

## ПРЕДИКТОРЫ НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ТЕЧЕНИЯ РАНЕВОГО ПРОЦЕССА В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ У БОЛЬНЫХ С ГНОЙНО-НЕКРОТИЧЕСКИМИ ОСЛОЖНЕНИЯМИ НЕЙРОПАТИЧЕСКОЙ И НЕЙРОИШЕМИЧЕСКОЙ ФОРМ СИНДРОМА ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ

© Курлаев П.П.<sup>1</sup>, Гриценко В.А.<sup>2</sup>, Белозерцева Ю.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Оренбургский государственный медицинский университет (ОрГМУ)

Россия, 460000, Оренбургская область, г. Оренбург, ул. Советская, д. 6

<sup>2</sup> Оренбургский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (ОФИЦ УрО РАН)

Россия, 460000, Оренбургская область, г. Оренбург, ул. Пионерская, д. 11

**Цель:** выявление предикторов неблагоприятного течения раневого процесса в послеоперационном периоде у больных с гнойно-некротическими осложнениями (ГНО) нейропатической и нейроишемической форм синдрома диабетической стопы (СДС).

**Материалы и методы.** Проведен сравнительный анализ анамнестических, клиничко-лабораторных и микробиологических показателей 40 больных с ГНО СДС, разделенных на две статистически однородные оппозитные группы по 20 пациентов в каждой. Исследования проводились при поступлении пациентов в стационар и на 3-5 день после проведения оперативного лечения. У больных 1-й (основной) группы с неблагоприятным течением раневого процесса в послеоперационном периоде возникала потребность в проведении повторных хирургических вмешательств, а у пациентов 2-й (сравниваемой) группы заживление раны происходило после однократно го радикального оперативного пособия.

**Результаты.** Предоперационными биомаркерами неблагоприятного течения раневого процесса у больных с ГНО СДС являлись: возраст менее 60 лет, лечение инсулином до поступления в стационар, поражение тканей стопы 4-5 степени (по Вагнеру), сохранение пульсации на *a. dorsalis pedis*, обсемененность раны *Pseudomonas aeruginosa* или ассоциацией *Staphylococcus aureus* с грамнегативными бактериями, устойчивость раневой микрофлоры к цефалоспорином. В послеоперационном периоде на 3-5 сутки у пациентов основной группы достоверно чаще определялись: гипертермия >37,5°C, гипоальбуминемия <35 г/л, гипергликемия >10 ммоль/л и местные признаки воспаления в области пораженной стопы, такие как боль, отек, гиперемия, несостоятельность швов, влажный некроз и гнойные выделения из раны, а также обнаружение в ней *P. aeruginosa* или энтеробактерий.

**Заключение.** Выявленные биомаркеры можно использовать для разработки модели прогнозирования неблагоприятного течения раневого процесса в послеоперационном периоде у больных с ГНО нейропатической и нейроишемической формами СДС, что, в свою очередь, позволит оптимизировать хирургическую тактику и своевременно корректировать схему консервативной терапии.

**Ключевые слова:** синдром диабетической стопы; гнойно-некротические осложнения; предикторы.

**Курлаев Петр Петрович** – д-р мед. наук, профессор, заслуженный врач РФ, профессор кафедры общей хирургии, ОрГМУ, г. Оренбург. ORCID iD: 0000-0002-0130-8221. E-mail: [pk287778@mail.ru](mailto:pk287778@mail.ru)

**Гриценко Виктор Александрович** – д-р мед. наук, профессор, гл. науч. сотрудник лаборатории персистенции и симбиоза микроорганизмов Института клеточного и внутриклеточного симбиоза, ОФИЦ УрО РАН, г. Оренбург. ORCID iD: 0000-0002-2086-5170. E-mail: [vag59@mail.ru](mailto:vag59@mail.ru) (автор, ответственный за переписку)

**Белозерцева Юлия Петровна** – ассистент кафедры общей хирургии, ОрГМУ, г. Оренбург. ORCID iD: 0000-0002-0389-2273. E-mail: [orenmedic@mail.ru](mailto:orenmedic@mail.ru)

