

## Опыт применения ультразвуковой кавитации в лечении ран у пациентов с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы

У. К. Казиев<sup>1</sup>, У. С. Мусаев<sup>1</sup>, А. С. Иманкулова<sup>2, 3</sup>, Д. С. Миклухин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Кыргызская государственная медицинская академия им. И. К. Ахунбаева,  
Кыргызстан, 720020, Бишкек, ул. Ахунбаева, д. 92

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы» Минобрнауки России  
Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8

<sup>3</sup> Салымбеков Университет,  
Кыргызстан, 720023, Бишкек, ул. Малдыбаева, д. 24

Контактное лицо: Асель Сансызбаевна Иманкулова, aselimankul@gmail.com

**Цель исследования** — оценка эффективности применения ультразвуковой кавитации ран у пациентов с осложненными формами синдрома диабетической стопы (СДС).

**Материалы и методы исследования.** Проведен сравнительный анализ результатов хирургического лечения с применением ультразвуковой кавитации у 90 пациентов с гнойно-некротическими осложнениями СДС в возрасте от 16 до 75 лет. В 1-ю (основную) группу вошли 30 пациентов, которым была использована ультразвуковая кавитация ран в интра- и послеоперационном периоде, во 2-ю группу сравнения — 60 пациентов, которым ультразвуковую кавитацию ран в процессе лечения не выполняли. Оценку клинической эффективности лечения проводили на 10-е сут после операции по динамике очищения раны от гнойного отделяемого и тканевого детрита, активизации роста и созревания грануляционной ткани и эпителизации раны, а также интенсивности болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале (ВАШ).

**Результаты исследования.** Из всех 90 больных 37 (41,1 %) составили женщины, 53 (58,9 %) — мужчины. По возрастному составу отмечалось преимущественное преобладание пациентов от 60 до 74 лет — 35 (38,9 ± 1,2 %), от 45 до 59 лет — 33 (36,7 ± 1,6 %), меньше было лиц старше 75 лет — 12 (13,3 ± 1,1 %), до 44 лет — 10 (11,1 ± 1,1 %). Среди пациентов с СДС чаще встречалась нейропатическая — 56,8 %, реже нейроишемическая — 31,1 % и ишемическая — 12,2 % формы. По локализации в гнойно-некротический процесс чаще были вовлечены кожа и подкожно-жировая клетчатка — 38,9 %, реже поверхностная фасция — 33,4 % и глубокие фасциальные структуры — 27,7 %. Из оперативных вмешательств преимущественно проведены хирургические обработки ран — 32,2 % и вскрытие гнойных очагов — 26,7 %, реже выполняли экзартикуляции пальца — 10,0 %, ампутации стопы — 6,7 % и некрэктомию — 4,4 %.

Полное заживление ран или эпителизация более 70,0 % общей площади на 10-е сут от начала лечения отмечены у 70,0 % пациентов основной и у 21,7 % больных группы сравнения, эпителизация раны площадью менее 70,0 % — у 23,3 и 51,7 % соответственно, а отсутствие эффекта или заживление раны менее 10,0 % — у 6,7 и 26,7 % соответственно. Неудовлетворительные результаты лечения наблюдались у пациентов преимущественно с ишемической формой СДС и прогрессирующими ишемическими явлениями. Интенсивность боли по ВАШ уменьшилась на 6 баллов на 3 ± 1,2 сут у пациентов 1-й и на 4 ± 1,4 сут — 2-й группы, нормализация уровня лейкоцитов, С-реактивного белка и прокальцитонина в крови наступала на 4 ± 1,3 и на 5 ± 1,5 сут соответственно.

**Заключение.** Применение ультразвуковой кавитации в комплексном хирургическом лечении пациентов с осложненными формами СДС является эффективным и безопасным методом, позволяющим в короткие сроки санировать гнойную полость, купировать болевой синдром и создать условия для начала эпителизации раны.

У пациентов с осложненными формами СДС применение ультразвуковой кавитации ран статистически достоверно в 3,3 раза чаще способствует полному заживлению или ранней эпителизации раны на площади более 70,0 %.

Применение ультразвуковой кавитации при нейроишемической и ишемической формах СДС рекомендуется в сочетании с купированием явлений критической ишемии.

**Ключевые слова:** гнойно-некротические раны, синдром диабетической стопы, ультразвуковая кавитация ран, хронические раны, местное лечение, хирургическое лечение.

**Для цитирования:** Казиев У. К., Мусаев У. С., Иманкулова А. С., Миклухин Д. С. Опыт применения ультразвуковой кавитации в лечении ран у пациентов с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы. Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б. М. Костюченка. 2024; 11 (2): 28-34.

