



Метод объективизации и контроля позиционных осложнений у пациентов отделения реанимации и интенсивной терапии

Д. А. ОСТАПЧЕНКО^{1,2}, А. Т. ИСАКОВА², А. А. ИСАКОВА², Е. А. БОЕВА^{1,2*}

¹Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии, Научно-исследовательский институт общей реаниматологии имени В. А. Неговского, Москва, Российская Федерация

²Городская клиническая больница № 1 имени Н. И. Пирогова Департамент здравоохранения г. Москвы, Москва, Российская Федерация

Поступила в редакцию 09.02.2026 г.; дата рецензирования 27.03.2026

РЕЗЮМЕ

Введение. Позиционные осложнения у пациентов отделений реанимации и интенсивной терапии остаются актуальной клинической проблемой, связанной с высокой вариабельностью визуальной оценки и значительными временными затратами медицинского персонала.

Цель – оценить точность и эффективность мобильного приложения HosHelper для объективизации стадирования позиционных повреждений кожи у маломобильных пациентов.

Материалы и методы. Провели проспективное одноцентровое исследование у 39 пациентов ОРИТ с признаками позиционных осложнений. Стадирование пролежней выполняли двумя методами: субъективной визуальной оценкой медицинским персоналом и с использованием мобильного приложения HosHelper. Полученные результаты сравнивали с консенсусной оценкой трех независимых экспертов. Оценивали совпадение стадий, время выполнения и вариабельность решений.

Результаты. Совпадение программной и экспертной оценки составило 97,3%, тогда как субъективной и экспертной – 82,1%. Использование приложения позволило статистически значимо сократить время оценки ($3,0 \pm 1,1$ против $8,0 \pm 1,4$ мин, $p < 0,05$) и снизить вариабельность результатов.

Заключение. Применение мобильного приложения для стадирования позиционных осложнений повышает объективность диагностики и снижает трудозатраты медицинского персонала, что может улучшить профилактику и мониторинг пролежней у пациентов ОРИТ.

Ключевые слова: позиционные осложнения, пролежни, маломобильные пациенты

Для цитирования: Остапченко Д. А., Исакова А. Т., Исакова А. А., Боева Е. А. Метод объективизации и контроля позиционных осложнений у пациентов отделения реанимации и интенсивной терапии // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2026. – Т. 23, № 4. – С. 73–81. <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2026-23-4-73-81>.

Method for objective assessment and monitoring of positional complications in intensive care unit patients

DMITRIY A. OSTAPCHENKO^{1,2}, ANASTASIA T. ISAKOVA², ANNA A. ISAKOVA², EKATERINA A. BOEVA^{1,2*}

¹ Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitation, V. A. Negovsky Research Institute of General Reanimatology, Moscow, Russian Federation

² N. I. Pirogov City Clinical Hospital № 1, Moscow, Russian Federation

Received 09.02.2026; review date 27.03.2026

ABSTRACT

Introduction. Pressure injuries in intensive care unit (ICU) patients remain a significant clinical problem associated with high interobserver variability and substantial time burden for healthcare staff.

The objective was to evaluate the accuracy and efficiency of the HosHelper mobile application for objective staging of positional skin injuries in immobile patients.

Materials and methods. A prospective single-center study was conducted in 39 ICU patients with pressure injuries. Staging was performed using two approaches: routine visual assessment by medical staff and the HosHelper mobile application. The results were compared with a consensus assessment of three independent experts. Agreement, assessment time, and variability were analyzed.

Results. Agreement between the application and expert evaluation reached 97.3%, whereas agreement between subjective assessment and experts was 82.1%. Use of the application significantly reduced assessment time (3.0 ± 1.1 vs 8.0 ± 1.4 min, $p < 0.05$) and decreased decision variability.

Conclusions. Mobile-assisted staging of positional complications improves diagnostic objectivity and reduces staff workload, potentially enhancing prevention and monitoring of pressure injuries in ICU patients.

Keywords: positional complications, pressure injuries, immobile patients

For citation: Ostapchenko D. A., Isakova A. T., Isakova A. A., Boeva E. A. Method for objective assessment and monitoring of positional complications in intensive care unit patients. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2026, Vol. 23, № 4, P. 73–81. (In Russ.). <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2026-23-4-73-81>.

* Для корреспонденции:
Екатерина Александровна Боева
E-mail: eboeva@fnkccr.ru

* Correspondence:
Ekaterina A. Boeva
E-mail: eboeva@fnkccr.ru

Введение

Многие тяжелые заболевания нарушают двигательную активность человека. Тяжесть течения основного заболевания влечет за собой истощение пластических резервов организма пациента, присоединение анемии и белково-энергетической недостаточности, что негативно отражается на микроциркуляции крови и лимфы, трофики кожи и глубже расположенных тканей [1]. Неподвижное состояние в сочетании с другими факторами, ухудшающими микроциркуляцию, могут приводить к позиционным осложнениям в виде язвенно-некротических повреждений кожного покрова (пролежням), или декубитальным язвам (ДЯ). Этому способствуют как систематические длительные позиционные сдавления с развитием обструктивных нарушений периферического кровообращения, так и нейротрофические изменения у ослабленных лежащих пациентов. В ишемизированных тканях развиваются некротические процессы с последующим изъязвлением поверхности кожи. Немаловажную роль в появлении пролежней играют также нарушения водно-электролитного баланса кожи. По данным международных обзоров, распространенность пролежней в стационарах варьирует от 5 до 23%, достигая максимальных значений в отделениях реанимации и интенсивной терапии. В систематических обзорах показано, что риск формирования пролежней наиболее высок у пациентов с ограниченной подвижностью, нарушениями перфузии и нутритивным дефицитом. Развитие пролежней ассоциировано с увеличением длительности госпитализации, ростом затрат и повышением летальности [5, 6, 11]. Существенной проблемой остается высокая межнаблюдательная вариабельность при визуальной оценке стадий пролежней. В ряде исследований показано, что согласованность между специалистами при определении стадии повреждения кожи колеблется от умеренной до низкой, особенно на ранних стадиях процесса, что приводит к ошибкам стратификации риска и запоздалому началу профилактических мероприятий [9].

