

**РОЛЬ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ С ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ В
УСКОРЕНИИ ЗАЖИВЛЕНИЯ РАН И СНИЖЕНИИ МИКРОБНОЙ
ОБСЕМЕНЕННОСТИ ПРИ ГНОЙНО-НЕКРОТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ
НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ**

Солиев Мухаммаджон Бахтийор углы,

Андижанский государственный медицинский институт
Узбекистон, Андижон,

Актуальность. Лечение гнойно-некротических процессов при сахарном диабете (СД) осложняется не только наличием сопутствующих заболеваний, но и присутствием в ране полимикробной и зачастую высоковирулентной флоры, обладающей резистентностью к антибиотикам и другим антимикробным препаратам, в основном за счет формирования биопленок [1,7]. Разработаны различные методы физического воздействия, направленные на оптимизацию заживления ран. Многие исследователи сосредотачиваются на поиске терапевтических методов, способных ускорить заживление язв. Известно, что лазерное излучение оказывает прямое воздействие световой энергией на биологическую стимуляцию клеток, что способствует восстановлению тканей. Экспериментальные исследования на животных показали, что низкоинтенсивное лазерное излучение может ускорить заживление кожных ран, даже при однократном применении [4,6]. Некоторые клинические испытания также подтвердили, что низкоинтенсивное лазерное излучение способствует ускорению восстановления тканей при диабетической стопе [3,5,8].

Фотодинамическая терапия (ФДТ) представляет собой метод лечения, основанный на системном или местном введении фотосенсибилизаторов (ФС) с последующим воздействием на них светом или лазерным излучением, длина волны которого соответствует или близка к пику поглощения ФС [1,8,10]. Одним из таких методов является фотодинамическая терапия с использованием лазера и фотосенсибилизирующих препаратов [2,4,9]. Однако, несмотря на сходные и положительные результаты ФДТ, в исследованиях использовались различные параметры активации фотосенсибилизаторов, что делает невозможным определение оптимальных параметров ФДТ для лечения гнойно-некротических процессов нижних конечностей.

Различные исследования продолжаются с целью определения оптимальных параметров облучения, выбора наилучшего источника света, а также поиска фотосенсибилизирующего вещества, способного обеспечить максимальный бактерицидный эффект и ускорить процессы заживления ран, добиваясь стойкой ремиссии.

Ключевые слова: *диабетическая флегмона, вскрытие гнойно-некротического процесса, фотосенсибилизация, лазерное облучение*

Целью исследования является улучшить результаты лечения гнойно-некротических поражений нижних конечностей у больных с сахарным диабетом путем применения фотодинамической терапии в комбинации с лазерным излучением.

Материал и методы

Клиническое исследование охватывало период с 2020 года по май 2023 года и включало 110 пациентов с флегмоной различной локализации на нижних конечностях, развившейся на фоне сахарного диабета (СД). Все пациенты были прооперированы в отделении гнойно-септической хирургии клиники Анджанского государственного медицинского института (АГМИ). Пациенты были разделены на две группы. В основную группу включено 53 пациента, которым с 2022 года по май 2023 года проведено оперативное лечение флегмоны нижней конечности по усовершенствованной методике лечения гнойно-некротических процессов у больных с СД. В группу сравнения вошли 57 пациентов, которым в период с 2020 по 2021 годы было проведено оперативное лечение по традиционной методике. Обе группы были сопоставимы по основным параметрам: пол, возраст, локализация и тяжесть течения гнойно-некротического процесса.

Анализ распределения больных по локализации флегмоны на нижних конечностях показал, что в группе сравнения 24 пациента (42,1%) имели гнойно-некротический процесс на бедре, 24 пациента (42,1%) на голени, а в остальных 9 случаях (15,8%) поражение наблюдалось в области коленного сустава. В основной группе 22 пациента (41,5%) имели флегмону бедра, 8 пациентов (15,1%) — в области голени, и 23 пациента (43,4%) — на голени (табл. 1).