## Ultrasonic cavitation for managing wounds in patients with purulent-necrotic complications of diabetic foot syndrome

U. K. Kaziev<sup>1</sup>, U. S. Musaev<sup>1</sup>, A. S. Imankulova<sup>2, 3</sup>, D. S. Miklukhin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kyrgyz State Medical Academy named after I. K. Akhunbayev  
92 Akhunbayev Str., Bishkek, 720020, Kyrgyzstan

<sup>2</sup> Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia  
8 Miklukho-Maklaya Str., Moscow, 117198, Russia

<sup>3</sup> Salymbekov University  
24 Maldybaeva Str., Bishkek, 720023, Kyrgyzstan

**Objective:** to evaluate the effectiveness of ultrasonic wound cavitation in patients with complicated forms of diabetic foot syndrome (DFS).

**Material and methods.** A comparative analysis of outcomes after surgical treatment with ultrasonic cavitation in 90 patients having purulent-necrotic complications of diabetic foot syndrome, aged 16–75, was carried out. The first (studied) group included 30 patients who had ultrasonic cavitation sessions at the intra- and postoperative periods; the second (comparison) group included 60 patients who had no any ultrasonic cavitation sessions during their treatment. Clinical effectiveness was assessed on day 10 by the dynamics of wound cleansing from purulent separated and tissue detritus, growth activation, granulation tissue maturation and wound epithelization, as well as by the intensity of pain syndrome according to the visual analogue scale (VAS).

**Research results.** Of all 90 patients, 37 (41.1 %) were women, 53 (58.9 %) were men. Predominant age was 60–74 years – 35 (38.9 ± 1.2 %); 45–59 years – 33 (36.7 ± 1.6 %); less were patients over 75 – 12 (13.3 ± 1.1 %) and up to 44 – 10 (11.1 ± 1.1 %). Among patients with DFS, neuropathic form was met most often – 56.8%; less often-neuroischemic form (31.1 %) and ischemic form (12.2 %). Localization: skin and subcutaneous fat were more often involved in the purulent-necrotic process (38.9 %); less often – surface fascia (33.4 %) and deep fascial structures (27.7 %). Surgical interventions: surgical wound debridement – 32.2 % and purulent foci incision – 26.7 %; less often finger disarticulation – 10.0 %, foot amputation – 6.7 %, necrectomy – 4.4 %.

Complete wound healing or epithelization of more than 70.0 % of the total area on day 10 since treatment beginning was observed in 70.0 % of patients in the studied group and in 21.7 % in the comparison group; wound epithelization over the area less than 70.0 % – in 23.3 % and 51.7 %, respectively; and no effect or wound healing over the area less than 10.0 % – in 6.7 % and 26.7 %, respectively. Unsatisfactory outcomes were mostly registered in patients with the ischemic form of diabetic foot syndrome and progressive ischemia. Pain intensity decreased by 6 points on day 3 ± 1.2 in patients of the studied group and on day 4 ± 1.4 – of the comparison group; normalization of leukocyte level, C-reactive protein and blood procalcitonin was on day 4 ± 1.3 and on day 5 ± 1.5, respectively.

**Conclusion.** Ultrasonic cavitation in the comprehensive surgical treatment of patients with complicated forms of diabetic foot syndrome is an effective and safe technique that allows to clean a purulent cavity in a short time, to control the pain syndrome and to create conditions for wound epithelization. Ultrasound cavitation applied in patients with complicated forms of diabetic foot syndrome statistically significantly contributes to complete healing or early epithelization of wound area over more than 70.0 %. Ultrasonic cavitation in patients with neuroischemic and ischemic forms of diabetic foot syndrome is recommended to be applied in the combination with critical ischemia relief.

**Keywords:** purulent necrotic wound, diabetic foot syndrome, ultrasonic cavitation, chronic wound, local treatment, surgical treatment.

**For citation:** Kaziev U. K., Musaev U. S., Imankulova A. S., Miklukhin D. S. Ultrasonic cavitation for managing wounds in patients with purulent-necrotic complications of diabetic foot syndrome. Wounds and wound infections. The Prof. B. M. Kostyuchenok Journal. 2024; 11 (2): 28–34.

### Введение

Одной из основных причин смертности по всему миру в настоящее время является сахарный диабет (СД) [1–3], заболеваемость которым, по данным ВОЗ и многих исследователей, неуклонно увеличивается, что имеет большое медико-социальное значение, преимущественно в странах с низким и средним уровнем дохода [1–3].

Известно, что до 70,0 % всех нетравматических ампутаций в мире связано с развитием синдрома диабетической стопы (СДС) [2, 4, 5]. Послеоперационная летальность после ампутаций колеблется от 20,0 до

50,0 %, а частота реампутаций в ряде стран достигает до 50,0 % [2, 4–6]. Общее число гнойных осложнений после ампутаций составляет 10,5–49,3 %, летальность – от 5,4 до 25,7 % случаев [2, 5–7]. Около 85,0 % таких ампутаций можно было бы предотвратить при ранней диагностике и своевременном комплексном лечении трофических язв и гнойно-некротических ран пациентов [6–8].