В настоящее время в мире и Российской Федерации отмечается ежегодное увеличение больных сахарным диабетом (СД), который у 15-25% больных сопровождается трофическими изменениями в дистальных отделах нижних конечностей [15, 17] и развитием синдрома диабетической стопы (СДС) с гнойно-некротическими осложнениями (ГНО). Нередко пациентам с такой патологией проводятся неоднократные (повторные) оперативные вмешательства с последующими ампутацией конечности, инвалидизацией и высокой послеоперационной летальностью [3, 5], что обуславливает необходимость выявления предикторов и разработки способов прогнозирования исходов хирургиче-

ского лечения. В тактическом плане при лечении ГНО у больных СДС отдается предпочтение хирургическим вмешательствам на дистальных отделах нижних конечностей с сохранением их опорной функции, что, к сожалению, не всегда приводит к купированию гнойно-некротического процесса. В послеоперационном периоде, в котором принято выделять ранний послеоперационный период (первые 3 дня после операции) и ближайший послеоперационный период (до выписки пациента из стационара) [6, 9], возможно развитие гнойных осложнений и формирование вторичных некрозов, частота которых может достигать 33,6-45,7% [2]. Их возникновение требует проведения дополнительных

операций, что еще более подчеркивает значимость своевременного выявления биомаркеров прогрессирования гнойно-некротических изменений на стопе в раннем послеоперационном периоде, позволяющих предполагать неблагоприятный исход оперативного пособия и, соответственно, менять схему лечения, тем самым, добиваясь купирования воспалительного процесса без повторного оперативного вмешательства.

Существующие методы прогнозирования характера течения раневого процесса у больных с ГНО СДС ориентированы на определение отдельных показателей гомеостаза человека, таких как: лейкоцитарный индекс интоксикации и индекс агрессии [10], степень ишемии нижних конечностей [13], прокальцитонин и коэффициент реактивности цитокинового ответа [12], провоспалительные цитокины – ФНО $\alpha$  и ИЛ-4 [1], уровень дегидроэпиандростерона-сульфата сыворотки крови пациентов [4], показатели относительного содержания липопротеинов низкой плотности и малонового диальдегида и их отношения к параметрам антиоксидантной системы организма – глутатионпероксидазе и глутатионредуктазе [14], и не учитывают особенности поражения диабетической стопы, клинические проявления, микробный фактор. В то же время не сопоставлялись клинические проявления заболевания, лабораторные показатели, данные о видовой принадлежности и биологических свойствах раневой микрофлоры с разными вариантами исходов хирургического вмешательства у больных с ГНО нейропатической и нейроишемической форм СДС.

Эти обстоятельства послужили основанием для проведения настоящего исследования, целью которого явилось выявление предикторов неблагоприятного течения раневого процесса в послеоперационном периоде у больных с нейропатической и нейроишемической формами синдрома диабетической стопы.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование были отобраны 40 больных (16 мужчин и 24 женщины от 47 до 79 лет, средний возраст –  $63,8 \pm 1,4$  года) с гнойно-некротическими осложнениями нейропатической и нейроишемической форм СДС (2-5 степень поражения по Вагнеру), перенесшими оперативное вмешательство и получавшими рекомендуемую антибиотикотерапию с использованием цефалоспоринов III поколения, фторхинолонов и карбапенемов. Критериями исключения пациентов было наличие у них ишемической формы СДС и 0-1 степень поражения по Вагне-

