نشان داده‌اند درجات بالاتر واگنر، بیماری شریانی محیطی، نوروپاتی محیطی، سابقه قطع عضو، کنترل نامطلوب قند خون و مصرف سیگار از مهم‌ترین عوامل مرتبط با افزایش خطر عود زخم هستند. شناسایی این عوامل می‌تواند در طراحی برنامه‌های مراقبتی، پیگیری طولانی‌مدت و اجرای مداخلات موثر برای کاهش عود زخم و قطع عضو مؤثر باشد.^{۵،۶} شناخت دقیق عوامل مرتبط با پیشرفت زخم و پیامدهای بالینی، می‌تواند در شناسایی بیماران پرخطر و هدایت استراتژی‌های پیشگیرانه و درمانی موثر باشد. این مطالعه به منظور تعیین پیش‌بینی‌کننده‌های قطع عضو و عود در بیماران بستری مبتلا به زخم پای دیابتی انجام شد.

روش بررسی

این مطالعه توصیفی تحلیلی روی پرونده ۲۲۴ بیمار (۱۲۳ مرد و ۱۰۱ زن) با میانگین سنی 59.3 ± 11 سال و محدوده سنی ۹۶-۲۶ سال بستری شده در مرکز پزشکی ارجاعی سطح سوم با زخم پای دیابتی در سال ۱۴۰۳ انجام شد. همه بیماران تحت ارزیابی عروقی قرار گرفته بودند و بیماران نیازمند بازسازی عروق، قبل از بستری در صورت نیاز تحت درمان

قرار گرفته بودند.

متغیرهای استخراج‌شده شامل سن، جنس، قومیت، شغل، مدت زمان ابتلا به دیابت، زمان تشخیص دیابت تا ایجاد زخم، وضعیت سیگار کشیدن، شدت زخم در زمان پذیرش، انواع درمان دریافتی (آنتی‌بیوتیک، دبریدمان، قطع عضو)، فراوانی عود و مقادیر آزمایشگاهی بستری (HbA1C، CRP، ESR، WBC، HB) بودند. از طریق مصاحبه و خوداظهاری بیماران در گروه‌های قومی شامل فارس، ترکمن، سیستانی، بلوچ و ترک طبقه‌بندی شدند.

شدت زخم با استفاده از سیستم واگنر از ۱ تا ۵ شامل زخم سطحی درجه ۱، زخم عمیق شامل تاندون، استخوان یا مفصل درجه ۲، زخم عمیق با آبسه یا استئومیلیت درجه ۳، گانگرن جزئی پا درجه ۴ و گانگرن کامل پا درجه ۵ تقسیم‌بندی شدند.^۴

پیامدهای اولیه شامل قطع عضو در بیمارستان (هر سطحی) و عود مکرر زخم اولیه در همان محل با تعداد ۲ دوره و بیشتر بودند.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS-23 تجزیه و تحلیل شدند. ارتباط بین متغیرهای دسته‌بندی‌شده با آزمون کای اسکور یا آزمون دقیق فیشر ارزیابی شد. متغیرهای پیوسته با استفاده از آزمون t یا ANOVA برای داده‌های با توزیع نرمال و آزمون‌های یومن ویتنی یا کروسکال والیس برای داده‌های غیر نرمال مقایسه شدند. متغیرهای مستقل در مدل رگرسیون لجستیک چندگانه وارد شدند. سطح معنی‌داری همه آزمون‌ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

میانگین مدت ابتلا به دیابت 16.2 ± 7.5 سال و میانگین مدت زمان تا ایجاد زخم فعلی 11.3 ± 5.98 سال تعیین شد. ۵۲/۷ درصد بیماران سیگاری بودند و اکثر بیماران از قومیت فارس (۸۰/۴ درصد) بودند. اکثر بیماران خانه‌دار (۴۰/۶ درصد) یا دارای شغل آزاد (۲۹/۹ درصد) بودند.