Хирургическое лечение ран при гнойно-некротических осложнениях СДС заключается в ранней ликвидации очага инфекции с тщательным удалением всех нежизнеспособных тканей. Основными

трудностями при этом являются высокая вероятность нарушения кровоснабжения на фоне уже имеющейся микро- и макроангиопатии, рост антибиотикорезистентности, высокая вероятность реинфицирования раны, снижение клеточного и гуморального иммунитета, а также тяжесть сопутствующей патологии [8–11]. В данных случаях применение альтернативных нефармакологических методов борьбы с бактериальными инфекциями, по результатам ряда исследований, показало хорошую клиническую эффективность [9, 10, 12]. Активное развитие в последние годы высокотехнологичных методов лечения позволило внедрить альтернативные и дополнительные методы воздействия на раневой процесс в различные его стадии [12–16]. Среди дополнительных методов ультразвуковая обработка гнойных ран в комплексном лечении становится одним из перспективных направлений [12]. В экспериментальных и клинических работах доказаны бактерицидное действие ультразвука и эффективность комбинированного применения ультразвука и других методов физического воздействия на гнойные раны различной этиологии и локализации [13–16]. Благодаря тому, что ультразвук по-разному распространяется в живых и нежизнеспособных тканях и отражается на границе их раздела, он ускоряет процессы отторжения некротизированных тканей и таким образом позволяет снизить микробную обсемененность раны после хирургической обработки в несколько раз, а также губительно влияет на биопленки [12].

Ультразвуковая кавитация — это современный способ обработки гнойных ран, так как при местном ее воздействии на гнойно-некротический очаг происходит глубокая дезинфекция раны, а благодаря селективности и бактерицидному эффекту ультразвука, экстракции патологического содержимого из озвучиваемых тканей очага инфекции, импрегнации в санированные ткани лекарственных веществ, стимуляции репаративной регенерации, заживлению ран и разволокнению рубцово-измененных фиброзных соединительных тканей метод оптимизирует подготовку раневой поверхности к пластическому закрытию дефекта [12–16].

Изучение эффективности применения ультразвуковой кавитации в комплексном хирургическом лечении у пациентов с осложненными формами СДС подтверждает актуальность изучаемой проблемы и необходимость проведения углубленных исследований для снижения частоты возможных ампутаций, сокращения сроков заживления ран и повышения качества жизни.

**Цель исследования** — сравнительный анализ и оценка эффективности применения ультразвуковой кавитации ран у пациентов с осложненными формами СДС.

### Материалы и методы исследования

Проведен сравнительный анализ результатов хирургического лечения с применением ультразвуковой кавитации у 90 пациентов с гнойно-некротическими осложнениями СДС в возрасте от 16 до 75 лет, находившихся в университетской клинике DOC University Hospital, г. Бишкек за период с января по декабрь 2022 г.

**Критерии включения:** наличие у пациента СДС, осложнившегося гнойно-некротическими поражениями кожи и мягких тканей, включая фасции, мышцы и глубокие клетчаточные структуры.

**Критерии исключения:** пациенты с гнойно-некротическими поражениями кожи и мягких тканей, фасций, мышц и глубоких клетчаточных структур без СДС, а также пациенты с гнойно-некротическими поражениями с СДС в возрасте старше 75 и младше 16 лет или неоперированные, а также пациенты с гнойно-некротическими осложнениями СДС, отказавшиеся от проведения исследования, или с поражением костей и суставов.

Все пациенты были разделены на 2 группы. В 1-ю (основную) группу вошли 37 пациентов, которым была использована ультразвуковая кавитация ран в интра- и послеоперационном периоде. Во 2-ю группу (сравнения) включены 53 пациента с гнойно-некротическими осложнениями СДС, которым ультразвуковая кавитация ран в процессе лечения не проводилась.

При поступлении всем 90 пациентам выполняли клинко-лабораторные исследования, пальпаторную оценку пульсации артерий, рентгенографические исследования стоп (включая компьютерную томографию), а также ультразвуковое дуплексное сканирование сосудов нижних конечностей и бактериологическое исследование отделяемого ран.

Данные, включенные в исследование: пол, возраст, основной и сопутствующие диагнозы в соответствии в Международной классификацией болезней, 10-й пересмотр (МКБ-10), длительность госпитализации, хирургическая операция согласно утвержденной в КР «Новой классификации хирургических операций и манипуляций» [17], осложнения, исход, клинко-лабораторные показатели. Бактериологические методы исследования с идентификацией микрофлоры и чувствительности проводили диско-диффузионным методом.

