

Сравнительный анализ точности и времени расчета площади раневой поверхности с использованием мобильных приложений

Н.О. Михайлов¹, А.А. Глухов¹, А.А. Андреев¹, А.Ю. Лаптиёва¹,
О.В. Судаков¹, В.Ю. Ивашков², А.С. Денисенко²

¹ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко»
Минздрава России (Воронеж, Российская Федерация)

² ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России
(Самара, Российская Федерация)

Аннотация

Цель – провести сравнительную оценку точности и времени расчета площади раневой поверхности с использованием мобильных приложений.

Материал и методы. Выполнено измерение площадей ран с использованием мобильных приложений +WoundDesk, ImitoWound и V2F в четырех сериях исследования. Серия I – схематическое 2D изображение ран мягких тканей. Серия II – объемные (3D) муляжи ран при переломе плеча и ноги. Серия III – экспериментальные раны у лабораторных животных. Серия IV – оценка комбинированных раневых дефектов верхней и нижней челюстей у пациентов с помощью программного комплекса «Автоплан». В серии I выделили четыре группы: в первой группе проводили измерение площади схематических ран на плоской поверхности; во второй, третьей, четвертой группах измерялись схематические раны, нарисованные на цилиндрических поверхностях диаметром 7, 10 и 20 см, имитирующих поверхности предплечья, плеча и головы соответственно.

Результаты. В серии I прослеживается прямая связь между кривизной исследуемой раневой поверхности и точностью определения ее площади. В серии II наиболее точными оказались измерения, полученные с помо-

щью мобильного приложения ImitoWound – $96,22 \pm 3,41\%$ и $97,80 \pm 2,37\%$. В серии III исследования, проведенного на лабораторных крысах линии Wistar, среднее отклонение при использовании +WoundDesk составило $90,84 \pm 7,51\%$, V2F – $88,96 \pm 9,52\%$, ImitoWound – $92,51 \pm 2,54\%$. В серии IV исследования при анализе точности определения площади дефектов поверхностных мягких тканей у пациентов с дефектами лица мобильное приложение ImitoWound и комплекс «Автоплан» показали схожие результаты.

Выводы. Большинство ран, встречающихся во врачебной практике, имеют сложную, изменяемую в процессе лечения конфигурацию, переходящую из одной формы в другую, что ставит под сомнение целесообразность использования представленных мобильных приложений как основного метода проведения планиметрических исследований в медицине.

Ключевые слова: раны, площадь ран, планиметрия, мобильные приложения, «Автоплан», реконструкция дефектов лица.

Конфликт интересов: не заявлен.

Для цитирования:

Михайлов Н.О., Глухов А.А., Андреев А.А., Лаптиёва А.Ю., Судаков О.В., Ивашков В.Ю., Денисенко А.С. Сравнительный анализ точности и времени расчета площади раневой поверхности с использованием мобильных приложений. Наука и инновации в медицине. 2025;10(2):XX-XX. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM643331>

Сведения об авторах

*Михайлов Николай Олегович – ассистент кафедры общей и амбулаторной хирургии, младший научный сотрудник.

ORCID: 0000-0002-1710-205X

E-mail: n.o.mikhailov@yandex.ru

Глухов А.А. – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой общей и амбулаторной хирургии.

ORCID: 0000-0001-9675-7611

E-mail: gs@vrmgmu.ru

Андреев А.А. – д-р мед. наук, профессор кафедры общей и амбулаторной хирургии, старший научный сотрудник.

ORCID: 0000-0001-8215-7519

E-mail: sugery@mail.ru

Лаптиёва А.Ю. – канд. мед. наук, ассистент кафедры общей и амбулаторной хирургии.

ORCID: 0000-0002-3307-1425

E-mail: laptieva@mail.ru

Судаков О.В. – д-р мед. наук., профессор кафедры организации здравоохранения.

ORCID: 0000-0003-2677-2300

E-mail: sudakov_ol@mail.ru

Ивашков В.Ю. – канд. мед. наук, главный научный консультант Центра НТИ «Бионическая инженерия в медицине».

ORCID: 0000-0003-3872-7478

E-mail: v.yu.ivashkov@samsmu.ru

Денисенко А.С. – клинический ординатор кафедры пластической хирургии.

ORCID: 0000-0002-6791-2237

E-mail: allexander.pafem@gmail.com

*Автор для переписки

Получено: 23.12.2024

Одобрено: 24.02.2025

Опубликовано: 17.03.2025

Список сокращений

CP – схематическая рана.

Comparative analysis of accuracy and time of calculation of wound surface area using mobile applications

Nikolai O. Mikhailov¹, Aleksandr A. Glukhov¹, Aleksandr A. Andreev¹, Anastasiya Yu. Laptieva¹,
Oleg V. Sudakov¹, Vladimir Yu. Ivashkov², Aleksandr S. Denisenko²

¹Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko (Voronezh, Russian Federation)

²Samara State Medical University (Samara, Russian Federation)

Abstract

Aim – to carry out a comparative assessment of the accuracy and time of calculating the area of the wound surface using mobile applications.

Material and methods. Wound areas were measured using mobile applications +WoundDesk, ImitoWound and V2F in four blocks of the

study: schematic 2D image of soft tissue wounds (block I), volumetric (3D) models of wounds in fractures of the shoulder and leg (block II), experimental wounds in laboratory animals (block III) and assessment of combined wound defects upper and lower jaws in patients (IV block). In the first block, four groups were identified: the 1st group was measured by the area of schematic wounds on a flat surface; in the 2nd, 3rd and 4th groups, by the area of schematic wounds painted on cylindrical surfaces with a diameter of 7, 10 and 20 cm, imitating the surfaces of the forearm, shoulder and head, respectively.

Results. In block I, there is a direct relationship between the curvature of the examined wound surface and the accuracy of determining its area. In the second block, the measurements obtained using the ImitoWound mobile application turned out to be the most accurate, $96.22 \pm 3.41\%$ and $97.80 \pm 2.37\%$.

Citation

Mikhailov NO, Glukhov AA, Andreev AA, Laptieva AY, Sudakov OV, Ivashkov VYu, Denisenko AS. **Comparative analysis of accuracy and time of calculation of wound surface area using mobile applications.** *Science and Innovations in Medicine*. 2025;10(2):XX-XX. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM643331>

Information about authors

***Nikolai O. Mikhailov** – MD, assistant of the Department of General and Outpatient Surgery, Junior Researcher.

ORCID: 0000-0002-1710-205X

E-mail: n.o.mikhailov@yandex.ru

Aleksandr A. Glukhov – MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor,

Head of the Department of General and Outpatient Surgery.

