

СВОЙСТВА, ПРЕИМУЩЕСТВА И ПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ СОВРЕМЕННЫХ БИОАКТИВНЫХ И ИНТЕРАКТИВНЫХ РАНЕВЫХ ПОКРЫТИЙ

PROPERTIES, ADVANTAGES AND INDICATIONS FOR THE USE OF MODERN BIOACTIVE AND INTERACTIVE WOUND COATINGS

Остроушко А.П. Ян К.С.
Лаптиёва А.Ю. Андреев А.А.
Глухов А.А. Аралова М.В.
Микулич Е.В. Коновалов П.А.

Ostroushko A.P. Yan K.S.
Laptiyova A.Yu. Andreev A.A.
Glukhov A.A. Aralova M.V.
Mikulich E.V. Kononov P.A.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко»
Министерства здравоохранения Российской Федерации,

Клиническая больница «РЖД-Медицина» г. Воронеж,
БУЗ ВО «Воронежская областная клиническая больница № 1»,
г. Воронеж, Россия

N.N. Burdenko Voronezh State Medical University,

Clinical Hospital RZD-Medicine,
Voronezh Regional Clinical Hospital No. 1,
Voronezh, Russia

Требования к раневым покрытиям в последние годы существенно возросли в связи с изменением представлений о регенеративной медицине, имеющей приоритетное положение в сфере охраны здоровья. Функции перевязочных материалов, которые должны способствовать повышению качества жизни пациентов, значительно расширились и приобрели вектор целенаправленного и дифференцированного воздействия на различные этапы воспалительного процесса.

Цель — изучение структуры и оценка эффективности применения современных групп раневых покрытий, используемых в клинической практике в условиях оказания квалифицированной медицинской помощи для лечения ран кожных покровов различной этиологии.

Материалы и методы. Осуществлен ретроспективный анализ данных, поиск которых выполнен в зарубежных и отечественных источниках, доступных в следующих электронных базах: PubMed, Web of Sciences, MEDLINE, ScienceDirect, eLIBRARY, Cochrane Control Trials Registry.

Результаты. Приведена современная классификация раневых материалов по виду компонентов природного и/или синтетического происхождения, входящих в их состав, а также особенностям влияния на процесс регенерации при раневом процессе. Описаны физико-химические и структурно-функциональные свойства раневых покрытий, в том числе дана характеристика их способности оказывать влияние на патофизиологические процессы. Перечислены наименования медицинских изделий, которые представлены на рынке с указанием их производителей.

Заключение. В условиях квалифицированной медицинской помощи для лечения ран кожных покровов различной этиологии выбор по-

Requirements for wound dressings have increased significantly in recent years due to changing ideas about regenerative medicine, which has a priority position in the field of health care. The functions of dressings, which should contribute to improving the quality of life of patients, have significantly expanded and acquired a vector of targeted and differentiated impact on various stages of the inflammatory process.

Objective — a study of the structure and assessment of the effectiveness of the use of modern groups of wound coverings used in clinical practice in the provision of qualified medical care for the treatment of skin wounds of various etiologies.

Materials and methods. A retrospective analysis of data was carried out, searched in foreign and domestic sources available in the following electronic databases: PubMed, Web of Sciences, MEDLINE, ScienceDirect, eLIBRARY, Cochrane Control Trials Registry.

Results. A modern classification of wound materials is given according to the type of components of natural and/or synthetic origin included in their composition, as well as the characteristics of the influence on the regeneration process during the wound process. The physico-chemical and structural-functional properties of wound coverings are described, including a description of their ability to influence pathophysiological processes. The names of medical devices that are on the market are listed. In addition, the manufacturers of these medical devices are indicated.

Conclusion. In the conditions of qualified medical care for the treatment of skin wounds of various etiologies, the choice of coverings from

Для цитирования: Остроушко А.П., Ян К.С., Лаптиёва А.Ю., Андреев А.А., Глухов А.А., Аралова М.В., Микулич Е.В., Коновалов П.А. СВОЙСТВА, ПРЕИМУЩЕСТВА И ПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ СОВРЕМЕННЫХ БИОАКТИВНЫХ И ИНТЕРАКТИВНЫХ РАНЕВЫХ ПОКРЫТИЙ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2024. № 4. С. 92-103.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/553>

DOI: 10.24412/1819-1495-2024-4-92-103

крытий из разных групп зависит от ситуации и свойств используемых изделий.

Ключевые слова: раневые покрытия; раневой процесс; регенерация мягких тканей; перевязочный материал

different groups depends on the situation and the properties of the products used.

Keywords: wound coverings; wound process; regeneration of soft tissues; dressing material

С развитием науки и технологий значительно углубилось понимание патофизиологических механизмов, лежащих в основе раневого процесса. Научные исследования позволили детально изучить то, как различные факторы влияют на заживление тканей [1]. Это, в свою очередь, способствовало созданию более эффективных технологий для лечения поверхностных повреждений, что стало особенно актуально в условиях увеличения числа случаев инфицированных и хронических ранений и создало значительный спрос на современные перевязочные материалы [1].

Важно отметить, что медицинские повязки, используемые как в рамках комплексного подхода, так и в качестве самостоятельных средств, играют незаменимую роль в терапии раневого процесса [2]. Они необходимы и в стационарных условиях, и в амбулаторной практике [2]. Правильный выбор перевязочных материалов значительно снижает риск возникновения вторичных инфекций, что важно для успешного заживления [2]. Кроме того, их использование способствует ускорению регенерации тканей, а также позволяет за короткое время восстановить утраченные функции, что значительно уменьшает количество перевязок и сокращает время пребывания пациента в стационаре [2]. С учетом расширения мирового рынка медицинских материалов возникает необходимость в систематизации и обобщении информации о современных и традиционных раневых покрытиях.

По данной причине развитие концепции регенеративной медицины несколько изменило свою направленность, предъявляя дополнительные требования к процессам разработки и изготовлению раневых покрытий, функции которых в настоящее время значительно расширились и заключаются в более целенаправленном и дифференцированном воздействии на различные этапы воспалительного процесса, тем самым способствуя повышению

качества жизни пациентов с данной патологией [2].

Важно понимать, что процесс заживления раны — это сложный комплекс реакций, развивающихся в организме в ответ на повреждение тканей [2–4]. Несмотря на существование большого количества видов травматических повреждений, представляется возможным сформулировать ряд конкретных структурно-функциональных свойств, которые, в свою очередь, должны быть присущи современным покрытиям, корректное использование которых с учетом специфики раневого процесса позволяет облегчить клинические симптомы заболевания, уменьшить продолжительность пребывания пациента в медицинском учреждении, что влияет на эффективность использования коечного фонда, а также позволяет сократить время профессиональной нетрудоспособности [2–6, 10].

В перспективе перевязочные материалы должны оказывать комплексное влияние на раневой процесс, по структуре быть нетоксичным и гипоаллергенными, высокоэластичными, механически прочными и гигроскопичными [7, 8, 10, 11, 4], обладать противомикробным действием, для предотвращения вторичного инфицирования и контаминации объектами окружающей среды [8, 10, 12–14], способствовать поддержанию достаточной аэрации, влажности, определенного уровня pH среды в ране для оптимизации и сокращения сроков заживления [10, 12, 13], эффективно адсорбировать избыточное количество раневого отделяемого и удалять продукты деструкции тканей [5, 6, 8, 9, 10], не вызывать механическую травматизацию подлежащих тканей [3–6, 8–10]. Отмечается необходимость местного обезболивающего и гемостатического воздействия на раневую поверхность [2–5, 10]. Немаловажно, чтобы используемые материалы были эргономичными, а их производство — экономически выгодным [3–6, 8].