Оперативное лечение всем пациентам осуществляли согласно принципам лечения осложненных форм СДС, оно включало вскрытие и дренирование гнойных очагов, некрэктомию, первичную и этапную хирургическую обработку ран [17]. В ряде случаев выполнены экзартикуляции пальцев и трансметатарзальные ампутации стопы. Пациентам 1-й группы ультразвуковая кавитация ран проводилась аппаратом «Фотэк» (Россия) путем перемещения сонотрода над

раневого поверхностью со скоростью 10 с на 1 см<sup>2</sup> с общей продолжительностью сеанса не более 15 мин и заканчивалась наложением лечебной повязки интраоперационно, затем через день.

Клиническую эффективность лечения оценивали на 10-е сут после операции по динамике очищения, скорости роста и созревания грануляционной ткани и эпителизации раны. В индикаторы были включены оценка болевого синдрома по ВАШ и лабораторные показатели воспаления. Хорошим считался результат, при котором отмечались полное или частичное заживление раны (на площади более 70,0 %), отсутствие местных проявлений воспаления. При заживлении послеоперационных ран общей площадью от 10,0 до 70,0 %, недостаточной эпителизации раны, наличии умеренных признаков воспаления результат приняли за удовлетворительный. Отрицательным считали результат при наличии гнойно-некротических изменений, отсутствии или минимальном наличии грануляционной ткани и эпителизации раны площадью менее 10,0 %.

Статистическая обработка полученных результатов проведена с помощью пакета компьютерной программы Excell MO. Средние значения указывали со средним квадратическим отклонением ( $m \pm SD$ ), а относительные величины — с частотой и ошибкой

репрезентативности ( $P \pm m$ ). Статистическую достоверность различий по количественным переменным определяли путем вычисления  $t$ -критерия Стьюдента. Изменения считались статистически значимыми (достоверными) при  $p \leq 0,05$ .

### Результаты исследования

Оперативные вмешательства при поступлении проведены всем 90 (100,0 %) больным. Из них 37 (41,1 %) были женщины, 53 (66,9 %) — мужчины. По возрастному составу отмечалось преимущественное преобладание пациентов от 60 до 74 лет — 35 (38,9  $\pm$  1,2 %), от 45 до 59 лет — 33 (36,7  $\pm$  1,6 %), меньше — лица старше 75 лет — 12 (13,3  $\pm$  1,1 %), до 44 лет — 10 (11,1  $\pm$  1,1 %).

В структуре СДС чаще встречалась нейропатическая форма — 51 (56,8 %), реже нейроишемическая — 28 (31,1 %) и ишемическая — 11 (12,2 %) формы. Патологический процесс локализовался преимущественно на стопах, но у 12 (13,3 %) обратившихся при поступлении наблюдалось поражение стоп с распространением на голень. Чаще всего в гнойно-некротический процесс были вовлечены кожа и подкожно-жировая клетчатка — 38,9 %, реже поверхностная фасция — 33,4 % и глубокие фасциальные структуры — 27,7 % (табл. 1).

**Таблица 1.** Глубина гнойно-некротических поражений тканей нижних конечностей у пациентов с синдромом диабетической стопы

**Table 1.** Depth of purulent-necrotic lesions in the tissues of lower extremities in patients with diabetic foot syndrome

| Показатель<br>Index                                                                                                       | 1-я группа<br>1st group |             | 2-я группа<br>2nd group |             | Всего больных<br>Total number of patients |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------------------------|--------------|
|                                                                                                                           | абс./abs.               | %           | абс./abs.               | %           | абс./abs.                                 | %            |
| Поражение кожи и подкожной клетчатки /<br>Lesion of the skin and subcutaneous tissue                                      |                         |             |                         |             |                                           |              |
| Глубокая язва, абсцесс<br>Deep ulcer, abscess                                                                             | 5                       | 5,6         | 13                      | 14,4        | 18                                        | 20,0         |
| Гнойно-некротическая рана кожи и<br>подкожной клетчатки<br>Purulent-necrotic wound of the skin and<br>subcutaneous tissue | 5                       | 5,6         | 12                      | 13,3        | 17                                        | 18,9         |
| Поражение поверхностной фасции<br>Lesion of superficial fascia                                                            |                         |             |                         |             |                                           |              |
| Некротический целлюлит, фасциит<br>Necrotic cellulite, fasciitis                                                          | 5                       | 5,6         | 11                      | 12,2        | 16                                        | 17,8         |
| Эпифасциальная флегмона<br>Epifascial phlegmon                                                                            | 5                       | 5,6         | 9                       | 10,0        | 14                                        | 15,6         |
| Поражение мышц и глубоких фасциальных структур<br>Lesion of muscles and deep fascial structures                           |                         |             |                         |             |                                           |              |
| Субапоневротическая флегмона<br>Subaponeurotic phlegmon                                                                   | 6                       | 6,7         | 7                       | 7,8         | 13                                        | 14,4         |
| Некротизирующая флегмона<br>Necrotising phlegmon                                                                          | 4                       | 4,4         | 8                       | 8,9         | 12                                        | 13,3         |
| <b>Итого<br/>Total</b>                                                                                                    | <b>30</b>               | <b>33,3</b> | <b>60</b>               | <b>66,7</b> | <b>90</b>                                 | <b>100,0</b> |



