



New Day in Medicine
Новый День в Медицине

NDM



TIBBIYOTDA YANGI KUN

Ilmiy referativ, marifiy-ma'naviy jurnal



AVICENNA-MED.UZ



ISSN 2181-712X.
EISSN 2181-2187

7 (93) 2026

Сопредседатели редакционной коллегии:

**Ш. Ж. ТЕШАЕВ,
А. Ш. РЕВИШВИЛИ**

Ред. коллегия:
М.И. АБДУЛЛАЕВ
А.А. АБДУМАЖИДОВ
Р.Б. АБДУЛЛАЕВ
Л.М. АБДУЛЛАЕВА
А.Ш. АБДУМАЖИДОВ
М.А. АБДУЛЛАЕВА
Х.А. АБДУМАДЖИДОВ
Б.З. АБДУСАМАТОВ
У.О. АБИДОВ
М.М. АКБАРОВ
Х.А. АКИЛОВ
М.М. АЛИЕВ
С.Ж. АМИНОВ
Ш.Э. АМОНОВ
Ш.М. АХМЕДОВ
Ю.М. АХМЕДОВ
С.М. АХМЕДОВА
Т.А. АСКАРОВ
М.А. АРТИКОВА
Д.Т. АШУРОВА
Ж.Б. БЕКНАЗАРОВ (главный редактор)
Е.А. БЕРДИЕВ
Б.Т. БУЗРУКОВ
Р.К. ДАДАБАЕВА
М.Н. ДАМИНОВА
К.А. ДЕХКОНОВ
Э.С. ДЖУМАБАЕВ
А.А. ДЖАЛИЛОВ
Н.Н. ЗОЛотова
А.Ш. ИНОЯТОВ
С. ИНДАМИНОВ
А.И. ИСКАНДАРОВ
А.С. ИЛЪЯСОВ
Э.Э. КОБИЛОВ
А.М. МАННАНОВ
Д.М. МУСАЕВА
Т.С. МУСАЕВ
М.Р. МИРЗОЕВА
Ф.Г. НАЗИРОВ
Н.А. НУРАЛИЕВА
Ф.С. ОРИПОВ
Б.Т. РАХИМОВ
Х.А. РАСУЛОВ
Ш.И. РУЗИЕВ
С.А. РУЗИБОЕВ
С.А. ГАФФОРОВ
С.Т. ШАТМАНОВ (Кыргызстан)
Ж.Б. САТТАРОВ
Б.Б. САФОВЕВ (отв. редактор)
И.А. САТИВАЛДИЕВА
Ш.Т. САЛИМОВ
Д.И. ТУКСАНОВА
М.М. ТАДЖИЕВ
А.Ж. ХАМРАЕВ
Б.Б. ХАСАНОВ
Д.А. ХАСАНОВА
Б.З. ХАМДАМОВ
Э.Б. ХАККУЛОВ
Г.С. ХОДЖИЕВА
А.М. ШАМСИЕВ
А.К. ШАДМАНОВ
Н.Ж. ЭРМАТОВ
Б.Б. ЕРГАШЕВ
Н.Ш. ЕРГАШЕВ
И.Р. ЮЛДАШЕВ
Д.Х. ЮЛДАШЕВА
А.С. ЮСУПОВ
Ш.Ш. ЯРИКУЛОВ
М.Ш. ХАКИМОВ
Д.О. ИВАНОВ (Россия)
К.А. ЕГЕЗАРЯН (Россия)
DONG JINCHENG (Китай)
КУЗАКОВ В.Е. (Россия)
Я. МЕЙЕРНИК (Словакия)
В.А. МИТИШ (Россия)
В.И. ПРИМАКОВ (Беларусь)
О.В. ПЕШИКОВ (Россия)
А.А. ПОТАПОВ (Россия)
А.А. ТЕПЛОВ (Россия)
Т.Ш. ШАРМАНОВ (Казахстан)
А.А. ЩЕГОЛОВ (Россия)
С.Н. ГУСЕЙНОВА (Азербайджан)
Prof. Dr. KURBANHAN MUSLUMOV (Azerbaijan)
Prof. Dr. DENIZ UYAK (Germany)

ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН НОВЫЙ ДЕНЬ В МЕДИЦИНЕ NEW DAY IN MEDICINE

*Илмий-рефератив, маънавий-маърифий журнал
Научно-реферативный,
духовно-просветительский журнал*

УЧРЕДИТЕЛИ:

**БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ
ООО «ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН»**

Национальный медицинский
исследовательский центр хирургии имени
А.В. Вишневского является генеральным
научно-практическим
консультантом редакции

Журнал был включен в список журнальных
изданий, рецензируемых Высшей
Аттестационной Комиссией
Республики Узбекистан
(Протокол № 201/03 от 30.12.2013 г.)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

М.М. АБДУРАХМАНОВ (Бухара)
Г.Ж. ЖАРЫЛКАСЫНОВА (Бухара)
А.Ш. ИНОЯТОВ (Ташкент)
Г.А. ИХТИЁРОВА (Бухара)
Ш.И. КАРИМОВ (Ташкент)
У.К. КАЮМОВ (Тошкент)
Ш.И. НАВРУЗОВА (Бухара)
А.А. НОСИРОВ (Ташкент)
А.Р. ОБЛОКУЛОВ (Бухара)
Б.Т. ОДИЛОВА (Ташкент)
Ш.Т. УРАКОВ (Бухара)

7 (93)

2026

Июль

www.bsmi.uz

<https://newdaymedicine.com>

E: ndmuz@mail.ru

Тел: +99890 8061882

**ОСОБЕННОСТИ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С СИНДРОМОМ
ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ИНФЕКЦИОННОГО
ПРОЦЕССА**

Боймуродов Х.А., Газиев З.Т., Рамазанова З.Ф.

Ташкентский государственный медицинский университет, 100109 Ташкент, Узбекистан,
ул. Фаробия, 2, Тел: +998781507825 E-mail: info@tdmu.uz

✓ **Резюме**

Синдром диабетической стопы (СДС) является одним из наиболее тяжелых осложнений сахарного диабета, сопровождающимся нарушениями микроциркуляции, развитием инфекционно-воспалительных изменений и высоким риском гнойно-некротических осложнений. Целью настоящего исследования явилось изучение особенностей микроциркуляции у пациентов с СДС в зависимости от степени выраженности инфекционного процесса. Проведено обследование пациентов с различными клиническими формами СДС, у которых оценивались показатели периферической микроциркуляции, тканевой перфузии и локальной гемодинамики. Анализ полученных данных показал, что прогрессирование инфекционного процесса сопровождается достоверным снижением показателей микроциркуляторного кровотока, увеличением сосудистого сопротивления и ухудшением тканевой оксигенации. Наиболее выраженные нарушения микроциркуляции выявлены у пациентов с глубокими гнойно-некротическими поражениями и признаками системной воспалительной реакции. Полученные результаты свидетельствуют о важной роли оценки микроциркуляции в раннем выявлении тяжелых форм инфекционного процесса при СДС, прогнозировании риска развития септических осложнений и выборе оптимальной лечебной тактики. Использование методов мониторинга микроциркуляции может способствовать повышению эффективности комплексного лечения пациентов с синдромом диабетической стопы.

Ключевые слова: синдром диабетической стопы, микроциркуляция, инфекционный процесс, тканевая перфузия, сахарный диабет, гнойно-некротические осложнения, сепсис, локальная гемодинамика, оксигенация тканей, прогнозирование осложнений.

**MICROCIRCULATION CHARACTERISTICS IN PATIENTS WITH DIABETIC FOOT
SYNDROME DEPENDING ON THE SEVERITY OF INFECTION**

Boimurodov Kh.A., Gaziyeu Z.T., Ramazanova Z.F.

Tashkent State Medical University, 100109 Tashkent, Uzbekistan,
Farobia Street, 2, Tel: +998781507825 Email: info@tdmu.uz

✓ **Resume**

Diabetic foot syndrome (DFS) is one of the most severe complications of diabetes mellitus, accompanied by microcirculation disorders, the development of infectious and inflammatory changes, and a high risk of purulent-necrotic complications. The aim of this study was to investigate microcirculation characteristics in patients with DFS depending on the severity of the infectious process. A study of patients with various clinical forms of diabetic foot syndrome (DFS) was conducted, assessing peripheral microcirculation, tissue perfusion, and local hemodynamic parameters. Analysis of the data revealed that the progression of the infectious process is accompanied by a significant decrease in microcirculatory blood flow, an increase in vascular resistance, and a deterioration in tissue oxygenation. The most pronounced microcirculatory disturbances were detected in patients with deep purulent-necrotic lesions and signs of a systemic inflammatory response. These results demonstrate the important role of microcirculation assessment in the early detection of severe infectious forms of DFS, predicting the risk of septic complications, and selecting optimal treatment strategies. The use of microcirculation monitoring methods can help improve the effectiveness of comprehensive treatment for patients with diabetic foot syndrome.