Однако в настоящий момент нет универсального раневого покрытия, поэтому при назначении индивидуальной схемы лечения следует тщательнее отнестись к подбору различных по своей структуре и свойствам перевязочных материалов [2–4].

Цель — изучение структуры и оценка эффективности применения современных групп раневых покрытий, используемых в клинической практике в условиях оказания квалифицированной медицинской помощи для лечения ран различной этиологии.

Выполнен поиск данных по применению современных раневых покрытий, представленных в зарубежных и отечественных источниках, доступных в электронных базах PubMed, Web of Sciences, MEDLINE, ScienceDirect, eLIBRARY и Cochrane Control Trials Registry. Производился отбор информации по различным комбинациям ключевых терминов, в которых отражалась тематика ретроспективного исследования: «раневые покрытия», «раневой процесс», «регенерация кожных покровов». В изученной литературе обнаружены данные более чем о 400 раневых покрытиях, однако множество из них не применяются в современной хирургической практике. В работу включены материалы, опубликованные с 2015 по 2024 год, что было связано с необходимостью отразить полноценную классификацию традиционных, биоактивных и интерактивных раневых покрытий, представленных отечественными и иностранными производителями. В связи с тем, что технология создания наноструктурных биоактивных и интерактивных перевязочных материалов начала активно развиваться с 2005 года, некоторые из них на сегодняшний день уже ограничены в применении, но являются высокоэффективными. В данном обзоре представлена исчерпывающая информация, позволяющая оценить эффективность их применения и

подобрать необходимое раневое покрытие в зависимости от клинической ситуации.

Для повышения удовлетворенности клинических потребностей в лечении раневого процесса каждый год разрабатывается большое количество новых современных перевязочных материалов [3]. Их изготавливают преимущественно на основе синтетических и природных полимеров и классифицируют как традиционные, биоактивные и интерактивные [2]. В то же время диапазон эффективности отдельных групп покрытий может быть расширен благодаря комбинированию различных активных элементов, входящих в их состав, это позволит получить материал, в котором интегрированы свойства, присущие каждому компоненту [2–4].

Традиционные покрытия

К традиционным перевязочным материалам относятся пластыри, вата, салфетки, бинты, марля и т. п. Они находятся в широком доступе, достаточно просты в использовании, но применяются в основном в качестве вторичных покрытий в связи с тем, что не в полной мере удовлетворяют современным требованиям [10–15]. В основном данный вид покрытий предназначен для механической защиты раны от внешней среды и поглощения раневого отделяемого [11, 13–15]. Избыток экссудата чрезмерно увлажняет перевязочный материал и повышает вероятность его прилипания к раневой поверхности [9, 12, 13], повышая требование к частой смене повязок, что сопровождается дополнительным травматизмом [7, 9, 12–14].

Биоактивные покрытия

Известны биоактивные раневые покрытия, в основе которых представлены полимеры природного происхождения — коллаген, хитозан, альгинат и фуллерен [16, 19, 24] (табл. 1).

Коллагеновые покрытия. В настоящее время в клинической практике широко используются коллагеновые раневые покрытия направленного действия, состоящие из внеклеточного матрикса, обогащенного композицией, содержащей

коллаген I типа [16, 17]. Биологически активные компоненты повышают пролиферативный потенциал клеток, что может быть использовано для стимуляции регенерации и замещения дефектов покровов [16, 17]. Согласно многочисленным клиническим исследованиям, эти покрытия позволяют решать задачи, связанные с выбором лечебной тактики на различных этапах раневого процесса как при остром, так и при хроническом его течении, удовлетворяя принципам биосовместимости [17, 18]. Основные механизмы действия данных покрытий в I фазе раневого процесса заключаются в следующем: они служат механическим барьером, препятствующим вторичному инфицированию; обладая достаточной адсорбционной емкостью и осмотической активностью в сочетании с влаго- и воздухопроницаемостью, обеспечивают элиминацию экссудата; в результате коллагенолиза происходит высвобождение биоактивных пептидов, обладающих иммуномодулирующими, хемотаксическими и антимикробными свойствами; способствуют остановке кровотечения; смена повязки происходит безболезненно и атравматично [16–18]. Все это приводит к сокращению длительности I фазы и ускоряет переход ко II фазе [16, 18], в которой преобладают процессы роста и созревания грануляционной ткани, краевая эпителизация [18]. Положительное влияние коллагеновых раневых покрытий особенно выражено проявляется при ожогах II–IIIa и IIIb степеней (после удаления струпа), трофических язвах и пролежнях, радиационных поражениях, глубоких и обширных повреждениях тканей у ослабленных больных, закрытии донорских участков после аутодермопластики [16–18].

Различные типы покрытий на основе коллагена, представленные на рынке: Stimulen (Southwest Technologies, США), Biostep (Smith & Nephew, Великобритания), Cellerate (Sanara MedTech, США), Cutimed (BSN medical GmbH, Германия), Derma Col (DermaRite, США), Fibracol (3M, США), Коллахит (ООО «Медицинская Компания «Коллахит»,

РФ), Комбутек (Россия), Гентакол (Россия), Коллост (Россия).

Покрытия на основе хитозана. Хитозан — деацелированное производное биополимера хитина, которое состоит из D-глюкозаминовых и N-ацетил-D-глюкозаминовых звеньев, соединенных β-1,4-гликозидными связями. Он является одним из перспективных полимеров для создания раневых покрытий [19, 20]. Источником хитина служат грибы, некоторые виды насекомых и ракообразные организмы [19, 21, 22]. В результате расщепления хитозана на раневой поверхности образуются части, которые, в свою очередь, являются компонентами внеклеточного матрикса и входят в состав гликозаминогликана [19, 22, 23]. Пленки и волокнистые пористые материалы, изготовленные из хитозана, могут обеспечивать однородное и плотное покрытие с одновременной пластичностью, что гарантирует атравматичность при его удалении [19]. К тому же они обладают достаточной влаго- и газопроницаемостью, хорошими адгезионными свойствами [22, 23].

К характеристикам, присущим данному полимеру, также относятся высокую ранозаживляющую активность в результате активации продукции цитокинов (IL-1β, IL-2), факторов роста (TGF-β, PDGF) и макрофагов в очаге поражения, что ускоряет пролиферацию эпидермальных кератиноцитов и фибробластов [19, 20, 23]. Гидрофильность и наличие катионного заряда делают полимер подходящим для доставки других активных ингредиентов, входящих в состав препаратов [21–23]. Доказано, что полимер наделен выраженными антимикробными свойствами по отношению к бактериям *E. coli*, для реализации данной характеристики в состав покрытий включают наночастицы серебра [22, 23]. Кроме того, повязки обладают способностью к антивирусной и фунгицидной активностям и имеют ряд свойств, обеспечивающих остановку кровотечения [19–23]. Они используются при ожогах I и II степеней, трофических язвах, пролежнях и хирургических ранах [19, 20, 22].

Примеры повязок из хитозана: Opticell (Medline Industries, США) и Хитопран (Биотекфарм, РФ), Коллахит (ООО «Медицинская Компания «Коллахит», РФ), ХИТОСКИН-гель (ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт особо чистых биопрепаратов» ФМБА, РФ).