ру. Больные, сопоставимые по полу и возрасту, были распределены на две оппозитные группы. В 1-ю (основную) группу вошли 20 пациентов с неблагоприятным течением раневого процесса в послеоперационном периоде, которым потребовалось проведение повторной хирургической интервенции из-за развития раневой инфекции (критерий включения); 2-ю (сравнимую) группу составили 20 больных с благоприятным исходом, у которых после выполненного при поступлении в стационар радикального оперативного вмешательства происходило заживление раны и купирование гнойно-воспалительного процесса (критерий включения). Для рандомизации во 2-ю группу пациенты отбирались из 702 больных с ГНО СДС, находившихся под нашим наблюдением в течение 2012-2018 гг., «методом случайной выборки без возвращения» в соответствии с Национальным стандартом Российской Федерации «Статистические методы. Процедуры рандомизации и отбора случайной выборки» (ГОСТ Р ИСО 24153-2012). Для определения биомаркеров гнойно-воспалительных осложнений раневого процесса в послеоперационном периоде произведен сравнительный анализ 170 анамнестических, клинико-лабораторных и микробиологических показателей, определяемых у пациентов оппозитных групп при поступлении в стационар и на 3-5 день после оперативного вмешательства. При этом у больных учитывали коморбидные и сопутствующие заболевания, такие как: диабетические энцефало-, нефро- и полинейропатии, хроническая почечная недостаточность, гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда и острые нарушения мозгового кровообращения в анамнезе.

У всех больных осуществляли выделение из раны микроорганизмов и их видовую идентификацию, которые проводили в соответствии с Приказом МЗ СССР от 22.04.1985 № 535 «Об унификации микробиологических (бактериологических) методов исследования, применяемых в клинико-диагностических лабораториях лечебно-профилактических учреждений» общепринятыми методами на основе морфологических, тинкториальных и биохимических свойств с использованием официальных тест-систем «ЭНТЕРОтест 24», «СТАФИтест 16», «НЕФЕРМ-тест 24» («Lachema», Чехия). Антибиотикочувствительность выделенных штаммов микроорганизмов определяли диско-диффузионным методом с применением официальных дисков с антибиотиками [11], использование которых рекомендовано для лечения ГНО СДС (аминогликозиды, макролиды, цефалоспорины,  $\beta$ -лактамы антибиотиками, фторхинолоны, карбапенемы, пенициллины, гликопептиды) [2, 16].

При статистической обработке данных использовали категориальные (номинальные) шкалы и для всех анализируемых качественных показателей рассчитаны относительные частоты (P, %) встречаемости признаков у пациентов в каждой группе и их стандартные ошибки (p, %); с учетом критерия Стьюдента (t) были отобраны характеристики (биомаркеры), по которым имелись статистически значимые различия ( $p \leq 0,05$ ) между пациентами сравниваемых групп. Поскольку количество больных в каждой из оппозитных групп было  $\leq 30$  ( $n=20$ ), то вместо нормального распределения пользовались соответствующими квантилями распределения Стьюдента при числе степеней свободы  $v=n-1$  [8].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований выявлены предикторы неблагоприятного течения раневого процесса в послеоперационном периоде у пациентов с ГНО нейропатической и нейроишемической форм СДС, определяемые при поступлении больных в стационар и на 3-5 сутки после оперативного вмешательства.

Предоперационными биомаркерами развития гнойно-воспалительных процессов в послеоперационной ране являлись: лечение сахарного диабета инсулином до госпитализации, возраст до 60 лет, 4-5 степень поражения стоп (по Вагнеру) [18], сохранение пульсации на артерии тыла стопы (*a. dorsalis pedis*), остеомиелит костей стопы выше уровня пальцев, наличие в ране *Pseudomonas aeruginosa* или ее обсеменение ассоциациями *Staphylococcus aureus* с грамотрицательными бактериями, устойчивость раневой микрофлоры к цефалоспорином (табл. 1).