Key words: diabetic foot syndrome, microcirculation, infectious process, tissue perfusion, diabetes mellitus, purulent-necrotic complications, sepsis, local hemodynamics, tissue oxygenation, prediction of complications.

INFEKSIYANING OG'IRLIK DARADAN DIABETIK OYOQ SINDROMIGA BO'LGAN BEMORLARDA MIKROSIRCULYATSIYA XUSUSIYATLARI INFEKSIYANING OG'IRLIK DARADAN BO'LIB

Boimurodov X.A., Gaziyeu Z.T., Ramazanova Z.F.

Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti, 100109 Toshkent, O'zbekiston, Farobiya ko'chasi, 2,
Tel: +998781507825 e-mail: info@tdmu.uz

✓ Rezyume

Diabetik oyoq sindromi (DOS) qandli diabetning eng og'ir asoratlaridan biri bo'lib, mikrosirkulyatsiya buzilishlari, yuqumli va yallig'lanish o'zgarishlarining rivojlanishi va yiringli-nekrotik asoratlarning yuqori xavfi bilan birga keladi. Ushbu tadqiqotning maqsadi DOS bilan og'rigan bemorlarda yuqumli jarayonning og'irligiga qarab mikrosirkulyatsiya xususiyatlarini o'rganish edi. Diabetik oyoq sindromining (DOS) turli klinik shakllari bo'lgan bemorlarni o'rganish o'tkazildi, periferik mikrosirkulyatsiya, to'qima perfuziyasi va mahalliy gemodinamik parametrlar baholandi. Ma'lumotlar tahlili shuni ko'rsatdiki, yuqumli jarayonning rivojlanishi mikrosirkulyatsiya qon oqimining sezilarli darajada pasayishi, qon tomir qarshiligining oshishi va to'qimalarning oksigenatsiyasining yomonlashishi bilan birga keladi. Eng aniq mikrosirkulyatsiya buzilishlari chuqur yiringli-nekrotik shikastlanishlar va tizimli yallig'lanish reaksiyasi belgilari bo'lgan bemorlarda aniqlandi. Ushbu natijalar DFSning og'ir yuqumli shakllarini erta aniqlashda, septik asoratlar xavfini bashorat qilishda va optimal davolash strategiyalarini tanlashda mikrosirkulyatsiyani baholashning muhim rolini ko'rsatadi. Mikrosirkulyatsiya monitoringi usullaridan foydalanish diabetik oyoq sindromi bilan og'rigan bemorlarni kompleks davolash samaradorligini oshirishga yordam beradi.

Kalit so'zlar: diabetik oyoq sindromi, mikrosirkulyatsiya, yuqumli jarayon, to'qima perfuziyasi, diabet, yiringli-nekrotik asoratlar, sepsis, mahalliy gemodinamika, to'qimalarning oksigenatsiyasi, asoratlarni bashorat qilish.

Актуальность

Синдром диабетической стопы (СДС) представляет собой одно из наиболее тяжелых и социально значимых осложнений сахарного диабета, характеризующееся развитием инфекционных, язвенно-некротических и деструктивных поражений тканей стопы на фоне диабетической нейропатии, ишемии и нарушения репаративных процессов. По данным Всемирной организации здравоохранения и Международной диабетической федерации, число пациентов с сахарным диабетом неуклонно увеличивается, что сопровождается ростом распространенности СДС и связанных с ним гнойно-септических осложнений. Несмотря на совершенствование методов диагностики и лечения, синдром диабетической стопы остается одной из ведущих причин нетравматических ампутаций нижних конечностей и существенно ухудшает качество жизни пациентов [1,2,3].

В основе патогенеза СДС лежит сочетанное воздействие хронической гипергликемии, диабетической микро- и макроангиопатии, периферической нейропатии и иммунных нарушений. Одним из ключевых звеньев патологического процесса является расстройство микроциркуляции, приводящее к снижению тканевой перфузии, развитию локальной гипоксии, нарушению доставки кислорода и питательных веществ, а также замедлению процессов регенерации. Изменения микроциркуляторного русла создают благоприятные условия для прогрессирования инфекционного процесса, распространения воспаления и формирования гнойно-некротических очагов [4,5,6].

