

С.Я. Ивануса, Б.В. Рисман, Г.Г. Иванов

Современные представления о методиках оценки течения раневого процесса у больных с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Резюме. Представлен обзор сведений о классических и современных методиках оценки и мониторинга раневого процесса на различных стадиях. Приведены краткие описания планиметрических измерений, исследований мазков-отпечатков, анализа цитогрaмм мазков-отпечатков, измерения рН раневого отделяемого, транскутанного напряжения кислорода, углекислого газа, термографии, лазерной доплеровской флоуметрии, капилляроскопии, изотопной перфузионной сцинтиграфии, посевов на питательные среды раневого отделяемого с верификацией возбудителя и подсчетом колониеобразующих единиц, хромато-масс-спектрометрии раневого отделяемого, использование трансмиссионной и сканирующей электронной микроскопии, анализа активности металлопротеаз, скрининговой иммунограммы периферической крови, реакции восстановления нитросинего тетразолия. Показано, что нарушение иммунного статуса представляет одно из патогенетических звеньев каскада патологических процессов при гнойно-некротических осложнениях синдрома диабетической стопы. Формирующаяся патогенетическая картина при синдроме диабетической стопы на фоне нарушенной гемодинамики и нарастающего метаболического дисбаланса неизбежно ведет к ряду иммунологических сдвигов, итогом которых является локальный иммунодефицит. Многофакторный анализ иммунологических сдвигов позволяет предложить поиск иммунокорректирующих средств, используемых в комплексном лечении гнойно-некротических осложнений синдрома диабетической стопы. Описана возможность использования для объективизации исследований в области изучения течения раневого процесса у больных с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы. Проведенный анализ методик оценки течения раневого процесса дает возможность предложить диагностический алгоритм, который позволит информативно, надежно и быстро выбирать оптимальную тактику лечения, а также снизить летальность и уменьшить количество инвалидизирующих операций у больных с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы.

Ключевые слова: гнойная рана, оценка раневого процесса, гнойно-некротические осложнения синдрома диабетической стопы, планиметрические измерения, мазки-отпечатки, транскутанное напряжение кислорода, углекислого газа, хромато-масс-спектрометрия микробных маркеров, рН-метрия, термография, лазерная флоуметрия, электронная микроскопия, металлопротеазы.

В последние годы отмечается рост заболеваемости сахарным диабетом (СД). По прогнозам Всемирной организации здравоохранения, общая численность больных СД возрастет до 250 млн к 2025 году [16]. Увеличение продолжительности жизни больных СД ведет к повышению частоты развития поздних осложнений [6]. Каждый второй пациент, страдающий СД, подвергается хирургическому вмешательству, 28,6–65% которых составляют гнойно-некротические изменения стоп [3].

В основе патогенеза СД лежит токсическое действие гипергликемии, развивающейся вследствие дефицита секреции инсулина или дефекта его действия либо их сочетания. Агрессивное действие гипергликемии приводит к развитию диабетической ангиопатии. Она распространяется как на мелкие сосуды (микроангиопатия), так и на сосуды среднего и крупного калибра (макроангиопатия). Изменения в крупных сосудах при СД имеют специфические отличия – поражаются дистальные артерии, отмечается агрессивное течение и мультисегментарная локализация стенозов [30].

В основе расстройств микроциркуляции у больных СД лежат метаболические и нейрорегуляторные на-

рушения. Именно нейропатия приводит к начальным функциональным расстройствам в системе микроциркуляции, которые предвещают структурные изменения. Потеря нейрогенного контроля над прекапиллярами ведет к их сужению и нарушению гидростатического давления и, в свою очередь, – к нарушению фильтрации жидкости и нутриентов. Автономная нейропатия становится причиной паралитического расширения артериоло-веноулярных шунтов и значительного повышения кровотока в них. Артериоло-веноулярные шунты, особенно развитые на нижних конечностях, проходят параллельно микроциркуляторной сети и не участвуют в тканевом питании. Через них происходит сброс артериализированной крови в венозную систему, то есть своеобразное обкрадывание кровотока в микроциркуляторном русле. Изменения мелких сосудов нижних конечностей у диабетиков детально охарактеризовал R. Goldenberg – именно он первым указал на специфичное утолщение базальной мембраны с отложением PAS-положительных веществ, а также на пролиферацию эндотелия. Повышение концентрации глюкозы в крови и инсулиннезависимых тканях сопровождается

