

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ НЕКРОБИОТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЯГКИХ ТКАНЕЙ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ**

Хамдамов Алишержон Бахтиёрович

dr.alyowa@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6614-4806>

Хакимов Мурод Шавкатович

murad_72@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0002-2216-3700>

Бухарский медицинский институт

Резюме. Учёт цитологических индексов и экспресс микробиологических признаков позволяет сформировать надежный набор критериев, которые отражают ключевые механизмы развития некробиотического процесса при некротизирующих инфекциях мягких тканей у больных сахарным диабетом.

Ключевые слова: некротизирующие инфекции мягких тканей, прогнозирование, сахарный диабет

Актуальность. Одной из наиболее тяжелых форм хирургической патологии, занимающее значимое место среди причин острых жизнеугрожающих состояний на мировом уровне остается НИМТ. В крупных международных исследованиях подчеркивается, что распространенность некротизирующих инфекций сохраняет тенденцию к росту, а показатели летальности остаются высокими даже при применении современных методов интенсивной терапии.

Гнойно-некротические поражения стопы возникают у каждого второго пациента СД, а число ампутаций нижних конечностей у пациентов СД в 20-30 раз превышает число ампутаций у больных без диабета. Летальность в случае высокой ампутации, составляет 30-40 % [1,20,21]. Синдром диабетической стопы (СДС) диагностируется у 4-10 % больных диабетом [2,18,19]. Кроме того, у 20-25 %,

пациентов с СДС возникают различные инфекционные проявления (гнойно-некротические поражения) [3,5,7,9,11].

По данным Ю.И. Павлова (2005), число пациентов с гнойно-некротическими формами синдрома диабетической стопы за 10 лет выросла с 26,0 до 50,5 на 100000 взрослого населения ($p < 0,001$). Средний ежегодный прирост заболеваемости гнойно-некротическими формами СДС составил 12 % ($p = 0,0001$), что в 21,4 раза превышает средний ежегодный прирост заболеваемости сахарным диабетом 2 типа.

Гнойно-некротические проявления СДС — это наиболее частая причина ампутации и смертности больных в этой субпопуляции [2,4,6,8,10]. Частота высоких ампутаций составляет 6-8 на 1000 пациентов с СДС, а показатель летальности 40-68»% в течение 5 лет. В первый год после высокой ампутации умирает 13-40 % больных [4,12,13,14,16,17]. Более того, до 30 %• больных СДС после первой ампутации подвергаются ампутации второй конечности в течение 1-3 лет, а через 5 лет их число достигает 54 % [2,15]. По данным Е.П. Бурлевой (2023) число ампутаций с начала 21 века не имеет тенденции к снижению [2].

Таким образом, в настоящее время проблема лечения гнойно-некротических форм СДС не только не утратила своей актуальности (несмотря на многочисленные исследования), но и приобретает все большее значение, учитывая особенности течения раневого процесса у больных СДС: нарушение процессов хемотаксиса фагоцитов; уменьшение скорости заживления ран; нарушение процессов синтеза коллагена; злокачественное течение инфекции; склонность к генерализации воспалительного процесса.

Дополнительную сложность создает отсутствие универсальных инструментов, позволяющих объективно оценить интенсивность некробиотического процесса уже в ранние сроки и контролировать состояние переходной зоны.

В этой связи внедрение комплексных подходов, сочетающих раннюю стратификацию риска, объективную оценку микроциркуляции, экспресс-цитологию и современные физические методы локального воздействия, приобретает особую значимость. Такие технологии позволяют не только точнее определить объем выполняемой первичной некрэктомии, но и обеспечить дифференцированную тактику последующего ведения, что особенно важно у больных с СД, имеющих ограниченную репаративную способность тканей.

Цель исследования: усовершенствование способов прогнозирования течения некробиотического процесса мягких тканей у больных сахарным диабетом.

Материалы и методы. Согласно условиям цели и задач исследования все пациенты были распределены на две группы: контрольная группа включала 63 больных, лечившихся в 2016-2020 годах, когда тактика в отношении некротизирующих поражений строилась по традиционной схеме; основная группа объединила 65 пациентов, наблюдавшихся в 2021-2025 годах, когда использовался разработанный нами комплексный ЛДА.

Результаты и их обсуждение. Полученные данные показали, что нарастание степени некробиоза мягких тканей сопровождается выраженным изменением цитологических характеристик мазков-отпечатков. В совокупности это формирует закономерный переход от интактной периферии к сомнительной зоне и далее к сформировавшемуся очагу некроза, что отражается в величинах ранговых коэффициентов Спирмена.