Факторы риска возникновения ДЯ делят на внутренние (истощение/ожирение, нарушения подвижности, нарушения психомоторной активности и др.) и внешние (плохой уход, неправильная техника массажа, нарушение технологии применения противопролежневых систем и др.). Развитие подобных осложнений является распространенной проблемой в геронтологии, а также в реанимационных отделениях, что обуславливает актуальность задачи их профилактики должными манипуляциями ухода и лечения [2].

В соответствии с классификацией The National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP) разделяют клинические проявления пролежней на стадии, в зависимости от глубины повреждения тканей [14].

I стадия – интактная кожа с не бледнеющей гиперемией (более 1 мин) локализованного участка,

подвергнувшегося сдавлению, обычно над костным выступом. Эта область может отличаться от прилегающего кожного покрова температурой, плотностью, чувствительностью. Трудно определимо у пациентов с темным оттенком кожи.

II стадия – фрагментарная деструкция дермы, проявляющаяся в виде пузыря с неповрежденной или вскрывшейся покрывкой, наполненного сывороткой, а также поверхностной открытой язвой без струпа и геморрагического пропитывания кожи с красно-розовым раневым ложем и блестящей или сухой поверхностью. На этом этапе возможно присоединение инфекции.

III стадия – полное поражение прилежащих к коже тканей на всю глубину. Подкожно-жировая клетчатка (ПЖК) может виднеться из раневого дефекта, ее деструкция распространяется на мышцы, но кости и сухожилия при данной стадии не визуализируются. Возможно наличие струпа, формирование свищей, отслойка эпидермиса с образованием карманов. Глубина ДЯ зависит от анатомического расположения, толщины ПЖК в этой области, например, в местах с избыточным количеством жировой ткани могут развиваться чрезвычайно глубокие пролежни, а в зонах ее дефицита (лодыжки, спинка носа) – поверхностные. Возможно присоединение раневой инфекции.

IV стадия – деструктивный процесс проникает на всю толщину тканей с обнажением костей, сухожилий или мышц. Нередко образуются язвы с нависающими краями, с образованием карманов. Глубина пролежней стадии IV также зависит от анатомического расположения и количества ПЖК. Позиционные осложнения IV стадии распространяются не только на мышечные структуры, но и на фиксирующий аппарат (например, фасции, сухожилия или капсулу сустава), что делает возможным скоротечное развитие остеомиелита. Возможно присоединение раневой инфекции.

Стадию *ad oculus* зачастую определить невозможно – при глубоком повреждении тканей основание язвы покрыто некротизированными массами или струпом (коричневым или черным). Установить истинную стадию в подобных случаях возможно только после хирургической обработки области основания пролежня [2].

В роли системы анализа развития пролежней во многих медицинских государственных учреждениях РФ применяют шкалу J. Waterlow (1985). Считается, что она адаптирована к особенностям каждого пациента: учитываются возраст, индекс массы тела, принимаемая лекарственная терапия, наличие хронических заболеваний и др. При имеющихся особенностях факторы риска возникновения пролежней превалируют индивидуально. Тем не менее, в сравнительном исследовании, проведенном в Китае в 2023 г. у 5903 пациентов, показатели чувствительности, специфичности, положительной и отрицательной прогностической значимости составили для шкалы J. Waterlow лишь 54,2%, 71,1%, 0,017, 0,994 и 0,651 соответственно [8].

Таблица 1. Клинико-демографические характеристики пациентов
Table 1. Clinical and demographic characteristics of patients

Показатель	Частота случаев
<i>Демографические характеристики</i>	
Мужчины, <i>n</i> (%)	22 (56,4%)
Женщины, <i>n</i> (%)	17 (45,6%)
Средний возраст, лет, <i>M</i> ± <i>σ</i>	69,5 ± 10,3
<i>Нозологические формы, включенные в основной и фоновый диагноз</i>	
Ишемическая болезнь сердца, <i>n</i> (%)	13 (33,3%)
Хроническая ишемия головного мозга, <i>n</i> (%)	15 (38,5%)
Сахарный диабет, <i>n</i> (%)	18 (46,2%)
Тяжелая сочетанная травма, <i>n</i> (%)	14 (35,9%)
Острое нарушение мозгового кровообращения, <i>n</i> (%)	7 (17,9%)
Хроническая болезнь почек, <i>n</i> (%)	5 (12,8%)
<i>Вмешательство</i>	
ИВЛ, <i>n</i> (%)	26 (66,6%)
<i>Тяжесть состояния при поступлении</i>	
APACHE-II, баллы, <i>M</i> ± <i>σ</i>	10,8 ± 3,5
SOFA, баллы, <i>M</i> ± <i>σ</i>	4,3 ± 2,4
Примечание: число регистраций нозологических форм превысило число пациентов с учетом их сочетания у части пациентов.	

Определенное клиническое применение получила шкала прогноза динамики и исхода пролежней PUSH [7], с помощью которой на основании классификации площади поверхности язвы, наличия экссудата и типу раневой ткани производится наблюдение за пролежнем и измерение его размеров. Для каждой из характеристик записываются баллы, затем они суммируются. Сравнение общих баллов, измеренных с течением времени, дает представление о динамике процесса заживления пролежневых язв.

