

Определение размеров и структурных элементов ран на основе компьютерной планиметрии. Фотопротокол в оценке течения раневого процесса

Г. Г. Иванов¹, В. Н. Ярош¹, И. А. Балашов²

¹ ФГКУ «1586 Военный клинический госпиталь» Минобороны России
Россия, 142110, Подольск, ул. Маштакова, д. 4

² Программист, самозанятость

Контактное лицо: Георгий Геннадьевич Иванов, doctorigg@yandex.ru

В статье обоснована актуальность применения компьютерной планиметрии как интегрального показателя в оценке течения раневого процесса. Сделан вывод об отсутствии в данный момент «офлайн» компьютерной программы, не только измеряющей площадь раны, но и детерминирующей структурные элементы, входящие в ее состав. Представлена оригинальная авторская разработка — программа «АналиРан» (Россия, 2022). Данная программа разработана для медицинских специалистов, занимающихся лечением простых и сложных чистых, условно-инфицированных и инфицированных острых и хронических ран различной этиологии. Позволяет оперативно и точно получать данные о площади раны, а также информацию о структурных элементах раны, таких как некроз, фибрин, грануляции и эпителий. Получаемая информация способствует дифференцированному подходу к выбору тактики лечения, позволяет объективно сравнивать разные средства местного воздействия на раневой процесс, оценивая их эффективность. Гибкость программы дает возможность произвести точную настройку под конкретный фотоаппарат, смартфон, видеокамеру с захватом кадра, вспышку или ее отсутствие, условия естественного или искусственного освещения. Возможности описанной программы способствуют ее широкому рутинному применению.

Ключевые слова: рана, раневой процесс, планиметрия, компьютерная планиметрия, АналиРан, оценка течения раневого процесса, фотопротокол.

Для цитирования: Иванов Г. Г., Ярош В. Н., Балашов И. А. Определение размеров и структурных элементов ран на основе компьютерной планиметрии. Фотопротокол в оценке течения раневого процесса. Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б. М. Костюченка. 2023; 10 (1): 38-44.

DOI: 10.25199/2408-9613-2023-10-1-38-44

cc by 4.0

Determination of the sizes and structural elements of wounds based on the computer planimetry. A photo protocol in assessing the course of wound healing process

G. G. Ivanov¹, V. N. Yarosh¹, I. A. Balashov²

¹FGKU "1586 VKG" of the Russian Ministry of Defense
4 Mashtakova Str., Podolsk, 142110, Russian Federation

²Programmer, self-employed

The article substantiates the relevance of computer planimetry as an integral indicator in assessing the course of wound process. The authors have concluded that currently, there is no any "off-line" computer program that not only measure wound area, but also determine its structural elements. An original author's work is presented in the article — AnalyRan program (Russia, 2022). This program is designed for medical specialists involved in the treatment of simple and complex clean, conditionally infected and infected acute and chronic wounds of various etiology. The discussed program can quickly and accurately measure the wound area and provide the information on wound structural elements, such as necrosis, fibrin, granulation and epithelium. The information obtained contributes to a differentiated approach to the choice of curative tactics and allows to make an objective comparison of various local agents, namely, their effectiveness at the wound process. The flexibility of the program allows to have fine-tuned settings for a specific camera, smartphone, video camera with frame captures, with flash or its lack, natural or artificial lighting conditions. Potentials of the presented program contribute to its widespread routine use.

Key words: wound, wound healing process, planimetry, computer planimetry, AnaliRan, assessment of wound process course, photo protocol.

For citation: Ivanov G. G., Yarosh V. N., Balashov I. A. Determination of the sizes and structural elements of wounds based on the computer planimetry. A photo protocol in assessing the course of wound healing process. Wounds and wound infections. The Prof. B. M. Kostyuchenok Journal. 2023; 10 (1): 38-44.

Введение

В современных условиях отчетливых социально-демографических тенденций увеличения среднего возраста населения (старения населения) растет количество острых и хронических неинфекционных заболеваний — острых и хронических раневых процессов, что создает дополнительную нагрузку на систему здравоохранения.