В группе основных индексов особенно выделялись четыре показателя, которые демонстрировали наиболее тесную связь с прогрессированием некробиотического процесса. ИДН имел сильный прямой коэффициент $r=0,919$ при $p < 0,001$, что отражает последовательное разрушение полиморфноядерных клеток по мере гибели тканей. ИГНА также показал выраженную линейность связи ($r=0,798$ при $p < 0,001$), что согласуется с ростом объема детрита и лизиса клеточных структур в более тяжелых зонах. Сопоставимое поведение продемонстрировал МКИ ($r=0,731$ при $p < 0,001$), указывающий на усиление дисбаланса между микробной массой и числом защитных клеток. Последний из ведущих маркеров индекс тканевой деструкции имел устойчивую положительную корреляцию ($r=0,835$ при $p < 0,001$), что подчеркивает прямую зависимость объема разрушения волокнистого каркаса от тяжести некробиоза.

Отдельного внимания требует характеристика смешанных микробных сообществ, особенно когда доля полимикробных комплексов имела один из наиболее высоких коэффициентов корреляции на уровне $r=0,827$ при $p < 0,001$. Данный показатель демонстрирует, что по мере усиления некробиоза микрофлора становится не только более агрессивной по составу, но и более синергичной, что усиливает деструктивное действие на ткани. Факультативные анаэробы демонстрировали умеренно выраженную положительную зависимость ($r=0,497$ при $p=0,003$), занимая промежуточное положение между ранними и поздними участниками инфекционного процесса.

Значения коэффициентов корреляции для ИДН отражали наиболее выраженную связь данного показателя с экспресс-микробиологическими характеристиками раневой поверхности. Установлены высокие положительные коэффициенты для грам (-) палочек ($r=0,742$ при $p < 0,001$) и для отношения грам (-) / грам (+) ($r=0,771$ при $p < 0,001$), что показывает устойчивую ассоциацию между ростом разрушения нейтрофильного пула и смещением флоры в сторону агрессивных грам (-) форм. Еще более выраженной была связь ИДН с облигатными анаэробами ($r=0,904$ при $p < 0,001$), а также с долей полимикробных комплексов ($r=0,789$ при $p < 0,001$) и соотношением анаэробы/аэробы ($r=0,758$ при $p < 0,001$). ИГНА демонстрировал аналогичный профиль, когда коэффициенты составляли $r=0,703$ для грам (-) палочек, $r=0,863$ для облигатных анаэробов, $r=0,941$ для грам (-) / грам (+), $r=0,722$ для анаэробы/аэробы и $r=0,755$ для полимикробных комплексов при уровне значимости $p < 0,001$ для всех зависимостей.

МКИ демонстрировал один из наиболее выразительных наборов корреляционных значений среди всех цитологических показателей. Ассоциации с грам (-) палочками составляли $r=0,768$ при $p < 0,001$, с облигатными анаэробами $r=0,923$ при $p < 0,001$, с соотношением грам (-) / грам (+) $r=0,791$ при $p < 0,001$ и с анаэробы/аэробы $r=0,979$ при $p < 0,001$. Корреляция с полимикробными комплексами достигала $r=0,812$ при $p < 0,001$. ИТД показывал еще более выраженные связи, а именно, $r=0,881$ с грам (-) палочками, $r=0,946$ с облигатными анаэробами, $r=0,804$ для грам (-) / грам (+), $r=0,793$ для анаэробы/аэробы и $r=0,838$ для полимикробных комплексов при уровне значимости $p < 0,001$ в каждой комбинации. Такой профиль показывает, что МКИ и ИТД наиболее чувствительны к микробным сдвигам, связанным с тяжелым вариантом течения некробиозом.

Таким образом, сопоставление цитологических характеристик с микробиологическими параметрами позволило выделить устойчивую систему взаимосвязей, отражающую прогрессирование некробиоза от ранних изменений к фазе выраженного разрушения тканей. Нарастание доли грам (-) палочек и облигатных анаэробов сопровождалось последовательным смещением цитологического профиля в сторону увеличения деструктивных форм нейтрофилов, усиления гнойно-некротического распада, роста микробно-клеточного дисбаланса и утраты структурной целостности тканевого матрикса. Подобная конфигурация подчеркивает, что степень некробиоза формируется под одновременным влиянием микробной агрессии и локального клеточного ответа, и каждый из четырех выделенных индексов отражает отдельный элемент этого процесса. Совокупность

выявленных закономерностей создает достаточную основу для перехода к следующему этапу, где требуется формализовать полученные признаки в виде интегральной шкалы, способной количественно оценивать степень некробиоза и служить инструментом для раннего прогнозирования динамики раневого процесса.