Необходимо также учитывать то, что субъективное определение ряда характеристик (площади, глубины поражения кожного покрова, состояние окружающих тканей и выраженности болевого синдрома) медицинским персоналом для диагностики пролежней может приводить к затруднениям дифференцировки позиционных осложнений от схожих симптомов воспалительного процесса и/или дерматологической патологии. Упоминаний о способах автоматизации оценки позиционных осложнений в литературе не обнаружили.

В последние годы активно развивается направление цифровизации оценки хронических ран с применением мобильных приложений и компьютерного зрения. Показано, что автоматизированные методы позволяют повысить воспроизводимость измерений площади раны и снизить зависимость результата от опыта специалиста. Однако большинство доступных решений ориентированы на планиметрию и фотопротокол, тогда как задачи клинического стадирования пролежней в реальной практике остаются недостаточно автоматизированными [13]

Таким образом, существует потребность в простом, воспроизводимом и быстром инструменте, позволяющем медицинскому персоналу объекти-

визировать стадирование пролежней без сложного оборудования и длительного обучения.

Целью нашего исследования явилась оценка точности, воспроизводимости и временной эффективности мобильного приложения HosHelper для стадирования позиционных осложнений у маломобильных пациентов по сравнению с субъективной визуальной оценкой медицинским персоналом.

Материалы и методы

Исследование выполнили в соответствии с Хельсинкской декларацией. От всех пациентов либо их законных представителей получали информированное согласие на участие в исследовании.

С января по июнь 2024 г. выполнили проспективное контролируемое поперечное исследование типа «метод-метод» у одной когорты из 1154 пациентов. Пациентов, имевших раны не пролежневой этиологии (ожоги, диабетические, трофические язвы), в исследование не включали. Идентифицировали 47 пациентов без учета диагноза и пола с пролежнями различной выраженности, поступивших в течение 6 месяцев 2024 г. в одно и то же ОРИТ. *Критериями включения* в исследование служило наличие пролежневых дефектов кожи различного генеза и стадии при поступлении пациентов в возрасте ≥ 18 лет (39 случаев), либо развитие таковых в процессе лечения (8 случаев) и наличие информированного согласия. *Критерием исключения* служили отказ от участия в исследовании (6 случаев), либо разногласие мнений независимых экспертов (2 случая).

Пролежневые дефекты одновременно характеризовали 3 методами. В первой, основной, группе позиционные повреждения однократно для каждого пациента медицинские сестры анализировали с