возрастанием уровня свободных радикалов, ослаблением антиоксидантной системы, а также накоплением продуктов распада белкового и липидного обменов, обуславливающих возникновение синдрома эндогенной интоксикации и приводящих к активации процессов коагуляции, тромбозу и развитию ишемии [9].

Развивающаяся диабетическая полинейропатия связана с поражением периферического отдела соматической и вегетативной нервной системы, что приводит к утрате болевой чувствительности и нарушению автономной иннервации. Значительное снижение болевой чувствительности, представляющее угрозу развития язвенного дефекта или диабетической гангрены, имеет место у 25% больных сахарным диабетом [27].

При синдроме диабетической стопы имеются идеальные условия для развития и прогрессирования хирургической инфекции. Появление гнойного очага провоцирует катастрофическое нарастание гипергликемии, глюкозурии, кетоацидоза и гидрионных нарушений. Его увеличение неизбежно ведет к декомпенсации сахарного диабета в результате развития воспалительного ацидоза, инактивации инсулина накапливающимися микробными токсинами и протеолитическими ферментами разрушенных лейкоцитов. Это, в свою очередь, сопровождается эндогенной интоксикацией с одновременным дисбалансом большинства параметров гомеостаза, а также декомпенсацией сахарного диабета и последующим развитием синдрома взаимного отягощения [22].

Микробиоценоз у пациентов в подавляющем большинстве случаев характеризуется полимикробным поражением. В материале, взятом из глубоких гнойных очагов стопы в 21% случаев присутствовала смешанная анаэробно-аэробная флора. Наличие сложноорганизованных микробных сообществ, образующих поверхностные биопленки из полисахаридного матрикса, локализованные в надкостнице, способствуют развитию повышенной устойчивости микробных популяций к действию антибиотиков и антисептиков и являющихся, возможно, причиной рецидивирующего течения гнойно-некротических осложнений синдрома диабетической стопы [22].

Заживления раны представляет собой биологические процессы, текущие по универсальной закономерности, выражаемые в строгой последовательности смены одной фазы раневого процесса другой [24].

В современной отечественной литературе стадии раневого процесса принято разделять по М.И. Кузину [14].
1. Фаза воспаления, включающая сосудистые реакции и очищение раны – начинается сразу после ранения и продолжается в среднем 4–5 суток.
2. Фаза регенерации (репарации) или образования и созревания грануляционной ткани – продолжается в среднем в течении 2–4 недель.
3. Фаза реорганизации рубца и эпителизации [28, 29].

Таким образом, течение заживления раны определяется сложным взаимодействием нейрогормональных, клеточных, микробиологических механизмов, которые протекают в ране не одновременно, а последовательность и название фаз заживления

определяются преобладающими изменениями. В некоторых случаях в пределах одной раны можно наблюдать проявления, характерные для различных фаз раневого процесса, что требует дифференцированного индивидуального подхода к лечению каждой раны.

Известны три группы факторов, определяющих процесс заживления раны, соответственно и методики оценки течения раневого процесса также подразделяются на три группы [11]: методики, отражающие состояние тканей, образующих стенки раны, методики, качественно и количественно характеризующие микрофлору раны и методики, определяющие состояние местной и общей резистентности и иммунитета.

Различают как субъективные методики контроля, к которым относят клинические наблюдения за нормализацией температуры тела, очищением раны и появлением грануляций, началом эпителизации, так и объективные – клинический анализ крови, планиметрические измерения, цитологические, микробиологические исследования, определение pH раневой среды, электротермометрии-термографии, измерение электропотенциалов, лазерная доплеровская флоуметрия, транскутанное напряжение кислорода [26]. Достоверному суждению о состоянии тканей и точности выбранной схемы лечения способствуют объективные методики.