Течение раневого процесса определяется сложнорегулируемым взаимодействием клеточных, нейрогуморальных, микробиологических процессов, протекающих в ране одновременно и синергично, а последовательность и преобладание тех или иных механизмов заживления позволяют детерминировать фазу течения раневого процесса. В одной ране можно наблюдать проявления, характерные для двух или трех фаз раневого процесса, что требует индивидуального дифференцированного подхода к лечению конкретной раны конкретного пациента и дистанцирования от субъективизма [1–3].

Существующий дефицит систематизированной информации о реальной клинической эффективности современных местных средств лечения ран не способствует их широкому применению [4]. Использование современных местных средств лечения без учета их свойств, показаний и противопоказаний, в отсутствие объективного стандартизированного сравнения вызывает негативное отношение и дискредитирует основную цель их применения — создание оптимальной среды для естественного течения процессов очищения раны и репарации тканей. Кроме того, создаются условия невозможности точно определить позитивные или негативные влияния местного средства на протекающие в ране процессы.

Анализ современной научной литературы в Российской Федерации и за рубежом свидетельствует о многочисленных и не всегда системных подходах к оценке течения раневого процесса, что обуславливает необходимость предложить относительно простой, универсальный и воспроизводимый диагностический алгоритм, позволяющий выявить особенности и закономерности течения раневого процесса [5].

Известны три группы факторов, влияющих на раневую процесс, соответственно и способы, методы и методики, применяемые для оценки течения раневого процесса, также подразделяются на следующие группы: методики, отражающие состояние тканей, образующих стенки и дно раны; методики, качественно и количественно характеризующие микрофлору раны; методики, определяющие состояние иммунитета [6].

Различают субъективные и объективные методы контроля за течением раневого процесса. К объективным, достаточно простым, универсальным и воспроизводимым методам относят планиметрические измерения [7].

При этом планиметрические изменения как интегральный показатель применяются для определения скорости заживления ран [3, 5, 6]. С учетом выгодного соотношения затраченных материальных, временных и технических ресурсов и значимости получаемой информации планиметрические измерения в оценке течения раневого процесса и коррекции проводимого лечения получили широкое распространение.

Так, в проведенном мультицентровом исследовании скорости заживления ран у больных с синдромом диабетической стопы доказана корреляция между скоростью заживления за 4 нед и прогнозом заживления через 12 нед [8]. Следовательно, значимым параметром для раннего выявления проблемных пациентов необходимо считать вычисление площади при каждом визуальном осмотре раны.

Для вычисления точных размеров и площадей ран предложены различные способы, методы и методики.

Контактные способы — подразумевающие необходимость контакта какого-либо объекта для переноса контуров раны.

Введены простейшие измерительные приспособления — способы J. I. Kundin, H. N. Mayrovitz, V. Schubert, В. Ф. Хотиняна. Известны методы взвешивания — способы В. Hejda, Т. Д. Зырянова, В. И. Русакова, А. В. Черкасова, метод J. Ichimaru. Применяются способы ручного подсчета — способы Л. Н. Поповой, R. W. Sessions, автоматического подсчета — способы J. L. Richard, О. О. Биляевой, S. Raab, способ Mouseyes и другие.

Недостатками данных методик являются необходимость наличия точных весов, образцов эталонов из однородной бумаги, пленок, планиметров, необходимость самого контакта, а также соблюдения правил асептики и антисептики при измерении.

Бесконтактные способы подразумевают дистанционное измерение параметров дефекта покровных тканей с использованием фотооборудования, видеооборудования или специальных устройств. К ним относят способы ручного бесконтактного подсчета — способ Е. П. Кривошекова. Способы аналогового фотографирования — способы Е. В. Кулешова, L. Cees, H. A. Thawer. Способы цифрового фотографирования — методы цифрового фотографирования с эталоном площади, способы цифрового сканирования — методы двухмерного сканирования, волюмометрические методы, включающие определения глубины раны, методы трехмерного сканирования, методы «структурного подсвечивания» (structured lighting), а также технологии MEDPHOS, MAVIS и прочие способы, методы и методики.