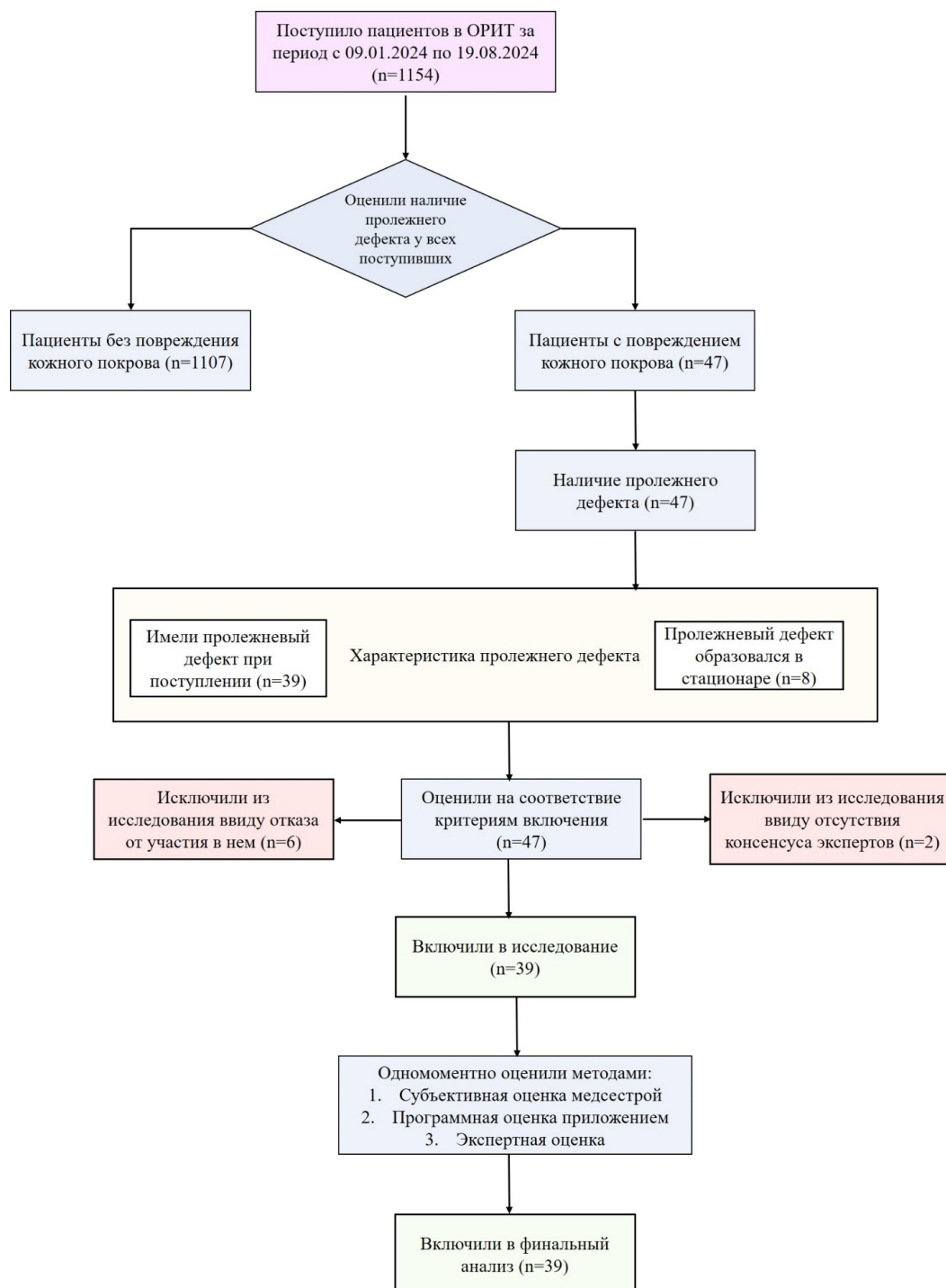


Рис. 1. Блок-схема исследования
Fig.1. Study flowchart

помощью программы «HosHelper», разработанной для мобильных устройств с операционной системой Android. В контрольной группе, представленной теми же 39 пациентами, стадию и площадь пролежневого дефекта документировали и также однократно оценивали субъективным методом дежурные медицинские сестры. Данные каждого пациента, полученные различными методами оценки, сравнивали с консенсусным мнением трех врачей-экспертов (сформировали экспертную группу). В экспертную группу вошли три врача с опытом ведения пациентов с хроническими ранами более 5 лет. Эксперт-

ную оценку рассматривали как референсный метод. Для минимизации систематической ошибки оценка выполнялась в стандартизированных условиях освещения и позиции пациента. В финальный анализ включили 39 случаев у 39 пациентов. Характеристики пациентов представили в табл. 1.

Демографический анализ показал преобладание лиц мужского пола. Наиболее распространенными заболеваниями были сахарный диабет, тяжелая сочетанная травма, хроническая ишемия головного мозга и ишемическая болезнь сердца. Реже встречались острое нарушение мозгового кровообращения

Таблица 2. Анкета-опросник сконструированного приложения «HosHelper»
Table 2. Questionnaire of the Developed HosHelper Application

Вопрос	Варианты ответов
Кожа повреждена	Да/Нет
После устранения давления гиперемия исчезает в течение 1 мин	Да/Нет
Повреждение кожного покрова с образованием пузыря (вскрывшегося пузыря) или эрозии с красным/розовым дном	Да/Нет
Видна подкожно-жировая клетчатка, деструкция распространяется на мышечную ткань	Да/Нет
Отслойка эпидермиса, формирование свищевых ходов	Да/Нет
Признаки раневой инфекции	Да/Нет
Видны сухожилия, суставы и/или кости	Да/Нет
Пролежень покрыта некротизированными массами и/или струпом и имеет черный цвет	Да/Нет
Бордовый/красный участок кожи на фоне интактной или пузырь, наполненный кровью	Да/Нет

и хроническая болезнь почек. Большинству пациентов (66,6%, $n = 26$) требовалось проведение искусственной вентиляции легких (ИВЛ). Для каждого случая порядок применения методов (программный или субъективный) определяли с помощью таблицы случайных чисел. Медицинские сестры, выполнявшие субъективную оценку, не имели доступа к результатам анализа приложения. Медицинские сестры, работавшие с приложением, не были ослеплены результатами своих коллег, но также могли иметь собственную субъективную оценку. Эксперты, чье мнение использовали в качестве референсного метода оценки, проводили независимую оценку фотоматериалов и медицинской документации, будучи ослепленными к результатам как программного, так и субъективного методов. Первичной конечной точкой исследования являлась степень соответствия определения по стадиям пролежней субъективным, либо программным методом консенсусу экспертов, вторичной – затрата времени на оценку.

Блок-схема исследования представлена на рис. 1.

Техническое описание приложения:

1. Платформа разработки. Приложение разработали с использованием MIT App Inventor – визуальной среды разработки мобильных приложений для платформы Android, разрабатываемой Массачусетским технологическим институтом (MIT). Официальный веб-интерфейс для разработки доступен по адресу: <https://appinventor.mit.edu/>.

2. Язык программирования и методология. Применяли визуальный блочный язык программирования, аналогичный Scratch и StarLogo TNG. Вместо традиционного текстового кода использовали графические блоки, соединяя их в логические цепочки через перетаскивание. Этот подход позволяет создавать функциональные Android-приложения без необходимости знания классических языков программирования. Анкета-опросник сконструированного приложения представлена в табл. 2.

QR-code для скачивания приложения на мобильные устройства с операционной системой Android представили на рис. 2.

3. Техническая реализация. Компилятор и основа: визуальные блоки App Inventor компилировали в байт-код, совместимый с Android, с использованием



Рис. 2. QR-code для скачивания приложения на устройства с операционной системой Android
Fig. 2. QR code for downloading the app on devices running the Android operating system

фреймворка Kawa – реализации языка Scheme (диалект Lisp) для Java-платформы. Интерфейс разработки: версии MIT App Inventor используют библиотеку Google Blockly для создания интерактивного визуального редактора блоков. Язык реализации платформы: сама платформа MIT App Inventor написана на языках Java, Kawa и Scheme. Систему определения стадии реализовали на основе жесткой логической модели. Каждая последовательность ответов на вопросы однозначно соответствует одной из predetermined стадий заболевания (например, «Стадия I», «Стадия II» и т. д.). Весовые коэффициенты для отдельных ответов не применяли – решение принимается исключительно по полному совпадению с заранее заданными паттернами ответов. При возникновении ситуаций, не охваченных заранее запрограммированными сценариями (т.е. при конфликтных, неполных или несоответствующих логике ответах), приложение автоматически выводит пользователю диалоговое окно с сообщением «Ошибка заполнения» и предлагает вернуться на главный экран для корректировки данных и повторного прохождения теста. Такой подход обеспечивает целостность и воспроизводимость результата, минимизируя риск некорректной классификации.