**Таблица 2.** Структура выполненных хирургических вмешательств у пациентов с осложненными формами синдрома диабетической стопы**Table 2.** Structure of performed surgical interventions in patients with complicated forms of diabetic foot syndrome

| Вид оперативного вмешательства<br>Type of surgical intervention        | 1-я группа<br>1st group |             | 2-я группа<br>2nd group |             | Всего больных<br>Total number of patients |              |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------------------------|--------------|
|                                                                        | абс./abs.               | %           | абс./abs.               | %           | абс./abs.                                 | %            |
| Экзартикуляция пальца (ев)<br>Finger(s) disarticulation                | 3                       | 3,3         | 6                       | 6,7         | 9                                         | 10,0         |
| Трансметатарзальная ампутация стопы<br>Transmetatarsal foot amputation | 2                       | 2,2         | 4                       | 4,4         | 6                                         | 6,7          |
| Вскрытие гнойных очагов<br>Purulent foci incision                      | 8                       | 8,9         | 16                      | 17,8        | 24                                        | 26,7         |
| Хирургическая обработка<br>Surgical debridement                        | 10                      | 11,1        | 19                      | 21,1        | 29                                        | 32,2         |
| Некрэктомия<br>Necrectomy                                              | 7                       | 7,8         | 15                      | 16,7        | 22                                        | 24,4         |
| <b>Итого<br/>Total</b>                                                 | <b>30</b>               | <b>33,3</b> | <b>60</b>               | <b>66,7</b> | <b>90</b>                                 | <b>100,0</b> |

Среди выполненных хирургических вмешательств наиболее часто проводили хирургические обработки ран — 32,2 %, вскрытие гнойных очагов — 26,7 % и некрэктомии — 4,4 %. Реже выполняли малые ампутации, такие как экзартикуляция пальца — 10,0 % и ампутация стопы — 6,7 % (табл. 2).

Ультразвуковую кавитацию раны пациентам 1-й группы проводили от 5 до 10 раз в зависимости от площади и глубины поражения. Интенсивность болевого синдрома по ВАШ после лечения уменьшалась в среднем на 6 баллов на  $3,0 \pm 1,2$  сут у пациентов 1-й и на  $4,0 \pm 1,4$  сут у больных 2-й группы. Нормализация уровня лейкоцитов, С-реактивного белка и прокальцитонина в крови наступала на  $4,0 \pm 1,3$  и  $5,0 \pm 1,5$  сут соответственно.

Сравнительная оценка динамики очищения и заживления ран на 10-е сут от начала лечения показала существенную разницу у пациентов 1-й и 2-й групп. Хороший результат статистически достоверно в 3,3 раза выше отмечен в группе пациентов, которым применяли ультразвуковую кавитацию ран ( $p \leq 0,05$ ). Количественно у 21 ( $70,0 \pm 4,8$  %) пациента 1-й и 13 ( $21,7 \pm 4,3$  %) больных 2-й группы на 10-е сут от начала лечения было отмечено заживление ран более чем на 70,0 % общей площади. Удовлетворительный результат диагностировали в 1-й группе у 7 ( $23,3 \pm 7,7$  %) и во 2-й группе — у 31 ( $51,7 \pm 6,5$  %) пациента,  $p \leq 0,01$ . Неудовлетворительный результат лечения в 1-й группе пациентов статистически достоверно ( $p \leq 0,05$ ) ниже в 4 раза по сравнению со 2-й, что составило 2 (6,7 ± 4,6 %) и 16 (26,7 ± 5,7 %) случаев соответственно.

### Обсуждение

Необходимо подчеркнуть, что неудовлетворительные результаты лечения отмечены у пациентов

преимущественно с ишемической формой СДС и прогрессирующей макро- и микроангиопатией.

Результаты нашего исследования применения ультразвуковой кавитации статистически достоверно ( $p \leq 0,05$ ) показали высокую сравнительную эффективность хирургического лечения ран у пациентов с осложненными формами СДС, что полностью коррелирует с данными ряда авторов дальнего и ближнего зарубежья [12–16].

### Заключение

Применение ультразвуковой кавитации в комплексном хирургическом лечении пациентов с осложненными формами СДС является эффективным и безопасным методом и позволяет улучшить ближайшие результаты лечения.

Ультразвуковая кавитация ран позволяет в короткие сроки санировать гнойную полость, купировать болевой синдром и создать условия для начала эпителизации раны.