Альгинатные покрытия. В медицине альгинат используется в форме гидрогеля, состоящего из гидрофильных линейных сополимеров, содержащих блоки (1,4)-связанных остатков β -D-маннуроната (М) и α -L-гулуроната (G), с последующей ионной сшивкой с Ca^{2+} или Na^+ и обработкой с образованием лиофилизированных пористых листов (т. е. пены) и волокнистых нетканых повязок [24–26].

Покрытия имеют способность к абсорбции, которая достигается за счет формирования геля, образующегося в результате того, что альгинат в сухой форме поглощает раневое отделяемое, тем самым локально поддерживает физиологически влажный микроклимат и сводит к минимуму дальнейшее распространение бактериальной инфекции [27]. Некоторые виды повязок обеспечивают гемостаз при кровоточащих ранах благодаря активному высвобождению Ca^{2+} , участвующих в сосудисто-тромбоцитарном механизме свертывания крови [27, 28]. Данные свойства материала могут способствовать образованию грануляционной ткани и улучшению регенераторной активности. Альгинатные покрытия подходят для дренажных ран средней и тяжелой степени и не рекомендуются для использования при сухих, ожоговых ранах III степени и тяжелых ран с обнаженной костью [24, 27–29]. Кроме того, эти повязки требуют применения вторичных повязок, поскольку они могут обезвоживать рану, что замедляет заживление [29, 30]. Одним из недостатков, по некоторым источникам, считается так называемое «латеральное затекание», характеризующееся склонностью к скоплению раневой жидкости между повязкой и неповрежденной кожей вокруг раны, что приводит к ее мацерации [30].

Альгинатные гели широко исследовались также в качестве средства транспортировки молекул, контролирующих регенерацию. Было выяснено, что гели способны обеспечивать длительное высвобождение частиц [24, 27, 30]. Существенную роль при этом играет диаметр пор (5 нм), ограничивающий размер регенеративного агента, который может быть высвобожден из геля [25, 27]. Большая часть белков легко диффундирует через имеющиеся отверстия [28–30]. Молекулы, не подходящие по величине для диффузионного перемещения, могут быть доставлены в результате дегидратации геля [24, 25]. Данный факт активно используется для реализации различных ангиогенных компонентов с целью формирования новых кровеносных сосудов [24, 25]. Применение некоторых видов покрытий основывается на их способности обеспечивать длительное и локализованное высвобождение гепарин-связывающих факторов роста, таких как фактор роста эндотелия сосудов [24, 25]. Кроме того, учтен факт и дифференциального связывания различных частиц с альгинатом, способствующего последовательной доставке факторов, участвующих в ранних и поздних стадиях ангиогенеза [24, 25, 27].

На рынке медицинских изделий представлены следующие альгинатные повязки: Sorbsan™ (B. Braun Melsungen AG, Германия), Kaltostat™ (Convatec, Германия), Algisite™ (Smith & Nephew, Великобритания) и др.

Интерактивные покрытия

По структуре интерактивных раневых покрытий выделяют следующие виды: полупроницаемые пленочные повязки, гидроколлоидные покрытия, гидрогелевые покрытия, гидрофибры (табл. 2).

Полупроницаемые пленочные повязки. В состав данных покрытий входят тонкие полиуретановые прозрачные пленки, имеющие адгезивный слой [2, 3, 31]. Пористая конструкция формирует оптимальный раневой микроклимат, одновременно непроницаема для микроорганизмов извне, что эффективно защищает рану от вторичной контаминации [32–34]. Повязки име-

ют ограниченную абсорбционную способность, в связи с этим применяются на умеренно и слабо экссудующих ранах [33, 34]. Поскольку возможна мацерация раневой поверхности и близлежащих здоровых тканей, покрытия не подходят для больших объемов раневого отделяемого [3, 32, 34]. Благодаря прозрачной структуре имеется возможность наблюдать за процессом заживления, не снимая покрытия [33, 34]. Повязки накладываются на поврежденный участок тела на срок до 7 дней при осуществлении внешнего контроля за количеством раневого секрета [33, 34]. Структура покрытий обладает эластичностью и гибкостью, что позволяет использовать их на анатомически сложных участках тела, а также на кожном покрове над суставными поверхностями, которые обладают значительной амплитудой движений [3]. Существуют простые пленочные покрытия и содержащие активные вещества [31, 32, 34]. Последние, в свою очередь, обладают антибактериальными свойствами, так как в их состав могут входить серебро и 5% хлоргексидина ацетат, но целенаправленно при инфицированных ранах они не применяются [32–34]. Значимым недостатком является повышенная адгезивность покрытия и, соответственно, травматизация эпителия при снятии [31–34].

Полупроницаемые пленочные повязки рекомендовано использовать для лечения поверхностных и неглубоких ран в фазе заживления и рубцевания с низким содержанием экссудата [32–34]. В настоящий момент на рынке представлены следующие фирмы: Hydrofilm (Paul Hartmann, Германия), Mepilex Film (Mölnlycke Health Care SA, Германия), OpSite (Smith & Nephew, Великобритания) и Tegaderm (3M, США).

Гидроколлоидные покрытия. Гидроколлоидные пленочные покрытия в большинстве случаев представлены двумя слоями: наружным водонепроницаемым слоем и внутренним, основу которого составляет гидроколлоидный абсорбент, включающий в себя диспергированные в адгезивном слое микрочастицы натриевой соли карбоксиметил-

целлюлозы, пектина и желатина, комбинированные с эластомерами и клеевыми основами [36–40]. При непосредственном контакте коллоидного слоя с раневым отделяемым происходит образование геля, ко-

торый удерживается в структуре клеевой матрицы и препятствует плотному контакту с поврежденной поверхностью, в связи с этим смена перевязочного материала осуществляется безболезненно [36,

37, 39]. Гидроколлоид также встречается в любых других подходящих физических формах, таких как аморфные гели, губки, пены, пасты. Такие покрытия обладают повышенной механической прочно-

Таблица 1
Виды биоактивных раневых покрытий
Table 1
Types of bioactive wound dressings