Недостатками всех методов являются отсутствие гибкости (или невозможности) настройки под условия измерения, необходимость наличия специального оборудования, длительность получения результатов,

дороговизна, сложность, низкая точность ввиду значимого влияния оператора.

Существующие технологии автоматического и полуавтоматического 3D-сканирования дефектов покровных тканей имеют серьезные недостатки, сдерживающие их массовое практическое применение. Данные технологии крайне сложны, требуют специального обучения персонала, имеют высокую стоимость оборудования, размеры которого чрезмерно объемны.

При анализе данных современной литературы выяснено, что в практической хирургии наиболее распространены методы ручного контактного подсчета. Однако, опираясь на возможности современного мира и оснащенность врачей-хирургов стационарными и носимыми электронно-вычислительными машинами (ЭВМ) (персональными компьютерами, смартфонами), методы цифровой планиметрии, несомненно, являются первостепенными.

В современной литературе описываются программы ЭВМ для определения площади, такие как Wound Desk, Lesion Meter, и методика оценки и динамики морфологических изменений раны с применением компьютерной программы Wound Analyser, представляющей компьютерную документацию с возможностью отображения этапов лечения раны.

Однако явным недостатком Wound Desk и Lesion Meter является вычисление только площади, а Wound Analyser требует обязательного использования Интернет-соединения, применения искусственного интеллекта (на базе удаленного сервера) и соблюдения специфических условий выполнения цифрового снимка.

С целью восполнения недостатков описанных программ и предоставления к массовому (рутинному) применению фотопротокола в оценке течения раневого процесса нами была разработана программа для ЭВМ «АналиРан» (Россия), вычисляющая размеры раны и детерминирующая ее структурные элементы.

Материалы и методы исследования

Программа «АналиРан» (Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2022660216 от 01 июня 2022 г., распространяется свободно) работоспособна на стационарной ЭВМ (персональный компьютер) под управлением Microsoft Windows версии не ниже 7.0, процессором с тактовой частотой не ниже 2 гигагерц, оперативной памятью объемом не ниже 2 гигабайт, занимает около 100 мб на жестком диске (без учета создаваемой оператором базы данных).

Для работы с программой необходим любой квадратный образец-эталон любого известного размера (настройки программы позволяют задать ребро квадрата с шагом в 1 мм), при этом цвет площади эталона должен быть белым, окантовка — черной. Оттенок белого цвета площади эталона не имеет значения,

программа сама откорректирует баланс белого, основываясь на указанном эталоне, после чего оператор выберет необходимые цвета для определения структурных элементов раны (будет разъяснено далее).

Для выполнения измерения необходимо разместить рядом с раной на одной с ней плоскости образец-эталон, а цифровая фотография должна выполняться с размещением объектива параллельно плоскости раны. Расстояние съемки задает оператор.

Результаты исследования

После загрузки выполненной фотографии на стационарную ЭВМ (персональный компьютер) оператор открывает ее в программе (рис. 1).

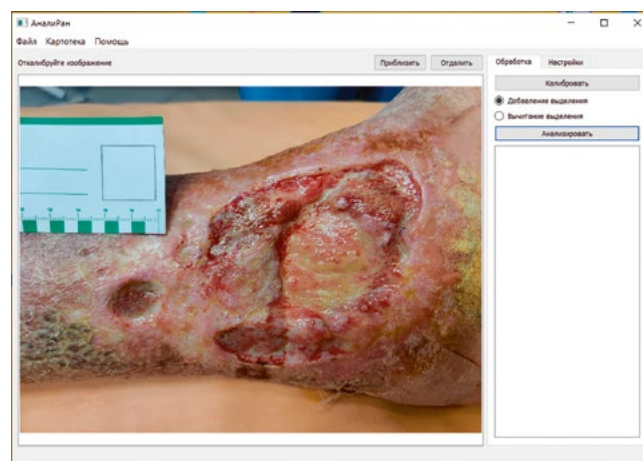


Рис. 1. Вид программы «АналиРан» с загруженной цифровой фотографией для анализа

Fig. 1. View of the AnaliRun program with a downloaded digital photograph for analysis