Таблица 1

Распределение больных по локализации флегмоны нижней конечности

Локализация	Группа сравнения		Основная группа		Итого	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Флегмона бедра	24	42,1%	22	41,5%	46	41,8%
Флегмона коленной области	9	15,8%	8	15,1%	17	15,5%
Флегмона голени	24	42,1%	23	43,4%	47	42,7%
Всего	57	100,0%	53	100,0%	110	100,0%

Таблица 2.

Основные причины развития флегмон нижних конечностей

Причины	Группа сравнения (n=57)		Основная группа (n=53)	
	К-во	%	К-во	%

Острые воспалительные заболевания кожи и подкожной клетчатки (фурункул, карбункул, пиодермит)	20	35,1%	20	37,7%
Острые заболевания сосудистой и лимфатической системы (острый тромбоз, острый лимфаденит, лимфангоит)	5	8,8%	5	9,4%
Открытые и закрытые травматические повреждения кожных покровов и подлежащих тканей	12	21,1%	10	18,9%
Микротравмы (раны и ссадины, царапины, трещины)	6	10,5%	5	9,4%
Хронические заболевания (трофические язвы, дерматиты, экземы, псориаз, микоз)	3	5,3%	3	5,7%
Послеожоговые раны (химические, физические)	9	15,8%	7	13,2%
Укушенные раны	2	3,5%	3	5,7%
Всего	57	100,0%	53	100,0%

Все пациенты при поступлении жаловались на наличие фебрильной температуры, общей интоксикации, покраснение и отек в месте гнойно-некротического процесса, а также размягчение инфильтрата с развитием гнойной полости. В группе сравнения 42 (73,7%) и 45 (84,9) в основной группе предъявляли жалобы на озноб, около 10% пациентов отмечали увеличение лимфатических узлов (табл. 3).

Таблица 3

Клинические проявления гнойно-некротического процесса мягких тканей нижних конечностей у больных сахарным диабетом

Клинические проявления	Группа сравнения (n=57)		Основная группа (n=53)	
	К-во	%	К-во	%
Повышение t-тела (38-40 °C)	57	100,0%	53	100,0%
Общая интоксикация: слабость, бледность, недомогание, снижение аппетита, тошнота, потливость	57	100,0%	53	100,0%

Озноб, головная боль, жажда	42	73,7%	45	84,9%
Краснота и резкий отек тканей в месте гнойно-некротического процесса	57	100,0%	53	100,0%
Увеличение лимфатических узлов	6	10,5%	5	9,4%
Размягчение инфильтрата с развитием гнойной полости	57	100,0%	53	100,0%

В зависимости от вида флегмоны распределение показало следующее. В группе сравнения у 21 (36,8%) пациента и в основной группе у 17 (32,1%) флегмона была гнойная, серозная у 6 (10,5%) и 4 (7,5%) пациентов соответственно, гнилостная у 7 (12,3%) и 7 (13,2%), некротическая у 13 (22,8%) и 16 (30,2%), анаэробная у 10 (17,5%) и 9 (17,0%) пациентов (табл. 4).

Таблица 4

Распределение больных с гнойно-некротическим процессом мягких тканей нижних конечностей у больных сахарным диабетом в зависимости от вида флегмоны

Вид флегмоны	Группа сравнения (n=57)		Основная группа (n=53)	
	К-во	%	К-во	%
Серозная	6	10,5%	4	7,5%
Гнойная	21	36,8%	17	32,1%
Гнилостная	7	12,3%	7	13,2%
Некротическая	13	22,8%	16	30,2%
Анаэробная	10	17,5%	9	17,0%

На этапе предоперационного обследования в основном проводились следующие методы: Стандартные клинические методы исследования; клиничко-лабораторные методы; инструментальные методы (УЗИ, УЗДГ и по показаниям томографические методы); определение степени интоксикации; оценка локального статуса; посев раневого отделяемого на микрофлору; бактериологическое определение чувствительности к антибиотикам; по показаниям рентгенография пораженной зоны; по показаниям КТ, МРТ мягких тканей; по показаниям другие дополнительные методы исследования.

После короткого предоперационного курса обследования и подготовки все пациенты были оперированы. Было выполнено вскрытие гнойно-некротического очага, с некрэктомией, при этом как было сказано выше методика ведения ран отличалась в

группах сравнения.