Методики, отражающие состояние тканей, образующих стенки раны. Предложенный в литературе водородный показатель (pH) и способ его определения с развитием учения о ранах и раневом процессе вошел в стандарт объективизации течения раневого процесса [26]. Результаты использования данной методики в различных источниках имеют неоднородную трактовку полученных результатов. Известно, что свежеснанная асептическая рана имеет щелочную реакцию среды, острая гнойная – кислую (pH<7), а хронизация раны сопровождается сдвигом pH в сторону алкалоза (pH>7) [2]. Однако в литературе нет данных о значении водородного показателя раневой среды при течении раневого процесса у пациентов с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы и особенно его изменения в зависимости от фазы раневого процесса, что может уточнить особенности метаболизма микрофлоры у данной категории пациентов.

Необходимость объективизировать изучение микроциркуляторного русла наряду с магистральным кровотоком для комплексной оценки состояния тканей стало причиной разработки методики полярографического определения напряжения кислорода в тканях [5]. Так, Г.Г. Прохоров [20], изучая состояние микроциркуляторного русла в условиях искусственной ишемии (перевязка бедренной артерии), применил капилляроскопию и полярографическое транскутанное напряжение кислорода для определения сроков и эффективности развития артериальных венозных коллатералей. Исследования А.М. Беляева [1], проведенные с применением тех же методик, позволили выявить особенности микроциркуляторного русла в непосредственной близости от раневого канала, определить основной механизм формирования вторичных

(отсроченных) некрозов и скорректировать комплексное лечение у пациентов с огнестрельными ранами, основываясь на анализе выявленных изменений.

Транскутанное определение парциального напряжения кислорода в нижних конечностях позволяет оценить состояние микроциркуляции, однако малоинформативно в определении ее пропускных возможностей [23]. И.В. Гурьева [7] в своих исследованиях, используя методику транскутанного измерения парциального напряжения кислорода в тканях, доказала, что наличие гипоксии тканей является одним из главных факторов, определяющих их сниженную возможность к регенерации. Заживление раны при напряжении кислорода ниже 33 мм рт. ст. маловероятно, и требует коррекции ишемии.

У больных с гнойно-некротическими осложнениями синдромом диабетической стопы локальная перфузия кожи является не только важным прогностическим показателем благоприятного течения раневого процесса, но объективным критерием дифференцированного подхода тактики лечения [8]. Транскутанное определение напряжения кислорода является объективным показателем оценки микроциркуляторного русла, степени компенсации или декомпенсации ишемии и прогнозирования заживления раны.

В тоже время значение показателя парциального давления углекислого газа в тканях, наблюдение гиперкапнии и её изменение в зависимости от фазы раневого процесса с необходимым для понимания механизмов поддержания воспаления у больных с синдромом диабетической стопы, однако, в литературе описано недостаточно.

Современный способ инфракрасной термографии (ИКТГ), в основе которого лежит принцип регистрации температурных распределений по собственному тепловому излучению объектов, позволяет судить о совокупности метаболических сдвигов на различных этапах раневого процесса [18]. Динамика местной температуры характеризует изменения в кровенаполнении и метаболизме и соответствует клинкоморфологическим данным. Однако, результаты работ И.П. Власова [25] обнаруживают ложноположительные результаты при наличии у пациента варикозно расширенных вен нижних конечностей, тромбоза, венозной недостаточности, застоя в большом круге кровообращения.

Использование лазерной доплеровской флоуметрии позволяет неинвазивно, косвенно, с графическим либо цифровым отображением определять характер кровотока [18]. Доказано, что методика является высокочувствительной и отображает тонкие перестройки микроциркуляторного кровотока, однако, в ряде случаев, корректная трактовка результатов исследования затруднена или невозможна из-за нестабильности показателей от акта дыхания [4].