ORCID: 0000-0001-9675-7611

E-mail: aglukhov@vrngmu.com

Aleksandr A. Andreev – MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor of the Department of General and Outpatient Surgery, Senior Researcher.

ORCID: 0000-0001-8215-7519

E-mail: sugery@mail.ru

In the III block of the study conducted on laboratory rats of the Wistar line, the average deviation when using +WoundDesk was $90.84 \pm 7.51\%$, V2F – $88.96 \pm 9.52\%$, ImitoWound – $92.51 \pm 2.54\%$. In the IV block of the study, when analyzing the accuracy of determining the area of defects of superficial soft tissues in patients with facial defects, the ImitoWound mobile application and the Autoplan complex showed similar results.

Conclusion. Most wounds encountered in medical practice have a complex configuration that changes during treatment, changing from one form to another, which calls into question the expediency of using the presented mobile applications as the main method of conducting planimetric studies in medicine.

Keywords: wounds, wound area, planimetry, mobile applications, Autoplan, reconstruction of facial defects.

Conflict of interest: nothing to disclose.

Anastasiya Yu. Laptieva – MD, Cand. Sci. (Medicine), Assistant of the Department of General and Outpatient Surgery.

ORCID: 0000-0002-3307-1425

E-mail: laptievaa@mail.ru

Oleg V. Sudakov – MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor of the Department of Health Organization.

ORCID: 0000-0003-2677-2300

E-mail: sudakov_ol@mail.ru

Vladimir Yu. Ivashkov – MD, Cand. Sci. (Medicine), Chief Scientific

Advisor of the NTI Center for Bionic Engineering in Medicine.

ORCID: 0000-0003-3872-7478

E-mail: v.yu.ivashkov@samsmu.ru

Aleksandr S. Denisenko – MD, Resident of the Department of Plastic Surgery.

ORCID: 0000-0002-6791-2237

E-mail: alexander.pafem@gmail.com

***Corresponding Author**

Received: 23.12.2024

Accepted: 24.02.2025

Published: 17.03.2025

ВВЕДЕНИЕ

Лечение ран мягких тканей является одной из наиболее затратных статей расходов мирового здравоохранения в сфере хирургии, которая значительно увеличивается при развитии осложнений [1–3]. Стоимость ведения больных с данной патологией обусловлена расходами на лекарственные средства, пребывание пациента в стационаре, проведение непосредственного лечения, медицинских манипуляций, реабилитации и др. [4]. Данные факты, а также высокая частота присоединения хирургической инфекции свидетельствуют о необходимости разработки новых способов лечения данной нозологии.

При изучении эффективности различных методов лечения ран мягких тканей возрастает потребность в объективной оценке площади раневой поверхности, отслеживании динамики закрытия дефекта [5–6]. Эти данные необходимы как в клинической работе, так и в экспериментальной и научной практиках. Определяя площадь дефекта мягких тканей, можно рассчитать количество перевязочного материала или лекарственного средства, необходимых для обработки раневой поверхности, что также может помочь стандартизировать различные хирургические процедуры или провести мониторинг экономической эффективности любого метода лечения [7–9]. Учитывая сложность построения реконструктивного этапа у пациентов с комбинированными дефектами лица, эти данные можно использовать для расчета необходимой площади кожной площадки лоскута для устранения дефекта кожных покровов [10, 11]. В связи с бурным развитием современных технологий существует множество набирающих популярность IT-решений данной задачи – различные программы

как для мобильных устройств, так и для персональных компьютеров, в том числе лазерные сетки и трехмерное сканирование [12–16]. При этом мобильные приложения вызывают повышенный интерес, учитывая наличие мобильных телефонов как у пациента, так и у лечащего врача, что делает возможным проведение дистанционного мониторинга процессов регенерации ран [17]. Так, согласно сайту разработчика мобильного приложения ImitoWound, их продукт используется более чем в 30 клиниках по всему миру¹.

ЦЕЛЬ

Сравнительная оценка точности и времени расчета площади раневой поверхности с использованием мобильных приложений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Выполнено измерение площади ран с использованием мобильных приложений +WoundDesk, ImitoWound и V2F, которые наиболее часто упоминаются в научной литературе [18–22]. Для расчета площади необходима специальная метка, которую нужно расположить непосредственно рядом с раной и сделать фотографию, используя приложение (рисунок 1). Для приложения +WoundDesk метка представляет собой черный квадрат 2х2 см на белом фоне с расположенными по бокам сантиметровыми делениями; для ImitoWound используется маркер с размерами 1,5х1,5 см; для V2F – квадрат 1х1 см белого цвета внутри черного квадрата 3х3 см. После этого необходимо подтвердить автоматически распознанные контуры раневого дефекта или провести ручную коррекцию. Далее проводится расчет