Кроме того, на исходы оперативного лечения ГНО СДС оказывали влияние объем первичного хирургического вмешательства (первичная радикальная некрэктомия или вскрытие очага гнойного воспаления) и время наложения швов. Так, у  $90 \pm 7\%$  пациентов с осложненным течением раневого процесса (1-я основная группа) осуществлялась радикальная первичная некрэктомия, заканчивающаяся в  $40 \pm 11\%$  случаев наложением первичного шва, тогда как у больных 2-й сравниваемой группы такое хирургическое вмешательство выполнялось лишь в половине случаев, а у другой половины пациентов использовали отсроченное радикальное хирургическое лечение после предварительного

Таблица 1

Table 1

Частота выявления ( $P \pm p$ ) дооперационных биомаркеров течения раневого процесса в послеоперационном периоде у пациентов оппозитных групп с гнойно-некротическими осложнениями нейропатической и нейроишемической форм синдрома диабетической стопы

Frequency of detection ( $P \pm p$ ) of preoperative biomarkers of the wound process in the postoperative period in patients of the opposite groups with purulent-necrotic complications of neuropathic and neuroischemic forms of diabetic foot syndrome

Биомаркеры Biomarkers	Основная группа Main group ( $n=20$ ), ( $P \pm p$ , %)	Группа сравнения Compared group ( $n=20$ ), ( $P \pm p$ , %)
Инсулинотерапия до госпитализации Insulin therapy before hospitalization	$80 \pm 9^*$	$40 \pm 11$
Возраст до 60 лет Age up to 60 years	$60 \pm 11^{**}$	$10 \pm 7$
4-5 степень заболевания (по Вагнеру) 4-5 Degrees of the disease (according to Wagner)	$85 \pm 8^*$	$55 \pm 11$
Наличие пульсации на артерии тыла стопы Persistence of pulsation at <i>a. dorsalis pedis</i>	$50 \pm 11^*$	$15 \pm 8$
Поражение костей выше уровня пальцев Bone lesions above the level of the toes	$40 \pm 11^{**}$	$5 \pm 5$
Наличие в ране <i>P. aeruginosa</i> Presence of <i>P. aeruginosa</i> in the wound	$30 \pm 11^*$	$5 \pm 5$
Наличие в ране ассоциаций <i>S. aureus</i> с грамотрицательными бактериями Presence of <i>S. aureus</i> associations with gram-negative bacteria in the wound	$35 \pm 11^*$	$5 \pm 5$
Устойчивость раневой микрофлоры к цефалоспорином Resistance of wound microflora to cephalosporins	$60 \pm 11^*$	$15 \pm 8$

Примечание: \* –  $p < 0,05$  для сравниваемых групп; \*\* –  $p < 0,01$  для сравниваемых групп.

Note: \* –  $p < 0.05$  for the compared groups; \*\* –  $p < 0.01$  for the compared groups.

вскрытия гнойного очага и стихания признаков воспаления. У этих больных первичный шов на рану с интраоперационной установкой дренажно-промывной системы накладывали в 85±8% случаев ( $p<0,01$ ). Эти межгрупповые различия формально позволяют рассматривать указанные особенности хирургического лечения в качестве предикторов неблагоприятного течения раневого процесса в послеоперационном периоде у больных с ГНО СДС.

На 3-5 сутки после первичного хирургического лечения предикторами гнойно-воспалительных процессов в обработанной ране у пациентов с ГНО нейропатической и нейроишемической форм СДС явились: наличие местных признаков воспаления (отек, гиперемия, боль, несостоятельность швов, истечение гноя и влажный некроз в ране или паравульнарной области), а также повышение температуры тела более 37,5°C, СОЭ более 40 мм/час,

уровень сахара в крови более 10 ммоль/л, низкое содержание альбуминов крови (менее 35 г/л), выделение из раны *P. aeruginosa* или энтеробактерий (табл. 2).

Вместе с тем, проведенный анализ позволил констатировать отсутствие достоверных различий между пациентами оппозитных групп по большинству клинико-лабораторных признаков, включая такие показатели, как длительность течения СД, наличие учтенных коморбидных и сопутствующих заболеваний, многие лабораторные параметры (лейкоцитоз, сдвиг лейкоформулы влево, отклонения от нормальных уровней мочевины, креатинина, билирубина, общего белка и др.).