ВЫВОДЫ :

1. Наивысшую диагностическую ценность показала интеллектуальная система «ПИН-СД-АИ», у которой AUC достигла 0,96 при ДИ: 0,93-0,99. Чувствительность составила 92,3%, специфичность 90,1%, прогностическая ценность положительного результата 89,5%, а отрицательного - 93,7%. Пороговое значение 0,65 обеспечило общую точность 91,5%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабаджанов Б.Д., Охунов А.О., Азизов Е.Х. и др. Динамика развития некротизирующей инфекции при моделировании диабетической ангиопатии // Журнал экспериментальной медицины. - 2018. - № 3. - С. 65-78.
2. Белокриницкая Т. Е., Голыгин Е. В., Фомин Д. П., и др. Некротизирующий фасциит как редкая форма послеродового сепсиса // Гинекология. - 2024. - Т. 26, № 3. - С. 283-290.
3. Шаповалова О. А., Велигуров Г. Г., Юсупова З. С., Мкртычан Е. А. Обзор гнойно-септических осложнений // Научный вестник здравоохранения Кубани. - 2025. - № 3(91). - С. 1-14.
4. Anozie C.C. Jr., Garcia A.P., Wong E.M., et al. Orbital necrotizing fasciitis due to *Prevotella baroniae* resulting in acute orbital compartment syndrome // Orbit. - 2025. - Vol. 44, №6. - P. 873-878.
5. Khamdamova M.T., Zhaloldinova M.M., Khamdamov I.B. The state of nitric oxide in the blood serum of patients with cutaneous leishmaniasis // New Den Medicine. - Bukhara, 2023. - № 5 (55). - P. 638-643.
6. Khamdamova M.T., Zhaloldinova M.M., Khamdamov I.B. The value of ceruloplasmin and copper in the blood serum of women wearing copper-containing intrauterine devices // New Den Medicine. - Bukhara, 2023. - № 6 (56). - P. 2-7.
7. Khamdamova M.T., Khasanova M.T. Various mechanisms of pathogenesis of endometrial hyperplasia in postmenopausal women (literature review) // New Den Medicine. - Bukhara, 2023. - № 8 (58). - P. 103-107.
8. Khamdamova M.T., Akramova D.E. Genetic aspects of genital prolapse in women of reproductive age // New Den Medicine. - Bukhara, 2024. - № 2 (64). - P.420-426.

9. Khamdamova M.T., Akramova D.E. Immediate and long-term results of surgical treatment of genital prolapse in elderly women // *New Den Medicine*. - Bukhara, 2025. - № 3 (77). - P. 201-207.
10. Khamdamova M.T., Akramova D.E. Efficiency of various methods of treatment of women with genital prolapse // *News of dermatovenerology and reproductive health*. - Tashkent, 2025. - № 2 (109). - P.30-33.
11. Khamdamova M.T., Khasanova M.T. genetic mechanisms of development of endometrial hyperplastic processes in women in menopacteric age) // *New Den Medicine*. - Bukhara, 2025. - № 3 (77). - P. 207-211.
12. Khamdamova M.T., Khasanova M.T. Морфологические изменения эндометрия при гиперплазии // *Новости дерматовенерологии и репродуктивного здоровья*. - Ташкент.-2025.- № 2 (109). - P. 12-14.
13. Khamdamova M.T., Umidova N.N. Генитальный эндометриоз – болезнь активных и деловых женщин // *Новости дерматовенерологии и репродуктивного здоровья*. - Ташкент.-2025.- № 2 (109). - P. 33-14.
14. Khamdamova M.T., Akramova D.E. Генетические аспекты генитального пролапса у женщин репродуктивного возраста) // *New Den Medicine*. - Bukhara, 2024. - № 2 (64). - P. 420-426.
15. Balakrishnan K.R., Selva Raj D.R., Ghosh S., Robertson G.A. Diabetic foot attack: Managing severe sepsis in the diabetic patient // *World J. Crit. Care Med*. - 2025. - Vol. 14, №1. - P. 98419.
16. Essid L., See L.A., Tarris G., et al. Bacterial Synergism in Breast Necrotizing Fasciitis: A Case Report on Diagnostic Dilemmas, Therapeutic Challenges, and Reconstructive Management // *Case Rep. Infect. Dis*. - 2025. - Vol. 2025. - P. 3731779.
17. Lanckohr C., Horn D., Roßlenbroich S., et al. Nekrotisierende Weichgewebsinfektionen [Necrotizing soft tissue infections] // *Anaesthesiologie*. - 2024. - Vol. 73, №9. - P. 608-616.
18. Wallace H.A., Perera T.B. Necrotizing Fasciitis // *StatPearls* [Internet]. – Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Feb 21-2025 Jan. - URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430756/>. - PMID: 28613507.
19. Balakrishnan K.R., Selva Raj D.R., Ghosh S., Robertson G.A. Diabetic foot attack: Managing severe sepsis in the diabetic patient // *World J. Crit. Care Med*. - 2025. - Vol. 14, №1. - P. 98419.
20. Essid L., See L.A., Tarris G., et al. Bacterial Synergism in Breast Necrotizing Fasciitis: A Case Report on Diagnostic Dilemmas, Therapeutic Challenges, and Reconstructive Management // *Case Rep. Infect. Dis*. - 2025. - Vol. 2025. - P. 3731779.