¹ Доступно по: <https://imito.io/en/references-and-partners#clinicalresearch>

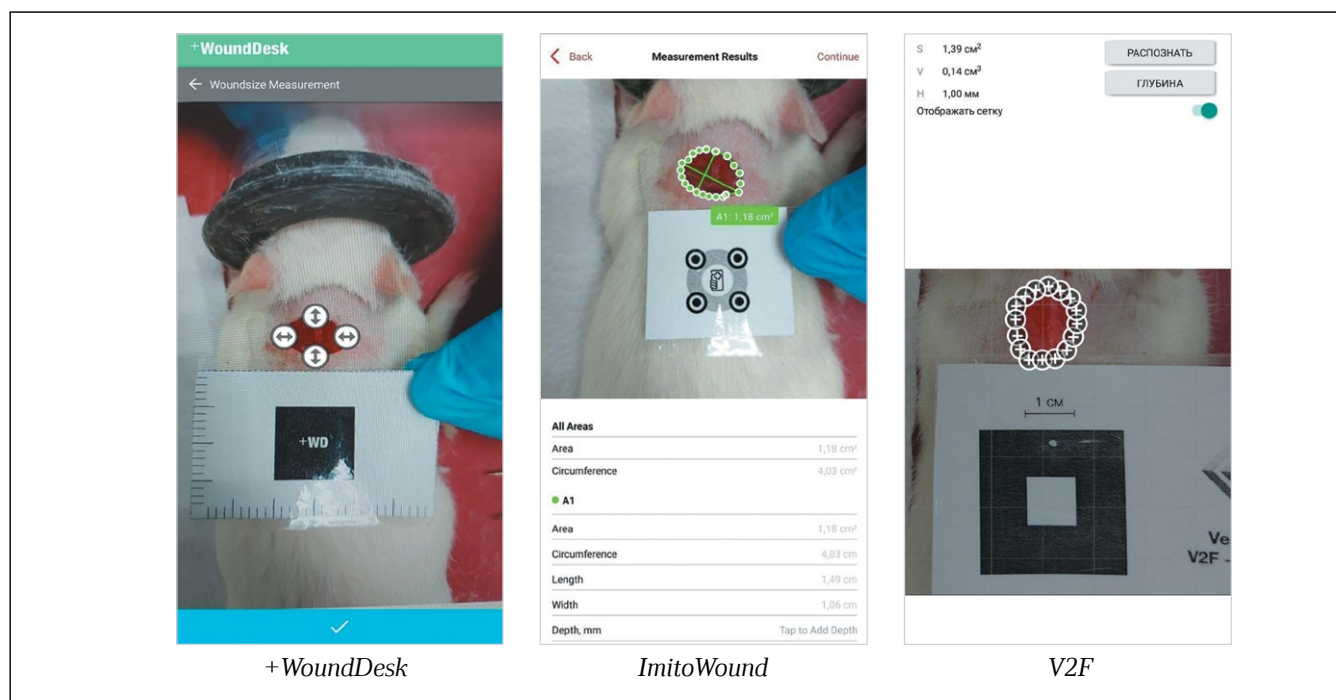


Рисунок 1. Измерение площади раневой поверхности с использованием исследуемых мобильных приложений.
Figure 1. Measurement of wound surface area using the mobile applications under inquiry.

площади, и полученные результаты сохраняются в карте пациента или в списке измерений, что определяется функционалом приложения.

При проведении исследования глубина и объем ран не измерялись в связи с отсутствием данного функционала у исследуемых приложений.

При создании фотографий для их дальнейшей обработки с использованием мобильных приложений соблюдались одинаковое расстояние между объективом камеры и раневой поверхностью, составляющее 25 см, аналогичное расположение меток для определения масштаба относительно раневой поверхности, проводилась ручная коррекция контуров дефекта во всех случаях, из кадра удалялись любые посторонние предметы. Для создания фотографий использовался мобильный телефон Google Pixel 7 на операционной системе Android 14, основная камера 50+12 Мп.

Исследование проведено в четырех сериях: схематическое 2D изображение ран мягких тканей (I серия), объемные (3D) муляжи ран при переломе плеча и ноги (II серия),

экспериментальные раны у лабораторных животных (III серия) и оценка комбинированных раневых дефектов верхней и нижней челюстей у пациентов (IV серия).

I серия исследования проводилась в четырех группах. В первой группе проводили измерение площади схематических ран (СР) на плоской поверхности; во второй – четвертой группах – СР, нарисованных на цилиндрических поверхностях диаметром 7, 10 и 20 см, имитирующих поверхности предплечья, плеча и головы соответственно.

В каждой группе выделялись подгруппы, в которых изучались круглые, овальные, квадратные, прямоугольные, треугольные и трапециевидные СР мягких тканей с заранее известной площадью, нарисованные на бумаге.

Производились расчет площади СР с использованием метода Л.Н. Поповой, мобильных приложений +WoundDesk, ImitoWound, V2F и сравнение полученных данных с исходной площадью, которая была вычислена с использованием стандартных геометрических формул: круглая – $12,5 \pm 0,003 \text{ cm}^2$, овальная – $39,2 \pm 0,007 \text{ cm}^2$,



Рисунок 2. Муляжи ран перелома плеча и раны на ноге, используемых во II серии исследования.
Figure 2. Models of arm fracture wounds and leg wounds used in the second series of the study.

квадратная – $4,8 \pm 0,002 \text{ см}^2$, прямоугольная – $12,3 \pm 0,004 \text{ см}^2$, треугольная – $13,7 \pm 0,006 \text{ см}^2$ и трапециевидная – $14,9 \pm 0,004 \text{ см}^2$.

В качестве эталона исходной площади полученных СР была использована площадь, среднее значение которой было принято за 100%, затем проводились измерения с использованием мобильных приложений.

II серия исследования была проведена на базе мульти-профильного аккредитационно-симуляционного центра ВГМУ имени Н.Н. Бурденко. В данной серии исследования были использованы муляжи ран перелома плеча (Simulaids compound fracture humerus) и раны на ноге (Leg amputation wound for accident simulation kit, фрагмент) (рисунок 2).

III серия исследования (экспериментальные раны у лабораторных животных) была проведена на базе НИИ экспериментальной биологии и медицины ВГМУ имени Н.Н. Бурденко. Для проведения эксперимента были использованы крысы линии Wistar. Эксперимент выполнен как дополнение к научно-исследовательским работам по различным тематикам и направлениям, в задачи которых измерение площади ран не входило, например, изучались раны после лапаро- или торакотомического доступов для обеспечения основных этапов операций. Длина лапаротомических ран составила $9,7 \pm 1,4 \text{ см}$, торакотомического – $4,7 \pm 0,5 \text{ см}$, после линейного разреза края раны разводили с формированием контура ран сложной произвольной формы, измеряли полученный дефект методом Л.Н. Поповой и далее с помощью мобильных приложений.

IV серия исследования проведена на базе Клиник СамГМУ. Проведен анализ точности исследуемых программ в реконструктивной хирургии при определении дефекта покровных тканей головы. Спектр дефектов, анализируемых с помощью вышеупомянутых приложений и программного комплекса «Автоплан», включал дефекты покровных тканей головы посттравматического, постонкологического характера, а также дефекты кожи вследствие послеоперационных рубцовых деформаций. Часть дефектов имела сквозной компонент, который не учитывался при оценке ввиду отсутствия необходимого функционала программ. Интраоральные дефекты слизистой оболочки не принимались в расчет. Использованы клинические данные 100 пациентов с комбинированными раневыми дефектами головы, включающие постонкологические (70) и посттравматические (30) дефекты верхней и нижней челюстей.

Работа реализована в соответствии с планом НИР ВГМУ имени Н.Н. Бурденко в рамках комплексной темы «Актуальные проблемы диагностики, профилактики и лечения хирургических болезней» (номер государственной регистрации 121060700037-3) при соблюдении действующих правил работы с лабораторными животными.

В качестве «золотого стандарта» при изучении эффективности применения мобильных приложений в II, III и IV сериях исследования выбран метод Л.Н. Поповой в связи с его высокой точностью, не зависящей от степени искривленности поверхности [23]. Сначала проводили измерение площади по методу Л.Н. Поповой, результаты которого принимали за 100%, затем с помощью мобильных приложений сравнивали полученные результаты. Измерения площади раневой поверхности по методу Л.Н. Поповой проводили путем наложения на рану прозрачной

стерильной полиэтиленовой пленки с миллиметровой разметкой, обводили контур дефекта, далее путем ручного подсчета определялась его площадь [24–26].