سن بیماران عدم قطع عضو 58.8 ± 11.6 سال و بیماران با قطع عضو 60.3 ± 10.7 سال تعیین شد و طول مدت بیماری در گروه عدم قطع عضو 15.8 ± 7.3 سال و گروه با قطع عضو 17.0 ± 7.9 سال تعیین شد. ۸۱ بیمار (۵۲/۶ درصد) در گروه عدم قطع عضو و ۴۲ بیمار (۶۰ درصد) در گروه با قطع عضو مرد بودند. این اختلافات از نظر آماری

جدول ۱: مقایسه میانگین سطح سرمی فاکتورهای آزمایشگاهی در بیماران دارای زخم پای دیابتی بر حسب درجه زخم

سطح سرمی	درجه زخم ۱-۲		درجه زخم ۳		درجه زخم ۴		درجه زخم ۵		P-value	F test value
	میانگین	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	میانگین	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	میانگین	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	میانگین	فاصله اطمینان ۹۵ درصد		
WBC ($10^3/\mu\text{l}$)	۱۰/۷۳	۹/۹۷، ۱۱/۴۹	۱۲/۰۵	۹/۳۸، ۱۴/۷۴	۱۰/۵۷	۹/۵۴، ۱۱/۶۱	۱۵/۴۰	۱۲/۰۷، ۱۸/۷۴	<۰/۰۰۱	۶/۶۲۴
Hb (gr/dl)	۱۰/۳۴	۱۰/۰۰، ۱۰/۶۹	۱۰/۵۰	۹/۶۵، ۱۱/۳۵	۱۰/۳۳	۹/۷۶، ۱۰/۹۱	۸/۶۳	۷/۸۵، ۹/۴۲	۰/۰۰۱	۵/۴۲۳
ESR (mm/hr)	۷۹/۵۹	۷۳/۱۰، ۸۶/۰۷	۷۳/۸۵	۵۹/۵۸، ۸۸/۱۲	۸۲/۱۶	۷۲/۳۷، ۹۱/۹۴	۱۰۳/۲۵	۹۳/۹۷، ۱۱۲/۵۲	۰/۰۱۳	۳/۶۷۲
CRP (mg/L)	۲۳/۲۰	۲۰/۹۸، ۲۵/۴۳	۲۸/۳۳	۲۲/۸۳، ۳۳/۸۵	۲۵/۸۰	۲۲/۳۴، ۲۹/۲۷	۲۹/۴۳	۲۶/۶۱، ۳۲/۲۶	۰/۰۵۰	۲/۶۴۷
HbA1C (%)	۷/۹۳	۷/۵۷، ۸/۳۱	۸/۳۳	۷/۵۷، ۹/۰۹	۸/۲۹	۷/۷۸، ۸/۸۰	۸/۸۲	۷/۹۸، ۹/۷۷	۰/۲۱۰	۱/۵۱۹

جدول ۲: میانگین سطح سرمی فاکتورهای آزمایشگاهی در بیماران با زخم پای دیابتی برحسب وضعیت قطع عضو و عود						
سطح سرمی	عدم قطع عضو (n=۱۵۴)	قطع عضو (n=۷۰)	P-value	عود کم (۰-۱) (n=۱۳۴)	عود زیاد (بیشتر مساوی ۲) (n=۹۰)	P-value
	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار		میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	
WBC ($10^3/\mu\text{l}$)	۱۰/۶±۴/۳	۱۳/۱±۶/۱	<۰/۰۰۱	۱۰/۸±۴/۵	۱۲/۲±۵/۵	۰/۰۳۱
Hb (gr/dl)	۱۰/۷±۱/۹	۹/۱±۲/۰	<۰/۰۰۱	۱۰/۵±۱/۹	۹/۶±۲/۲	۰/۰۰۴
ESR (mm/hr)	۷۸/۵±۳۴/۱	۹۰/۳±۳۶/۵	۰/۰۱۶	۷۸/۹±۳۳/۵	۸۷/۳±۳۷/۸	۰/۰۴۵
CRP (mg/L)	۲۴/۱±۱۱/۵	۲۷/۳±۱۳/۶	۰/۰۵۲	۲۴/۰±۱۱/۲	۲۶/۷±۱۳/۷	۰/۰۸۷
HbA1C (%)	۸/۱±۱/۹	۸/۴±۲/۲	۰/۲۸۹	۸/۱±۱/۹	۸/۳±۲/۲	۰/۲۸۹

