

СОВРЕМЕННЫЕ РАНЕВЫЕ ПОКРЫТИЯ В ЛЕЧЕНИИ ОЖОГОВ И РАН

WOUND DRESSINGS FOR THE TREATMENT OF BURNS AND WOUNDS

**Hoang Huy Toan
I. Chmyrev
I. Savinkov**

Summary. One of the most important aspects of wound treatment is the use of wound dressings. These dressings protect the wound from infection and create favorable conditions for healing. Along with traditional gauze dressings, various new materials have emerged due to advancements in our understanding of wound healing and technological development. Based on their structural characteristics, dressings can be divided into several types: film, hydrocolloid, alginate, hydrogel, and collagen. This article examines modern wound dressings for burn wounds, their properties, advantages, disadvantages, and specific features of application. Despite the variety of options and advances in wound coatings, there is no one universal dressing suitable for all stages of wound healing or for burns of varying depths. Therefore, the development and research of these dressings continue.

Keywords: wound, burns, wound process, wound dressings, wound healing, wound treatment.

Хоанг Хю Тоан

Адъюнкт, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия
им. С.М. Кирова», г. Санкт-Петербург
huytoanhoang@gmail.com

Чмырёв Игорь Владимирович

Доктор медицинских наук, доцент,
ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия
им. С.М. Кирова», г. Санкт-Петербург
chmyrev@mail.ru

Савинков Игорь Юрьевич

Адъюнкт, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия
им. С.М. Кирова», г. Санкт-Петербург
igorsavinkov@yandex.ru

Аннотация. Одним из важнейшим звеньев в лечении ран является раневое покрытие, которое должно защищать рану от инфекции и обеспечивать благоприятные условия для процесса заживления. В настоящее время в медицинской практике наряду с традиционными марлевыми повязками в результате улучшения научного понимания процесса заживления ран и развития технологий появились разнообразные новые перевязочные материалы. В зависимости от особенностей структуры можно выделить несколько видов покрытий: плёночные, гидроколлоидные, альгинатные, гидрогелевые и коллагеновые... Статья рассматривает современные раневые покрытия, применяемые для лечения ран и ожогов, их свойства, преимущества и недостатки и особенности при их использовании. Несмотря на большое количество разновидностей и достижений во внедрении раневых покрытий, на данный момент не существует универсального покрытия, который подходит для использования на всех фазах раневого процесса и ожогах различной глубины. В связи с этим процесс их изучения и совершенствования активно продолжается.

Ключевые слова: рана, ожоги, раневой процесс, раневое покрытие, заживления раны, лечения раны.

Введение

Рана — нарушение целостности кожного покрова или слизистой оболочки в результате физического, механического, термического и других воздействий. Рана может быть острой и хронической [42]. Острая рана возникает внезапно в результате несчастного случая или хирургической травмы и заживает в течение 8–12 недель в зависимости от размера и глубины повреждения. Хронические раны обычно возникают в результате пролежней, язв ног и ожогов, процесс заживления таких ран может быть длительным или не наступать. Ожоги кожи являются одним из наиболее частых видов травмы. По данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно около 11 миллионов человек обращаются за медицинской помощью из-за ожогов

кожи, и примерно 180 тысяч случаев заканчиваются летальным исходом. В РФ ожоги занимают 6–е место (2,0 %) в общей структуре травматизма, что составляет более 300000 пострадавших в год [14]. Заживление ран — это динамичный и сложный процесс восстановления тканей, который состоит из трёх последовательных фаз: воспаления, регенерации и эпителизации. Сроки полного восстановления целостности кожного покрова и качество рубцов во многом определяет течение раневого процесса. При этом важным является выбор средств, применяемых в местном лечении, которое направлено на создание благоприятных условий для самостоятельного заживления. Несмотря на большое количество разновидностей и достижений во внедрении раневых покрытий в лечении ран, на данный момент не существует универсального покрытия, который подходит для

использования на всех фазах раневого процесса и ожогах различной глубины. Поэтому на сегодняшний день исследования и разработка новых классов раневых покрытий активно продолжают. Мотивацией для этого процесса служит стремление достичь создания продукта, который будет соответствовать всем критериям «идеального раневого покрытия», изложенным в международных практических рекомендациях по лечению ожогов кожи 2016 г. [33]:

- Создание оптимальной влажной среды для заживления;
- Не препятствовать обмену кислорода, углекислого газа и паров воды; обеспечивать теплоизоляцию;
- Непроницаемость для микроорганизмов;
- Не содержать загрязняющих частиц; не прилипать к поверхности;
- Безопасность в использовании;
- Приемлемость для пациента;
- Высокая абсорбционная способность;
- Экономически выгодна;
- Возможность наблюдения за состоянием раны;
- Обеспечивать механическую защиту;
- Изготавливаться из негорючих материалов;
- Стерильность;
- Не требуется частая смена;
- Доступность в любых условиях и высокая готовность к использованию.

Цель работы: представить современные виды раневых покрытий, применяемых для местного лечения ран и ожогов.

Материал и методы: проведение поиска и анализа российских и зарубежных научных работ, опубликованных на библиографической и реферативной базе данных рецензируемой научной литературы «Scopus» и «PubMed», на платформе Научной электронной библиотеки (eLIBRARY.ru), научной электронной библиотеке «КиберЛенинка».

Результаты

Плёночные раневые покрытия представляют собой тонкий прозрачный полимерный лист. В качестве полимеров для таких покрытий часто используются хитин, хитозан, коллаген, целлюлоза, полиуретаны и полиэтиленгликоль, ... [13] При выборе материала для раневого покрытия необходимо учитывать не только его физико-химические свойства, но и биосовместимость с тканями организма [17]. Одними из преимуществ пленочных раневых покрытий являются высокая эластичность и прочность, что позволяет использовать повязки на анатомически сложных и подвижных участках тела. Благодаря микроскопически пористой структуре этот вид раневых покрытий обладает высокой газо- и влагопроницаемо-

стью, но при этом надежно защищает рану от проникновения микробов. Проницаемость для водяного пара и кислорода являются важнейшими свойствами для препаратов этой группы, благодаря которым создается микроклимат под пленкой с оптимальной влажностью для процесса заживления, избегая лишнее скопление экссудата или, наоборот, пересыхания раневой поверхности, и с доступом кислорода к раневой поверхности. Еще одно преимущество — прозрачность материалов. Это позволяет контролировать процесс регенерации и вовремя выявлять признаки инфекции в ране [4]. Раневые покрытия данной группы часто применяют для поверхностных ожогов и хирургических слабо экссудирующих ран, ран в третьей фазы раневого процесса (эпителизации) [5]. К основным недостаткам пленочных покрытий относятся низкая абсорбционная способность и необходимо дополнительное вторичное покрытие для фиксации [9, 11].

Среди отечественных пленочных раневых покрытий привлекают внимание раневые покрытия серии «Фолидерм», которые изготавливаются из полиэтилентерефталата толщиной 12–23 микрона путем бомбардировки их высокоэнергетичными ионами (аргон, криптон), пробивающими плёнку насквозь. В местах прохождения отдельных ионов образуются каналы деструктированного материала, называемые треками, которые обеспечивают заданные параметры влаго- и газопроницаемости. Эта мембрана протезирует функцию утраченного рогового слоя эпидермиса посредством ограничения интенсивности влагопотерь из раневой поверхности на уровне от 2,5 до 10,5 г/м² в час [19]. «Фолидерм» предотвращает попаданию внешних микробов в рану за счет малых размеров пор и электростатических зарядов на поверхности. По результатам исследования ряда авторов было установлено, что применение «Фолидерм» способствует более быстрому заживлению поверхностных ожогов (в среднем на 2–3 дня) по сравнению с другими методами лечения [22].