В IV серии исследования был выбран программный комплекс «Автоплан», поскольку на его основе разработан трехэтапный алгоритм выполнения реконструктивно-пластических операций у пациентов с комбинированными дефектами лицевой области.

Статистическая обработка полученных данных. Использовались методы описательной статистики с предварительной оценкой нормальности распределения как точности измерения площади раневой поверхности с помощью предложенных методик, так и времени, затраченного на проведение исследования, – графический, численный и количественные (Колмогорова – Смирнова, Шапиро – Уилка) тесты. Проводился расчет среднего значения полученных результатов, среднеквадратичного отклонения, ошибки среднего в пределах исследуемых групп. Первым этапом проведен однофакторный дисперсионный анализ ANOVA, после выявления различий применяли t-test Стьюдента для определения достоверности различий среди выделенных выборок. Уровень достоверности полученных результатов различий принят за 5% ($p < 0,05$).

Обработка данных проведена с использованием пакетов прикладных программ Statistica 10.0 и Microsoft Office Excel 2010.

Суммарно было произведено 4480 измерений с использованием всех предложенных методов в четырех сериях исследования: в I серии – 960, во II – 80, в III – 1440, в IV – 2000 соответственно. Каждый раневой дефект измеряли с помощью исследуемых мобильных приложений и метода Л.Н. Поповой (II, III и IV серии). Полученные результаты представлены в процентном соотношении по следующим причинам – при проведении исследования нас интересовала точность определения площади раневой поверхности с помощью исследуемых методик по отношению к исходной площади и к методу Л.Н. Поповой, что является более важным критерием с точки зрения рассмотрения вопроса о применении данных приложений в клинической практике. В III и IV сериях исследования проведены 3440 измерений (190 уникальных ран). Применение иных способов описание значительно увеличило бы объем приведенных результатов; также числовое выражение измерений площадей не позволяет интерпретировать их наглядно.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В первой группе I серии исследования проводились измерения СР мягких тканей на плоской поверхности с использованием изучаемых методик (таблица 1).

Использование +WoundDesk для определения площади круглых и овальных СР показало наибольшую точность по сравнению с другими приложениями, которая составила $98,92 \pm 6,55\%$ и $98,57 \pm 8,32\%$ от исходной соответственно. При расчете площади квадратных и прямоугольных СР V2F и ImitoWound показали точность более 95%. Применение +WoundDesk в расчете площади СР треугольной формы ведет к значительной переоценке ее площади – $158,78 \pm 4,71\%$ от исходной. Приложение V2F демонстрирует наименьшую точность – 70% при измерении площадей треугольных и трапециевидных СР.

Форма СР	Мобильные приложения, применяемые для измерения площади СР		
	+WoundDesk	V2F	Imito Wound
Круглая	98,92±6,55 (p ¹ =0,068) (p ³ =0,038) (p ⁴ =0,048)	72,05±15,34 (p ¹ =0,024) (p ² =0,038) (p ⁴ =0,045)	92,43±8,82 (p ¹ =0,041) (p ² =0,048) (p ³ =0,045)
Овальная	98,57±8,32 (p ¹ =0,071) (p ³ =0,032) (p ⁴ =0,041)	71,97±13,92 (p ¹ =0,019) (p ² =0,032) (p ⁴ =0,024)	92,5±9,41 (p ¹ =0,034) (p ² =0,041) (p ³ =0,024)
Квадратная	79,25±5,17 (p ¹ =0,045) (p ³ =0,028) (p ⁴ =0,031)	97,81±9,12 (p ¹ =0,053) (p ² =0,028) (p ⁴ =0,074)	96,25±6,47 (p ¹ =0,026) (p ² =0,031) (p ³ =0,074)
Прямоугольная	74,63±9,24 (p ¹ =0,027) (p ³ =0,039) (p ⁴ =0,042)	96,49±5,94 (p ¹ =0,038) (p ² =0,039) (p ⁴ =0,055)	99,47±3,52 (p ¹ =0,078) (p ² =0,042) (p ³ =0,055)
Треугольная	158,78±4,71 (p ¹ =0,031) (p ³ =0,015) (p ⁴ =0,024)	66,9±15,64 (p ¹ =0,022) (p ² =0,015) (p ⁴ =0,026)	93,52±8,10 (p ¹ =0,042) (p ² =0,024) (p ³ =0,026)
Трапецевидная	101±4,61 (p ¹ =0,043) (p ³ =0,019) (p ⁴ =0,045)	69,53±7,73 (p ¹ =0,029) (p ² =0,019) (p ⁴ =0,023)	92,48±13,75 (p ¹ =0,019) (p ² =0,045) (p ³ =0,023)

Примечания: p¹ – достоверность различий по сравнению с методом Л.Н. Поповой;

p² – достоверность различий по сравнению с приложением WoundDesk;

p³ – достоверность различий по сравнению с приложением V2F;

p⁴ – достоверность различий по сравнению с приложением ImitoWound.

Таблица 1. Точность измерения СР на плоской поверхности в 1-й группе I серии исследования по отношению к исходной площади, %

Table 1. Accuracy of WS measurement on a flat surface in the 1st group of the 1st block of the study in relation to the initial area, %

Во второй группе исследования производилось наложение СР на цилиндр с диаметром 10 см для симуляции ран плеча (**таблица 2**).

Отмечается снижение точности при использовании всех исследуемых приложений. Однако при использовании ImitoWound средний показатель точности выше 85% во всех подгруппах, применение +WoundDesk при измерении квадратных и прямоугольных СР дает данные в диапазоне от 67,51% до 85,13%, а также сохраняется значительная переоценка треугольных дефектов. V2F демонстрирует наибольшее среднее отклонение во всех группах исследования, точность выше 85% получена только в квадратных и прямоугольных СР.

В третьей группе исследования производилось наложение СР на цилиндр с диаметром 7 см для симуляции раны предплечья (**таблица 3**).

При дальнейшем уменьшении диаметра цилиндрической поверхности и увеличении кривизны объекта точность измерения предложенными методиками продолжает снижаться. Наибольшая точность определения площади СР сохраняется при использовании +WoundDesk для круглых, овальных и трапецевидных, V2F – для квадратных и прямоугольных, ImitoWound – для всех типов средняя точность составила 91,73±8,58%.

В четвертой группе исследования СР накладывали на сферическую поверхность с диаметром 20 см, имитирующую поверхность головы (**таблица 4**).