Методики, качественно и количественно характеризующие микрофлору раны. К методикам, качественно и количественно характеризующим микрофлору раны, относят классические способы верификации

микроорганизмов путем выращивания культур. Результаты количественного учета микроорганизмов, выражают не в числе клеток, а в условных единицах – так называемых колониеобразующих единицах (КОЕ). В настоящее время методика не удовлетворяет потребности современной медицины в связи с длительностью получения полного развернутого ответа, составляющего от 7 до 10 суток [17]. Антибактериальная терапия широкого спектра действия, назначаемая до получения результатов посева, вызывает увеличение резистентности и побочные мутации у микроорганизмов, оказавшихся вне бактерицидного и бактериостатического действия препарата.

В литературе описывается современный способ верификации возбудителя и определения его количества – газовая хромато-масс-спектрометрия, методика разработана в России и позволяет получать ответ не позднее 50 мин от начала анализа. В её основе лежит высокоточное определение присутствия и количества молекулярных признаков микроорганизмов (маркеров) из числа их клеточных липидов – высших жирных кислот, альдегидов, спиртов и стеролов в анализируемой пробе, позволяющим одновременно измерять более сотни микробных маркеров непосредственно в анализируемом материале без предварительного посева на питательные среды или использования тестовых биохимических материалов. У больных с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы экспресс-информативность является не только фактором благоприятного прогноза при назначении правильной антибиотикотерапии, но и влияет на летальность. Таким образом, методику газовой хромато-масс-спектрометрии необходимо рассматривать как «золотой стандарт» идентификации возбудителя у больных с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы [31].

Методика электронной микроскопии позволяет на ультраструктурном уровне выявить сложную организацию клетки, а также микробных сообществ [22]. Применение электронной микроскопии в сканирующем и трансмиссионном режимах позволило обнаружить поверхностные биопленки из полисахаридного матрикса, способствующих развитию повышенной устойчивости микробных популяций к действию антибиотиков и антисептиков и являющиеся, возможно, причиной рецидивирующего течения гнойно-некротических осложнений синдрома диабетической стопы. В клетках кожи, подкожной клетчатке и сухожилиях выявлено большое количество вторичных лизосом (полисом), содержащих, вероятно, пероксидазы и металлопротеазы, что свидетельствует об аутолизе [22].

Методики, определяющие состояние местной и общей резистентности и иммунитета. Нарушение иммунного статуса представляет одно из патогенетических звеньев каскада патологических процессов при гнойно-некротических осложнениях синдрома диабетической стопы. Формирующаяся патогенетическая картина при синдроме диабетической стопы на фоне нарушенной гемодинамики и нарастающего метаболического дис-

баланса неизбежно ведет к ряду иммунологических сдвигов, итогом которых является локальный иммунодефицит. Многофакторный анализ иммунологических сдвигов при оценке скрининговых иммунограмм позволяет предложить поиск иммунокорректирующих средств, используемых в комплексном лечении гнойно-некротических осложнений синдрома диабетической стопы [13, 21].

Использование реакции восстановления нитросинего тетразолия (НСТ-проба), впервые описанная А.Н. Маянским и Н.Е. Виксманом [15], позволяет оценивать состояние иммунитета по активности фагоцитоза (количеству фагоцитов, способных к захвату частиц) и интенсивности фагоцитоза (количеству частиц, которые может захватить фагоцит). Методика является объективной при оценке эффективности неспецифической иммунной реакции и характеризует бактерицидную активность фагоцитов у больных с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы [15].

До настоящего времени исследование мазков-отпечатков с поверхности ран, предложенное М.П. Покровской и М.С. Макаровым [19] остается актуальным. Цитологическое исследование мазка-отпечатка клеточного состава отделяемого с поверхности раны позволяет судить о фазе раневого процесса, эффективности лечения, и уточнить дальнейшую тактику лечебных мероприятий у больных с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы [12]. Различают пять типов цитограмм: некротический (полностью отсутствует фагоцитарная активность); дегенеративно-воспалительный (выявляются слабые признаки воспалительной реакции); воспалительный (характеризует нормальное течение острого или подострого воспаления, клеточный состав состоит на 85–90% из нейтрофилов); воспалительно-регенераторный или регенераторно-воспалительный (в зависимости от превалирования того или иного компонента, содержание нейтрофильных лейкоцитов снижается до 60–70%); регенераторный (содержание нейтрофилов 40–50%, преобладают молодые клетки грануляционной ткани, по краям раны обнаруживается процесс эпителизации).