Плёночные покрытия могут включать в свой состав активные компоненты. Среди них можно выделить Arglaes Controlled Release Film Dressing (Maersk Medical — Дания), OpSite CH (Smith & Nephew — Великобритания), DDB — (Polyethylene Dressing Dr. Breitman) и другие. Arglaes Controlled Release Film Dressing представляет собой плёночную повязку, изготовленную на основе неорганических фосфатов натрия и кальция. При контакте с водой соли диссоциируют, высвобождая ионы серебра в окружающую среду. В ходе исследований *in vitro* это раневое покрытие продемонстрировало способность подавлять рост большинства известных гноеродных микроорганизмов, включая *Staphylococcus aureus*, *Proteus*, *Escherichia coli* и *Pseudomonas aeruginosa* [18]

OpSite CH это плёнка, покрытая акриловым адгезивом, который содержит 5 % хлоргексидина ацетата

[18], а DDB (израильское полиэтиленовое покрытие д-ра Брейтмана) представляет собой полиэтиленовую плёнку. На поверхность, обращённую к ране, нанесена сухая смесь, состоящая из талька (95 %) и смеси антимикробных препаратов в равном соотношении (5 %): цефалоспексин, стрептомицин, эритромицин, тетрациклин, ... [20]. Эти антимикробные компоненты помогают предотвратить инфицирование раны, способствуя её быстрому заживлению.

Гидроколлоидные покрытия — это многослойные структуры, состоящие из плёнок, пен и нетканых материалов на основе полиэстера, которые частично проницаемы для водяных паров и газов. Одним из ключевых компонентов покрытия является межфазный слой, образованный гидрофильными коллоидными частицами [26]. Эти частицы изготавливаются из коллагена, желатина, целлюлозы и их производных, что обеспечивает высокую функциональность и эффективность покрытия [35]. Особенность воздействия этого покрытия заключается во взаимодействии коллоидного раствора с раневой поверхностью, где раствор превращается в гель под действием экссудата [16]. Таким образом, с раневой поверхности удаляется избыточная жидкость, при этом поддерживается влажная среда, что обеспечивает атравматичность покрытия [41]. С другой стороны, гидроколлоидные повязки обладают окклюзионными свойствами, что препятствует проникновению воды, бактерий и кислорода в рану. В связи с этим они не могут быть использованы для лечения глубоких ран, особенно инфицированных, которым для ускорения процесса заживления необходим доступ кислорода [46]. Помимо этого, гидроколлоиды способствуют снижению кислотности раневой среды, что может препятствовать размножению бактерий [41]. Поскольку сорбирующая способность гидроколлоидных раневых покрытий относительно невысока их обычно назначают для слабо и умеренно экссудирующих ран на второй и третьей фазах заживления, не обширных поверхностных ожогов и ран, а противопоказаны для инфицированных ран, язв диабетической стопы и других экссудирующих ран [46].

Один из отечественных представителей этой группы — «Хитоскин-колл». Этот препарат содержит гидроколлоид, в состав которого входят хитозан, факторы роста, а также серебро и церий. [21]. Гидрофильность и наличие катионного заряда позволяют хитозану выступать в роли эффективного носителя для других активных веществ, таких как факторы роста, пептиды и прочие лекарственные компоненты [36]. Результаты исследования ряда авторов убедительно демонстрируют преимущества использования хитозана в местном лечении ран, такие как способность эффективно транспортировать пары воды и соляной кислоты; бактерицидное действие и подавление размножения раневых инфекций; стимуляция процессов пролиферации клеток и предотвращение образования грубых рубцов. [22].

В настоящее время на рынке представлено множество зарубежных гидроколлоидных покрытий. Раневое покрытие Tegасорб 3М американского производителя содержит желатиновые, пектиновые и полисахаридные гранулы в полиизобутиленовой адгезивной массе. Оно тонкое, эластичное, прозрачное, удобное для аппликации и наблюдения за раневым процессом [47]. Другие распространенные гидроколлоидные раневые покрытия: Granuflex и DuoDERM (Convatec — Великобритания), IntraSite (Smith & Nephew, Великобритания), Comfeel Cleanser (Coloplast — Дания), Silkofix Fibrotul-Ag и WD.Ag-silkofix (Pharmaplast SAE — Египет), ... [1]

Альгинатные раневые покрытия: группа биодegradирующих раневых покрытий на основе альгината, получаемого из красных и бурых морских водорослей в виде альгиновой кислоты, которая извлекается в виде смешанных солей натрия и (или) калия, кальция и магния [12, 32]. Альгинат является полисахаридом, отличающимся своими высокими сорбирующими и гемостатическими свойствами [24]. Они также способствуют выработке цитокинов (IL-6, TNF- α и др.), способствуют адгезии клеток за счет имитации ВКМ, стимулируют аутолиз и очищение раны [31].