Таким образом, в результате проведенного анализа удалось выявить комплекс анамнестических, клинико-лабораторных и микробиологических признаков, отражающих разный (благоприятный / неблагоприятный) характер

Таблица 2

Table 2

Частота выявления ( $P\pm p$ ) биомаркеров характера течения раневого процесса на 3-5 сутки после оперативного вмешательства у пациентов оппозитных групп с гнойно-некротическими осложнениями нейропатической и нейроишемической форм синдрома диабетической стопы  
Frequency of detection ( $P\pm p$ ) of biomarkers of the wound process on the 3-5 days after surgery in patients of the opposite groups with purulent-necrotic complications of neuropathic and neuroischemic forms of diabetic foot syndrome

Биомаркеры Biomarkers	Основная группа Main group (n=20), ( $P\pm p$ , %)	Группа сравнения Compared group (n=20), ( $P\pm p$ , %)
Гиперемия Hyperemia	30±11*	5±5
Отек Edema	50±12*	20±9
Боль в конечности в покое Pain in the limb at rest	85±8**	30±11
Несостоятельность швов Inconsistency of sutures	65±11**	20±9
Влажный некроз Wet necrosis	45±11**	5±5
Истечение гноя из раны Discharge of pus from the wound	40±11*	5±5
Температура тела >37,5°C Body temperature >37.5°C	60±11*	25±10
Скорость оседания эритроцитов >40 мм/час Erythrocyte sedimentation rate >40 mm/hour	70±11*	40±11
Сахар в крови >10 ммоль/л Blood sugar greater >10 mmol/l	75±10*	40±11
Альбумины крови <35 г/л Blood albumins <35 g/l	55±11*	20±9
Наличие в ране <i>P. aeruginosa</i> или энтеробактерий The presence of <i>P. aeruginosa</i> or enterobacteria in the wound	35±11*	10±7

Примечание: \* –  $p<0,05$  для сравниваемых групп; \*\* –  $p<0,01$  для сравниваемых групп.

Note: \* –  $p<0.05$  for the compared groups; \*\* –  $p<0.01$  for the compared groups.

течения послеоперационного периода у больных с ГНО нейропатической и нейроишемической форм СДС.

Эти информативные клинико-лабораторные и микробиологические биомаркеры расширяют арсенал известных прогностических признаков, отражающих нарушения отдельных звеньев гомеостаза у больных с ГНО СДС [1, 4, 12-14], и могут быть использованы для разработки модели персонализированного прогнозирования осложненного течения раневого процесса у пациентов с данной патологией после радикального хирургического вмешательства [10]. Создание и применение в клинической практике подобной модели позволит своевременно определять пациентов с потенциально неблагоприятным (осложненным) течением послеоперационного периода, заранее планировать для них расширенную схему консервативной, в том числе антибактериальной [7] терапии и/или вносить коррективы в предполагаемый объем первичного хирургического вмешательства, что, в конечном итоге, будет способствовать повышению качества проводимой терапии больных с ГНО нейропатической и нейроишемической форм СДС.

Дальнейшие исследования в этом направлении целесообразно сконцентрировать на разработке эффективного алгоритма (программы) прогнозирования характера течения раневого процесса после проведенного оперативного лечения больных с указанной патологией, который может базироваться на интегральной оценке выявленных предикторов неблагоприятного течения послеоперационного периода. При этом такой прогностический алгоритм должен быть «открыт» для включения в него дополнительных (например, иммунологических, молекулярно-генетических и др.) информативных биомаркеров, которые, несомненно, будут выявлены в обозримой перспективе.

В то же время наличие осложненного течения раневого процесса в послеоперационном периоде у части больных с ГНО нейропатической и нейроишемической форм СДС определяет необходимость поиска новых, более эффективных терапевтических воздействий, выработки четких показаний к уровню/объему хирургического вмешательства на пораженной нижней конечности и обоснования наложения первичного шва при проведении оперативного пособия.

