

**ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ И ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛ
ТЕЧЕНИЯ НЕКРОБИОТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЯГКИХ ТКАНЕЙ У
БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ НА БАЗЕ ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА**

Хамдамов Алишержон Бахтиёрович

dr.alyowa@gmail.com

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

Бухарский медицинский институт

Резюме. Расширение модели с использованием технологий искусственного интеллекта позволило превратить шкалу в динамическую систему, адаптирующуюся к особенностям каждого пациента и опирающуюся на широкий массив накопленных данных

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

Актуальность. По данным Общества Хирургической Инфекции стран Северной Америки (SISNA), 30-дневная смертность от тяжелых форм НИМТ на фоне выраженных коморбидных заболеваний достигает примерно 18-22%, а годовичная превышает 30%, что подчеркивает тяжесть патологии и значительную нагрузку на системы здравоохранения (1,3,5,7).

По данным проведенных эпидемиологических исследований, количество больных с СД 2 типа, зарегистрированных в медицинских учреждениях Узбекистане в 2-4 раза меньше, чем истинное число больных. «Являясь пожизненным заболеванием с многообразными и тяжелыми осложнениями, сахарный диабет уже на ранних этапах своего развития характеризуется значительными гормональными, обменными расстройствами, иммунологическими сдвигами, выраженными нарушениями функции внутренних органов и систем организма» (2,4,6,8,10). Пациенты с СД зачастую имеют ряд грозных сопутствующих заболеваний, в основном связанных с сердечно-сосудистой системой. Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ)

**FAN, TA'LIM, TEXNOLOGIYA VA ISHLAB CHIQRARISH
INTEGRATSIYASI ASOSIDA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI
RESPUBLIKA ILMIY-AMALIY JURNALI
VOLUME-3, ISSUE-01**

увеличивают риск смертности в среднем в 5 раз. На сегодняшний день общепризнанным является то, что атеросклероз с гемодинамическими значимыми стенозами и окклюзиями магистральных артерий встречаются чаще у мужчин в 53 раза и в 71 раз у женщин с заболеванием СД 2 типа. При наличии у пациента СД 2 типа происходит поражение крупных и мелких сосудов, нервной системы, вовлекаются костные структуры, и при 5 присоединении на этом фоне инфекционного процесса быстро формируется синдром диабетической стопы. В повседневной работе хирурга и эндокринолога при лечении больных с СД 2 типа является борьба с диабетическими микро- и макроангиопатиями и их осложнениями. У больных с СД 2 типа в 100% случаев встречается микроангиопатия. У каждого третьего больного с микроангиопатиями имеются гнойно-некротические раны (3,9,11,12,13,14). Основная масса больных с диабетом госпитализированных медицинские учреждения приходится пациентам с запущенной стадией синдром диабетической стопы, и лишь 30% случаев приходится на начальную стадию. Больше половины больных с запущенной стадией СДС подвергаются ампутации конечности, а так как сахарный диабет влияет на обе конечности, то порой происходит ампутация обеих нижних конечностей. Одним из грозных осложнений СД 2 типа является гангрена нижней конечности. К сожалению, смертность от данного осложнения встречается у двух третьих больных. После выполненной первичной ампутации нижней конечности на различном уровне у больных приблизительно в 40% наблюдений значительно снижается подвижность – передвижение только в пределах квартиры, комнаты, или вовсе теряется способность и желание к передвижению (2,15,16,17). При СД 2 типа после ампутации одной нижней конечности у 50-70% больных развиваются гнойно-некротические осложнения на стопе оставшейся конечности, что в свою очередь может явиться показанием к ее ампутации, 85% которых предшествуют трофические язвы. Летальность при гнойно-некротических осложнениях и гангрене конечностей при СД достигает 20% (3,19,20,21).

Поиск прогностических критериев, оптимизация объема хирургического вмешательства и интеграция современных методов локального воздействия способны существенно улучшить результаты лечения, снизить частоту ампутаций и летальности и обеспечить более рациональное использование ресурсов здравоохранения.

**FAN, TA'LIM, TEXNOLOGIYA VA ISHLAB CHIQRARISH
INTEGRATSIYASI ASOSIDA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI
RESPUBLIKA ILMIY-AMALIY JURNALI
VOLUME-3, ISSUE-01**

Цель исследования: разработка диагностических критериев и прогностической модели течения некробиотического процесса мягких тканей у больных сахарным диабетом на базе искусственного интеллекта.