Инфекция при синдроме диабетической стопы существенно изменяет состояние микроциркуляции. Под воздействием медиаторов воспаления развивается эндотелиальная дисфункция, повышается сосудистая проницаемость, усиливаются нарушения реологических свойств крови, активируются процессы микротромбообразования и ухудшается капиллярный кровоток. При прогрессировании инфекции локальные микроциркуляторные нарушения могут трансформироваться в системные расстройства гемодинамики, способствуя развитию сепсиса и полиорганной недостаточности. В связи с этим объективная оценка состояния микроциркуляции приобретает особое значение не только для диагностики тяжести местного инфекционного процесса, но и для прогнозирования течения заболевания [7,8,9,10].

В последние годы все большее внимание уделяется современным неинвазивным методам исследования микроциркуляции, позволяющим количественно оценивать состояние капиллярного кровотока, тканевой перфузии и микроангиопатии. Использование лазерной доплеровской флоуметрии, транскутанной оксиметрии, капилляроскопии и других методов открывает возможности для раннего выявления критических нарушений микроциркуляции, определения риска неблагоприятного течения заболевания и оценки эффективности проводимой терапии [11,12,13,14].

Несмотря на значительное количество исследований, посвященных синдрому диабетической стопы, взаимосвязь между выраженностью нарушений микроциркуляции и степенью инфекционного процесса остается недостаточно изученной. Отсутствуют единые критерии объективной оценки микроциркуляторных изменений в зависимости от тяжести инфекции, что ограничивает возможности раннего прогнозирования развития гнойно-септических осложнений и выбора оптимальной лечебной тактики [15,16,17].

В связи с этим изучение особенностей микроциркуляции у пациентов с синдромом диабетической стопы в зависимости от степени инфекционного процесса представляет значительный научный и практический интерес. Полученные результаты могут способствовать совершенствованию алгоритмов диагностики, стратификации риска развития осложнений и повышению эффективности комплексного лечения данной категории пациентов.

Целью настоящего исследования явилось изучение особенностей микроциркуляции у пациентов с СДС в зависимости от степени выраженности инфекционного процесса.

Материал и методы

Исследование выполнено на базе специализированного отделения гнойной хирургии и отделения эндокринологии в период с 2024 по 2026 гг. В исследование были включены 58 пациентов с синдромом диабетической стопы (СДС), находившихся на стационарном лечении. Исследование носило проспективный наблюдательный характер и проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации. Все пациенты подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Критерии включения

1. возраст старше 18 лет;
2. подтвержденный диагноз сахарного диабета 1 или 2 типа;
3. наличие синдрома диабетической стопы с признаками инфекционного процесса;
4. согласие пациента на участие в исследовании.

Критерии исключения

1. острые нарушения артериального кровообращения, требующие экстренной сосудистой реконструкции;
2. онкологические заболевания;
3. тяжелая хроническая сердечная недостаточность (III–IV функциональный класс по NYHA);
4. терминальная стадия хронической болезни почек;
5. отказ пациента от участия в исследовании.

В зависимости от тяжести инфекционного процесса пациенты были разделены на три группы согласно классификации IWGDF/IDSA:

I группа — легкая инфекция (n = 18);

II группа — инфекция средней степени тяжести (n = 22);

III группа — тяжелая инфекция (n = 18).

При поступлении всем пациентам проводили клиническое обследование, включавшее сбор анамнеза, физикальный осмотр, оценку состояния язвенного дефекта, определение степени тяжести инфекции, а также лабораторные и инструментальные методы исследования.

Лабораторная диагностика включала общий анализ крови, биохимическое исследование крови, определение уровня глюкозы, гликированного гемоглобина (HbA1c), С-реактивного белка (СРБ), прокальцитонина, лактата, креатинина, мочевины и коагулограммы. При наличии гнойного отделяемого выполнялось бактериологическое исследование с определением чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам.

Оценку микроциркуляции проводили методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) с использованием аппарата ЛАКК-02 (НПП «ЛАЗМА», Россия). Исследование выполняли в условиях температурного покоя (22–24 °C) после 15-минутной адаптации пациента в положении лежа. Датчик располагали в периферической зоне и на симметричном участке здоровой стопы (при возможности). Анализировали следующие показатели:

- показатель микроциркуляции (ПМ, перфузионные единицы);
- среднеквадратичное отклонение (σ);
- коэффициент вариации (K_v , %);
- индекс эффективности микроциркуляции (ИЭМ).

Дополнительно выполняли измерение транскутанного напряжения кислорода ($TcPO_2$) и лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ) для оценки тканевой перфузии и состояния магистрального кровотока.