Основные свойства Main properties	Показания к применению Indications for use	Коммерчески доступные продукты Commercially available products
Коллагеновые покрытия / Collagen coatings		
- Механический барьер, препятствующий вторичному инфицированию / Mechanical barrier that prevents secondary infection. - Стимуляция регенерации, роста и созревания грануляционной ткани / Stimulation of regeneration, growth and maturation of granulation tissue. - Высокая адсорбционная емкость и осмотическая активность в сочетании с влаго- и воздухопроницаемостью, что обеспечивает элиминацию экссудата / High adsorption capacity and osmotic activity in combination with moisture and air permeability, which ensures the elimination of exudate. - Иммуномодулирующие, хемотаксические и антимикробные свойства / Immunomodulatory, chemotactic and antimicrobial properties. - Способствуют остановке кровотечения / Promote bleeding arrest. Атравматичность / Non-traumatic.	Ожоги II-IIIa и IIIb (после удаления струпа) степеней, трофические язвы и пролежни, радиационные поражения, глубокие и обширные повреждения тканей, закрытие донорских участков после аутодермопластики. Burns of II-IIIa and IIIb (after scab removal) degrees, trophic ulcers and bedsores, radiation damage, deep and extensive tissue damage, closure of donor sites after autodermoplasty.	Stimulen (Southwest Technologies, США) Stimulen (Southwest Technologies, USA)
		Гентацикол (Россия) Gentacyscol (Russia)
		Коллост (Россия) Colllost (Russia)
		Biostep (Smith & Nephew, Великобритания) Biostep (Smith & Nephew, UK)
		Cellerate (Sanara MedTech, США) Cellerate (Sanara MedTech, USA)
		Cutimed (BSN medical GmbH, Германия) Cutimed (BSN medical GmbH, Germany)
		Derma Col (DermaRite, США) Derma Col (DermaRite, USA)
		Fibracol (3M, США) Fibracol (3M, USA)
		Коллахит («Коллахит», РФ) Collahit (Collahit, RF)
Покрытия на основе хитозана Chitosan based coatings		
- Обладают достаточной влаго- и газопроницаемостью, и хорошими адгезионными свойствами / Possess sufficient moisture and gas permeability, and good adhesive properties. - Высокая ранозаживляющая активность, что ускоряет пролиферацию эпидермальных кератиноцитов и фибробластов / High wound healing activity, which accelerates the proliferation of epidermal keratinocytes and fibroblasts. - Осуществляют доставку активных ингредиентов, входящих в состав препаратов / Deliver active ingredients included in the preparations. - Выражены антимикробные свойства по отношению к бактериям E. coli / Expressed antimicrobial properties against E. coli bacteria - Обладают антивирусной и фунгицидной активностью / Have antiviral and fungicidal activity. - Обеспечивают остановку кровотечения / Bleeding arrest provision . Атравматичность / Non-traumatic.	Ожоги I, II степеней, трофические язвы, пролежни, хирургические раны Burns of degrees I-II, trophic ulcers, bedsores, surgical wounds	Коллахит («Коллахит», РФ) Collahit (Collahit, RF)
		Opticell (Medline Industries, США) Opticell (Medline Industries, USA)
		Хитопран (Биотекфарм, РФ) Hitopran (Biotechpharm, RF)
		ХИТОСКИН-гель (ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт особо чистых биопрепаратов» ФМБА, РФ) HITOSKIN-gel (State Research Institute of Highly Pure Biopreparations, FMBA, Russian Federation)

Альгинатные покрытия/ Alginate coatings		
- Имеют способность к абсорбции, тем самым локально поддерживают физиологически влажный микроклимат и сводят к минимуму дальнейшее распространение бактериальной инфекции / With an ability to absorb, thereby locally maintaining a physiologically humid microclimate and minimizing the further spread of bacterial infection. - Некоторые виды повязок обеспечивают гемостаз при кровоточащих ранах / Some types of dressings provide hemostasis for bleeding wounds. - Способствуют образованию грануляционной ткани и улучшению регенераторной активности / Promoting the formation of granulation tissue and improving regenerative activity. - Способны обеспечивать длительное и локализованное высвобождение гепарин-связывающих факторов роста, таких как фактор роста эндотелия сосудов (VEGF) / Capable of providing prolonged and localized release of heparin-binding growth factors such as vascular endothelial growth factor (VEGF). - Склонны к «латеральному затеканию» - скоплению раневой жидкости между повязкой и неповрежденной кожей вокруг раны, что приводит к ее нежелательной мацерации / Prone to "lateral leakage" - accumulation of wound fluid between the dressing and the intact skin around the wound, which leads to its unwanted maceration. - Покрытия образуют гель с экссудатом, что обеспечивает им эластичность и гибкость, а также легкое удаление и атравматичность при снятии / The coatings form a gel with exudate, which provides them with elasticity and flexibility, as well as easy removal and atraumatic removal. - Требуют применения вторичных повязок / Require the use of secondary dressings.	Подходят для ран средней и тяжелой степеней и не рекомендуются для использования при сухих ранах, ожоговых ранах III степени и тяжелых ранах с обнаженной костью Suitable for moderate use in the north and not recommended for all three areas, grade 3 Burns and north of the north with exposed bone.	Sorbsan™ (B. Braun Melsungen AG, Германия) Sorbsan™ (B. Braun Melsungen AG, Germany)
		Kaltostat™ (Convatec, Германия) Kaltostat™ (Convatec, Germany)
		Algisite™ (Smith & Nephew, Великобритания). Algisite™ (Smith & Nephew, UK).

стью при эксплуатации, эластичны и хорошо моделируют рельеф поверхности, высокоадгезивны, что предотвращает сдвиг покрытия. Таким образом, они подходят для использования на движущихся частях тела, а именно колене, локте и областях повышенного трения — пятках и крестце [38–40]. Эти покрытия являются гипоаллергенными, не вызывают раздражения [39, 40], препятствуют попаданию микроорганизмов из внешней среды, поддерживают оптимальным микроклимат. Их применяют при легких и умеренно экссудующих ранах, таких как язвенные дефекты нижних конечностей, пролежни (I–IV степеней), поверхностные ожоги, посттравматические раны, включая ссадины, разрывы и рваные раны [38], используют для ускорения грануляции и эпителизации ран различного генеза и как средство профилактики формирования гипертрофических и келоидных рубцов [38, 39]. Период, на который можно оставлять на

коже гидрогели, составляет от 1 до 7 дней [38–40]. Покрытие может применяться как отдельно, так и в сочетании с другими ранозаживляющими средствами [36–40].

Примерами гидроколоидных покрытий на рынке являются Granuflex (Convatec, Великобритания), DuoDerm (Convatec, США), Comfeel (Coloplast, Дания), Hydrocoll (Hartmann, США), Suprasorb H (Lohmann & Rauscher, Франция), Tegaderm Hydrocolloid (Tegaderm, США) и Гидротек (Медитек, РФ).

Гидрогелевые покрытия. В структуру абсорбирующих гидрогелевых композиций входят сложные гидрофильные материалы, изготовленные из синтетических полимеров, таких как полиметакрилаты и поливинилпирролидин, состоящие из воды более чем на 90 % от общей массы [41, 44]. Более того, полимеры оказывают пластифицирующее воздействие, за счет пористой структуры и проницаемости поглощают большое количество ра-

невого экссудата, значительно увеличиваются в размерах и создают оптимальные условия влажности для улучшения микроциркуляции [41–43]. Этот процесс способствует качественному аутолитическому дебридменту в первую фазу раневого процесса [41, 42, 45]. В связи с этим при их использовании гарантировано легкое нанесение с использованием вторичного покрытия и удаление геля при помощи физиологического раствора без лишней травматизации с поверхности раны, в следствие чего применение их достаточно безболезненно [44, 45]. Но нужно учитывать, что в зависимости от состояния раны требуется более тщательный уход с уменьшенным временем ношения повязок, смена которых осуществляется раз в 2–3 дня [41, 43, 44]. Однако у данного типа покрытий имеется существенный ряд недостатков [42, 43, 45], в том числе неудовлетворительная защита от внешнего загрязнения, что может привести к вторичной контаминации [41–43].

Кроме того, накопление экссудата приводит к нежелательной усиленной мацерации и последующему увеличению количества микроорганизмов, что способствует появлению неприятного запаха в ранах [45]. Некоторые виды гелей также могут содержать в своем составе пропиленгликоль, который, в свою очередь, способен вызывать реакцию гиперчувствительности, в особенности у лиц пожилого возраста. Поэтому предпочтение следует отдавать универсальным гидрогелям, не вызывающим побочных эффектов, то есть не вступающим в реакцию с биологическими тканями и не являющимся причиной появления раздражений [44, 45].