В обеих группах вскрытие и санация очага в техническом плане были идентичными. Отличия были в дополнении в основной группе методов физического воздействия на рану, то есть лазерного облучения и фотодинамического эффекта метиленовой сини.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка динамики течения раневого процесса после операции

В раннем послеоперационном периоде учитывались все виды возможных осложнений. Общая их частота в группе сравнения составила 66,7% (у 38 из 57 пациентов), при этом в основной группе верифицировано 24,5% случаев осложненного течения (у 13 из 53 пациентов), что оказалось достоверно меньше, чем в группе сравнения ($\chi^2=19,610$; $df=1$; $p<0,001$). Характер поражения определял возможность его распространения после вскрытия и санации, что было отмечено в обеих группах, но при этом дополнительное воздействие на рану в основной группе позволило фактически в 4 раза сократить риск развития этого осложнения. Так, в группе сравнения распространение воспалительного процесса на соседние ткани отмечено у 21 (36,8%) пациента, а в основной группе у 5 (9,4%). Краевой некроз раны развился у 15 (26,3%) и 6 (11,3%) пациентов соответственно. Другими частыми осложнениями в группе сравнения были кровоизлияние из раны и инфильтрат – по 9 (15,8%) пациентов, при этом в основной группе развитие инфильтративного процесса отмечено только у 3 (5,7%) больных. Явления острого лимфангита зарегистрировано у 6 (10,5%) и 2 (3,8%) пациентов (табл. 5).

Таблица 5

Частота осложнений после вскрытия гнойно-некротического процесса нижних конечностей у больных сахарным диабетом в исследуемых группах

Осложнение	Группа сравнения		Основная группа	
	Абс.	%	Абс.	%
Кровоизлияние из раны	9	15,8%	0	0,0%
Распространение воспалительного гнойного процесса	21	36,8%	5	9,4%
Инфильтрат послеоперационной раны	9	15,8%	3	5,7%
Некроз краев раны	15	26,3%	6	11,3%
Острый лимфангит	6	10,5%	2	3,8%
Больных с осложнениями	38	66,7%	13	24,5%

Достоверность отличий

$\chi^2=19,610$; $df=1$; $p<0,001$

Развитие осложнений после вскрытия гнойно-некротического процесса на нижних конечностях у больных сахарным диабетом требовало проведения дополнительных терапевтических мероприятий. В случаях кровоизлияния из операционной раны применяли тампонаду с гемостатической губкой и назначали гемостатические средства; данные осложнения, как правило, возникали на 1-2 сутки после операции.

При распространении гнойного процесса (образование гнойных затеков) проводились дополнительные вмешательства, включая вскрытие и дренирование гнойных полостей. Пациентам выполнялась вторичная хирургическая обработка раны через дополнительный разрез. Такие осложнения обычно развивались на 2-3 сутки после операции.

При формировании инфильтрата в области послеоперационной раны проводились консервативные мероприятия, включающие физиотерапевтические процедуры, противовоспалительное и местное лечение. Эти осложнения возникали на 5-7 сутки после операции, в раннем послеоперационном периоде.

В случаях развития некроза краев раны проводилось иссечение некротизированных тканей. При остром лимфангите применяли комплексное консервативное лечение, включающее противовоспалительные, антибактериальные и антигистаминные препараты, а также физиотерапевтические процедуры (ультрафиолетовое облучение). Эти осложнения проявлялись в стадии разгара воспалительного процесса при флегмонах нижних конечностей и сохранялись в раннем послеоперационном периоде.

ВЫВОДЫ

1. Внедрение нового метода лечения гнойно-некротических процессов нижних конечностей у пациентов с сахарным диабетом позволило значительно снизить частоту послеоперационных осложнений с 66,7% до 24,5% ($p<0,001$), что, в свою очередь, привело к сокращению необходимости в повторных хирургических вмешательствах с 31,6% до 13,2% ($p=0,022$). На 7-е сутки наблюдалось более выраженное снижение уровня лейкоцитоза ($10,3\pm 3,1$ против $8,8\pm 2,1 \times 10^9/л$; $p<0,05$), уменьшение доли пациентов с сохраняющимся отеком с 36,8% до 15,1% ($p=0,010$), инфильтрацией с 38,6% до 15,1% ($p=0,006$), а также снижение частоты раневого отделяемого с 40,4% до 17,0% ($p=0,008$). Кроме того, наблюдалось увеличение числа пациентов с полным очищением раны с 50,9% до 79,2% ($p=0,002$) и появлением грануляционной ткани с 24,6% до 54,7% ($p=0,002$).
2. Стимуляция этио-патогенетических механизмов заживления гнойных ран привела к значительному ускорению регресса раневого процесса, что выразилось в увеличении частоты полной эпителизации ран к 14-м суткам лечения с 36,8% до 69,8% ($p<0,002$). Было зафиксировано достоверное сокращение площади раневой поверхности ($p<0,05$),