Для оценки процифрации и дифференцировки тканевых элементов грануляционной ткани некоторыми авторами используется коэффициент соотношения фибробластического и эндотелиального клеточного дифферонов [8].

В современной хирургической практике, интегральным показателем, характеризующим скорость заживления ран у больных с синдромом диабетической стопы, являются планиметрические измерения. Для измерения площади раны существуют различные методики, такие как измерение линейкой, перенесение очертаний раны на пленку с ручным подсчетом площади (механическая планиметрия), цифровая фотография и компьютерная планиметрия с использованием краевой видеометрии (VeV), стереофотограмметрия (SPG). Наиболее информативной считается формула: $ПУП = ((S_0 - S) / S_0) \cdot 100\%$, где S_0 – исходная площадь на начало лечения, S – площадь раны на момент измерения. Данная методика дает возможность определить

показатель уменьшения площади раны и оценить динамику изменения площади раны [10].

Учитывая патогенетические основы развития гнойно-некротических осложнений синдрома диабетической стопы, в алгоритме оценки течения раневого процесса необходимо использовать методики, исходя из выше приведенных групп. Оценивая состояние тканей, образующих стенки раны, необходимо использовать транскутанное определение напряжения кислорода и углекислого газа, являющиеся объективными показателями нарушения микроциркуляции степени компенсации ишемии. Показатель рН-метрии характеризует особенности метаболизма микрофлоры, а цитологическое изучение мазков-отпечатков раневой поверхности определяет фазу раневого процесса и уточняет дальнейшую тактику лечебных мероприятий. Для качественной и количественной характеристики микробного пейзажа раны необходимо применять газовую хромато-масс-спектрометрию с определением чувствительности к антибиотикам, что позволит одновременно измерить более сотни микробных маркеров непосредственно в анализируемом материале в течение короткого времени. Использование реакции восстановления нитросинего тетразолия (НСТ-проба) и скрининговые иммунограммы определяют состояние местной и общей резистентности с объективной оценкой эффективности неспецифической иммунной реакции и характеризует бактерицидную активность фагоцитов. Планиметрические измерения раны, как интегральный показатель, дает возможность оценить динамику изменения площади раны и скорость ее заживления.

Предложенный диагностический алгоритм позволит прогнозировать заживление ран и корректировать лечение у больных с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы.

Литература

1. Беляев, А.М. Коррекция морфофункциональных расстройств в огнестрельной ране мягких тканей конечности (экспериментальное исследование): дис. ... канд. мед. наук / А.М. Беляев. – СПб., 1993. – 20 с.
2. Богданец, Л.И. Венозные трофические язвы и сахарный диабет. Особенности клиники, диагностики и лечения / Л.И. Богданец [и др.] // Мед. вестн. – 2005. – № 3 (23). – С. 13–16.
3. Брискин, Б.С. Лечение осложнений «диабетической стопы» / Б.С. Брискин, Е.А. Тартаковский, Н.А. Гвоздев // Хирургия. – 1999. – № 10. – С. 53–56.
4. Вчерашний, Д.Б. Возможности и ограничения метода лазерной доплеровской флоуметрии / Д.Б. Вчерашний, Н.П. Ерофеев, С.В. Новосельцев // Науч. ведомости Белгород. гос. ун. Серия: Медицина. Фармация. – 2014. – Т. 28 – 24 (195). – С. 35–41.
5. Гейровский, Я., Основы полярографии: Пер. с чеш. / Я. Гейровский, Я. Кута. – М.: Мир, 1965. – 559 с.
6. Гостищев, В.К. Хирургическое лечение диабетической остеоартропатии, осложненной гнойно-некротическими поражениями стоп / В.К. Гостищев, А.Н. Афанасьев, А.М. Хохлов // Хирургия. – 1999. – № 8. – С. 40–44.
7. Гурьева, И.В. Профилактика, лечение, медико-социальная реабилитация, организация междисциплинарной помощи больным сахарным диабетом: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / И.В. Гурьева. – М., 2001. – 40 с.
8. Данилов, Р.К. Раневой процесс: гистогенетические основы / Р.К. Данилов. – СПб.: ВМА, 2008. – 308 с.