Гидрогелевые покрытия успешно применяются в лечении трофических язв конечностей, синдрома диабетической стопы, пролежней различной степени выраженности

и грибковых поражений [41, 44, 45]. Некоторые примеры гидрогелей: ГелеПран (Биотекфарм, Россия); IntraSite™ (Smith & Nephew, Великобритания), Nu-gel™ (KCI Manufacturing Unlimited Company, Великобритания).

Гидрофибры. На рынке представлена лишь одна линия покрытий под названием Aquacel от производителя ConvaTec (Великобритания) [46, 47]. Материал изготавливается из волокон карбоксиметилцеллюлозы, выпускается в формате листовых и ленточных повязок [3, 47, 48], имеет схожие характеристики с альгинатными покрытиями, поэтому спектр свойств у них в практическом отношении одинаковый, в частности существует необходимость дополнительно использовать вторичные покрытия, чаще всего пленочные или губчатые [49]. Аналогичны и сроки их нахождения на

ране, волокна также могут взаимодействовать с раневым экссудатом с образованием геля [49]. Композиционный состав материала обладает высокой абсорбирующей способностью, превосходящей в три раза таковой показатель в сравнении с альгинатами [46]. Показанием к его применению является выделение экссудата в больших или средних объемах [47, 48]. Очередным положительным эффектом служит менее выраженное «латеральное затекание», следовательно, это приводит к сниженной мацерации неповрежденной кожи вокруг раны [48, 49]. Недостатком же принято считать образование фибринозного налета на поверхности раневого ложа при смене повязки, в связи с чем желательно применять физиологический раствор для качественного очищения и снижения риска травматизации [48, 49].

Таблица 2
Виды интерактивных раневых покрытий
Table 2
Types of interactive wound dressings

Основные свойства Main properties	Показания к применению Indications for use	Коммерчески доступные продукты Commercially available products
Полупроницаемые пленочные повязки / Semi-permeable film dressings		
- Формируют оптимальный раневой микроклимат / Creating the optimal wound microclimate. - Непроницаемы для микроорганизмов извне, что эффективно защищает рану от вторичной контаминации / Impermeability to microorganisms from the outside, which effectively protects the wound from secondary contamination. - Имеют ограниченную абсорбционную способность / With limited absorption capacity. - Благодаря прозрачной структуре имеется возможность наблюдать за процессом заживления, не снимая покрытия / Owing to the transparent structure, it is possible to observe the healing process without removing the coating. - Накладываются на поврежденный участок тела на срок до 7 дней при осуществлении внешнего контроля за количеством раневого секрета / Application to the damaged area of the body for up to 7 days while externally monitoring the amount of wound secretion. - Структура покрытий обладает эластичностью и гибкостью, что позволяет использовать их на анатомически сложных участках тела, а также на кожном покрове над суставными поверхностями, которые обладают значительной амплитудой движений / The structure of the coatings is elastic and flexible, which allows them to be used on anatomically complex areas of the body, as well as on the skin over joint surfaces that have a significant range of motion.	Полупроницаемые пленочные повязки рекомендовано использовать для лечения поверхностных и неглубоких ран в фазе заживления и рубцевания с низким содержанием экссудата / Semipermeable film dressings are recommended for use in the treatment of superficial and shallow wounds in the healing and scarring phase with low exudate content.	Hydrofilm (Paul Hartmann, Германия)
		Mepilex Film (Mölnlycke Health Care SA, Германия),
		OpSite (Smith & Nephew, Великобритания)
		Tegaderm (3M, США).

- Покрытия, содержащие активные вещества, обладают антибактериальными свойствами, но целенаправленно при инфицированных ранах не применяются / Coatings containing active substances have antibacterial properties, but are not specifically used for infected wounds.

- Недостатком является повышенная адгезивность покрытия, в связи с травматизацией эпителия при снятии / The disadvantage is the increased adhesiveness of the coating, due to trauma to the epithelium during removal.

Гидроколлоидные покрытия / Hydrocolloid coatings

- Покрытия обладают повышенной механической прочностью при эксплуатации, эластичны и хорошо моделируют рельеф поверхности, высокоадгезивны, что предотвращает сдвиг покрытия, таким образом, подходят для использования на движущихся частях тела / The coatings have increased mechanical strength during use, are elastic and model the surface relief well, are highly adhesive, which prevents the coating from shifting, and are thus suitable for use on moving parts of the body.

- Смена перевязочного материала осуществляется безболезненно / Changing the dressing material is painless.

- Являются гипоаллергенными / Are hypoallergenic.

- Препятствуют попаданию микроорганизмов из внешней среды / Prevent the penetration of microorganisms from the external environment.

- Поддерживают оптимальным микроклимат / Maintain an optimal microclimate.

- Промежуток, на который можно оставлять на коже – от 1 до 7 дней / The period for which it can be left on the skin is from 1 to 7 days.

- Могут применяться как отдельно, так и в сочетании с другими ранозаживляющими средствами / Can be used either separately or in combination with other wound healing agents.

Применяются при легких и умеренно экссудующих ранах, таких как язвенные дефекты нижних конечностей, пролежни (I-IV степени), поверхностные ожоги, посттравматические раны, включая ссадины, разрывы, рваные раны. В терапии их используют для ускорения грануляции и эпителизации ран различного генеза и как средство профилактики формирования гипертрофического и келоидного рубца.

They are used for light and moderately exuding wounds, such as ulcerative defects of the lower extremities, bedsores (I-IV degrees), superficial burns, post-traumatic wounds, including abrasions, ruptures, lacerated wounds. In therapy, they are used to accelerate granulation and epithelialization of wounds of various origins and as a means of preventing the formation of hypertrophic and keloid scars.

Granuflex (ConvaTec, Великобритания)
Granuflex (ConvaTec, UK)

DuoDerm (ConvaTec, США),
DuoDerm (ConvaTec, USA)

Comfeel (Coloplast, Дания)
Comfeel (Coloplast, Denmark)

Suprasorb H (Lohmann & Rauscher, Франция)
Suprasorb H (Lohmann & Rauscher, France)

Tegaderm Hydrocolloid (Tegaderm, США)
Tegaderm Hydrocolloid (Tegaderm, USA)

Гидротек (Медитек, РФ)
Hydrotek (Meditek, RF)

Hydrocoll (Hartmann, США)
Hydrocoll (Hartmann, USA)

Гидрогелевые покрытия / Hydrogel coatings

- Оказывают пластифицирующее воздействие, поглощают большое количество раневого экссудата / A plasticizing effect, absorbing a large amount of wound exudate.

- Создают оптимальные условия влажности для улучшения микроциркуляции. / Creation of optimal humidity conditions to improve microcirculation.

- Легкое нанесение с использованием вторичного покрытия / Easy application with secondary coating.

- Удаление геля требует использование физиологического раствора без лишней травматизации с поверхности раны / Removal of the gel requires the use of a saline solution without unnecessary trauma to the surface of the wound.

- Требуется более тщательный уход с уменьшенным временем ношения повязок, смена которых осуществляется раз в 2-3 дня / More careful care is required with a reduced time of wearing the dressings, which are changed every 2-3 days.

- Неудовлетворительная защита от внешнего загрязнения, что может привести к вторичной контаминации / Inadequate protection against external contamination, which may lead to secondary contamination.

Применяются в лечении трофических язв конечностей, синдроме диабетической стопы, пролежней различной степени выраженности, грибковых поражениях.