جدول ۳: درجه زخم و گتر در بیماران با زخم پای دیابتی برحسب وضعیت قطع عضو و عود				
درجه زخم و گتر	عدم قطع عضو (n=۱۵۴)	قطع عضو (n=۷۰)	عود کم (۰-۱) (n=۱۳۴)	عود زیاد (بیشتر مساوی ۲) (n=۹۰)
	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)
درجه ۱-۲	۱۰۱ (۶۵/۶)	۱۵ (۲۱/۴)	۹۰ (۶۷/۲)	۲۶ (۲۸/۹)
درجه ۳	۱۶ (۱۰/۴)	۱۰ (۱۴/۳)	۱۵ (۱۱/۲)	۱۱ (۱۲/۲)
درجه ۴	۲۸ (۱۸/۲)	۳۰ (۴۲/۹)	۲۲ (۱۶/۴)	۳۶ (۴۰/۰)
درجه ۵	۹ (۵/۸)	۱۵ (۲۱/۴)	۷ (۵/۲)	۱۷ (۱۸/۹)
P-value	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱		<۰/۰۰۱

جدول ۴: تحلیل رگرسیون لجستیک چندمتغیره برای عوامل مرتبط با قطع عضو و عود						
عامل	نسبت شانس تعدیل شده	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	P-value	نسبت شانس تعدیل شده	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	P-value
Hemoglobin (به ازای افزایش ۱ g/dL)	۰/۶۷	۰/۵۲-۰/۸۶	۰/۰۰۲	۰/۷۴	۰/۵۸-۰/۹۴	۰/۰۱۲
WBC (به ازای افزایش $1 \times 10^3/\mu\text{L}$)	۱/۱۲	۱/۰۲-۱/۲۳	۰/۰۱۸	۱/۰۹	۱/۰۱-۱/۱۸	۰/۰۲۶
درجه ۳	۲/۸۱	۰/۹۱-۸/۷۰	۰/۰۷۳	۱/۷۸	۰/۷۲-۴/۴۱	۰/۲۱۰
شدت زخم	۵/۱	۲/۱۸-۱۱/۹۴	<۰/۰۰۱	۳/۲۵	۱/۴۲-۷/۴۴	۰/۰۰۵
درجه ۱-۲	۱۲/۴	۳/۸۹-۳۹/۵۱	<۰/۰۰۱	۴/۸۰	۱/۷۸-۱۲/۹۱	۰/۰۰۲
مصرف سیگار (بله، خیر)	۱/۸۲	۰/۸۹-۳/۷۲	۰/۱	۱/۹۵	۱/۰۵-۳/۶۳	۰/۰۳۴

معنی دار نبود. ۷۳ بیمار (۴۷/۴ درصد) در گروه عدم قطع عضو و ۴۵ بیمار (۶۴/۳ درصد) در گروه با قطع عضو سیگاری بودند ($P < ۰/۰۱۲$).

سن بیماران با عود کم (۰-۱) $58/9 \pm 11/5$ سال و بیماران با عود زیاد (بیشتر مساوی ۲) $59/8 \pm 11/0$ سال تعیین شد و طول مدت بیماری در گروه با عود کم $15/6 \pm 7/1$ سال و گروه با عود زیاد $17/0 \pm 7/9$ سال تعیین شد. ۷۰ بیمار (۵۲/۲ درصد) در گروه با عود کم و ۵۳ بیمار (۵۸/۹ درصد) در گروه با عود زیاد مرد بودند. این اختلافات از نظر آماری معنی دار نبود. ۶۰ بیمار (۴۴/۸ درصد) در گروه با عود کم و ۵۸ بیمار (۶۴/۴ درصد) در گروه با عود زیاد سیگاری بودند ($P < ۰/۰۰۶$).