Последовательность работы

1. Открыть фотографию в программе «АналиРан», нажав «Файл → Открыть фото».
2. При использовании образца-эталоны с длиной ребра, не равной 20 мм (первоначальная настройка выполнена на указанный размер), следует задать используемую длину ребра эталона во вкладке «Настройки», в графе «Длина ребра контрольного квадрата», шаг настройки 1 мм. После чего необходимо сохранить настройки, нажав кнопку «Сохранить настройки». Откалибровать фотографию (провести баланс белого и определение количества пикселей в образце-эталоны), кликнув по кнопке «Калибровать», затем выбрать центр калибровочного квадрата (образца-эталоны), нажав на нем левую кнопку мыши.
3. Пункт 3 выполняется при начале работы с программой «АналиРан» с целью тонкой настройки под конкретные условия съемки, фотоаппарат, камеру, смартфон (другие устройства, позволяющие выполнять цифровые фотографии) и под конкретный образец-эталон. Необходимо перейти во вкладку

«Настройки», в столбце «Искомый цвет» выбрать необходимую графу (например, «Грануляции») и нажать на соответствующий квадрат, после чего он должен подсветиться (стать выделенным синим цветом), затем нажать кнопку «Пипетка». Далее, максимально приблизившись на фотографии при помощи скроллинга колесиком мышки или кнопками масштаба «Приблизить», «Отдалить», выбрать пиксель, который, по мнению оператора, отвечает параметру цвета «Грануляции». Выполнить данное действие для каждого структурного элемента раны. Также есть возможность выбрать цвет заливки, которым программа будет подсвечивать по завершении анализа искомые структурные элементы. Порядок работы такой же, но выбирать цвет заливки программа предложит из палитры. После чего необходимо сохранить настройки, нажав кнопку «Сохранить настройки». Этап тонкой настройки программы отображен ниже (рис. 2).

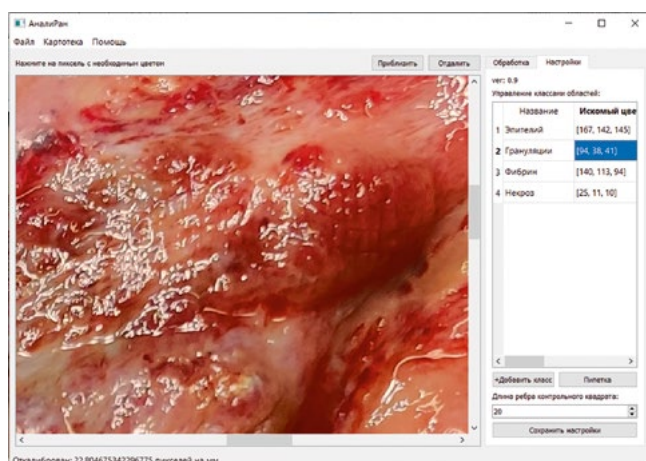


Рис. 2. Тонкая настройка детерминируемых цветов в программе «АналиРан»

Fig. 2. *Fine-tuning deterministic colors in the AnalyRun program*

При смене места изготовления цифровой фотографии, смене фотоаппарата, освещения или же планиметрического образца-эталона необходимо выполнить тонкую настройку заново.

Примечание: программа использует уникальный алгоритм, позволяющий относить пиксели оттенков выбранного цвета к искомому классу. Можно добавить несколько классов. Первоначально к выбору предлагаются следующие: «Эпителий», «Грануляции», «Фибрин», «Некроз» — с первичной (не гарантирующей точности на другом оборудовании) настройкой. Первичная тонкая настройка занимает не более 5 мин.