Применение ультразвуковой кавитации в комплексном хирургическом лечении пациентов с осложненными формами СДС статистически достоверно в 3,3 раза чаще способствует полному заживлению или ранней эпителизации раны на площади более 70,0 %.

У пациентов с нейроишемической и ишемической формами СДС рекомендуется в сочетании с купированием проявлений критической ишемии.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки  
**Funding.** The study had no sponsorship.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 10th edn. Brussels, Belgium; 2021. [cited 11.04.2023]. Available from: <https://www.diabetesatlas.org>
2. Баккер К., Апельквист Дж., Липски Б. А. и др. Руководство и документы Международной группы по диабетической стопе 2015 по профилактике и лечению заболеваний стопы при диабете: достижение доказательного консенсуса (сокращенная русскоязычная версия, перевод под общ. ред. И. В. Гурьевой). Раны и раневые инфекции. Журнал имени проф. Б. М. Костюченка. 2016; 3 (2): 59–70. [Bakker K., Apelqvist J., Lipsky B. A., et al. Guidelines and documents of the International Diabetic Foot Group 2015 on the prevention and treatment of foot diseases in diabetes: reaching an evidence-based consensus (abridged Russian version, translated under the general editorship of I. V. Guryeva) = Bakker K., Apel'kvist Dzh., Lipsky B. A. i dr. Rukovodstvo i dokumenty Mezhdunarodnoy gruppy po diabetichekoy stope 2015 po profilaktike i lecheniyu zabolevaniy stopy pri diabete: dostizheniye dokazatel'nogo konsensusa (sokrashchennaya russkoyazychnaya versiya, perevod pod obshch. red. I. V. Gur'yevoy). Rany i ranevyye infektsii. Zhurnal imeni prof. B. M. Kostyuchonka. 2016; 3 (2): 59–70. (In Russ.)]
3. Дедов И. И., Шестакова М. В., Викулова О. К. и др. Сахарный диабет в Российской Федерации: динамика эпидемиологических показателей по данным Федерального регистра сахарного диабета за период 2010–2022 гг. Сахарный диабет. 2023; 26 (2): 104–123. [Dedov I. I., Shestakova M. V., Vikulova O. K., et al. Diabetes mellitus in the Russian Federation: dynamics of epidemiological indicators according to the Federal Register of Diabetes Mellitus for the period 2010–2022 = Dedov I. I., Shestakova M. V., Vikulova O. K. i dr. Sakharnyy diabet v Rossiyskoy Federatsii: dinamika epidemiologicheskikh pokazateley po dannym Federal'nogo registra sakharnogo diabeta za period 2010–2022 gg. Sakharnyy diabet. 2023; 26 (2): 104–123. (In Russ.)]
4. Митиш В. А., Пасхалова Ю. С., Ушаков А. А. и др. Высокие ампутации нижних конечностей при гангрене. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции «Высокие ампутации нижних конечностей у детей и взрослых». М., 2019. С. 93–96. [Mitish V. A., Paskhalova Yu. S., Ushakov A. A., et al. High amputations of the lower extremities in gangrene = Mitish V. A., Paskhalova Yu. S., Ushakov A. A. i dr. Vysokiye amputatsii nizhnikh konechnostey pri gangrene. Sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Vysokiye amputatsii nizhnikh konechnostey u detey i vzroslykh». M., 2019. S. 93–96. (In Russ.)]
5. Чернядьев С. А., Погосян В. А., Фадин Б. В. Ампутации нижних конечностей. Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б. В. Петровского. 2022; 10 (2): 54–59. [Chernyadyev S. A., Pogosyan V. A., Fadin B. V. Lower limb amputations = Chernyad'yev S. A., Pogosyan V. A., Fadin B. V. Amputatsii nizhnikh konechnostey. Klinicheskaya i eksperimental'naya khirurgiya. Zhurnal imeni akademika B. V. Petrovskogo. 2022; 10 (2): 54–59. (In Russ.)]
6. Митиш В. А., Светухин А. М., Чупин А. В. Способ ампутации голени в условиях критической ишемии нижних конечностей. Ангиология и сосудистая хирургия. 1997; 97 (4): 96–102. [Mitish V. A., Svetukhin A. M., Chupin A. V. Method of amputation of the lower leg in conditions of critical ischemia of the lower extremities = Mitish V. A., Svetukhin A. M., Chupin A. V. Sposob amputatsii goleni v usloviyakh kriticheskoy ishemii nizhnikh konechnostey. Angiologiya i sosudistaya khirurgiya. 1997; 97 (4): 96–102. (In Russ.)]