میانگین سطح هموگلوبین $10/18 \pm 2/05$ گرم بر دسی لیتر، تعداد گلبول‌های سفید خون $11/35 \pm 5/13 \times 10^3/\mu\text{L}$ (WBC) بودند. سرعت رسوب گلبول‌های قرمز (ESR) $82/12 \pm 32/29$ میلی‌متر در ساعت، پروتئین واکنشی C (CRP) $25/14 \pm 12/27$ میلی‌گرم در لیتر و HbA1C $8/17 \pm 2/01$ درصد تعیین شد.

بیماران در ۳۸/۸ درصد موارد آنتی‌بیوتیک به تنهایی و در ۲۹/۹ درصد موارد آنتی‌بیوتیک را به همراه دبریدمان دریافت کرده بودند و ۳۱/۳ درصد تحت درمان آنتی‌بیوتیک همراه با قطع عضو قرار گرفتند.

بیشترین شیوع شدت زخم در ۱۱۱ بیمار (۴۹/۶ درصد) درجه ۲ و کمترین شیوع شدت زخم در ۵ بیمار (۲/۲ درصد) درجه ۱ تعیین شد. سپس درجات زخم در ۵۸ بیمار (۲۵/۹ درصد)، ۲۶ بیمار (۱۱/۶ درصد) و ۲۴ بیمار (۱۰/۷ درصد) به ترتیب درجه ۴، درجه ۳ و درجه ۵ تعیین شد.

یافته‌های آزمایشگاهی بر اساس درجات زخم: سطح WBC سرم در بین درجات زخم واکنش از نظر آماری معنی دار بود و بالاترین مقادیر $(15/4 \times 10^3/\mu\text{L})$ در زخم‌های درجه ۵ تعیین شد ($P < ۰/۰۰۱$ ، $F = 6/624$).

سطح هموگلوبین با افزایش شدت زخم کاهش یافت و در زخم‌های درجه ۵ به میانگین $8/63$ گرم بر دسی لیتر رسید ($F = 5/423$ ، $P < ۰/۰۰۱$)، ESR ($F = 3/672$ ، $P < ۰/۰۱۳$) و CRP ($F = 2/647$ ، $P < ۰/۰۵$) نیز با درجه زخم افزایش یافتند. در حالی که سطح HbA1c بین درجات زخم تفاوت آماری معنی داری نداشت.

($F=1/519$, $P<0/21$) (جدول یک).

پیش‌بینی‌کننده‌های قطع عضو: از ۲۲۴ بیمار مورد مطالعه، ۷۰ نفر (۳۱/۳ درصد) تحت عمل قطع عضو قرار گرفتند.

میانگین سطح سرمی فاکتورهای آزمایشگاهی در بیماران زخم پای دیابتی بر حسب وضعیت قطع عضو در جدول ۲ آمده است.

تعداد گلبول‌های سفید خون بیماران با قطع عضو ($10^3/\mu\text{l}$) $13/1 \pm 6/1$ در مقایسه با بیماران غیر قطع عضو ($10^3/\mu\text{l}$) $10/6 \pm 4/3$ بالاتر بود ($P<0/01$). هموگلوبین بیماران با قطع عضو ($9/1 \pm 2/0$ گرم بر دسی لیتر) در مقایسه با بیماران غیر قطع عضو ($10/7 \pm 1/9$ گرم بر دسی لیتر) پایین‌تر بود ($P<0/01$). ESR بیماران با قطع عضو ($90/3 \pm 36/5$ mm/hr) در مقایسه با بیماران غیر قطع عضو ($78/5 \pm 34/1$ mm/hr) بالاتر بود ($P<0/016$) (جدول ۲).

سیگار کشیدن در بیماران با قطع عضو (۶۴/۳ درصد) در مقایسه با بیماران عدم قطع عضو (۴۷/۴ درصد) شایع‌تر بود ($P<0/012$). شدت زخم با قطع عضو از نظر آماری معنی‌دار بود ($P<0/001$) (جدول ۳).