4. После калибровки изображения (пункт 2) или после тонкой настройки искомых классов цвета по каждой группе (пункт 3) необходимо выделить области, подлежащие анализу, зажав левую кнопку мыши и обведя их. При необходимости можно обвести несколько

областей по отдельности или же убрать выделения, выбрав соответствующий пункт «Добавление выделения» или «Вычитание выделения» (рис. 3).

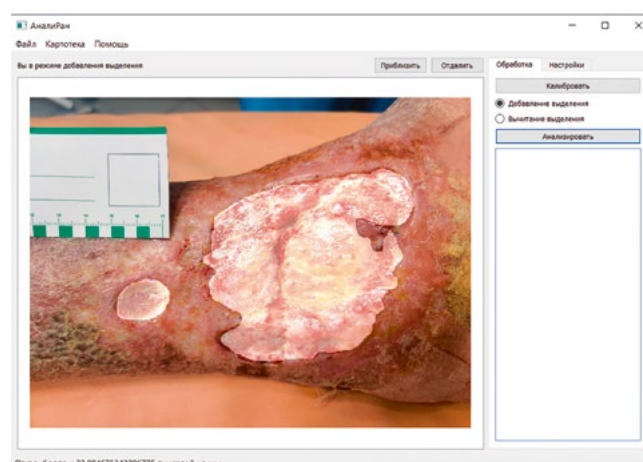


Рис. 3. Выделение областей, подлежащих анализу
Fig. 3. Highlighting areas to be analyzed

5. По завершении выделения следует нажать кнопку «Анализировать». Программа произведет расчет площади, а также определит структурные элементы анализируемой площади. По завершении обработки выдаст результат, содержащий такие значения, как (пример): площадь раны – 4863,7 мм², эпителий – 467,93 мм² (9,62 %), грануляции – 1311,62 мм² (26,97 %), фибрин – 2586,51 мм² (53,18 %), некроз – 497,64 мм² (10,23 %), протяженность границ – 441,97 мм (рис. 4).

6. По завершении анализа исследование можно сохранить в картотеке, нажав «Картотека → Сохранить текущее исследование», где можно создать (а при повторном использовании программы и выбрать) группу исследования, конкретного пациента, цикл

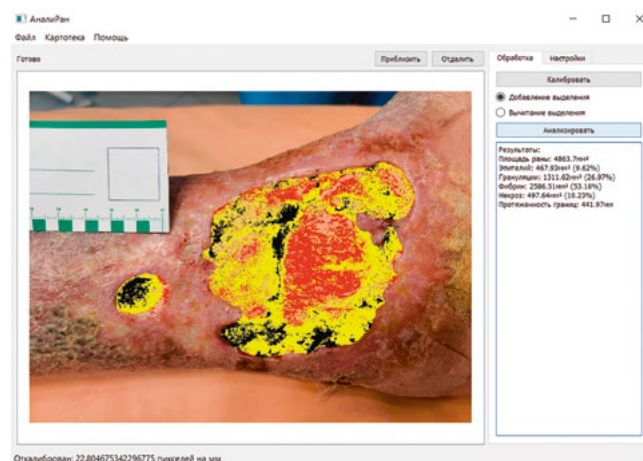


Рис. 4. Результат анализа цифровой фотографии в программе «АналиРан»

Fig. 4. Results after analyzing a digital photograph in the AnalyRun program

исследования (данная подгруппа создана для возможности учета нескольких анатомических областей или заболеваний у одного пациента).

При работе с картотекой есть возможность отображения как каждого конкретного исследования, так и динамики всех полученных результатов на графике (рис. 5, 6).