7. Грекова Н. М., Лебедева Ю. В., Шишменцев Н. Б., Динерман Г. В. Пути снижения частоты высоких ампутаций при сахарном диабете и прогноз для оперированной диабетической стопы. Современные проблемы науки и образования. 2017; (5): 5. [Greko N. M., Lebedeva Yu. V., Shishmentsev N. B., Dinerman G. V. Ways to reduce the frequency of high amputations in diabetes mellitus and prognosis for operated diabetic foot = Greko N. M., Lebedeva Yu. V., Shishmentsev N. B., Dinerman G. V. Puti snizheniya chastoty vysokikh amputatsiy pri sakharnom diabete i prognoz dlya operirovannoy diabetichekoy stopy. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2017; (5): 5. (In Russ.)]
8. Бенсман В. М., Барышев А. Г., Пятаков С. Н. и др. Пути снижения частоты высоких ампутаций, постампутационных осложнений и летальности при синдроме диабетической стопы. Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б. М. Костюченка. 2021; 8(1): 12–23. [Bensman V. M., Baryshev A. G., Pyatakov S. N., et al. Ways to reduce the frequency of high amputations, post-amputation complications and mortality in diabetic foot syndrome = Bensman V. M., Baryshev A. G., Pyatakov S. N. i dr. Puti snizheniya chastoty vysokikh amputatsiy, postamputatsionnykh oslozhneniy i letal'nosti pri sindrome diabetichekoy stopy. Rany i ranevyye infektsii. Zhurnal im. prof. B. M. Kostyuchonka. 2021; 8(1): 12–23. (In Russ.)]
9. Чеботарь И. В., Маянский А. Н., Кончакова Е. Д., Лазарева В. П. Антибиотикорезистентность биопленочных бактерий. Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2012; 14 (1): 51–57. [Chebotar I. V., Mayansky A. N., Konchakova E. D., Lazareva V. P. Antibiotic resistance of biofilm bacteria = Chebotar' I. V., Mayanskiy A. N., Konchakova E. D., Lazareva V. P. Antibiotikorezistentnost' bioplenochnykh bakteriy. Klinicheskaya mikrobiologiya i antimikrobnaya khimioterapiya. 2012; 14 (1): 51–57. (In Russ.)]
10. Бехало В. А., Бондаренко В. М., Сысолятина Е. В., Нагурская Е. В. Иммунологические особенности бактериальных клеток медицинских биопленок. Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2010; 4: 97–107. [Bekhalo V. A., Bondarenko V. M., Sysolyatina E. V., Nagurskaya E. V. Immunological characteristics of bacterial cells of medical biofilms = Bekhalo V. A., Bondarenko V. M., Sysolyatina E. V., Nagurskaya E. V. Immunologicheskiye osobennosti bakterial'nykh kletok meditsinskikh bioplenok. Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii. 2010; 4: 97–107. (In Russ.)]
11. Иманкулова А. С., Наралиев У. Т., Азимжанова М. Н. Современные аспекты антибактериальной терапии в лечении осложненных форм синдрома диабетической стопы. Вестник КРСУ. 2021; 21 (5): 28–31. [Imankulova A. S., Naraliev U. T., Azimzhanova M. N. Modern aspects of antibacterial therapy in the treatment of complicated forms of diabetic foot syndrome = Imankulova A. S., Naraliev U. T., Azimzhanova M. N. Sovremennyye aspekty antibakterial'noy terapii v lechenii oslozhnennykh form sindroma diabetichekoy stopy. Vestnik KRSU. 2021; 21 (5): 28–31. (In Russ.)]
12. Митиш В. А., Пасхалова Ю. С., Муньос Сэпеда П. А. и др. Ультразвуковая кавитация в лечении нейроишемической формы синдрома диабетической стопы при наличии биопленочных форм бактерий (обзор литературы). Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б. М. Костюченка. 2020; 7 (3): 20–31. [Mitish V. A., Paskhalova Yu. S., Munioz Sepeda P. A., et al. Ultrasonic cavitation in the treatment of neuro-ischemic diabetic foot the presence of biofilm forms of bacteria (literature review) = Mitish V. A., Paskhalova Yu. S., Mun'os Sepeda P. A. i dr. Ul'trazvukovaya kavitatsiya v lechenii neyroishemicheskoy formy sindroma diabetichekoy stopy pri nalichii bioplenochnykh form