9. Дедов, И.И. Синдром диабетической стопы. Клиника, диагностика, лечение, профилактика / И.И. Дедов, М.Б. Анциферов, Г.Р. Галстян // М.: Универсум Паблшинг, 1998. – 143 с.
10. Зюзя, Е. В. Особенности планиметрических показателей репаративной регенерации тканей кожи в условиях моделирования инфицированной раны при воздействии на организм постоянного магнитного поля и на фоне местного введения эмульсии «перфторан» и антибиотика «цефотаксим» / Е.В. Зюзя [и др.] // Курск. науч.-практ. вестн. «Человек и его здоровье». – 2013. – № 1. – С. 11–14.
11. Ивануса, С.Я. Комплексная оценка течения раневого процесса и методов его коррекции: автореф. дис. ... канд. мед. наук / С.Я. Ивануса. – Л., 1991. – 30 с.
12. Камаев, М.Ф. Инфицированная рана и ее лечение / М.Ф. Камаев [и др.]. 2-е изд-е, перераб. и доп. – М.: Медицина, 1970. – 159 с.
13. Липин, А.Б., Способы коррекции нарушений иммунитета у больных с гнойнонекротическими формами синдрома диабетической стопы / А.Н. Липин, А.Б. Белевитин, В.О. Срабионов // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – 2008. – № 4. – С. 19–23.
14. Луцевич, О.Э. Современный взгляд на патофизиологию и лечение гнойных ран / О.Э. Луцевич [и др.] // Журн. им. Н.И. Пирогова. – 2011. – № 5. – С. 72–77.
15. Маянский, А.Н. Способ оценки функциональной активности нейтрофилов человека по реакции восстановления нитросинего тетразолия / А.Н. Маянский, М.Е. Виксман. – Казань: сазан-НИИЭМ, 1979. – 11 с.
16. Международная рабочая группа по диабетической стопе. Международное соглашение по диабетической стопе. – М.: Берег, 2000. – 96 с.
17. Митрука, Б.М. Применение газовой хроматографии в микробиологии и медицине / Б.М. Митрука. – М.: Медицина, 1978. – 600 с.
18. Паршикова, С.А. Неинвазивные методы мониторинга раневого процесса. перспективы их применения в челюстно-лицевой хирургии у детей / С.А. Паршикова, В.В. Паршиков // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2. – С. 64.
19. Покровская, М.П. Цитология раневого экссудата как показатель процесса заживления ран / М.П. Покровская, М.С. Макаров. – М.: Медгиз, 1942. – 37 с.
20. Прохоров, Г.Г. Анатомо-физиологические особенности коллатерального кровообращения при перевязке бедренной артерии в условиях венозной недостаточности (экспериментальное исследование): автореф. дис. ... канд. мед. наук / Г.Г. Прохоров. – Л., 1979. – 18 с.
21. Прошин, А.В. Состояние иммунного статуса и динамика раневого процесса у больных с осложненными формами синдрома диабетической стопы / А.В. Прошин Вестн. Новгород. гос. унта. – 2012. – № 67. – С. 74–77.
22. Рисман, Б.В. Лечение гнойно-некротических осложнений синдрома диабетической стопы: дис. д-ра мед. наук / Б.В. Рисман. – СПб., 2011. – 219 с.
23. Савельев, В.С. Критическая ишемия нижних конечностей / В.С. Савельев, В.М. Кошкин. – М.: Медицина, 1997. – 160 с.
24. Саркисов, Д.С. Очерки истории общей патологии / Д.С. Саркисов – М.: Медицина, 1988. – 336 с.
25. Тепловидение в диагностике заболеваний щитовидной железы и диабетических ангиопатий: метод. рекомендации / И.П. Власов и др. – Л.:Б.и., 1980. – 22 с.
26. Фаттахов, В.Л. Влияние кислотно-основного состояния среды на течение раневого процесса при сахарном диабете / В.Л. Фаттахов [и др.] // Сибир. мед. обозрение. – 2009. – № 6. – С. 35–38.
27. Cameron, N.E. Metabolic and vascular factors in the pathogenesis of diabetic neuropathy / N.E. Cameron, M.A. Cotter // Diabetis. – 1997. – Suppl. 2 – P. 31-37.
28. Eskes, A.M. Is the red-yellow-black scheme suitable to classify site wounds? An inter-observer analysis. / A.M. Eskes, L.A. Gerbens, C.M. van der Horst // Burns. – 2011. – Vol. 37, № 5. – P. 822–826.
29. Krasner, D. Wound care: how to use the Red-Yellow-Black system. / D. Krasner // Am. J. Nursing – 1995. – Vol. 95, № 5. – P. 44–47.
30. LoGerfo, F.W. Vascular and micro vascular disease of the foot in diabetes / F.W. LoGerfo, J.D. Coffman // New. Engl. J. Med. – 1984. – Vol. 311. – P. 161–190
31. Tissari, P. Accurate and rapid identification of bacterial species from positive blood cultures with a DNA-based microarray platform: an observational study / P. Tissari [et al.] // Lancet. – 2010. – Vol. 375, № 9710. – P. 224–230.