4. Целевая платформа. Приложение скомпилировали и предназначили исключительно для работы на устройствах под управлением операционной системы Android. Поддержку iOS на данный момент не реализовали.

5. Среда выполнения. Разработку проводили в веб-браузере (совместимом с официальными требованиями MIT App Inventor – Chrome, Firefox, Edge и др.). Приложение не требует установки специализированного ПО на компьютере разработчика – все действия выполняли через облачную среду MIT.

6. Лицензия. Сама платформа MIT App Inventor распространяется под лицензией Apache License 2.0, что позволяет свободно использовать созданные на ее основе приложения в коммерческих и некоммерческих целях. Приложение не собирает, не хранит и не передает никакие персональные данные, включая имя пациента, номер полиса, фотографии или результаты теста. Все данные обрабатываются исключительно в оперативной памяти устройства во время прохождения теста и полностью удаляются после завершения сессии.

Нет ни локального, ни облачного хранилища. Экспорт данных в электронную историю болезни или другие медицинские системы невозможен. Приложение предназначено для реального времени использования медицинским персоналом, который лично оценивает состояние пациента и вводит ответы в интерфейс. Персональные данные пациентов не требуются для функционирования системы – результат формируется на основе объективных наблюдений, а не идентификаторов.

Таким образом, приложение соответствует принципам минимального сбора данных и максимальной приватности, что особенно актуально в медицинской среде.

Для статистической обработки полученных результатов использовали инструментальный табличный процессор «Microsoft Office Excel 2019». Расчет мощности исследования предварительно не выполняли ввиду отсутствия опубликованных данных о сопоставимых автоматизированных методах стадирования пролежней. Исследование носило пилотный характер. В рамках исследования сформулировали нулевую гипотезу, предполагающую отсутствие статистически значимых различий показателей, полученных различными методами оценки. С целью оптимизации рангового значения признаку «глубокое повреждение тканей» присвоили значение 6, признаку «неопределенное повреждение тканей» – 7. Для сравнения качественных переменных в связанных группах использовали парный тест МакНемара. Коэффициенты ранговой корреляции для пар групп основная-экспертная, основная-контрольная и контрольная-экспертная рассчитывали по Спирмену. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты

Сконструированная программа позволила автоматизировать определение стадии развития пролежневой болезни в условиях ОРИТ. Сравнительный анализ времени, затрачиваемого на качественную оценку стадий пролежневых дефектов,

выявил статистически значимое преимущество программного метода. Среднее время визуальной оценки, фиксации и регистрации результатов у 39 пациентов составило $8,0 \pm 1,4$ мин, в то время как использование специализированного программного обеспечения сократило этот показатель до $3,0 \pm 1,1$ мин. Абсолютная экономия времени составила $5,0 \pm 0,8$ мин на одного пациента, что соответствует снижению временных затрат на 62,5%, ($p = 0,043$).

Для интегральной оценки коморбидного статуса пациентов рассчитали возраст-скорректированный индекс коморбидности Чарлсона. Продемонстрировали высокую коморбидную нагрузку в исследуемой когорте. Стратификация пациентов по уровню риска выявила, что когорта была практически равномерно распределена по рискам однолетней летальности: примерно половина пациентов (48,7%) была ассоциирована с высоким риском (индекс Чарлсона ≥ 5 баллов). Остальные пациенты (51,3%) – с низко-умеренным риском (индекс Чарлсона 0–4 балла). Медианное значение индекса составило 4,6 балла. Такое распределение закономерно для данной выборки, учитывая средний возраст пациентов (69,2 года) и высокую частоту встречаемости нескольких хронических заболеваний одновременно, что в совокупности обусловило значительный коморбидный фон и, как следствие, высокие расчетные баллы по шкале Чарлсона у значительной части наблюдавшихся.

Одновременно оценили распределение пациентов по шкале риска развития пролежней Брайдена. Среднее ее значение составило $13,7 \pm 2,6$ балла, число баллов варьировало от 10 до 20. Детальный анализ распределения пациентов по степени риска показал: критический риск (10–12 баллов) – 11 пациентов (28,2%), высокий риск (13–14 баллов) – 15 пациентов (38,5%), умеренный риск (15–18 баллов) – 12 пациентов (30,8%), низкий риск (19–20 баллов) – 1 пациент (2,6%). На основании общепринятых критериев оценки пациентов распределили, как имеющих высокий риск развития пролежней (≤ 14 баллов) – 26 пациентов (66,7%), и низкий риск (15–23 балла) – 13 пациентов (33,3%).

Процент абсолютного совпадения между программной оценкой и экспертной оценкой характеристик повреждений тканей составил 97,34% при анализе у всей когорты пациентов. Совпадение результатов между субъективным методом и экспертными оценками оказалось несколько ниже (82,05%), что могло свидетельствовать о большей вариабельности оценок и потенциальной предвзятости при использовании субъективного подхода. Выявили различие показателей коэффициента вариации при сравнении данных субъективного метода оценки пролежней, данных программного метода и экспертного мнения (11,75% и 2,36% соответственно, $p = 0,003$), свидетельствовавшее о большей вероятности ошибочного суждения при использовании субъективного метода. Сравнение субпопуляций пациентов, распределенных в зависимости от ве-

личины индекса коморбидности Чарлсона, либо числа баллов риска развития пролежней Брайдена также выявило значимость различий ($p = 0,002$), в зависимости от метода оценки, что свидетельствует о применимости программного метода у пациентов вне зависимости от тяжести их состояния.