сокращение средних сроков полного заживления ран с $19,1 \pm 10,3$ до $12,5 \pm 6,3$ суток ($p < 0,05$), а также уменьшение длительности госпитализации с $11,2 \pm 4,1$ до $8,3 \pm 2,7$ суток ($p < 0,05$).

3. Микробиологический анализ показал, что уже на 5-7 сутки в основной группе фотодинамическая терапия оказывала выраженное антимикробное действие на все виды патогенной микрофлоры, что приводило к отсутствию роста микроорганизмов начиная с 5-7 суток и полной эрадикации возбудителей к 7-10 суткам. В группе сравнения улучшение состояния раны наблюдалось в более поздние сроки, причем элиминация возбудителей происходила на 14-21 сутки. Применение нового метода также привело к 2-3-кратному сокращению воспалительной фазы заживления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов Л.Г., Садыков Р.А., Косникова И.В., Садыков Р.Р., Касымова К.Р. К вопросу о повышении эффективности антимикробной фотодинамической терапии // BISSA. 2017. №1.
2. Белик Б.М., Чумбуридзе И.П., Штильман М.Ю., Явруян О.А., Савченко Ю.П. Комплексное лечение больных с гнойно-некротическими осложнениями при нейропатической форме синдрома диабетической стопы. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2020;4:81-87
3. Логунова Е.В., Наседкин А.Н. Современный взгляд на антимикробную фотодинамическую терапию (обзор литературы). Лазерная медицина. 2015;19(2):44-52.
4. Пушкарь Ю. Ю., Бадиков Д. В. Исследование влияния низкоинтенсивного лазерного излучения на динамику течения раневого процесса \ \ Научный Вестник Здравоохранения Кубани – 2020; 5(71); с. 11-20
5. Шульгина Т.А., Странадко Е.Ф., Нечаева О.В., Глинская Е.В., Зубова К.В., Шнайдер Д.А., Беспалова Н.В. Фотодинамическая активность водной дисперсии наночастиц золота при лечении экспериментальных гнойных ран. Лазерная медицина. 2021;25(4):35-44
6. Borys S, Hohendorff J, Frankfurter C, Kiec-Wilk B, Malecki MT. Negative pressure wound therapy use in diabetic foot syndrome-from mechanisms of action to clinical practice. Eur J Clin Invest. 2019;49(4):e13067.
7. Brandão MGSA, Ximenes MAM, Sousa DF, Veras VS, Barros LM, Rabeh SAN, Costa IG, Araújo TM. Photodynamic therapy for infected foot ulcers in people with diabetes mellitus: a systematic review. Sao Paulo Med J. 2023 May 12;141(6):e2022476.
8. Chen B, Sun Y, Zhang J, Chen R, Zhong X, Wu X, et al. In vitro evaluation of photodynamic effects against biofilms of dermatophytes involved in onychomycosis. *Front Microbiol.* (2019) 10:1228. 10.3389/fmicb.2019.01228
9. Ergashev U. Y., Ernazarov Kh. I., Zohirov A. R., Alzabni I. D., Complex Treatment of Experimental Model of Diabetic Foot Syndrome, American Journal of Medicine and Medical Sciences, Vol. 12 No. 5, 2022, pp. 471-480. doi: 10.5923/j.ajmms.20221205.05.
10. Lipsky BA, Senneville É, 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 2019 update). *Diabetes Metab Res Rev.* 2020. Mar;36 Suppl 1:e3280. doi: 10.1002/dmrr.3280.