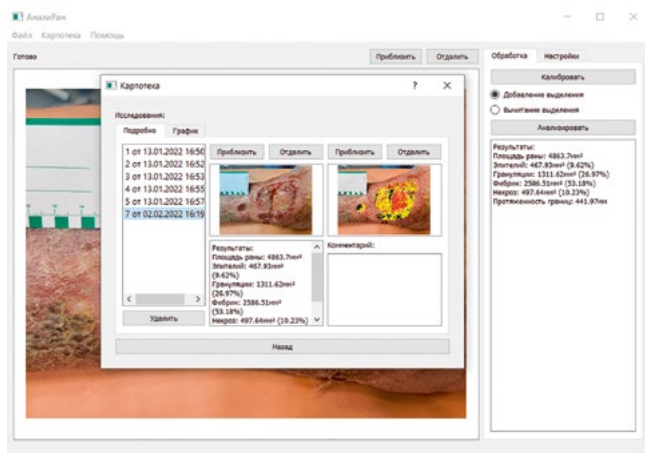


Рис. 5. Работа с картотекой: просмотр результатов исследований
Fig. 5. Working with a card index: viewing research results

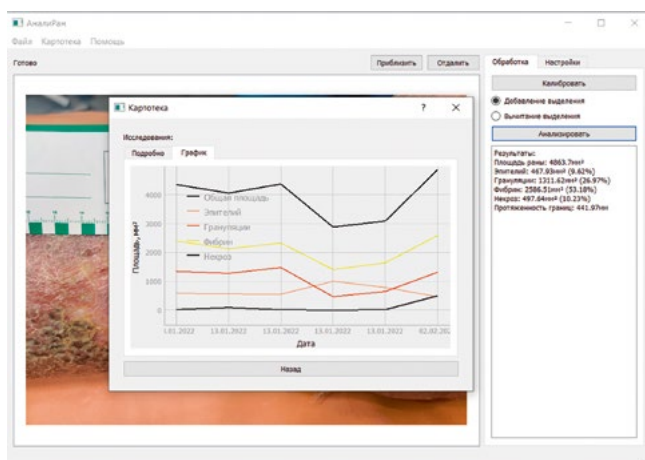


Рис. 6. Работа с картотекой: просмотр графика исследований
Fig. 6. Working with a card index: viewing a research schedule

Выполнена первичная практическая апробация программы.

Первичную оценку надежности и точности проводили, измеряя площади уже известных размеров, заранее подготовленных образцов (фигуры из картона разной формы). Объем проверок осуществлен на малой выборке в 10 измерений с размером фигур от 10 до 225 см². Оценка точности детерминации структурных элементов проведена также на малой выборке в 10 цифровых фотографий ран, загружаемых и анализируемых последовательно в двух программах — «АналиРан» и Wound Analyser.

При соблюдении правил изготовления цифрового снимка, правильной первичной тонкой настройке и аккуратности в выделении исследуемой области для плоских ран площадью до 225 см² ошибка вычислений площади не превышает 5,0 %.

При оценке точности детерминации структурных элементов раны выявлено, что получаемые результаты таких структурных элементов, как эпителий, грануляции, фибрин и некроз коррелируют с отклонением не более 10,0 %, при этом, оценивая проанализированные цифровые фотографии специалистами субъективно, в некоторых случаях программа «АналиРан» выдавала более точные результаты.

Заключение

Условия отчетливых социально-демографических тенденций увеличения среднего возраста населения, рост удельного веса острых и хронических раневых процессов в структуре общей заболеваемости населения и научно-технический прогресс диктуют необходимость в выработке новых стандартизированных подходов мониторинга течения раневого процесса.

При этом планиметрические изменения как интегральный показатель с давних пор применяются для определения скорости заживления ран, однако, как демонстрирует анализ современной литературы, подходы к измерениям разнообразны, но все предложенные способы, методы и методики, а также комплексы технического и программного обеспечения не имеют всей полноты необходимых качеств для их широкого применения.

С целью восполнения недостатков описанных программ и предоставления к массовому (рутинному) применению фотопротокола в оценке течения раневого процесса нами была разработана программа для ЭВМ «АналиРан», вычисляющая размеры раны и детерминирующая ее структурные элементы. Наша программа позволяет оперативно и точно получать данные площади раны, а также информацию о ее структурных элементах, таких как некроз, фибрин, грануляции и эпителий.