Отмечено возрастание точности результатов, полученных в данной группе, по сравнению со второй и третьей группами исследования I серии, что связано с меньшей кривизной объекта. По сравнению с третьей группой отмечается незначительное повышение точности исследуемого показателя. Таким образом, прослеживается прямая

Форма СР	Мобильные приложения, применяемые для измерения площади СР		
	+WoundDesk	V2F	Imito Wound
Круглая	97,21±8,44 (p ¹ =0,059) (p ³ =0,039) (p ⁴ =0,047)	70,15±16,26 (p ¹ =0,020) (p ² =0,039) (p ⁴ =0,031)	90,17±13,55 (p ¹ =0,018) (p ² =0,047) (p ³ =0,031)
Овальная	96,83±5,31 (p ¹ =0,055) (p ³ =0,026) (p ⁴ =0,045)	69,34±26,81 (p ¹ =0,024) (p ² =0,026) (p ⁴ =0,036)	89,58±14,73 (p ¹ =0,015) (p ² =0,045) (p ³ =0,036)
Квадратная	76,32±8,81 (p ¹ =0,034) (p ³ =0,041) (p ⁴ =0,028)	93,34±9,48 (p ¹ =0,017) (p ² =0,041) (p ⁴ =0,056)	97,32±5,63 (p ¹ =0,027) (p ² =0,028) (p ³ =0,056)
Прямоугольная	74,27±4,63 (p ¹ =0,029) (p ³ =0,048) (p ⁴ =0,023)	89,77±7,29 (p ¹ =0,023) (p ² =0,048) (p ⁴ =0,054)	96,31±7,85 (p ¹ =0,033) (p ² =0,023) (p ³ =0,054)
Треугольная	161,78±11,52 (p ¹ =0,021) (p ³ =0,008) (p ⁴ =0,015)	64,53±28,25 (p ¹ =0,028) (p ² =0,008) (p ⁴ =0,039)	89,44±14,48 (p ¹ =0,035) (p ² =0,015) (p ³ =0,039)
Трапецевидная	103,00±4,17 (p ¹ =0,045) (p ³ =0,012) (p ⁴ =0,019)	68,71±31,73 (p ¹ =0,025) (p ² =0,012) (p ⁴ =0,017)	87,58±5,83 (p ¹ =0,038) (p ² =0,019) (p ³ =0,017)

Примечания: p¹ – достоверность различий по сравнению с методом Л.Н. Поповой;

p² – достоверность различий по сравнению с приложением WoundDesk;

p³ – достоверность различий по сравнению с приложением V2F;

p⁴ – достоверность различий по сравнению с приложением ImitoWound.

Таблица 2. Точность измерения СР на цилиндрических поверхностях диаметром 10 см, имитирующих поверхность плеча, %

Table 2. Accuracy of WS measurement on cylindrical surfaces with a diameter of 10 cm, simulating the surface of the shoulder, %

связь между кривизной исследуемой раневой поверхности и точностью определения ее площади. Из полученных результатов следует, что использование мобильного приложения ImitoWound является универсальным средством

Форма СР	Мобильные приложения, применяемые для измерения площади СР		
	+WoundDesk	V2F	ImitoWound
Круглая	96,21±4,14 (p ¹ =0,036) (p ³ =0,015) (p ⁴ =0,047)	70,15±19,48 (p ¹ =0,024) (p ² =0,015) (p ⁴ =0,033)	90,17±11,38 (p ¹ =0,031) (p ² =0,047) (p ³ =0,033)
Овальная	97,14±5,48 (p ¹ =0,047) (p ³ =0,011) (p ⁴ =0,042)	69,34±21,22 (p ¹ =0,037) (p ² =0,011) (p ⁴ =0,026)	89,58±8,29 (p ¹ =0,022) (p ² =0,042) (p ³ =0,026)
Квадратная	76,32±4,51 (p ¹ =0,029) (p ³ =0,022) (p ⁴ =0,044)	93,34±9,27 (p ¹ =0,023) (p ² =0,022) (p ⁴ =0,064)	97,32±7,15 (p ¹ =0,026) (p ² =0,044) (p ³ =0,064)
Прямоугольная	76,83±7,11 (p ¹ =0,031) (p ³ =0,040) (p ⁴ =0,037)	89,77±8,35 (p ¹ =0,042) (p ² =0,040) (p ⁴ =0,039)	96,31±4,63 (p ¹ =0,045) (p ² =0,037) (p ³ =0,039)
Треугольная	158,78±9,52 (p ¹ =0,018) (p ³ =0,016) (p ⁴ =0,034)	64,53±24,51 (p ¹ =0,041) (p ² =0,016) (p ⁴ =0,025)	89,44±11,73 (p ¹ =0,037) (p ² =0,034) (p ³ =0,025)
Трапецевидная	103±6,18 (p ¹ =0,045) (p ³ =0,019) (p ⁴ =0,045)	68,71±31,16 (p ¹ =0,033) (p ² =0,019) (p ⁴ =0,018)	87,58±8,30 (p ¹ =0,043) (p ² =0,045) (p ³ =0,018)

Примечания: p¹ – достоверность различий по сравнению с методом Л.Н. Поповой;

p² – достоверность различий по сравнению с приложением WoundDesk;

p³ – достоверность различий по сравнению с приложением V2F;

p⁴ – достоверность различий по сравнению с приложением ImitoWound.

Таблица 3. Точность измерения СР на цилиндрических поверхностях диаметром 7 см, имитирующих поверхность предплечья, %

Table 3. Accuracy of WS measurement on cylindrical surfaces with a diameter of 7 cm, simulating the surface of the forearm, %

Форма СР	Мобильные приложения, применяемые для измерения площади СР		
	+WoundDesk	V2F	Imito Wound
Круглая	96,47±4,59 ($p^1=0,065$) ($p^3=0,023$) ($p^4=0,047$)	71,05±17,34 ($p^1=0,029$) ($p^2=0,023$) ($p^4=0,034$)	91,55±9,19 ($p^1=0,038$) ($p^2=0,047$) ($p^3=0,034$)
Овальная	95,14±8,74 ($p^1=0,063$) ($p^3=0,025$) ($p^4=0,051$)	70,72±21,44 ($p^1=0,027$) ($p^2=0,025$) ($p^4=0,031$)	90,34±6,11 ($p^1=0,031$) ($p^2=0,051$) ($p^3=0,031$)
Квадратная	76,32±6,04 ($p^1=0,028$) ($p^3=0,021$) ($p^4=0,039$)	95,78±7,15 ($p^1=0,081$) ($p^2=0,021$) ($p^4=0,054$)	98,03±4,32 ($p^1=0,062$) ($p^2=0,039$) ($p^3=0,054$)
Прямоугольная	74,83±7,41 ($p^1=0,021$) ($p^3=0,028$) ($p^4=0,033$)	90,74±5,29 ($p^1=0,026$) ($p^2=0,028$) ($p^4=0,041$)	98,61±3,24 ($p^1=0,059$) ($p^2=0,033$) ($p^3=0,041$)
Треугольная	158,78±5,12 ($p^1=0,016$) ($p^3=0,014$) ($p^4=0,042$)	65,56±28,42 ($p^1=0,035$) ($p^2=0,014$) ($p^4=0,025$)	90,76±9,01 ($p^1=0,027$) ($p^2=0,042$) ($p^3=0,025$)
Трапецевидная	102,00±4,15 ($p^1=0,072$) ($p^3=0,020$) ($p^4=0,047$)	69,97±31,13 ($p^1=0,038$) ($p^2=0,020$) ($p^4=0,039$)	90,82±7,92 ($p^1=0,025$) ($p^2=0,047$) ($p^3=0,039$)

Примечания: p^1 – достоверность различий по сравнению с методом Л.Н. Поповой;
 p^2 – достоверность различий по сравнению с приложением WoundDesk;
 p^3 – достоверность различий по сравнению с приложением V2F;
 p^4 – достоверность различий по сравнению с приложением ImitoWound.