Коэффициенты ранговой корреляции Спирмана (ρ), полученные для оценок пар групп основная-экспертная, основная-контрольная и контрольная-экспертная, подтвердили сильную положительную связь между всеми сравниваемыми группами. Значения $\rho = 0,994$ для пары основная-экспертная группа и $\rho = 0,921$ для пары основная-контрольная группа указывают на то, что программное обеспечение обеспечивает ранжирование повреждений тканей, сопоставимое с экспертными и субъективными оценками. Значение $\rho = 0,916$ для пары контрольная-экспертная группа свидетельствует, в свою очередь, о значимой корреляции между экспертными и субъективными оценками, несмотря на выявленные различия процента абсолютного совпадения и коэффициента вариации. Вместе с тем, статистически значимые различия качественных переменных при использовании программной и субъективной методик оценки были значимыми ($p = 0,00041$), и показали, что распределение оценок, полученных с использованием этих двух методов, существенно отличаются друг от друга.

Обсуждение

Полученные значения согласуются с данными зарубежных исследований, демонстрирующих, что автоматизированные или полуавтоматические системы снижают межнаблюдательную вариабельность по сравнению с визуальной оценкой. Так, в работе L. Wang et al. (2020) показано, что цифровая поддержка оценки хронических ран повышает точность классификации и сокращает время обследования пациента [13]. Проблема диагностики и профилактики пролежней далека от своего решения. Основной причиной высокой частоты регистрации пролежней является реализация факторов риска их развития – общее старение населения, увеличение числа больных с коморбидной патологией и др. [3]. Согласно пилотному исследованию, проведенному в США в 2007 г., в котором приняли участие 25 клиник общего профиля и университетские клиники из 5 стран ЕС, было обследовано 5957 пациентов, из которых 62,3% находилось в условиях реанимационных отделений и 49,1% составили люди старше 70 лет, находящиеся в различных стационарных отделениях [12]. Тогда распространенность пролежней 1–4 степени составила 18,1%, что является высоким показателем среди относительно небольшой выборки фокус-группы. По результатам другого исследования, проведенного в 2023 г., среди больниц ФРГ за 2021 г. было зафиксировано 395 980 случаев с хотя бы одним язвенным дефектом кожи при различных стадиях ее повреждения [10]. Среди анали-

зируемой выборки было зарегистрировано 12 856 пациентов, поступающих с пролежнями, средняя продолжительность их пребывания в стационаре составила 12,9 дней. Более чем в 90% случаев (383 124 человек) пролежни, которые имели вид открытой раны (стадия 2 и выше), регистрировали у госпитализированных пациентов, при этом средняя продолжительность нахождения пациентов в клинике равнялась 21 дню. Исходя из этого можно судить о высокой распространенности данного патологического процесса и его влиянии на увеличение сроков госпитализации. У 8,01% пациентов, поступавших как по каналу СП, так и переведенных из других отделений в ОРИТ № 4 ГКБ им. Н. И. Пирогова г. Москвы за период 3 месяцев (01.10.2023–01.12.2023 г.) выявили позиционные осложнения, причем только 22,58% из них возникли в стационаре. В отсутствие документированной статистики при экстраполяции приведенных данных на число пациентов, ежегодно поступающих в ОРИТ государственных стационаров г. Москвы (около 290 т.) можно полагать, что примерно 25 000 из них имеют позиционные повреждения различной выраженности. В связи с этим остается актуальным не только поиск новых результативных методов лечения данной патологии, но и оптимизация работы среднего и младшего медицинского персонала по уходу с активным внедрением комплексного междисциплинарного подхода к профилактике и лечению пролежней [4].

На основании введенных ответов приложение NosHelper выводит результат в виде схематичного сообщения о стадии позиционных повреждений, формулирует краткие рекомендации по их профилактике и лечению, разработанные по национальному стандарту РФ ГОСТ ОСТ Р 56819 – 2015. При ответах, не позволяющих однозначно классифицировать стадию, программа выводит в качестве результата сообщение о наиболее вероятной стадии с возможным ее прогрессированием, что способствует снижению ошибочных суждений о степени поражения кожи и подлежащих тканей. На текущем этапе разработки приложение не предусматривает функционал сбора или анализа изображений. Оно не имеет доступа к камере устройства, не сохраняет фотографии, не выполняет планиметрию, не применяет алгоритмы пороговой сегментации и не производит количественные измерения площади поражения в см².

Результатом работы приложения является качественная классификация стадии на основе ответов пользователя, а не количественное измерение. Внедрение фотопротокола с автоматической калибровкой, освещением, масштабной меткой и вычислением площади требует существенной модернизации архитектуры – включая интеграцию компьютерного зрения, обработку изображений и валидацию результатов (например, методом Bland – Altman) выходит за рамки текущей функциональности и может быть рассмотрено как отдельный этап развития системы. Текущая версия приложения не

поддерживает хранение результатов, комментариев или расчетных показателей, таких как PUSH-балл. Все данные, введенные пользователем, обрабатываются только в рамках одного сеанса и не сохраняются ни локально, ни на сервере. Внедрение полей для комментариев и расчета PUSH-балла требует добавления локальной базы данных (например, SQLite) и реализации логики агрегации баллов на основе заданных правил. Это позволит отслеживать динамику состояния пациента во времени и будет критически важно для клинического мониторинга. На данном этапе такая функциональность не реализована, но представляет собой перспективное направление для будущего улучшения.

Таким образом, реализация автоматизированного метода контроля позиционных повреждений средним медицинским персоналом у маломобильных пациентов реанимационного профиля позволила упростить и объективизировать диагностику стадии их развития, соответствуя по точности экспертной консенсусной оценке врачей. На следующих этапах разработки возможно расширение функциональности приложения с целью повышения его клинической ценности и интеграционной совместимости. Потенциально допускается внедрение локальной базы данных (например, SQLite) для хранения результатов тестирования на устройстве, включая: Ф.И.О. пациента и номер полиса (по согласию), дату и время прохождения обследования, идентифицированную стадию, комментарии медицинского работника (например, по PUSH-баллу), функции экспорта результатов в формате CSV для ручного импорта в информационные системы медучреждения. Более сложная интеграция через API возможна

при наличии поддержки со стороны принимающей системы (требуется техническое взаимодействие с ИТ-службой учреждения).