Получаемая информация способствует дифференцированному подходу к выбору тактики лечения, позволяет объективно сравнивать между собой различные средства местного воздействия на раневую процесс, оценивая их эффективность.

Первичная оценка работоспособности программы показала достаточную точность, воспроизводимость и простоту использования.

Авторская апробация методики демонстрирует, что программа определения размеров и структурных элементов ран «АналиРан» найдет широкое применение, а понятие «фотопротокол» в оценке течения раневого процесса станет рутинным методом контроля.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Funding. The study had no sponsorship.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Гирголав С. С. Огнестрельная рана. Л.: Военно-медицинская академия, 1956. 331 с. [Girgolav S. S. *Gunshot wound* = Girgolav S. S. *Ognestrel'naya rana*. L.: *Voyenno-meditsinskaya akademiya*, 1956. 331 s. (In Russ.)]
2. Дедов И. И., Анциферов М. Б., Галстян Г. Р. Синдром диабетической стопы. Клиника, диагностика, лечение, профилактика. М.: Универсум Паблишинг, 1998. 143 с. [Dedov I. I., Antsiferov M. B., Galstyan G. R. *Diabetic foot syndrome. Clinic, diagnosis, treatment, prevention* = Dedov I. I., Antsiferov M. B., Galstyan G. R. *Sindrom diabeticheskoy stopy. Klinika, diagnostika, lecheniye, profilaktika*. M.: *Universum Publishing*, 1998. 143 s. (In Russ.)]
3. Рисман Б. В. Лечение гнойно-некротических осложнений синдрома диабетической стопы: дис. ... докт. мед. наук. СПб., 2011. 219 с. [Risman B. V. *Treatment of purulent-necrotic complications of diabetic foot syndrome* = Risman B. V. *Lecheniye gnoyno-nekroticheskikh oslozhneniy sindroma diabeticheskoy stopy: dis. ... dokt. med. nauk*. SPb., 2011. 219 s. (In Russ.)]
4. Стеценко Б. Г., Рисман Б. В., Дивеев В. А. и др. Обзор местных медикаментозных средств, применяемых в лечении гнойно-некротических осложнений синдрома диабетической стопы. Раны и раневые инфекции. Журнал имени проф. Б.М. Костюченко. 2018; 5 (1): 10–15. [Stetsenko B. G., Risman B. V., Diveev V. A., et al. *Review of local medications used in the treatment of purulent-necrotic complications of diabetic foot syndrome* = Stetsenko B. G., Risman B. V., Diveev V. A. i dr. *Obzor mestnykh medikamentoznykh sredstv, primenyayemykh v lechenii gnoyno-nekroticheskikh oslozhneniy sindroma diabeticheskoy stopy. Rany i ranevye infektsii. Zhurnal imeni prof. B. M. Kostyuchonka*. 2018; 5 (1): 10–15. (In Russ.)]
5. Иванов Г. Г. Характеристика раневого процесса у больных с синдромом диабетической стопы: дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2018. 104 с. [Ivanov G. G. *Characteristics of wound healing in patients with diabetic foot syndrome* = Ivanov G. G. *Kharakteristika ranevogo protsessa u bol'nykh s sindromom diabeticheskoy stopy: dis. ... kand. med. nauk*. SPb., 2018. 104 s. (In Russ.)]
6. Ивануса С. Я., Рисман Б. В., Иванов Г. Г. Современные представления о методиках оценки течения раневого процесса у больных с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы. Вестник Российской военно-медицинской академии. 2016; (54): 190–194. [Ivanusa S. Ya., Risman B. V., Ivanov G. G. *Modern ideas about methods for assessing the course of wound healing in patients with purulent-necrotic complications of diabetic foot syndrome* = Ivanusa S. Ya., Risman B. V., Ivanov G. G. *Sovremennyye predstavleniya o metodikakh otsenki techeniya ranevogo protsessa u bol'nykh s gnoyno-nekroticheskimi oslozhneniyami sindroma diabeticheskoy stopy. Vestnik Rossiyskoy voyenno-meditsinskoy akademii*. 2016; (54): 190–194. (In Russ.)]
7. Черкасов А. В. Способ измерения площадей ран по А. В. Черкасову. А. С. 1675657 СССР. № 4645513/28. Заявл. 11.01.1989. Оpubл. в Б. И. 11.01.1989. [Cherkasov A. V. *Method for measuring wound areas according to A. V. Cherkasov* = Cherkasov A. V. *Sposob izmereniya ploshchadey ran po A. V. Cherkasovu*. A. S. 1675657 SSSR. № 4645513/28. Zayavl. 11.01.1989. Opubl. v B. I. 11.01.1989. (In Russ.)]
8. Токмакова А. Ю., Мыскина Н. А., Арбузова М. И. Физиология репарации тканей у больных с хроническими язвами нижних конечностей. В кн.: Актуальные вопросы патогенеза, диагностики и лечения поражений нижних конечностей у больных сахарным диабетом: сб. лекций для врачей / под ред. М.Б. Анциферова. М., 2003. С. 75–94. [Tokmakova A. Yu., Myskina N. A., Arbuza M. I. *Physiology of tissue repair in patients with chronic ulcers of the lower extremities* = Tokmakova A. Yu., Myskina N. A., Arbuza M. I. *Fiziologiya reparatsii tkaney u bol'nykh s khronicheskimi yazvami nizhnikh konechnostey. V kn.: Aktual'nyye voprosy patogeneza, diagnostiki i lecheniya porazheniy nizhnikh konechnostey u bol'nykh sakharnym diabetom: sb. lektsiy dlya vrachey / pod red. M. B. Antsiferova*. M., 2003. S. 75–94. (In Russ.)]