Степень тяжести поражения стопы оценивали по классификации Wagner, а тяжесть инфекционного процесса — согласно рекомендациям IWGDF/IDSA (2023).

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы IBM SPSS Statistics 26.0 (IBM Corp., США). Проверку распределения данных выполняли с помощью критерия Шапиро—Уилка. Количественные показатели представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения ($M \pm SD$) при нормальном распределении либо медианы и межквартильного размаха ($Me [Q1; Q3]$) при ненормальном распределении. Для сравнения трех независимых групп использовали однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) или критерий Краскела—Уоллиса с последующим попарным сравнением. Категориальные данные анализировали с использованием критерия χ^2 Пирсона или точного критерия Фишера. Корреляционный анализ проводили с использованием коэффициента Спирмена. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результат и обсуждения

В исследование были включены 58 пациентов с синдромом диабетической стопы. Средний возраст обследованных составил $61,8 \pm 8,9$ года, мужчин было 35 (60,3%), женщин — 23 (39,7%). Средняя продолжительность сахарного диабета составила $13,4 \pm 5,8$ года, уровень гликированного гемоглобина (HbA_{1c}) — $8,9 \pm 1,4\%$. Существенных различий по возрасту, полу и длительности сахарного диабета между исследуемыми группами не выявлено ($p > 0,05$), что свидетельствует об их сопоставимости.

Оценка показателей микроциркуляции показала, что с увеличением тяжести инфекционного процесса отмечалось прогрессирующее ухудшение тканевой перфузии. Наиболее выраженные изменения наблюдались у пациентов III группы, где регистрировалось значительное снижение показателя микроциркуляции, коэффициента вариации и индекса эффективности микроциркуляции.

Таблица 1

Показатели микроциркуляции у пациентов с синдромом диабетической стопы ($M \pm SD$)

Показатель	Легкая инфекция (n=18)	Средняя инфекция (n=22)	Тяжелая инфекция (n=18)	p
Показатель микроциркуляции (ПМ), перф. ед.	$8,9 \pm 1,5$	$6,8 \pm 1,3$	$4,7 \pm 1,1$	$<0,001$
Среднеквадратичное отклонение (σ), перф. ед.	$1,62 \pm 0,28$	$1,29 \pm 0,24$	$0,91 \pm 0,19$	$<0,001$
Коэффициент вариации (K_v), %	$18,4 \pm 3,5$	$15,3 \pm 2,8$	$11,6 \pm 2,4$	$<0,001$
Индекс эффективности микроциркуляции	$1,34 \pm 0,18$	$1,08 \pm 0,16$	$0,79 \pm 0,14$	$<0,001$

Полученные результаты свидетельствуют о достоверном снижении всех исследуемых параметров микроциркуляции по мере увеличения выраженности инфекционного процесса. Наиболее значительное уменьшение показателя микроциркуляции отмечено у пациентов с тяжелой инфекцией — на 47,2% по сравнению с группой легкой инфекции ($p < 0,001$).

При анализе лабораторных показателей воспаления выявлено закономерное увеличение уровня маркеров системной воспалительной реакции по мере прогрессирования инфекции.

Таблица 2

Лабораторные показатели в исследуемых группах (M ± SD)

Показатель	Легкая инфекция	Средняя инфекция	Тяжелая инфекция	p
Лейкоциты ($\times 10^9/\text{л}$)	$8,7 \pm 1,8$	$11,6 \pm 2,3$	$15,4 \pm 3,1$	$<0,001$
С-реактивный белок, мг/л	$21,8 \pm 8,4$	$69,5 \pm 18,7$	$151,2 \pm 36,4$	$<0,001$
Прокальцитонин, нг/мл	$0,24 \pm 0,09$	$0,86 \pm 0,28$	$3,18 \pm 1,11$	$<0,001$
Лактат, ммоль/л	$1,4 \pm 0,3$	$2,0 \pm 0,5$	$3,3 \pm 0,8$	$<0,001$

Полученные данные демонстрируют достоверное увеличение концентрации С-реактивного белка, прокальцитонина и лактата у пациентов с тяжелыми формами инфекции. Повышение уровня прокальцитонина более 2 нг/мл наблюдалось преимущественно у больных III группы и сочеталось с наиболее выраженными нарушениями микроциркуляции.

Дополнительный анализ тканевой перфузии показал прогрессирующее снижение транскутанного напряжения кислорода и увеличение частоты развития осложнений.