Таблица 4. Точность измерения СР на сферической поверхности диаметром 20 см, имитирующих поверхность головы, %

Table 4. Accuracy of WS measurement on a spherical surface with a diameter of 20 cm, simulating the surface of the head, %

для проведения планиметрических исследований схематических ран в связи с его высокой точностью, которая составила в среднем 92,81±6,52%.

II серия исследования проведена на муляжах ран перелома плеча и раны на ноге. Используя метод Л.Н. Поповой для определения площади исследуемых дефектов мягких тканей, мы получили следующие результаты измерения – 34,7±1,2 см² и 9,5±0,8 см² соответственно. Далее были проведены измерения с применением остальных методик исследования (**таблица 5**).

На обоих муляжах наиболее точными оказались измерения, полученные с помощью мобильного приложения ImitoWound, – 96,22±8,05% и 97,80±7,46%. Приложения +WoundDesk и V2F показали точность 86,83±12,74% и 70,86±18,11% для ран при переломе плеча и 85,26±9,13% и 82,21±15,62% для муляжа ран на ноге соответственно.

В III серии исследования, проведенного на лабораторных крысах линии Wistar, среднее отклонение при использовании +WoundDesk составило 90,84±9,48%, V2F – 88,96±13,41%, ImitoWound – 92,51±6,94% (**таблица 6**).

	Метод Л.Н. Поповой	+WoundDesk	V2F	ImitoWound
Точность измерения площади ран, %	100%	90,84±9,48 ($p^1=0,041$) ($p^3=0,066$) ($p^4=0,053$)	88,96±13,41 ($p^1=0,023$) ($p^2=0,066$) ($p^4=0,081$)	92,51±6,94 ($p^1=0,021$) ($p^2=0,053$) ($p^3=0,081$)
Время, необходимое для проведения исследования, мин	3,05 ±0,22	0,67 ±0,07	0,98 ±0,15	1,11 ±0,12

Примечания: p^1 – достоверность различий по сравнению с методом Л.Н. Поповой;
 p^2 – достоверность различий по сравнению с приложением WoundDesk;
 p^3 – достоверность различий по сравнению с приложением V2F;
 p^4 – достоверность различий по сравнению с приложением ImitoWound.

Таблица 6. Точность и время измерения площадей ран методом Л.Н. Поповой и с использованием мобильных приложений у лабораторных крыс линии Wistar в III серии исследования, %

Table 6. Accuracy and time of measuring wound areas using L.N. Popova's method and mobile applications in Wistar laboratory rats in the III block of the study, %

Тип муляжа	Метод Л.Н. Поповой	Мобильные приложения, применяемые для измерения площади		
		+WoundDesk	V2F	Imito Wound
Рана при переломе плеча	100%	86,83±12,74 ($p^1=0,039$) ($p^3=0,045$) ($p^4=0,041$)	70,86±18,11 ($p^1=0,022$) ($p^2=0,045$) ($p^4=0,027$)	96,22±8,05 ($p^1=0,061$) ($p^2=0,041$) ($p^3=0,027$)
Рана на ноге	100%	85,26±9,13 ($p^1=0,042$) ($p^2=0,057$) ($p^4=0,044$)	82,21±15,62 ($p^1=0,031$) ($p^2=0,057$) ($p^4=0,043$)	97,80±7,46 ($p^1=0,065$) ($p^2=0,044$) ($p^3=0,043$)

Примечания: p^1 – достоверность различий по сравнению с методом Л.Н. Поповой;
 p^2 – достоверность различий по сравнению с приложением WoundDesk;
 p^3 – достоверность различий по сравнению с приложением V2F;
 p^4 – достоверность различий по сравнению с приложением ImitoWound.

Таблица 5. Точность определения площадей муляжей ран при переломе плеча и на ноге, %

Table 5. Accuracy of determining the area of wound models for shoulder and leg fractures, %

Также важным параметром являлось время, затраченное на проведение исследований: наименьшее время получено при использовании приложения +WoundDesk, поскольку при ручной коррекции контуров необходимо сопоставить меньшее количество границ дефекта для его обозначения.

В IV серии исследования при анализе точности определения площади дефектов поверхностных мягких тканей у пациентов с дефектами лица с использованием мобильных приложений и программного комплекса «Автоплан» среднее отклонение при использовании +WoundDesk составило 89,86±10,31%, V2F – 86,56±18,94%, ImitoWound – 91,34±9,52%, «Автоплан» – 91,48±10,14% (**таблица 7**).

ВЫВОДЫ

Результаты определения площади ран с использованием изучаемых мобильных приложений в условиях, близких к идеальным по освещенности, удаленности от объекта и фиксации камеры, что не всегда выполнимо в клинических условиях, часто достоверно различаются от реальных размеров дефектов и зависят от их формы и степени кривизны поверхностей.

В I серии исследования приложение +WoundDesk демонстрирует наименьшую точность при определении площади квадратных, прямоугольных и треугольных схематических ран; приложение V2F – при круглых, овальных, треугольных и трапецевидных ран. Наиболее точные усредненные результаты измерений различных ран продемонстрировало приложение ImitoWound.

	Метод Л.Н. Поповой	+WoundDesk	V2F	ImitoWound	«Автоплан»
Дефекты верхней и нижней челюстей	100%	89,86±10,31 ($p^1 = 0,025$) ($p^3 = 0,062$) ($p^4 = 0,054$) ($p^5 = 0,081$)	86,56±18,94 ($p^1 = 0,031$) ($p^2 = 0,062$) ($p^4 = 0,055$) ($p^5 = 0,073$)	91,34±9,52 ($p^1 = 0,029$) ($p^2 = 0,054$) ($p^3 = 0,055$) ($p^5 = 0,063$)	91,48±10,14 ($p^1 = 0,025$) ($p^2 = 0,081$) ($p^3 = 0,073$) ($p^4 = 0,063$)

Примечания: p^1 – достоверность различий по сравнению с методом Л.Н. Поповой, $p < 0,05$;

p^2 – достоверность различий по сравнению с приложением WoundDesk;

p^3 – достоверность различий по сравнению с приложением V2F;

p^4 – достоверность различий по сравнению с приложением ImitoWound;

p^5 – достоверность различий по сравнению с программный комплекс «Автоплан».