Добавление функции фотографирования поражения с обязательным применением цветовой и масштабной метки, при условии соблюдения стандартизированного освещения и расстояния, сохранение изображений вместе с результатами теста позволит проводить долгосрочный мониторинг динамики, валидировать диагностику. Можно полагать, что дальнейшее развитие автоматического анализа на основе создания библиотеки изображений и машинного обучения с использованием искусственного интеллекта позволит в цифровом, а не в описательном выражении обеспечить персональный динамический скрининг пролежней и уменьшить трудозатраты персонала.

Ограничения исследования. К ограничениям исследования следует отнести одноцентровый характер, относительно небольшую выборку и отсутствие автоматического анализа изображений. Кроме того, приложение не выполняет количественную оценку площади раны и не интегрировано с медицинскими информационными системами.

Выводы

Разработанное мобильное приложение, позволяющее объективизировать стадирование пролежней, снизить вариабельность решений и уменьшить временные затраты персонала. Внедрение подобных инструментов может повысить качество профилактики позиционных осложнений в отделениях интенсивной терапии.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Conflict of Interests. The authors state that they have no conflict of interests.

Вклад авторов. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработке концепции статьи, получении и анализе фактических данных, написании и редактировании текста статьи, проверке и утверждении текста статьи.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

ЛИТЕРАТУРА

- Османов Э. Г., Шулутко А. М., Яковлев А. А. и др. Консервативное лечение декубитальных язв с использованием физических методов воздействия (обзор) // Общая реаниматология. – 2022. – Т. 18, № 2. – С. 83–89. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2022-2-83-8>.
- Национальный стандарт РФ ГОСТ ОСТ Р 56819 – 2015. «Надлежащая клиническая практика. Инфологическая модель. Профилактика пролежней».
- Пасечник И. Н., Новикова Т. В. Пролежни: новые подходы к лечению // Лечащий врач. – 2022. – Т. 4, № 25. – С. 38–43. <https://doi.org/10.51793/os.2022.25.4.007>.
- Сомов Н. О. Пролежни: современные подходы к профилактике и лечению // Лечащий врач. – 2023. – Т. 7–8, № 26. – С. 52–62. <https://doi.org/10.51793/os.2023.26.8.008>.
- Alderden J., Rondinelli J., Pepper G. et al. Risk factors for pressure injuries among critical care patients: A systematic review // Int J Nurs Stud. – 2017. – Vol. 71. – P. 97–114. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2017.03.012>

REFERENCES

- Osmanov E. G., Shulutko A. M., Yakovlev A. A. et al. Conservative treatment of pressure ulcers using physical methods of воздействия (review). *General Reanimatology*, 2022, vol. 18, no. 2, pp. 83–89. (In Russ.). <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2022-2-83-8>.
- National Standard of the Russian Federation GOST R 56819–2015. Good Clinical Practice. Infological Model. Prevention of Pressure Ulcers. (In Russ.).
- Pasechnik I. N., Novikova T. V. Pressure ulcers: new approaches to treatment. *Lechashchiy Vrach (Attending Physician)*, 2022, vol. 4, no. 25, pp. 38–43. (In Russ.). <https://doi.org/10.51793/os.2022.25.4.007>.
- Somov N. O. Pressure ulcers: contemporary approaches to prevention and treatment. *Lechashchiy Vrach (Attending Physician)*, 2023, vol. 7–8, no. 26, pp. 52–62. (In Russ.). <https://doi.org/10.51793/os.2023.26.8.008>.
- Alderden J., Rondinelli J., Pepper G. et al. Risk factors for pressure injuries among critical care patients: A systematic review. *Int J Nurs Stud*, 2017, vol. 71, pp. 97–114. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2017.03.012>