افزایش سطح هموگلوبین با کاهش شانس قطع عضو همراه بود ($P<0/002$)، $OR=0/67$ ، $95\%CI:0/52-0/86$ و افزایش WBC با افزایش شانس پیامد ارتباط داشت ($P<0/018$)، $OR=1/12$ ، $95\%CI:1/02-1/23$ ، درجه ۴ واگنر ($P<0/001$)، $OR=5/10$ ، $95\%CI:2/18-11/94$ و درجه ۵ واگنر ($P<0/001$)، $OR=12/40$ ، $95\%CI:3/89-39/51$ در مقایسه با درجات ۱ و ۲ واگنر به‌طور معنی‌دار با افزایش شانس قطع عضو همراه بودند. سیگار کشیدن روند غیرمعنی‌داری را نشان داد ($P<0/10$)، $OR=1/82$ (جدول ۴).

پیش‌بینی‌کننده‌های عود مکرر: ۹۰ بیمار (۴۰/۲ درصد) عود مکرر بیشتر مساوی ۲ دوره را تجربه کردند.

بیماران با عود مکرر تعداد گلبول‌های سفید خون بالاتر ($12/2 \pm 5/8$) در مقابل ($10^3/\mu\text{l}$) $10/8 \pm 4/5$ ، $P<0/031$ ، هموگلوبین پایین‌تر ($9/6 \pm 2/2$) در مقابل ($10/5 \pm 1/9$ گرم بر دسی لیتر)، $P<0/004$ و ESR بالاتر ($87/3 \pm 37/8$) در مقابل ($78/9 \pm 33/5$ میلی‌متر در ساعت)، $P<0/045$ داشتند (جدول ۲).

سیگار کشیدن با عود مکرر (۶۴/۶ درصد در مقابل ۴۴/۸ درصد) از نظر آماری معنی‌دار بود ($P<0/006$).

درجه واگنر در گروه عود مکرر بالاتر بود ($P<0/001$) (جدول ۳). پیش‌بینی‌کننده‌های مستقل عود مکرر شامل هموگلوبین پایین ($P<0/012$)، $OR=0/74$ ، $95\%CI:0/58-0/94$ ، گلبول‌های سفید بالا ($P<0/026$)، $OR=1/09$ ، $95\%CI:1/01-1/18$ ، درجه واگنر بالاتر (درجه ۴ واگنر $P<0/005$ ، $OR=3/25$ ، $95\%CI:1/42-7/44$ و درجه ۵ واگنر $P<0/002$ ، $OR=4/80$ ، $95\%CI:1/78-12/91$) و سیگار

کشیدن ($P<0/034$)، $OR=1/95$ ، $95\%CI:1/05-3/63$ تعیین شدند (جدول ۴).

بحث

با توجه به نتایج این مطالعه، سطح هموگلوبین پایین‌تر با خطر قطع عضو ارتباط آماری معنی‌داری نشان داد. به طور خاص، هر یک گرم در دسی‌لیتر کاهش هموگلوبین، احتمال قطع عضو را ۳۳ درصد افزایش داد. افزایش تعداد گلبول‌های سفید خون نیز پیش‌بینی‌کننده احتمال قطع عضو بود. به طوری که هر $1 \times 10^3/\mu\text{L}$ افزایش، احتمال را ۱۲ درصد افزایش داد. علاوه بر این، درجه‌های بالاتر واگنر افزایش گام به گام خطر را نشان دادند. به طوری که زخم‌های درجه ۵ نسبت شانس ۱۲/۴ را در مقایسه با درجات ۱ و ۲ داشتند. این یافته‌ها با مطالعات قبلی که نشان دادند کم‌خونی و التهاب سیستمیک، پیش‌بینی‌کننده‌های قوی از دست دادن اندام در بیماران مبتلا به زخم پای دیابتی هستند^{۹-۷} مطابقت داشت. در مورد عود زخم پای دیابتی، در مطالعه حاضر هموگلوبین پایین، گلبول‌های سفید بالا، درجه‌های بالاتر واگنر و سیگار کشیدن به عنوان پیش‌بینی‌کننده‌های مهم شناسایی شد. بیماران مبتلا به زخم پای دیابتی درجه ۵ تقریباً پنج برابر بیشتر از بیماران درجات ۱-۲ احتمال عود داشتند. در حالی که افراد سیگاری تقریباً دو برابر بیشتر در معرض خطر بودند. این یافته‌ها با مطالعات^{۱۱،۱۰} مشابهی که نشان دادند کم‌خونی، تعداد بالای گلبول‌های سفید، سیگار کشیدن و شدت زخم به شدت با عود زخم پای دیابتی مرتبطند؛ مطابقت داشت.