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

#### ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

#### СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ

Все пациенты дали письменное информированное согласие на участие в исследовании. Протокол исследования был одобрен Локальным этическим комитетом Оренбургского государственного медицинского университета, протокол № 40 от 06.11.2020 г.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Баринов Э.Ф., Лях Ю.Е., Барина М.Э., Гурьянов В.Г. Цитокиновый ответ при синдроме диабетической стопы: возможности прогнозирования нарушения заживления ран. *Патология*. 2011;8(2):030–032 [Barinov E.F., Lyakh J.E., Barinova M.E., Guryanov V.G. Cytokine response in the diabetic foot syndrome – the predictability of disturbances of wound healing. *Pathologiya*. 2011;8(2): 030–032 (in Russ.)]
2. Бенсман В.М. *Хирургия гнойно-некротических осложнений диабетической стопы: руководство для врачей*. 2-е изд. перераб. и доп. Москва: Медпрактика, 2015. 496 с. [Bensman V.M. *Surgery of purulent-necrotic complications of diabetic foot: a guide for doctors*. 2<sup>nd</sup> ed. rev. and exp. Moscow: Medpraktika, 2015. 496 p. (in Russ.)]
3. Дедов И.И., Шестакова М.В., Майоров А.Ю., под ред. *Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом*. 9-й выпуск (дополненный). Москва, 2019. 212 с. [Dedov I.I., Shestakova M.V., Mayorov A.Yu., editors. *Standards of Specialized Diabetes Care*. 9<sup>th</sup> ed. rev. Moscow, 2019. 212 p. (in Russ.)] DOI: 10.14341/DM221S1
4. Игнатович И.Н. *Хирургия и ангиология диабетической стопы: монография*. Минск: БГМУ, 2013. 304 с. [Ignatovich I.N. *Surgery and angiology of the diabetic foot: a monograph*. Minsk: Belarusian state medical University, 2013. 304 p. (in Russ.)]
5. Кисляков В.А., Оболенский В.Н., Юсупов И.А. Синдром диабетической стопы: комплексный подход к лечению. *Русский медицинский журнал. Медицинское обозрение*. 2016;24(12):768–770 [Kislyakov V.A., Obolenskiy V.N., Yusupov I.A. Diabetic foot syndrome: a comprehensive approach to treatment. *Russian Medical Inquiry*. 2016;24(12):768–770 (in Russ.)]
6. Ковалев А.И., Цуканов Ю.Т. *Школа неотложной практики*. 2-е изд. перераб. и доп. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. 743 с. [Kovalev A.I., Tsukanov Yu.T. *School of emergency practice* 2<sup>nd</sup> ed. rev. and exp. Moscow: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2010. 743 p. (in Russ.)]
7. Курлаев П.П., Гриценко В.А., Белозерцева Ю.П. Новый подход к выбору антибактериальной терапии гнойных осложнений синдрома диабетической стопы. *Оренбургский медицинский вестник*. 2019;7(4-28):24–29 [Kurlaev P.P., Gritsenko V.A., Belozertseva Yu. P. A new approach to the choice of antibacterial therapy for purulent complications of