6. Crea-Arsenio M., Baumann A., Antonipillai V. et al. Factors associated with pressure ulcer and dehydration in long-term care settings in Ontario, Canada // *PLoS One*. – 2024. – Vol. 19, № 1. – e0297588. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0297588>.
7. Du Y., Yu Y., Xu S. et al. Antibiotic bone cement combined with vacuum sealing drainage effectively repairs sacrococcygeal pressure ulcer // *Am J Transl Res*. – 2024. – Vol. 16, № 8. – P. 4042–4051. <https://doi.org/10.62347/Rycd5610>.
8. Han L., Guo J., Zhang H. et al. Validity and reliability of the Waterlow scale for assessing pressure injury risk in critical adult patients: A multi-centre cohort study // *J Clin Nurs*. – 2024. – Vol. 33, № 5. – P. 1875–1883. <https://doi.org/10.1111/jocn.16987>.
9. Kottner J., Raeder K., Halfens R. et al. A systematic review of interrater reliability of pressure ulcer classification systems // *J Clin Nurs*. – 2009. – Vol. 18, № 3. – P. 315–336. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2008.02569.x>.
10. Lahmann N., Posnett J. Pressure ulcers in German hospitals: Analysis of reimbursement and length of stay // *Open Medicine*. – 2024. – Vol. 19. <https://doi.org/10.1515/med-2023-0839>.
11. Lee H. J., Han M. Y., Hwang J. H. et al. Risk factors for heel pressure injury in cardiovascular intensive care unit patients // *Int Wound J*. – 2022. – Vol. 19, № 5. – P. 1158–1164. <https://doi.org/10.1111/iwj.13711>.
12. Vanderwee K., Clark M., Dealey C. et al. Pressure ulcer prevalence in Europe: a pilot study // *J Eval Clin Pract*. – 2007. – Vol. 13, № 2. – P. 227–235. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2753.2006.00684x>.
13. Wang L., Jones D., Chapman G. J. et al. A review of wearable sensor systems to monitor plantar loading in the assessment of diabetic foot ulcers // *IEEE Trans Biomed Eng*. – 2020. – Vol. 67, № 7. – P. 1989–2004. <https://doi.org/10.1109/TBME.2019.2953630>.
14. Zaidi S. R. H., Sharma S. Pressure ulcer. 2024 Jan 3. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan. PMID: 31971747.
6. Crea-Arsenio M., Baumann A., Antonipillai V. et al. Factors associated with pressure ulcer and dehydration in long-term care settings in Ontario, Canada. *PLoS One*, 2024, vol. 19, no. 1, e0297588. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0297588>.
7. Du Y., Yu Y., Xu S. et al. Antibiotic bone cement combined with vacuum sealing drainage effectively repairs sacrococcygeal pressure ulcer. *Am J Transl Res*, 2024, vol. 16, no. 8, pp. 4042–4051. <https://doi.org/10.62347/Rycd5610>.
8. Han L., Guo J., Zhang H. et al. Validity and reliability of the Waterlow scale for assessing pressure injury risk in critical adult patients: A multi-centre cohort study. *J Clin Nurs*, 2024, vol. 33, no. 5, pp. 1875–1883. <https://doi.org/10.1111/jocn.16987>.
9. Kottner J., Raeder K., Halfens R. et al. A systematic review of interrater reliability of pressure ulcer classification systems. *J Clin Nurs*, 2009, vol. 18, no. 3, pp. 315–336. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2008.02569.x>.
10. Lahmann N., Posnett J. Pressure ulcers in German hospitals: Analysis of reimbursement and length of stay. *Open Medicine*, 2024, vol. 19. <https://doi.org/10.1515/med-2023-0839>.
11. Lee H. J., Han M. Y., Hwang J. H. et al. Risk factors for heel pressure injury in cardiovascular intensive care unit patients. *Int Wound J*, 2022, vol. 19, no. 5, pp. 1158–1164. <https://doi.org/10.1111/iwj.13711>.
12. Vanderwee K., Clark M., Dealey C. et al. Pressure ulcer prevalence in Europe: a pilot study. *J Eval Clin Pract*, 2007, vol. 13, no. 2, pp. 227–235. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2753.2006.00684x>.
13. Wang L., Jones D., Chapman G. J. et al. A review of wearable sensor systems to monitor plantar loading in the assessment of diabetic foot ulcers. *IEEE Trans Biomed Eng*, 2020, vol. 67, no. 7, pp. 1989–2004. <https://doi.org/10.1109/TBME.2019.2953630>.
14. Zaidi S.R.H., Sharma S. Pressure ulcer. 2024 Jan 3. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan. PMID: 31971747.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Городская клиническая больница № 1 им. Н. И. Пирогова ДЗМ, Российская Федерация, Москва, ул. Ленинский проспект, д. 8

Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии, Российская Федерация, Москва, ул. Петровка, д. 25, стр. 2

Остапченко Дмитрий Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии ИВДПО, Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии (Москва, Россия), зав. ОПИТ № 4, Городская клиническая больница № 1 им. Н. И. Пирогова ДЗМ (Москва, Россия), e-mail: daostapchenko@yandex.ru, ORCID: 0009-0001-8476-6745; **Исакова Анастасия Тимофеевна**, медицинская сестра ОПИТ № 4, Городская клиническая больница № 1 им. Н. И. Пирогова ДЗМ (Москва, Россия), e-mail: a.t.isakova.work@gmail.com; **Исакова Анна Анатольевна**, кандидат медицинских наук, врач – анестезиолог реаниматолог ОПИТ № 4, Городская клиническая больница № 1 им. Н. И. Пирогова ДЗМ (Москва, Россия), e-mail: a.a.isakova@yandex.ru; **Боева Екатерина Александровна**, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории органопroteкции при критических состояниях, Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии (Москва, Россия), e-mail: eboeva@fnkcr.ru, ORCID: 0000-0002-0422-5018.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

N. I. Pirogov City Clinical Hospital № 1, 8, Leninsky pr., Moscow, Russian Federation, 119049

Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitation, V. A. Negovsky Research Institute of General Reanimatology, 25, Petrovka str., building 2, Moscow, Russian Federation, 119992

Ostapchenko Dmitry A., Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Anesthesiology and Intensive Care, Institute for Advanced Training of Physicians, Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitation (Moscow, Russia), Head of the Intensive Care Unit № 4, N. I. Pirogov City Clinical Hospital № 1, Moscow Healthcare Department (Moscow, Russia), e-mail: daostapchenko@yandex.ru, ORCID: 0009-0001-8476-6745; **Isakova Anastasia T.**, ICU Nurse, Intensive Care Unit № 4, N. I. Pirogov City Clinical Hospital № 1, Moscow Healthcare Department (Moscow, Russia), e-mail: a.t.isakova.work@gmail.com; **Isakova Anna A.**, Cand. Sci. (Med.), Anesthesiologist-Intensivist, Intensive Care Unit № 4, N. I. Pirogov City Clinical Hospital № 1, Moscow Healthcare Department, (Moscow, Russia), e-mail: a.a.isakova@yandex.ru; **Boeva Ekaterina A.**, Cand. Sci. (Med.), Leading Research Fellow, Laboratory of Organ Protection in Critical Conditions, Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitation (Moscow, Russia), e-mail: eboeva@fnkcr.ru, ORCID: 0000-0002-0422-5018.