مطالعاتی عوامل خطر مشابه را شناسایی کرده‌اند؛ به طوری که Sharma و همکاران نقش هموگلوبین و درجه واگنر را در پیش‌بینی قطع عضو در یک گروه بزرگ تأیید کردند.^{۱۲} Zhou و همکاران مدل‌های خطری را برای زخم پای دیابتی مکرر با در نظر گرفتن این متغیرها توسعه دادند.^{۱۳} همچنین بررسی‌های سیستماتیک از افزایش گام به گام خطر با درجه‌های بالاتر واگنر پشتیبانی می‌کنند و بر اهمیت عوامل قابل اصلاح مانند کم‌خونی و سیگار کشیدن تأکید دارند.^{۱۴} یافته‌های مطالعه حاضر با ارزیابی همزمان قطع عضو و عود در یک گروه بیمار، این شواهد را گسترش می‌دهد و امکان ارزیابی جامع از پیش‌بینی‌کننده‌های بالینی را فراهم می‌کند.

مطالعه حاضر بر اهمیت شناسایی و مداخله زودهنگام برای عوامل خطر قابل اصلاح تأکید می‌کند. پایش سطح هموگلوبین و تعداد گلبول‌های سفید خون می‌تواند به پزشکان در طبقه‌بندی خطر و اجرای مداخلات هدفمند، از جمله کنترل بهینه عفونت و مدیریت کم‌خونی، کمک کند. درجه واگنر ابزاری ساده و مؤثر برای هدایت تصمیم‌گیری بالینی است و ترک سیگار باید در برنامه‌های مدیریت بیمار ادغام شود تا خطر عود کاهش یابد. در مجموع، این اقدامات می‌تواند هم میزان قطع عضو و هم زخم پای دیابتی مکرر را کاهش

پروتکل مطالعه در ClinicalTrials.gov تحت یک شماره NCT خاص (ClinicalTrials.gov ID: NCT07188337) ثبت شد. این مطالعه حاصل پایان‌نامه فرشته زرافشان برای اخذ درجه دکتری حرفه‌ای در رشته پزشکی عمومی (کد پژوهشی ۱۱۴۶۲۷) از دانشگاه علوم پزشکی گلستان بود.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله اظهار می‌دارند که هیچ‌گونه منافع متعارض مرتبط با این مطالعه ندارند.

مشارکت نویسندگان

دکتر فرشته زرافشان: انجام پروژه، جمع‌آوری داده‌ها و نوشتن نسخه اولیه مقاله. دکتر رحمت‌الله شریفی‌فر: مدیریت و طراحی پروژه و تایید نسخه نهایی مقاله. دکتر سمیه قربانی: آنالیز داده‌ها، تفسیر نتایج و تایید نسخه نهایی مقاله. دکتر پژمان خوارزم: مدیریت و طراحی پروژه، آنالیز داده‌ها، تفسیر نتایج و تایید نسخه نهایی مقاله.