- diabetic foot syndrome. *Orenburg medical herald*. 2019;7(4-28):24–29 (in Russ.)]
8. Лакин Г.В. *Биометрия*. Москва: Высшая школа, 1990. 352 с. [Lakin G.V. *Biometriya*. Moscow: Vysshaya shkola, 1990. 352 p. (in Russ.)]
  9. Макшанов И.Я., Гарелик П.В., Дубровщик О.И., Мармыш Г.Г., Цилиндзь И.Т. *Хирургическая операция: расстройство гомеостаза, предоперационная подготовка, послеоперационный период*. Учебное пособие. Под ред. И.Я. Макшанова. Минск: Книжный дом (Интерпрессервис), 2002. 416 с. [Makshanov I.Ya., Garelik P.V., Dubrovshchik O.I., Marmysh G.G., Tsilindz' I.T. *Surgical operation: homeostasis disorder, preoperative preparation, postoperative period*. Training manual. Makshanov I.Ya., editor. Minsk: Knizhnyy dom (Interpresservis), 2002. 416 p. (in Russ.)]
  10. Милица Н.Н., Солдусова В.В. Прогнозирование течения раневого процесса у больных с гнойно-некротическими осложнениями диабетической стопы. *Украинский журнал хирургии*. 2009;(1):94–96 [Militsa N.N., Soldusova V.V. Predicting the course of the wound process in patients with purulent-necrotic complications of diabetic foot. *Ukrainian Journal of Surgery*. 2009;(1):94–96 (in Russ.)]
  11. *Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам*. Методические указания. Москва: Федеральный центр госэпиднадзора Минздрава России, 2004. 91 с. [Determination of the sensitivity of microorganisms to antibacterial drugs. Methodical guidelines. Moscow: Federal center of Gossanepidnadzor of the Ministry of health of Russia. 2004. 91 p. (in Russ.)]
  12. Плоткин Л.Л., Белов В.В., Широбокова М.В. Инфекция синдрома диабетической стопы (часть 2). *Уральский медицинский журнал*. 2011;6(84):129–134 [Plotkin L.L., Belov V.V., Shirobokova M.V. Infection of a syndrome of diabetic foot (part 2). *Ural medical journal*. 2011;6(84):129–134 (in Russ.)]
  13. Тараканова О.Е. Оценка ишемии нижних конечностей в прогнозировании результатов лечения больных с синдромом диабетической стопы. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина*. 2010;(1):107–112 [Tarakanova O.E. The role of the estimation of the limb ischemia degree in the prognostication of outcome of the patients with diabetic foot syndrome treatment. *Vestnik of Saint-Petersburg university. Medicine*. 2010;(1):107–112 (in Russ.)]
  14. Шемякина Н.А., Артамонова З.А., Скворцов Е.В., Намоконов Е.В. Диагностическая значимость некоторых показателей системы «ПОЛ – антиоксиданты» в прогнозе развития гнойно-воспалительных осложнений стопы у больных сахарным диабетом. *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2012;4-2(86):155–158 [Shemyakina N.A., Artamonova Z.A., Skvortsov E.V., Namokonov E.V. Diagnostic significance of certain parameters of "lipid peroxidation – antioxidants" system in the forecast of purulent-inflammatory complications of foot in patients with pancreatic diabetes *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2012;4-2(86):155–158 (in Russ.)]
  15. Epstein D.A., Corson J.D. Surgical perspective in treatment of diabetic foot ulcers. *Wounds*. 2001;13(2):59–65.
  16. Karchmer A.W. *Microbiology and treatment of diabetic foot infections*. In: *Diabetic Foot*. 2nd ed. Veves A., Giurini J.M., Legerfo F.W., editors. Boston: Humana Press, 2006. P. 255-268.
  17. Sen C.K., Gordillo G.M., Roy S., Kirsner R., Lambert L., Hunt T.K., Gottrup F., Gurtner G.C. et al. Human skin wounds: a major and snowballing threat to public health and the economy. *Wound Repair Regen*. 2009;17(6):763–771. DOI: 10.1111/j.1524-475X.2009.00543.x
  18. Wagner F.M. *A classification and treatment program for diabetic, neuropatic and disvascular foot problems*. In: *American Academy of Orthopedics Surgeons instructional. Course lectures*. St. Louis: Mosby, 1979. P. 143-165.

Поступила в редакцию 02.12.2020

Подписана в печать 21.12.2020

---

**Для цитирования:** Курлаев П.П., Гриценко В.А., Белозерцева Ю.П. Прединдикторы неблагоприятного течения раневого процесса в послеоперационном периоде у больных с гнойно-некротическими осложнениями нейропатической и нейроишемической форм синдрома диабетической стопы. *Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье»*. 2020;(4):4–10. DOI: 10.21626/vestnik/2020-4/01

---

## PREDICTORS OF UNFAVORABLE COURSE OF WOUND PROCESS IN POSTOPERATIVE PERIOD IN PATIENTS WITH PURULENT-NECROTIC COMPLICATIONS OF NEUROPATHIC AND NEUROISCHEMIC FORMS OF DIABETIC FOOT SYNDROME