Таблица 7. Точность определения площади дефектов поверхностных мягких тканей у пациентов с дефектами лица с использованием мобильных приложений и программного комплекса «Автоплан», %

Table 7. Accuracy of determining the area of defects in superficial soft tissues in patients with facial defects using mobile applications and the Autoplan software, %

При изучении точности определения площади ран на муляжах +WoundDesk демонстрирует лучшие результаты по сравнению с V2F, однако они достоверно отличаются от значений, полученных с помощью метода Л.Н. Поповой, в среднем на $14,27 \pm 7,51\%$ и $21,85 \pm 13,85\%$ соответственно.

Самым точным мобильным приложением при определении площади ран у лабораторных животных является ImitoWound – $92,51 \pm 5,93\%$ от метода Л.Н. Поповой. Приложения +WoundDesk и V2F определяют исследуемый показатель с точностью $90,84 \pm 12,77\%$ и $88,96 \pm 15,36\%$ соответственно.

Доказано, что большинство полученных нами результатов достоверно отличаются от известной исходной площади (I серия) и метода Л.Н. Поповой (II, III и IV серии), что ставит под сомнение целесообразность использования представленных мобильных приложений как основного метода проведения планиметрических исследований в медицине, поскольку большинство ран, встречаемых во врачебной практике, имеют сложную, изменяемую в

процессе лечения конфигурацию, переходящую из одной формы в другую.

В расчете площади раневых поверхностей у пациентов с дефектами верхней и нижней челюстей мобильное приложение ImitoWound показывает схожий результат с программным комплексом «Автоплан», однако последний обладает значительно большим потенциалом в планировании и выполнении реконструктивно-пластических операций у пациентов с дефектами головы, в связи с чем его можно рекомендовать для использования оценки данных дефектов.

Исходя из проведенного исследования очевидно, что требуется как разработка новых способов или приложений для расчета площади раневого дефекта, так и доработка существующих алгоритмов. Вероятной альтернативой данным мобильным приложениям могут стать использование лазерной сетки и 3D-сканирования, однако это методы, сложно реализуемые в практическом здравоохранении, что оставляет способ Л.Н. Поповой основным методом проведения планиметрических исследований. ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Источник финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.	Study funding. The study was the authors' initiative without external funding.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of interest. The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.
Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия.	Compliance with Ethical Standards. The authors confirm that the rights of the people who participated in the study were respected, including obtaining informed consent.
Участие авторов. Михайлов Н.О., Лаптиева А.Ю., Денисенко А.С. – проведение исследования, написание текста, подготовка и анализ литературы. Глухов А.А., Андреев А.А., Ивашков В.Ю. – создание дизайна исследования, научное редактирование. Судаков О.В. – статистическая обработка данных. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.	Contribution of individual authors. Mikhailov N.O., Laptieva A.Yu., Denisenko A.S.: conducting of the research, writing of the text, preparation and analysis of literature. Glukhov A.A., Andreev A.A., Ivashkov V.Yu.: creation of research design, scientific editing. Sudakov O.V.: statistical data processing. All authors gave their final approval of the manuscript for submission, and agreed to be accountable for all aspects of the work, implying proper study and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the work.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Lindholm C, Searle R. Wound management for the 21st century: combining effectiveness and efficiency. *Int Wound J.* 2016;13(2):5-15. DOI: [10.1111/iwj.12623](https://doi.org/10.1111/iwj.12623)
- Nussbaum SR, Carter MJ, Fife CE, et al. An Economic Evaluation of the Impact, Cost, and Medicare Policy Implications of Chronic Nonhealing Wounds. *Value Health.* 2018;21(1):27-32. DOI: [10.1016/j.jval.2017.07.007](https://doi.org/10.1016/j.jval.2017.07.007)
- Tricco AC, Cogo E, Isaranuwatthai W, et al. A systematic review of cost-effectiveness analyses of complex wound interventions reveals

optimal treatments for specific wound types. *BMC Med.* 2015;13:90. DOI: [10.1186/s12916-015-0326-3](https://doi.org/10.1186/s12916-015-0326-3)

4. Al-Gharibi KA, Sharstha S, Al-Faras MA. Cost-Effectiveness of Wound Care: A concept analysis. *Sultan Qaboos Univ Med J.* 2018;18(4):e433-e439. DOI: [10.18295/squmj.2018.18.04.002](https://doi.org/10.18295/squmj.2018.18.04.002)

5. Tan P, Basonbul RA, Lim J, et al. Performance of portable objective wound assessment tools: a systematic review. *J Wound Care.* 2023;32(2):74-82. DOI: [10.12968/jowc.2023.32.2.74](https://doi.org/10.12968/jowc.2023.32.2.74)

6. Foltynski P, Ladyzynski P, Ciechanowska A, et al. Wound Area Measurement with Digital Planimetry: Improved Accuracy and Precision with Calibration Based on 2 Rulers. *PLoS One.* 2015;10(8):e0134622. DOI: [10.1371/journal.pone.0134622](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134622)