Таблица 3

Показатели тканевой перфузии и клинические исходы

Показатель	Легкая инфекция	Средняя инфекция	Тяжелая инфекция	p
ТсРO ₂ , мм рт. ст.	$46,5 \pm 7,1$	$34,7 \pm 6,5$	$22,6 \pm 5,8$	$<0,001$
ЛПИ	$0,96 \pm 0,12$	$0,84 \pm 0,14$	$0,71 \pm 0,16$	$<0,01$
Продолжительность госпитализации, сутки	$9,2 \pm 2,1$	$14,6 \pm 3,2$	$21,4 \pm 5,7$	$<0,001$
Высокие ампутации, n (%)	0 (0%)	2 (9,1%)	6 (33,3%)	0,008
Развитие сепсиса, n (%)	0 (0%)	2 (9,1%)	7 (38,9%)	0,002

Корреляционный анализ выявил статистически значимую отрицательную связь между показателем микроциркуляции и уровнем С-реактивного белка ($r = -0,69$; $p < 0,001$), а также между показателем микроциркуляции и концентрацией прокальцитонина ($r = -0,73$; $p < 0,001$). Кроме того, установлена положительная корреляция между уровнем тканевой перфузии (ТсРO₂) и показателем микроциркуляции ($r = 0,77$; $p < 0,001$).

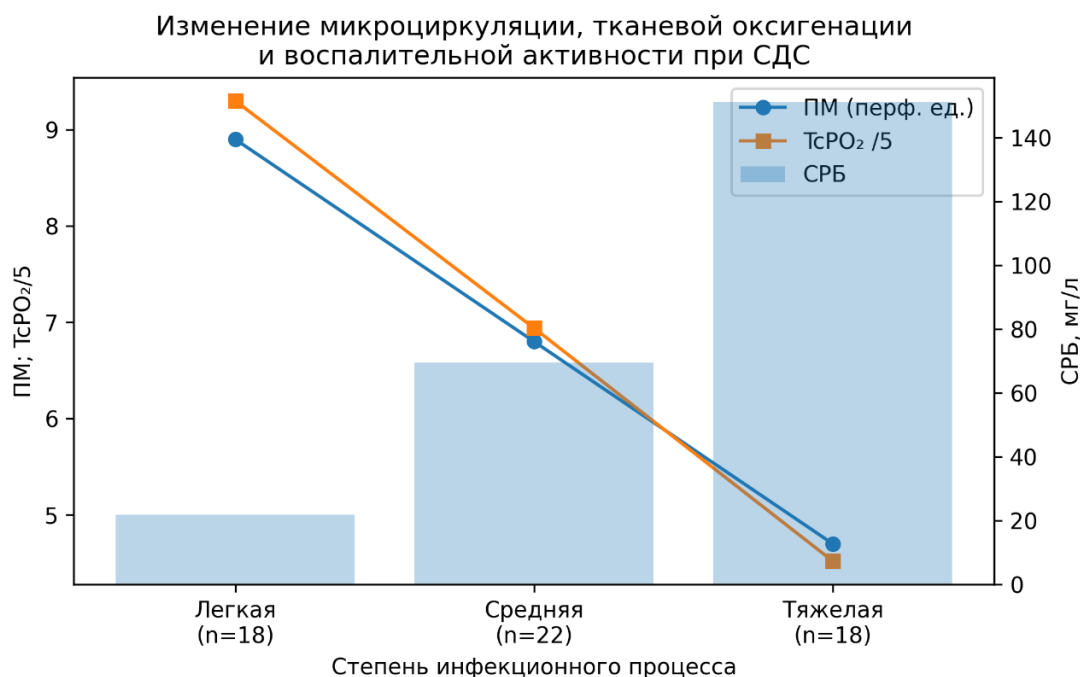


Рисунок 1. Комплексная оценка изменений микроциркуляции, тканевой оксигенации и воспалительной активности у пациентов с синдромом диабетической стопы в зависимости от

степени тяжести инфекционного процесса. По мере прогрессирования инфекции отмечается снижение показателя микроциркуляции и $TcPO_2$, сопровождающееся значительным увеличением концентрации С-реактивного белка ($p < 0,001$).

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют, что прогрессирование инфекционного процесса при синдроме диабетической стопы сопровождается выраженным ухудшением микроциркуляции, снижением тканевой оксигенации и усилением системной воспалительной реакции. Наиболее выраженные нарушения выявлены у пациентов с тяжелой инфекцией, что сопровождалось увеличением частоты развития сепсиса, высокой ампутации и более длительной госпитализацией. Полученные данные подтверждают диагностическую и прогностическую значимость оценки микроциркуляции у пациентов с синдромом диабетической стопы.