References

1. Parveen K, Hussain MA, Anwar S, Elagib HM, Kausar MA. Comprehensive review on diabetic foot ulcers and neuropathy: Treatment, prevention and management. World J Diabetes. 2025 Mar;16(3):100329. <https://doi.org/10.4239/wjd.v16.i3.100329>.
2. McDermott K, Fang M, Boulton AJM, Selvin E, Hicks CW. Etiology, Epidemiology, and Disparities in the Burden of Diabetic Foot Ulcers. Diabetes Care. 2023 Jan;46(1):209-21. <https://doi.org/10.2337/dci22-0043>.
3. Armstrong DG, Tan TW, Boulton AJM, Bus SA. Diabetic Foot Ulcers: A Review. JAMA. 2023 Jul;330(1):62-75. <https://doi.org/10.1001/jama.2023.10578>.
4. Wagner FW Jr. The diabetic foot. Orthopedics. 1987 Jan;10(1):163-72. <https://doi.org/10.3928/0147-7447-19870101-28>.
5. Guo Q, Ying G, Jing O, Zhang Y, Liu Y, Deng M, et al. Influencing factors for the recurrence of diabetic foot ulcers: A meta-analysis. Int Wound J. 2023 May;20(5):1762-75. <https://doi.org/10.1111/iwj.14017>.
6. Sun Y, Zhou Y, Dai Y, Pan Y, Xiao Y, Yu Y. Predictors of post-healing recurrence in patients with diabetic foot ulcers: A systematic review and meta-analysis. J Tissue Viability. 2024 Nov;33(4):542-49. <https://doi.org/10.1016/j.jtv.2024.07.002>.
7. Liu Z, Wei D, Wang J, Gao L. Predicting major amputation risk in diabetic foot ulcers using comparative machine learning models for enhanced clinical decision-making. Sci Rep. 2025 Aug;15(1):28103. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-13534-x>.
8. Gao L, Liu ZX, Wang JN. Predictive model and risk analysis for outcomes in diabetic foot ulcer using eXtreme Gradient Boosting

دهد و پیامدهای بیمار را بهبود بخشد.

این مطالعه به دلیل طراحی به صورت مقطعی و محدود بودن به سوابق بیمارستانی، ممکن است باعث سوگیری در انتخاب و اطلاعات شده باشد. علاوه بر این، برخی از متغیرهای بالقوه مهم، مانند بیماری عروق محیطی، شدت نوروپاتی و عوامل اجتماعی-اقتصادی، ثبت نشدند. لذا انجام مطالعات آینده‌نگر با حجم نمونه بیشتر و داده‌های جامع‌تر برای تأیید و گسترش این یافته‌ها ضروری است.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که سطح هموگلوبین، تعداد گلبول‌های سفید خون، درجه واکنش و سیگار کشیدن از پیش‌بینی کننده‌های کلیدی قطع عضو و عود در بیماران مبتلا به زخم پای دیابتی هستند.

ملاحظات اخلاقی

مطالعه مورد تایید کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی گلستان (IR.GOUMS.REC.1404.183) قرار گرفت.

algorithm and SHapley Additive exPlanation. World J Diabetes. 2025 Jul;16(7):104789. <https://doi.org/10.4239/wjd.v16.i7.104789>.

9. Lin C, Tian J, Zhang Z, Zheng C, Liu J. Risk factors associated with the recurrence of diabetic foot ulcers: A meta-analysis. PLoS One. 2025 Feb;20(2):e0318216. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0318216>.

10. Kochhar K, Priesand S, Yosef M, Schmidt BM. Diabetic foot infection severity as a predictor of re-ulceration following partial forefoot amputation. J Foot Ankle Surg. 2025 May-Jun;64(3):238-42. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2024.10.012>.

11. Hsu CC, Lai HY, Lin HY, Pan SC, Cheng NC, Chen LK, et al. Recurrence of Diabetic Foot Complications: A Domino Effect Leading to Lethal Consequences-Insights From a National Longitudinal Study. Open Forum Infect Dis. 2024 May;11(6):ofae276. <https://doi.org/10.1093/ofid/ofae276>.

12. Sharma N, Tandup C, Rastogi A, Sahu S, Behera A, Savlania A, et al. Predictors of Major Lower Extremity Amputation in Type 2 Diabetic Patients With Diabetic Foot Ulcers: A Cross-Sectional Analytical Study. Cureus. 2025 Jan;17(1):e77339. <https://doi.org/10.7759/cureus.77339>.

13. Zhou Z, Jia Y, Yan H, Xu J, Wang S, Wen J. Risk prediction models for patients with recurrent diabetic foot ulcers: A systematic review. Public Health. 2025 Jul;244:105744. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2025.105744>.

14. Xie XR, Yu MF, Xu R, Liu Y, Zhang J. From Ulcer to Amputation: A Systematic Review of Prognostic Models for Diabetic Foot Ulcer Amputation. Risk Manag Healthc Policy. 2025 Sep;18:3099-3111. <https://doi.org/10.2147/rmhp.s542262>.