7. Flanagan M. Wound measurement: can it help us to monitor progression to healing? *J Wound Care*. 2003;12(5):189-94. DOI: [10.12968/jowc.2003.12.5.26493](https://doi.org/10.12968/jowc.2003.12.5.26493)
8. Jørgensen LB, Sørensen JA, Jemec GB, et al. Methods to assess area and volume of wounds – a systematic review. *Int Wound J*. 2016;13(4):540-53. DOI: [10.1111/iwj.12472](https://doi.org/10.1111/iwj.12472)
9. Pavlovčić U, Diaci J, Možina J, et al. Wound perimeter, area, and volume measurement based on laser 3D and color acquisition. *Biomed Eng Online*. 2015;14:39. DOI: [10.1186/s12938-015-0031-7](https://doi.org/10.1186/s12938-015-0031-7)
10. Ivashkov VYu, Denisenko AS, Kolsanov AV, et al. Mandible reconstruction using the Autoplan software. *Plastic Surgery and Aesthetic Medicine*. 2024;(4-2):58-65. [Ивашков В.Ю., Денисенко А.С., Колсанов А.В., и др. Устранение дефектов нижней челюсти с применением программного комплекса «Автоплан». *Пластическая хирургия и эстетическая медицина*. 2024;(4-2):58-65]. DOI: [10.17116/plast.hirurgia.202404258](https://doi.org/10.17116/plast.hirurgia.202404258)
11. Ivashkov VYu, Denisenko AS, Kolsanov AV, Verbo EV. An original method of nose reconstruction using an individualized titanium implant and a radial flap: a clinical case. *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2024;27(3):93-99. [Ивашков В.Ю., Денисенко А.С., Колсанов А.В., Вербо Е.В. Оригинальный способ реконструкции наружного носа с применением индивидуального титанового импланта и лучевого лоскута: клинический случай. *Вопросы реконструктивной и пластической хирургии*. 2024;27(3):93-99.]. DOI: [10.52581/1814-1471/90/08](https://doi.org/10.52581/1814-1471/90/08)
12. Wu Y, Wu L, Yu M. The clinical value of intelligent wound measurement devices in patients with chronic wounds: A scoping review. *Int Wound J*. 2024;21(3):e14843. DOI: [10.1111/iwj.14843](https://doi.org/10.1111/iwj.14843)
13. Pena G, Kuang B, Szpak Z, et al. Evaluation of a Novel Three-Dimensional Wound Measurement Device for Assessment of Diabetic Foot Ulcers. *Adv Wound Care (New Rochelle)*. 2020;9(11):623-631. DOI: [10.1089/wound.2019.0965](https://doi.org/10.1089/wound.2019.0965)
14. Chan KS, Lo ZJ. Wound assessment, imaging and monitoring systems in diabetic foot ulcers: A systematic review. *Int Wound J*. 2020;17(6):1909-1923. DOI: [10.1111/iwj.13481](https://doi.org/10.1111/iwj.13481)
15. Darwin ES, Jaller JA, Hirt PA, et al. Comparison of 3-dimensional Wound Measurement With Laser-assisted and Hand Measurements: A Retrospective Chart Review. *Wound Manag Prev*. 2019;65(1):36-41. PMID: [30724748](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30724748/)
16. Mamone V, Fonzo MD, Esposito N, et al. Monitoring Wound Healing With Contactless Measurements and Augmented Reality. *IEEE J Transl Eng Health Med*. 2020;8:2700412. DOI: [10.1109/JTEHM.2020.2983156](https://doi.org/10.1109/JTEHM.2020.2983156)
17. Dramburg S, Braune K, Schröder L, et al. Mobile Applikationen (Apps) zu Diagnosefindung und Therapiesteuerung in der Kinder- und Jugendmedizin: Chancen und Grenzen. *Monatsschr Kinderheilkd*. 2021;169(8):726-737. DOI: [10.1007/s00112-021-01233-6](https://doi.org/10.1007/s00112-021-01233-6)
18. Budnevsky AV, Tsvetkova LN, Andreev AA, et al. Experience of using the mobile application “+WOUNDDESK” to assess the dynamics of repair of experimental wounds. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2017;5(1). (In Russ.). [Будневский А.В., Цветикова Л.Н., Андреев А.А., и др. Опыт применения мобильного приложения «+WOUNDDESK» для оценки динамики репарации экспериментальных ран. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2017;1(16):1].
19. Vorontsov AV, Zaitseva EL, Tokmakova AYU, et al. Evaluation methods of wound size defect in diabetic foot syndrome. *Wounds and wound infections. The prof. B.M. Kostyuchenok journal*. 2018;5(1):28-35. [Воронцов А.В., Зайцева Е.Л., Токмакова А.Ю. Методы оценки размеров раневого дефекта при синдроме диабетической стопы. Раны и раневые инфекции. *Журнал имени проф. Б.М. Костюченко*. 2018;5(1):28-35]. DOI: [10.25199/2408-9613-2018-5-1-28-33](https://doi.org/10.25199/2408-9613-2018-5-1-28-33)
20. Aarts P, van Huijstee JC, Ragamin A, et al. Validity and Reliability of Two Digital Wound Measurement Tools after Surgery in Patients with Hidradenitis Suppurativa. *Dermatology*. 2023;239(1):99-108. DOI: [10.1159/000525844](https://doi.org/10.1159/000525844)
21. Vitsos A, Tsagarousianos C, Vergos O, et al. Efficacy of a Ceratothoa oestroides Olive Oil Extract in Patients With Chronic Ulcers: A Pilot Study. *Int J Low Extrem Wounds*. 2019;18(3):309-316. DOI: [10.1177/1534734619856143](https://doi.org/10.1177/1534734619856143)
22. Gluhov AA, Aralova MV. Clinical Efficiency of Various Debridement Methods of Venous Etiology Trophic Ulcers. *Novosti Khirurgii*. 2017;25(3):257-266. [Глухов А.А., Аралова М.В. Клиническая эффективность различных способов дебримента трофических язв венозной этиологии. *Новости хирургии*. 2017;25(3):257-266]. DOI: [10.18484/2305-0047.2017.3.257](https://doi.org/10.18484/2305-0047.2017.3.257)
23. Bokov DA, Mikhailov NO. Comparative analysis of modern methods for measuring the area of the wound surface. *Youth Innovation Bulletin*. 2022;11(2):27-31. [Бокров Д.А., Михайлов Н.О. Сравнительный анализ современных методик измерения площади раневой поверхности. *Молодежный инновационный вестник*. 2022;11(2):27-31].
24. Fedzianin SD. Autologous bone marrow aspirates in the treatment of extensive purulent wounds. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2020;15(2):103-107. [Федянин С.Д. Аутологичные аспираты костного мозга в лечении обширных гнойных ран. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2020;15(2):103-107]. DOI: [10.25881/BPNMSC.2020.92.91.018](https://doi.org/10.25881/BPNMSC.2020.92.91.018)
25. Fedzianin SD, Buyanova SV. The method for stimulation of wound healing. *Vitebsk Medical Journal*. 2017;16(5):62-67. [Федянин С.Д., Буянова С.В. Способ стимуляции раневого заживления. *Вестник Витебского государственного медицинского университета*. 2017;16(5):62-67]. DOI: [10.22263/2312-4156.2017.5.62](https://doi.org/10.22263/2312-4156.2017.5.62)
26. Sharafutdinova IR, Mustafina ZZ, Gabitova AY, Shaibakova AD. Innovative technologies in monitoring the rate of wound healing. *International Student Scientific Bulletin*. 2018;18(4):177-179. (In Russ.). [Шарафутдинова И.Р., Мустафина З.З., Габитова А.Я., Шайбакова А.Д. Инновационные технологии в мониторинге скорости заживления ран. *Международный студенческий научный вестник*. 2018;18(4):177-179]. URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=18651>