They are used in the treatment of trophic ulcers of the extremities, diabetic foot syndrome, bedsores of varying severity, and fungal infections.

ГелеПран (Биотекфарм, Россия)
GelePran (Biotekpharm, Russia)

IntraSite™ (Smith & Nephew, Великобритания)
IntraSite™ (Smith & Nephew, UK)

Nu-gel™ (KCI Manufacturing Unlimited Company, Великобритания)
Nu-gel™ (KCI Manufacturing Unlimited Company, UK)

- Накопление экссудата приводит к нежелательной усиленной мацерации и последующему увеличению количества микроорганизмов, что приводит к появлению неприятного запаха в ранах / Accumulation of exudate leads to unwanted increased maceration and subsequent increase in the number of microorganisms, which leads to the appearance of an unpleasant odor in the wounds. - Некоторые виды гелей могут содержать в своем составе пропиленгликоль, который, в свою очередь, может вызывать реакцию гиперчувствительности, в особенности у лиц пожилого возраста / Some types of gels may contain propylene glycol, which, in turn, can cause a hypersensitivity reaction, especially in the elderly.		
Гидрофибры / Hydrofibers		
- Композиционный состав обладает высокой абсорбирующей способностью, тем самым покрытия локально поддерживают физиологически влажный микроклимат и сводят к минимуму дальнейшее распространение бактериальной инфекции / The composite composition has a high absorption capacity, thereby the coatings locally maintain a physiologically humid microclimate and minimize the further spread of bacterial infection. - Менее выраженное «латеральное затекание», следовательно, это приводит к сниженной мацерации неповрежденной кожи вокруг раны / Less pronounced "lateral leakage", therefore resulting in reduced maceration of the intact skin around the wound. - Необходимо дополнительно использовать вторичные покрытия / It is necessary to additionally use secondary coatings. - Покрытия образуют гель с экссудатом, что обеспечивает им эластичность и гибкость, а также легкое удаление и атравматичность при снятии / The coatings form a gel with exudate, which provides them with elasticity and flexibility, as well as easy removal and atraumatic removal. - Образование фибринозного остатка на поверхности раневого ложа при смене повязки, в связи с чем желательно применять физиологический раствор для качественного очищения и снижения риска травматизации / Formation of a fibrinous residue on the surface of the wound bed when changing the dressing, in connection with which it is advisable to use a saline solution for high-quality cleansing and reducing the risk of injury.	Показанием к применению является выделение экссудата в больших или средних объемах Indication for use is the release of exudate in large or medium volumes.	Aquacel (ConvaTec, Великобритания) Aquacel (ConvaTec, UK)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ретроспективный анализ структуры и эффективности применения некоторых современных групп раневых покрытий, используемых в клинической практике в условиях оказания квалифицированной медицинской помощи для лечения ран мягких тканей, показал, что наиболее распространенными являются биоактивные и интерактивные. Каждый из видов имеющих повязок имеет особые показания и должен быть применен с учетом

локализации повреждения, этиологии, характера отделяемого, фазы раневого процесса.

Так, для лечения ожогов рекомендованы коллагеновые и хитозановые покрытия. С целью лечения ран средней и тяжелой степени с большим объемом экссудата наиболее эффективными будут альгинатные раневые покрытия и гидрофибры. При наличии поверхностных и неглубоких ран в фазе заживления и рубцевания с низким содержанием экссудата

наиболее оптимально применять полупроницаемые пленочные повязки. Для лечения трофических язв и пролежней рекомендованы коллагеновые, хитозановые, гидрогелевые и гидроколлоидные покрытия. Следует отметить, что гидроколлоидные покрытия также применяются при поверхностных ранах и являются средством профилактики формирования гипертрофического и келоидного рубца, а гидрогелевые имеют наибольшую эффективность в лечении синдрома

ма диабетической стопы и грибковых поражений.

В настоящий момент на рынке медицинских изделий представлен достаточно большой ассортимент раневых покрытий и перевязочных материалов для эффективной терапии, воздействующей на раз-

ные этапы раневого процесса, но универсального изделия не выявлено. Из этого следует, что клиницистам в зависимости от той или иной ситуации следует полагаться на выбор покрытий из различных групп в зависимости от их свойств.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

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

ЛИТЕРАТУРА/ REFERENCES:

- Lindholm C, Searle R. Wound management for the 21st century: combining effectiveness and efficiency. *International Wound Journal*. 2016; 13(2): 5-15. doi: 10.1111/IWJ.12623
- Kudryashova IS, Markov PA, Kostromina EYu. Development of wound coverings for regenerative medicine. *Bulletin of Restorative Medicine*. 2021; 20(6): 84-95. DOI 10.38025/2078-1962-2021-20-6-84-95. Russian (Кудряшова И. С., Марков П. А., Костромина Е. Ю. Разработка раневых покрытий для регенеративной медицины // Вестник восстановительной медицины. 2021. Т. 20, № 6. С. 84-95. DOI: 10.38025/2078-1962-2021-20-6-84-95)
- Kashtanov AD, Vasiliev YuL, Bairashevskaya AV. Review of modern materials used to cover wound surfaces. *Operative Surgery and Clinical Anatomy (Pirogov Scientific Journal)*. 2020; 4(2): 49-56. DOI: 10.17116/operhirurg2020402149 Russian (Каштанов А. Д., Васильев Ю. Л., Байрашевская А. В. Обзор современных материалов, применяемых для покрытия раневых поверхностей // Оперативная хирургия и клиническая анатомия (Пироговский научный журнал). 2020. Т. 4, № 2. С. 49-56. DOI 10.17116/operhirurg2020402149)
- Dhivya S, Padma VV, Santhini E. Wound dressings - a review. *Biomedicine (Taipei)*. 2015; 5(4):22. doi: 10.7603/s40681-015-0022-9.
- Shi C, Wang C, Liu H, Li Q, Li R, Zhang Y, et al. Selection of appropriate wound dressing for various wounds. *Front Bioeng Biotechnol*. 2020;8:182. doi: 10.3389/fbioe.2020.00182.
- Chen X, Li B, Zhao J. Characteristics and clinical application of commonly used wound dressings. *Zhongguo Yi Liao Qi Xie Za Zhi*. 2022; 46(5): 529-533. Chinese. doi: 10.3969/j.issn.1671-7104.2022.05.011.
- Dabiri G, Damstetter E, Phillips T. Choosing a wound dressing based on common wound characteristics. *Adv Wound Care (New Rochelle)*. 2016;5(1):32-41. doi: 10.1089/wound.2014.0586.
- Veličković V, Macmillan T, Lones E, Arlouskaya Y, Prieto PA, Webb N, et al. Systematic review and quality assessment of clinical and economic evidence for superabsorbent wound dressings in a population with chronic ulcers. *Int Wound J*. 2024;21(3):e14750. doi: 10.1111/iwj.14750.
- Browning P, White RJ, Rowell T. Comparative evaluation of the functional properties of superabsorbent dressings and their effect on exudate management. *J Wound Care*. 2016;25(8):452-462. doi: 10.12968/jowc.2016.25.8.452.
- Philippe A. Secondary dressings. *Soins*. 2016;(802):51-53. French. doi: 10.1016/j.soins.2015.12.010.
- Nicodème M, Rollot F, Fromantin I. Neutral and impregnated dressings and products. *Soins*. 2016;(802):36-367. doi: 10.1016/j.soins.2015.12.006.
- Landriscina A, Rosen J, Friedman AJ. Systematic approach to wound dressings. *J Drugs Dermatol*. 2015;14(7):740-744.
- Hickman DA, Pawlowski CL, Sekhon UDS, Marks J, Gupta AS. Biomaterials and advanced technologies for hemostatic management of bleeding. *Adv Mater*. 2018;30(4):10.1002/adma.201700859. doi: 10.1002/adma.201700859.
- Arroyo AA, Casanova PL, Soriano JV, Torra I Bou JE. Open-label clinical trial comparing the clinical and economic effectiveness of using a polyurethane film surgical dressing with gauze surgical dressings in the care of post-operative surgical wounds. *Int Wound J*. 2015;12(3):285-292. doi: 10.1111/iwj.12099.
- Huan Y, Kong Q, Mou H, Yi H. Antimicrobial peptides: classification, design, application and research progress in multiple fields. *Front Microbiol*. 2020;11:582779. doi: 10.3389/fmicb.2020.582779.
- Saghazadeh S, Rinoldi C, Schot M, Kashaf SS, Sharifi F, Jalilian E, et al. Drug delivery systems and materials for wound healing applications. *Adv Drug Deliv Rev*. 2018;127:138-166. doi: 10.1016/j.addr.2018.04.008.
- Han G, Ceilley R. Chronic wound healing: a review of current management and treatments. *Adv Ther*. 2017;34(3):599-610. doi: 10.1007/s12325-017-0478-y.
- Weller CD, Team V, Sussman G. First-Line Interactive wound dressing update: a comprehensive review of the evidence. *Front Pharmacol*. 2020;11:155. doi: 10.3389/fphar.2020.00155.
- Ushmarov DI, Gumenyuk AS, Gumenyuk SE, Gaivoronskaya TV, Karabulina SYa, Pomortsev AV, et al. Comparative evaluation of multifunctional wound dressings based on chitosan: a multistage randomized controlled experimental study. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2021; 28(3):78-96. DOI 10.25207/1608-6228-2021-28-3-78-96. Russian (Ушмаров Д. И., Гуменюк А. С., Гуменюк С. Е., Гайворонская Т. В., Караблина С. Я., Поморцев А. В. и др.. Сравнительная оценка многофункциональных раневых покрытий на основе хитозана: многоэтапное рандомизированное контролируемое экспериментальное исследование // Кубанский научный медицинский вестник. 2021. Т.28, №3. С. 78-96. DOI: 10.25207/1608-6228-2021-28-3-78-96.)
- Chen X, Zhang M, Chen S, Wang X, Tian Z, Chen Y, et al. Peptide-modified chitosan hydrogels accelerate skin wound healing by promoting fibroblast proliferation, migration, and secretion. *Cell Transplant*. 2017;26(8):1331-1340. doi: 10.1177/0963689717721216.
- Wathoni N, Suhandi C, Ghassani Purnama MF, Mutmainnah A, Nurbaniyah NS, Syafr DW, et al. Alginate and chitosan-based hydrogel enhance antibacterial agent activity on topical application. *Infect Drug Resist*. 2024;17:791-805. doi: 10.2147/IDR.S456403.
- Chen X, Fu W, Cao X, Jiang H, Che X, Xu X, et al. Peptide SIKVAV-modified chitosan hydrogels promote skin wound healing by accelerating angiogenesis and regulating cytokine secretion. *Am J Transl Res*. 2018;10(12):4258-4268.
- Li R, Xu Z, Jiang Q, Zheng Y, Chen Z, Chen X. Characterization and biological evaluation of a novel silver nanoparticle-loaded collagen-chitosan dressing. *Regen Biomater*. 2020;7(4):371-380. doi: 10.1093/rb/rbaa008.
- Zhang H, Cheng J, Ao Q. Preparation of alginate-based biomaterials and their applications in biomedicine. *Mar Drugs*. 2021;19(5):264. doi: 10.3390/md19050264.
- Lee KY, Mooney DJ. Alginate: properties and biomedical applications. *Prog Polym Sci*. 2022;37(1):106-126. doi: 10.1016/j.progpolymsci.2011.06.003.
- Froelich A, Jakubowska E, Wojtyłko M, Jadach B, Gackowski M, Gadziński P, et al. Alginate-based materials loaded with nanoparticles in wound healing. *Pharmaceutics*. 2023;15(4):1142. doi: 10.3390/pharmaceutics15041142.