Материалы и методы. Основу клинического материала составили 128 больных СД, которые проходили лечение и обследование по поводу тяжелых форм НИМТ в условиях многопрофильного медицинского центра Бухарской области за период с 2016 по 2025 годы. 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. Разработанная нами шкала «ПИН-СД» (Прогностический Индекс Некробиоза при Сахарном Диабете) объединяет ключевые цитологические и экспресс-микробиологические признаки, которые отражают интенсивность развития некробиотического процесса у больных СД при тяжелых формах НИМТ. Каждый из 7 показателей имеет 3 уровня выраженности и оценивается от 0 до 2 баллов, что позволяет фиксировать как ранние отклонения, соответствующие начальным фазам некробиоза, так и признаки глубокой деструкции, формирующие выраженный риск прогрессирования гнойно-некротического процесса. Суммарный показатель отражает совокупную степень нарушения клеточного и микробного баланса и служит основой для прогнозирования возможной динамики. Шкала построена таким образом, чтобы минимальный балл равнялся нулю, что соответствует благоприятной как цитологической, так и микробиологической картине и отсутствию признаков активной деструкции. Максимальное значение, равное 14 баллам, отражает крайнюю выраженность изменений, при которых структура ткани становится нестабильной, а микробный профиль смешанным и агрессивным. Промежуточные значения распределяются равномерно и создают диапазон умеренного риска, который наиболее часто встречается в клинической практике и требует внимательного динамического наблюдения. Для удобства клинической интерпретации предусмотрено 3 уровня суммарного балла. Значения, на уровне ≤ 3 балла, относятся к низкому уровню вероятности прогрессирования процесса. Диапазон от 4 до 10 баллов отражает умеренный уровень риска. В этом интервале формируется пограничное состояние, при котором локальные механизмы защиты еще сохраняют активность, однако

**FAN, TA'LIM, TEXNOLOGIYA VA ISHLAB CHIQRARISH
INTEGRATSIYASI ASOSIDA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI
RESPUBLIKA ILMIY-AMALIY JURNALI
VOLUME-3, ISSUE-01**

микробное давление и клеточные разрушения уже заметно усиливаются. Значения, ≥ 11 баллов, относятся к высокому уровню и указывают на значительное смещение всех патогенетических элементов в сторону глубокой деструкции.

Объединение цитологических, микробиологических и клинических признаков в единую структуру открыло возможность использовать их не только для ручной оценки степени риска, но и для построения интеллектуальной модели, способной сопоставлять отдельные случаи с накопленным массивом данных. Указанное направление стало логичным продолжением работы над шкалой и позволило перейти к созданию программы «ПИН-СД-АІ», которая интегрирует эти критерии в автоматизированный процесс формирования прогноза и выбора оптимальной тактики ведения больных.

Применение технологии «ПИН-СД-АІ» основано на поэтапном объединении данных различной природы, которые отражают состояние мягких тканей при тяжелых формах НИМТ у больных СД. Программа строится так, чтобы врач мог последовательно вводить исходную информацию, не затрачивая лишнего времени на сложные вычисления и сопоставления. После заполнения исходных данных врач переходит к внесению экспресс-показателей, полученных при первичном осмотре раны. Врач вводит значения 4 цитологических индексов, которые наиболее полно отражают клеточные изменения в зоне поражения.

Параллельно вводятся показатели экспресс бакскопии мазка. Врач указывает плотность микробных масс, соотношение грам (-) и грам (+) флоры, а также долю полимикробных комплексов. Расширенный набор включает параметры, которые обычно доступны только в условиях глубокого лабораторного анализа. Интеграция таких данных позволяет алгоритму сопоставлять текущую рану с уже наблюдавшимися паттернами и выявлять более тонкие различия между пациентами. В то же время базовый вариант программы остается пригодным даже при использовании только экспресс методов. После того как данные внесены, программа формирует интегральный профиль пациента, создает фенотип некробиотического процесса, который объединяет клеточную, микробиологическую и клиническую составляющие. Такой сопоставительный механизм создает основу для прогнозирования, поскольку ИИ анализирует не отдельные показатели, а структуру взаимосвязей между ними.