Обсуждение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что прогрессирование инфекционного процесса при синдроме диабетической стопы сопровождается выраженным ухудшением микроциркуляции, снижением тканевой оксигенации и усилением системной воспалительной реакции. Выявленная тенденция к снижению показателя микроциркуляции, коэффициента вариации, индекса эффективности микроциркуляции и транскутанного напряжения кислорода у пациентов с тяжелыми формами инфекции подтверждает важную роль микроциркуляторных нарушений в патогенезе данного заболевания.

Известно, что длительная гипергликемия приводит к развитию эндотелиальной дисфункции, утолщению базальной мембраны капилляров, нарушению вазомоторной регуляции и ухудшению реологических свойств крови. На фоне присоединения инфекции происходит активация провоспалительных цитокинов, повышается проницаемость сосудистой стенки, усиливаются процессы микротромбообразования и тканевой гипоксии. В совокупности эти изменения приводят к прогрессирующему снижению перфузии тканей, замедлению репаративных процессов и распространению гнойно-некротических изменений.

В настоящем исследовании установлено, что наиболее выраженные нарушения микроциркуляции наблюдались у пациентов с тяжелым инфекционным процессом. Одновременно отмечалось достоверное увеличение уровня С-реактивного белка, прокальцитонина и лактата, что отражает развитие выраженной системной воспалительной реакции. Выявленная отрицательная корреляционная связь между показателем микроциркуляции и лабораторными маркерами воспаления свидетельствует о тесной взаимосвязи между локальными нарушениями тканевой перфузии и тяжестью инфекционного процесса.

Особый интерес представляют данные о снижении транскутанного напряжения кислорода ($TcPO_2$) у пациентов III группы. Известно, что уменьшение $TcPO_2$ менее 30 мм рт. ст. ассоциировано с высоким риском нарушения заживления ран, развития некроза тканей и необходимостью выполнения ампутации. Полученные нами результаты согласуются с этим положением: именно у пациентов с наиболее низкими значениями $TcPO_2$ зарегистрирована наибольшая частота развития сепсиса, высоких ампутаций и более длительная госпитализация.

Практическое значение проведенного исследования заключается в подтверждении высокой диагностической и прогностической ценности оценки микроциркуляции у пациентов с синдромом диабетической стопы. Применение лазерной доплеровской флоуметрии в сочетании с определением $TcPO_2$ позволяет объективно оценить степень нарушения тканевой перфузии, своевременно выявить пациентов с высоким риском прогрессирования инфекционного процесса и оптимизировать лечебную тактику. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности включения методов исследования микроциркуляции в комплексный алгоритм обследования больных с синдромом диабетической стопы.

Следует отметить, что настоящее исследование имеет ряд ограничений. Исследование выполнено в одном медицинском центре и включало относительно небольшое число пациентов, что ограничивает возможность экстраполяции полученных результатов на более широкую популяцию. Кроме того, оценка микроциркуляции проводилась преимущественно при поступлении, без длительного динамического наблюдения за изменениями показателей на

этапах лечения. В дальнейшем представляется перспективным проведение многоцентровых исследований с большей выборкой пациентов и оценкой влияния различных методов терапии на состояние микроциркуляторного русла.