bakteriy (obzor literatury). Rany i ranevyeye infektsii. Zhurnal im. prof. B. M. Kostyuchonka. 2020; 7 (3): 20–31. (In Russ.)]

13. Гурьева И.В. Возможности местного лечения диабетических поражений стоп. Русский медицинский журнал. 2002; 10 (11): 509–512. [Guryeva I. V. Possibilities of local treatment of diabetic foot lesions = Gur'yeva I. V. Vozmozhnosti mestnogo lecheniya diabeticheskikh porazheniy stop. Russkiy meditsinskiy zhurnal. 2002; 10 (11): 509–512. (In Russ.)]

14. Липатов К. В. Новые технологии на основе использования оксида азота и озона в лечении гнойных ран: дис. ... докт. мед. наук. М., 2002. 290 с. [Lipatov K. V. New technologies based on the use of nitrogen oxide and ozone in the treatment of purulent wounds = Lipatov K. V. Novyye tekhnologii na osnove ispol'zovaniya oksida azota i azota v lechenii gnoynykh ran: dis. ... dokt. med. nauk. M., 2002. 290 s. (In Russ.)]

15. Липатов К. В., Сопромадзе М. А., Емельянов А. Ю., Канорский И. Д. Использование физических методов в лечении гнойных ран (обзор литературы). Хирургия. 2001; 10: 56–61. [Lipatov K. V., Sopromadze M. A., Emelyanov A. Yu., Kanorskiy I. D. Use of physical methods in the treatment of purulent wounds (literature review) = Lipatov K. V., Sopromadze M. A., Yemel'yanov A. Yu., Kanorskiy I. D. Ispol'zovaniye fizicheskikh metodov v lechenii gnoynykh ran (obzor literatury). Khirurgiya. 2001; 10: 56–61. (In Russ.)]

16. Привольнев В. В., Каракулина Е. В. Основные принципы местного лечения ран и раневой инфекции. Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2011; 13 (3): 214–222. [Privolnev V. V., Karakulina E. V. Basic principles of local treatment of wounds and wound infection = Privol'nev V. V., Karakulina E. V. Osnovnyye printsipy mestnogo lecheniya ran i ranevoy infektsiyey. Klin-

icheskaya mikrobiologiya i antimikrobnaya khimioterapiya. 2011; 13 (3): 214–222. (In Russ.)]

17. Калиев М. Т., Иманкулова А. С., Джумалиева Г. А. и др. Классификатор хирургических операций и манипуляций в системе финансирования медицинских услуг в Кыргызской Республике. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2022; 30 (2): 318–321. [Kaliyev M. T., Imankulova A. S., Djumaliyeva G. A., et al. The classifier of surgical operations and manipulations in system of medical services financing in the Kyrgyz Republic = Kaliyev M. T., Imankulova A. S., Dzhumaliyeva G. A. i dr. Klassifikator khirurgicheskikh operatsiy i manipulyatsiy v sisteme finansirovaniya meditsinskikh uslug v Kyrgyzskoy Respublike. Problemy sotsial'noy gigiyeny, zdravookhraneniya i istorii meditsiny. 2022; 30 (2): 318–321. (In Russ.)]

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Казиев Улан Кубатбекович** — аспирант кафедры факультетской хирургии Кыргызской государственной медицинской академии им. И. К. Ахунбаева, Бишкек, Кыргызстан  
ORCID 0009-0003-4732-7949

**Ulan Kaziev Kubatbekovich** — MD, postgraduate student of the department of faculty surgery of I. K. Akhunbayev Kyrgyz State Medical Academy, Bishkek, Kyrgyzstan

**Мусаев Улан Салтанатович** — доктор медицинских наук, профессор кафедры факультетской хирургии Кыргызской государственной медицинской академии им. И. К. Ахунбаева, Бишкек, Кыргызстан  
ORCID0009-0002-4007-5958

**Ulan Musaev Saltanatovich** — MD, Dr. Sc. (Med.), Professor at the department of faculty surgery of I. K. Akhunbayev Kyrgyz State Medical Academy, Bishkek, Kyrgyzstan

**Иманкулова Асель Сансызбаевна** — доктор медицинских наук, доцент кафедры медицины катастроф МИ РУДН им. П. Лумумбы, Москва, Россия, проректор «Салымбеков Университет». Бишкек, Кыргызстан  
ORCID 0000-0003-3846-9077

**Asel Imankulova Sansyzbaevna** — MD, Dr. Sc. (Med.), Associate Professor at the department of disaster medicine in Patrice Lumumba People's Friendship University of Russia, Moscow, Russia; Vice-rector of Salymbekov University, Bishkek, Kyrgyzstan

**Миклухин Данил Сергеевич** — студент МИ РУДН им. П. Лумумбы, Москва, Россия  
ORCID 0000-0003-1381-6319

**Danil Miklukhin Sergeevich** — student of Patrice Lumumba People's Friendship University of Russia, Moscow, Russia

### Авторы:

У. К. Казиев, У. С. Мусаев,  
А. С. Иманкулова, Д. С. Миклухин

### Authors:

U. K. Kaziev, U. S. Musaev,  
A. S. Imankulova, D. S. Miklukhin

### Участие авторов:

Концепция и дизайн — У. К. Казиев  
Сбор и обработка материала —  
У. С. Мусаев, Д. С. Миклухин  
Написание текста — У. К. Казиев  
Редактирование — А. С. Иманкулова

### Authors' contribution:

Concept and design — U. K. Kaziev  
Material collection and processing —  
U. S. Musaev, D. S. Miklukhin  
Text writing — U. K. Kaziev  
Editing — A. S. Imankulova