**FAN, TA'LIM, TEXNOLOGIYA VA ISHLAB CHIQRARISH
INTEGRATSIYASI ASOSIDA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI
RESPUBLIKA ILMIY-AMALIY JURNALI
VOLUME-3, ISSUE-01**

Центральным элементом программы является аналитический модуль ИИ, который сопоставляет введенные данные пациента с широким спектром ранее зарегистрированных случаев. Модель обучена на комбинациях параметров, характеризующих разные типы течения некробиоза, что позволяет ей выявлять сходства между текущей ситуацией и клиническими случаями из базы данных. На фоне этих сопоставлений формируется прогноз вероятности перехода процесса в более тяжелую фазу. Модуль оценивает риск прогрессирования в ближайшие часы и дни, учитывая суммарный балл «ПИН-СД», сочетание экспресс показателей, особенности клеточной реакции и микробного пейзажа.

После обработки информации программа формирует выходное заключение, доступное врачу прямо в интерфейсе. В первую очередь отображается суммарный балл по шкале «ПИН-СД» и принадлежность пациента к одной из трех групп риска. В зависимости от фенотипа и уровня риска прогностический алгоритм может указать на необходимость хирургической тактики, расширенной некрэктомии или подготовки к возможной ампутации, если поражение распространено и некробиоз развивается быстро. Завершающим этапом работы программы является сохранение данных пациента и результатов наблюдения. Такая архитектура делает «ПИН-СД-АИ» не просто инструментом расчета баллов, а полноценным помощником, который объединяет визуальную картину раны, экспресс методы и элементы глубоких исследований в единый прогностический контур. Подобная программа способна компенсировать недостатки субъективной оценки и предоставить врачу количественно обоснованное предположение о дальнейшем ходе некробиотического процесса.

Итоги проведенной работы показывают, что сочетание цитологических индексов и экспресс микробиологических признаков позволяет сформировать надежный набор критериев, которые отражают ключевые механизмы развития некробиотического процесса при НИМТ у больных СД. На основе этих критериев создана шкала «ПИН-СД», которая объединила наиболее значимые элементы клеточного и микробного дисбаланса и продемонстрировала высокую точность прогнозирования вероятности тяжелого течения заболевания. Дальнейшее расширение модели с использованием технологий ИИ позволило превратить шкалу в динамическую систему, адаптирующуюся к особенностям каждого пациента и опирающуюся на широкий массив накопленных данных. Полученная структура обеспечивает устойчивое различие вариантов течения и создает основу для разработки комплексных клинических лечебно-диагностических алгоритмов.

ВЫВОДЫ

1. Сочетание цитологических индексов и экспресс микробиологических признаков позволяет сформировать надежный набор критериев, которые отражают ключевые механизмы развития некробиотического процесса при НИМТ у больных СД.
2. Расширение модели с использованием технологий ИИ позволило превратить шкалу в динамическую систему, адаптирующуюся к особенностям каждого пациента и опирающуюся на широкий массив накопленных данных. Полученная структура обеспечивает устойчивое различие вариантов течения и создает основу для разработки комплексных клинических лечебно-диагностических алгоритмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аникин А. И., Скворцов А. М., Деденков О. А., и др. Опыт лечения пациента с некротизирующей инфекцией мягких тканей, осложненной сепсисом // Раны и раневые инфекции. Журнал имени проф. Б. М. Костюченка. - 2022. - Т. 9, № 2. - С. 26-32.
2. 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.
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.

**FAN, TA'LIM, TEXNOLOGIYA VA ISHLAB CHIQARISH
INTEGRATSIYASI ASOSIDA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI
RESPUBLIKA ILMIY-AMALIY JURNALI
VOLUME-3, ISSUE-01**

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 menopausal 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.

**FAN, TA'LIM, TEXNOLOGIYA VA ISHLAB CHIQRISH
INTEGRATSIYASI ASOSIDA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI
RESPUBLIKA ILMIY-AMALIY JURNALI
VOLUME-3, ISSUE-01**

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.
21. Lanckohr C., Horn D., Roßlenbroich S., et al. Nekrotisierende Weichgewebsinfektionen // Anaesthesiologie. - 2024. - Vol. 73, №9. - P. 608-616.