© Kurlaev P.P.<sup>1</sup>, Gritsenko V.A.<sup>2</sup>, Belozertseva Yu.P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Orenburg State Medical University (OrSMU)

6, Sovetskaya St., Orenburg, Orenburg region, 460000, Russian Federation

<sup>2</sup> Orenburg Federal Research Center of Ural Branch of Russian Academy of Sciences (OFRC UrB RAS)

11, Pionerskaya St., Orenburg, Orenburg region, 460000, Russian Federation

---

**Objective:** to identify predictors of an unfavorable course of the wound process in the postoperative period in patients with purulent-necrotic complications (PNC) of neuropathic and neuroischemic forms of diabetic foot syndrome (DFS).

**Materials and methods.** A comparative analysis of anamnestic, clinical, laboratory, and microbiological parameters of 40 patients with PNC of DFS, divided into 2 statistically homogeneous opposition groups of 20 patients each. Studies were conducted at the time of admission of patients to the hospital and 3-5 days after surgical treatment. In patients of the 1 (main) group with an unfavorable course of the wound process in the postoperative period, there was a need for repeated surgical interventions, and in patients of the 2 (compared) group, wound healing occurred after a single radical surgical aid.

**Results.** Preoperative biomarkers of unfavorable course of wound process in patients with PNC of DFS were: age less than 60 years, treatment with insulin before admission, the lesion of the foot tissue of 4-5 degree (according to Wagner), the persistence of pulsation at a. dorsalis pedis, contamination of the wound by *Pseudomonas aeruginosa* or *Staphylococcus aureus* with gram-negative bacteria, resistance of the wound microflora to cephalosporins. In the postoperative period on the 3-5 days the patients of the main group significantly more often developed the following signs: hyperthermia >37.5°C, hypoalbuminemia <35 g/l, hyperglycemia >10 mmol/l and local signs of inflammation in the affected foot area, such as pain, edema, hyperemia, inconsistency of sutures, wet necrosis and purulent discharge from the wound, as well as detection of *P. aeruginosa* or enterobacteria.

**Conclusion.** The identified biomarkers can be used to develop a model for predicting the unfavorable course of the wound process in the postoperative period in patients with PNC of neuropathic and neuroischemic forms of DFS which, in turn, will allow optimizing surgical tactics and timely adjusting the conservative therapy regimen.

**Keywords:** diabetic foot syndrome; purulent-necrotic complications; predictors.

---

**Kurlayev Petr P.** – DM, Professor, Honored Doctor of the Russian Federation, Professor of the Department of General Surgery, OrSMU, Orenburg, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-0130-8221. E-mail: [pk287778@mail.ru](mailto:pk287778@mail.ru)

**Gritsenko Viktor A.** – DM, Professor, Chief Researcher of the Laboratory of Persistence and Symbiosis of Microorganisms, Institute of Cellular and Intracellular Symbiosis, OFRC UrB RAS, Orenburg, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-2086-5170. E-mail: [vag59@mail.ru](mailto:vag59@mail.ru) (correspondence author)

**Belozertseva Yuliya P.** – Assistant of the Department of General Surgery, OrSMU, Orenburg, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-0389-2273. E-mail: [orenmedic@mail.ru](mailto:orenmedic@mail.ru)

---

### CONFLICT OF INTEREST

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

### SOURCE OF FINANCING

The authors state that there is no funding for the study.

### CONFORMITY WITH THE PRINCIPLES OF ETHICS

All patients gave the written informed consent to participate in the study. The research Protocol was approved by the Local ethics Committee of Orenburg State Medical University, Protocol No 40 of November 06, 2020).

Received 02.12.2020

Accepted 21.12.2020

---

**For citation:** Kurlaev P.P., Gritsenko V.A., Belozertseva Yu.P. Predictors of unfavorable course of wound process in postoperative period in patients with purulent-necrotic complications of neuropathic and neuroischemic forms of diabetic foot syndrome. *Kursk Scientific and Practical Bulletin "Man and His Health"*. 2020;(4):4–10. DOI: 10.21626/vestnik/2020-4/01