S. Ya. Ivanusa, B. V. Risman, G. G. Ivanov

Modern views on evaluation methods of wound healing process in patients with pyo-necrotic complications of diabetic foot syndrome

Abstract. It is described a review of information on classical and modern methods for evaluation and monitoring of wound healing at different stages. Brief description of planimetric measurements, studies smears, analysis cytograms smears, pH measurement of wound, transcutaneous oxygen tension, carbon dioxide, thermography, laser Doppler flowmetry, capillaroscopy, isotope perfusion scintigraphy, crops on nutrient media of wound with verification of agent and counting of colony forming units, gas chromatography-mass spectrometry wound discharge, the use of transmission and scanning electron microscopy analysis of the activity of metalloprotease, screening immunogram peripheral blood, reduction reaction of nitro blue tetrazolium. We describe the use of objectification of research in the study of wound healing process in patients with pyo-necrotic complications of diabetic foot syndrome. It is shown that the violation of the immune status is one of the pathogenetic links cascade of pathological processes in necrotic complications of diabetic foot. The emerging picture of pathogenetic diabetic foot syndrome on the background of impaired hemodynamics and growing metabolic imbalance inevitably leads to a number of immunological changes, the result of which is the local immune deficiency. Multivariate analysis of immunological shifts allows us to offer the search immunecorrection means used in treatment of necrotic complications of diabetic foot syndrome. We describe the use of objectification of research in the study of wound healing process in patients with pyo-necrotic complications of diabetic foot syndrome. We spent an analysis of the current evaluation methods of wound healing process allows us to offer diagnostic algorithm, which allows informative, reliable and quickly select the optimal treatment strategy and will reduce mortality and reduce the number of debilitating surgery in patients with pyo-necrotic complications of syndrome of diabetic foot.

Key words: purulent wound, assessment of wound healing, necrotic complications of diabetic foot syndrome, planimetric measurement, smears, transcutaneous oxygen tension, carbon dioxide, gas chromatography-mass spectrometry microbial markers, pH of-metry, thermography, laser flowmetry, electronic microscopy metalloproteases.

Контактный телефон: 8-911-755-30-30; e-mail: doctorigg@yandex.ru