Выводы

1. У пациентов с синдромом диабетической стопы выраженность нарушений микроциркуляции достоверно возрастает по мере увеличения степени тяжести инфекционного процесса, что проявляется снижением показателя микроциркуляции, коэффициента вариации и индекса эффективности микроциркуляции ($p < 0,001$).
2. Прогрессирование инфекции сопровождается значительным снижением тканевой оксигенации ($TcPO_2$) и усилением системной воспалительной реакции, характеризующейся повышением уровней С-реактивного белка, прокальцитонина и лактата.
3. Выявлена статистически значимая отрицательная корреляция между показателями микроциркуляции и маркерами воспаления, что подтверждает тесную взаимосвязь локальных нарушений тканевой перфузии с тяжестью инфекционного процесса.
4. Наиболее выраженные микроциркуляторные нарушения ассоциированы с повышенным риском развития сепсиса, увеличением частоты высоких ампутаций и более длительным пребыванием пациентов в стационаре.
5. Комплексная оценка микроциркуляции с использованием лазерной доплеровской флоуметрии и определения транскутанного напряжения кислорода является информативным методом ранней диагностики тяжести инфекционного процесса, прогнозирования неблагоприятных исходов и выбора оптимальной лечебной тактики у пациентов с синдромом диабетической стопы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF). IWGDF Guidelines on the prevention and management of diabetes-related foot disease. 2023. Available from: <https://iwgdfguidelines.org>
2. Schaper NC, van Netten JJ, Apelqvist J, Bus SA, Hinchliffe RJ, Lipsky BA. Practical Guidelines on the prevention and management of diabetes-related foot disease (IWGDF 2023 update). *Diabetes Metab Res Rev.* 2024;40(Suppl 1):e3805. doi:10.1002/dmrr.3805.
3. Lipsky BA, Senneville E, Abbas ZG, Aragón-Sánchez J, Diggle M, Embil JM, et al. Guidelines on the diagnosis and treatment of foot infection in persons with diabetes (IWGDF/IDSA Guidelines). *Diabetes Metab Res Rev.* 2024;40(Suppl 1):e3808. doi:10.1002/dmrr.3808.
4. American Diabetes Association Professional Practice Committee. Standards of Care in Diabetes—2025. 12. Retinopathy, Neuropathy, and Foot Care. *Diabetes Care.* 2025;48(Suppl 1):S304–S321.
5. Bus SA, Lavery LA, Monteiro-Soares M, Rasmussen A, Raspovic A, Sacco ICN, et al. Guidelines on the prevention of foot ulcers in persons with diabetes (IWGDF 2023 update). *Diabetes Metab Res Rev.* 2024;40(Suppl 1):e3804. doi:10.1002/dmrr.3804.
6. Wang Y, Zhao H, Xu Z, et al. Microcirculation dysfunction in diabetic foot ulcer: Pathophysiology and clinical significance. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2023;14:1187354. doi:10.3389/fendo.2023.1187354.
7. Armstrong DG, Boulton AJM, Bus SA. Diabetic foot ulcers and their recurrence. *N Engl J Med.* 2023;389(16):1481–1493. doi:10.1056/NEJMra2215574.
8. Everett E, Mathioudakis N. Update on management of diabetic foot ulcers. *Ann N Y Acad Sci.* 2021;1484(1):153–165. doi:10.1111/nyas.14516.
9. Monteiro-Soares M, Russell D, Boyko EJ, Jeffcoate WJ, Mills JL Sr, Morbach S, et al. Guidelines on the classification of diabetic foot ulcers (IWGDF). *Diabetes Metab Res Rev.* 2023;39(Suppl 1).
10. Bus SA, van Netten JJ, Lavery LA, Monteiro-Soares M, Rasmussen A, Jubiz Y, et al. The 2023 IWGDF guideline on offloading foot ulcers in persons with diabetes. *Diabetes Metab Res Rev.* 2024;40(Suppl 1).

11. Xu L, Li Y, Zhang H, et al. Clinical value of transcutaneous oxygen pressure in predicting diabetic foot ulcer healing: A systematic review and meta-analysis. *Int Wound J.* 2022;19(8):2031–2042. doi:10.1111/iwj.13809.
12. Wang C, Liu X, Chen Y, et al. Laser Doppler flowmetry for evaluation of microcirculation in diabetic foot syndrome: Clinical applications and future perspectives. *Microvasc Res.* 2022;144:104407. doi:10.1016/j.mvr.2022.104407.
13. Российское общество хирургов. Клинические рекомендации. Синдром диабетической стопы. М.: Российское общество хирургов; 2024.
14. Аваков БЕ, Ибрагимов НК, Рамазанова ЗФ, Муралимова РС. Обезболивание в послеоперационном периоде больных с хирургическим осложнением сахарного диабета. *Central Asian Journal of Medical and Natural Science.* 2022;3(6):703–713.
15. Кузиев ОА, Ибрагимов НК, Маматов БЮ, Исмаилов ОА, Рамазанова ЗФ. Оценка функционального состояния печени у больных с острым почечным поражением, вызванным кровопотерей во время родов.
16. Министерство здравоохранения Республики Узбекистан. Национальные клинические рекомендации по диагностике и лечению синдрома диабетической стопы. Ташкент: Министерство здравоохранения Республики Узбекистан; 2023.
17. Sun H, Saeedi P, Karuranga S, Pinkepank M, Ogurtsova K, Duncan BB, et al. IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2025 and projections for 2050. *Diabetes Res Clin Pract.* 2025;211:111892. doi:10.1016/j.diabres.2024.111892.

Поступила 20.06.2025