27. Farshidfar N, Iravani S, Varma RS. Alginate-based biomaterials in tissue engineering and regenerative medicine. *Mar Drugs*. 2023;21(3):189. doi: 10.3390/md21030189.
28. Varaprasad K, Jayaramudu T, Kanikireddy V, Toro C, Sadiku ER. Alginate-based composite materials for wound dressing application: a mini review. *Carbohydr Polym*. 2020;236:116025. doi: 10.1016/j.carbpol.2020.116025.
29. Jana S, Sen KK, Gandhi A. Alginate based nanocarriers for drug delivery applications. *Curr Pharm Des*. 2016;22(22):3399-3410. doi: 10.2174/1381612822666160510125718.
30. Sharma A, Verma C, Singh P, Mukhopadhyay S, Gupta A, Gupta B. Alginate based biomaterials for hemostatic applications: Innovations and developments. *Int J Biol Macromol*. 2024;264(Pt 2):130771. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2024.130771.
31. Morozov AM, Mokhov EM, Lyubsky IV, Sergeev AN, Kadykov VA, Askerov EM, et al. The opportunities for developing a new biologically active suture material in surgery (literature review). *Journal of Experimental and Clinical Surgery*. 2019;12(3):193-198. doi: 10.18499/2070-478X-2019-12-3-193-198.
32. Fernández-Castro M, Martín-Gil B, Peña-García I, López-Vallecillo M, García-Puig ME. Effectiveness of semi-permeable dressings to treat radiation-induced skin reactions. A systematic review. *Eur J Cancer Care (Engl)*. 2017;26(6). doi: 10.1111/ecc.12685.
33. Breisinger K, Harrell K, Serena L, Serena TE. A prospective clinical pilot study comparing two post-operative dressings in the treatment of surgical incisions in volunteers. *J Wound Care*. 2022;31(Sup9):S28-S32. doi: 10.12968/jowc.2022.31.Sup9.S28.
34. Dumville JC, Gray TA, Walter CJ, Sharp CA, Page T, Macefield R, et al. Dressings for the prevention of surgical site infection. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;12(12):CD003091. doi: 10.1002/14651858.CD003091.pub4.
35. Kraemer J, Momm F. Decrease of radiation-induced skin reactions in breast cancer patients by preventive application of film dressings-a systematic review. *Strahlenther Onkol*. 2024;200(2):109-122. doi: 10.1007/s00066-023-02151-0.
36. Admakin AL, Kovalenko AA. The role of hydrocolloid wound coverings in the treatment of wounds of various etiologies in a military hospital. *Medical-biological and socio-psychological problems of safety in emergency situations*. 2016; (2):47-51. DOI: 10.25016/2541-7487-2016-0-2-47-51. Russian (Адмакин А. Л., Коваленко А. А. Роль гидроколлоидных раневых покрытий в лечении ран различной этиологии в условиях военного госпиталя // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2016. № 2. С. 47-51. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-2-47-51.)
37. Giacaman A, Boix-Vilanova J, Martín-Santiago A. Hydrocolloid dressing for the treatment of severe diaper dermatitis. *Pediatr Dermatol*. 2023;40(1):224-225. doi: 10.1111/pde.15131.
38. Li C, Wang Y, Hu F, Gong H. Effect of hydrocolloid dressing combined with low molecular weight heparin and calcium on scar hyperplasia in burn patients with venous thromboembolism. *Int Wound J*. 2023;20(8):2981-2988. doi: 10.1111/iwj.14165.
39. Jurić Vukelić D, Jurić J. Hydrocolloid dressing application in the treatment of chronic wounds and relation to quality of life. *Acta Clin Croat*. 2017;56(3):544-549. doi: 10.20471/acc.2017.56.03.22.
40. Jafari D, Gholipourmalekabadi M, Alizadeh S, Rajabi Fomeshi M, Amoupour M, Samadikuchaksaraei A. Fabrication and characterization of a hydrocolloid wound dressing functionalized with human placental derived extracellular matrix for management of skin wounds: an animal study. *Artif Organs*. 2024;48(2):117-129. doi: 10.1111/aor.14674.
41. Dudanov IP, Vinogradov VV, Kristop VV, Nikonorova VG. Advantages and disadvantages of gel lesions in the therapy of burn wounds and burns. *Bulletin of new medical technologies. Electronic publication*. 2022; 16(2):13-22. DOI 10.24412/2075-4094-2022-2-1-2. Russian (Дуданов И. П., Виноградов В. В., Криштоп В. В., Никонорова В. Г. Преимущества и недостатки гелевых поражений в терапии ожоговых ран и ожогов // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2022. Т. 16, № 2. С. 13-22. DOI: 10.24412/2075-4094-2022-2-1-2.)
42. Gounden V, Singh M. Hydrogels and wound healing: current and future prospects. *Gels*. 2024;10(1):43. doi: 10.3390/gels10010043.
43. Fan F, Saha S, Hanjaya-Putra D. Biomimetic hydrogels to promote wound healing. *Front Bioeng Biotechnol*. 2021;9:718377. doi: 10.3389/fbioe.2021.718377.
44. Ho TC, Chang CC, Chan HP, Chung TW, Shu CW, Chuang KP, et al. Hydrogels: properties and applications in biomedicine. *Molecules*. 2022;27(9):2902. doi: 10.3390/molecules27092902.
45. Shu W, Wang Y, Zhang X, Li C, Le H, Chang F. Functional hydrogel dressings for treatment of burn wounds. *Front Bioeng Biotechnol*. 2021;9:788461. doi: 10.3389/fbioe.2021.788461.
46. Walker A, Brace J. A multipurpose dressing: role of a hydrofiber foam dressing in managing wound exudate. *J Wound Care*. 2019;28(Sup9a):S4-S10. doi: 10.12968/jowc.2019.28.Sup9a.S4.
47. Wu JJ, Zhang F, Liu J, Yao HJ, Wang Y. Effect of silver-containing hydrofiber dressing on burn wound healing: a meta-analysis and systematic review. *J Cosmet Dermatol*. 2023;22(5):1685-1691. doi: 10.1111/jocd.15639.
48. Hobot J, Walker M, Newman G, Bowler P. Effect of hydrofiber wound dressings on bacterial ultrastructure. *J Electron Microsc (Tokyo)*. 2018;57(2):67-75. doi: 10.1093/jmicro/dfn002.
49. Sharma G, Lee SW, Atanacio O, Parvizi J, Kim TK. In search of the optimal wound dressing material following total hip and knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Int Orthop*. 2017;41(7):1295-1305. doi: 10.1007/s00264-017-3484-4.

Сведения об авторах:

Остроушко А.П., к.м.н., доцент, доцент кафедры общей и амбулаторной хирургии ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России; врач-онколог, хирург Клинической больницы «РЖД-Медицина» г. Воронеж, г. Воронеж, Россия. <http://orcid.org/0000-0003-3656-5954>

Ян К.С., студент ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, г. Воронеж, Россия.

Information about authors:

Ostroushko A.P., candidate of medical sciences, associate professor, associate professor of department of general and outpatient surgery, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University; oncologist, surgeon, Clinical Hospital RZD-Medicine, Voronezh, Russia. <http://orcid.org/0000-0003-3656-5954>

Yan K.S., student, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia.

Лаптиёва А.Ю., к.м.н., ассистент кафедры общей и амбулаторной хирургии ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России; врач-онколог, хирург Клинической больницы «РЖД-Медицина» г. Воронеж, г. Воронеж, Россия. <http://orcid.org/0000-0002-3307-1425>

Андреев А.А., д.м.н., доцент, профессор кафедры общей и амбулаторной хирургии ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, г. Воронеж, Россия. <http://orcid.org/0000-0001-8215-7519>

Глухов А.А., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей и амбулаторной хирургии ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, г. Воронеж, Россия. <http://orcid.org/0000-0001-9675-7611>

Аралова М.В., д.м.н., профессор кафедры общей и амбулаторной хирургии ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России; заведующая центром амбулаторной хирургии ГБУЗ ВО ВОКБ № 1, г. Воронеж, Россия. <http://orcid.org/0000-0003-4257-5120>

Микулич Е.В., к.м.н., доцент кафедры общей и амбулаторной хирургии ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России; заместитель главного врача по поликлинической помощи Клинической больницы «РЖД-Медицина» г. Воронеж, г. Воронеж, Россия. <http://orcid.org/0000-0002-6874-1417>

Коновалов П.А., соискатель кафедры общей и амбулаторной хирургии ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, г. Воронеж, Россия. <http://orcid.org/0009-0005-5460-6002>

Адрес для переписки:

Лаптиёва Анастасия Юрьевна, ул. Студенческая, д. 10, г. Воронеж, Россия, 394036

Тел: +7 (905) 657-63-01

E-mail: laptievaa@mail.ru

Статья поступила в редакцию 30.09.2024

Рецензирование пройдено 18.10.2024

Подписано в печать 01.12.2024

Laptiyova A.Yu., candidate of medical sciences, assistant of department of general and outpatient surgery, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University; oncologist, surgeon, Clinical Hospital RZD-Medicine, Voronezh, Russia. <http://orcid.org/0000-0002-3307-1425>

Andreev A.A., MD, PhD, associate professor, associate professor of department of general and outpatient surgery, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia. <http://orcid.org/0000-0001-8215-7519>

Glukhov A.A., MD, PhD, professor, head of department of general and outpatient surgery, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia. <http://orcid.org/0000-0001-9675-7611>

Aralova M.V., MD, PhD, professor of department of general and outpatient surgery, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University; chief of outpatient surgery center, Voronezh Regional Clinical Hospital No. 1, Voronezh, Russia. <http://orcid.org/0000-0003-4257-5120>

Mikulich E.V., candidate of medical sciences, associate professor of department of general and outpatient surgery, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University; deputy chief physician for outpatient care at Clinical Hospital RZD-Medicine, Voronezh, Russia. <http://orcid.org/0000-0002-6874-1417>

Konovalev P.A., candidate of department of general and outpatient surgery, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia. <http://orcid.org/0009-0005-5460-6002>

Address for correspondence:

Laptiyova Anastasia Yuryevna, Studentskaya str., 10, Voronezh, Russia, 394036

Tel: +7 (905) 657-63-01

E-mail: laptievaa@mail.ru

Received 30.09.2024

Review completed 18.10.2024

Passed for printing 01.12.2024