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Иванов Георгий Геннадьевич — кандидат медицинских наук, майор медицинской службы, начальник отделения гнойной хирургии ФГКУ «1586 ВКГ» Минобороны России, Московская область, Россия

Ivanov Georgy Gennadievich — MD, Candidate of Medical Sciences, Major of Medical Service, Head of Department of Purulent Surgery of the Federal State Institution “1586 VKG” of the Russian Ministry of Defense, Moscow Region, Russian Federation

Ярош Владимир Николаевич — кандидат медицинских наук, заместитель начальника ФГКУ «1586 ВКГ» Минобороны России по хирургии, Московская область, Россия

Yarosh Vladimir Nikolaevich — MD, Candidate of Medical Sciences, Deputy Head for Surgery of the Federal State Institution “1586 VKG” of the Russian Ministry of Defense, Moscow Region, Russian Federation

Бабаев Ислам Низамиевич — старший ординатор отделения гнойной хирургии ФГКУ «1586 ВКГ» Минобороны России, майор медицинской службы, Московская область, Россия

Babaev Islam Nizamievich — MD, Senior Resident of the Department of Purulent Surgery of the Federal State Institution “1586 VKG” of the Russian Ministry of Defense, Major of Medical Service, Moscow region, Russian Federation

Балашов Илья Андреевич — программист, самозанятость

Blashov Ilya Andreevich — Programmer, Self-employed

Авторы:

Г. Г. Иванов, В. Н. Ярош,
И. А. Балашов

Authors:

*G. G. Ivanov, V. N. Yarosh,
I. A. Balashov*

Участие авторов:

Концепция и дизайн — Г. Г. Иванов,
И. А. Балашов

Сбор и обработка материала —

Г. Г. Иванов, В. Н. Ярош

Статистическая обработка — И. А. Балашов

Написание текста — Г. Г. Иванов

Редактирование — В. Н. Ярош

Author contribution:

Concept and design — G. G. Ivanov, I. A. Balashov

*Material collection and processing — G. G. Ivanov,
V. N. Yarosh*

Statistical processing — I. A. Balashov

Text writing — G. G. Ivanov

Editing — V. N. Yarosh