Один из компонентов в составе покрытия — кальциевая соль альгиновой кислоты: альгинат кальция или комбинацию альгината кальция и альгината натрия. [16]. При наложении покрытия на ране происходит замещение ионов кальция на ионы натрия в экссудате, что приводит к набуханию альгинатных волокон и их переходу в водорастворимую солевую форму — альгинат натрия. Связывая воду, альгинат натрия образует гель [29]. Образовавшийся гель создаёт оптимальную влажность для процесса заживления раны. По мимо этого, благодаря гелю, покрытие не прилипает к ране и не травмирует грануляционную ткань и растущий эпителий во время перевязки. [25]. Альгинатные покрытия также обладают гемостатическим свойством благодаря наличию в составе ионов кальция, которые являются фактором свёртывания крови [48]. Это позволяет использовать их для закрытия кровоточащих ран. А бактериостатическое действие альгинатов определяется тем, что в процессе гелеобразования микроорганизмы включаются в структуру геля [45]. Основными недостатками альгинатных покрытий являются их склонность к фрагментации и высокая растворимость геля в раневом экссудате. В результате этого в ране могут оставаться кусочки повязки, а когда гель теряет свою волокнистую структуру, его абсорбционная и дренажная способности и резко снижаются.

Альгинатные раневые покрытия широко применяются при пролежнях, диабетических и венозных язвах, ожогах, ранах донорского участка, кровоточащих ранах, операционных ранах, а также при ранах с умеренной

и интенсивной экссудацией благодаря своей хорошей абсорбционной способности [44].

Зарубежных препаратов этой группы РП довольно много: AlgiCell, AlgiSite M (Gentell/Integra LifeSciences — США), Comfeel Plus (Coloplast — Дания), Tegagen, Tegaderm, Fibracol™Plus (3М — США), Curasorb (Cardinal Health — США), и т. д. Представителями отечественного производства являются Альгипор, Альгимаф и Теральгим, которые отличаются своим составом. В состав Альгипора входят альгинат кальция и альгинат натрия в соотношении 3:1, благодаря высокому содержанию водорастворимого альгината натрия, Альгипор хорошо моделируется на раневой поверхности. Альгимаф — это модификация Альгипора, в которую добавлен мафенид ацетата в качестве антимикробного компонента и фенозан в качестве антиоксиданта. А в состав Теральгима входит протеолитический фермент террилитин [20].

Гидрогелевые покрытия состоят из полимеров с гидрофильными центрами, способствующими абсорбировать и удерживать в своей структуре значительное количество воды [3]. Трёхмерный полимерный каркас придает покрытиям механические свойства, такие как способность сохранять форму, прочность, пластичность и упругость [12]. Благодаря высокому содержанию воды в своем составе, гидрогелевые покрытия предотвращают высыхание раны и создают условия, благоприятные для процесса заживления [7, 40], также размягчает некротические ткани, облегчая их механическое удаление [6]. Помимо этого, гидрогель способствует охлаждению и снижению локальной температуры окружающих тканей, что приводит к уменьшению болевого синдрома и предотвращает развитие гнойного процесса в ране [7, 12, 30]. Ещё одно преимущество гидрогелевых покрытий — их прозрачность. Это позволяет легко отслеживать состояние раны, не снимая повязку. Замена покрытия требуется только в случае его помутнения и потери прозрачности, что свидетельствует о насыщении сорбционного слоя геля раневым отделяемым [34, 49]. А в случае необильной экссудации, отсутствия признаков инфекции и прочной фиксации повязки к ранам, её можно оставлять до полной эпителизации ран. Но из-за своей относительно низкой сорбционной способности основное предназначение гидрогелевых повязок — сухая рана и рана с незначительной экссудацией, поверхностные ожоги, хронические язвы, пролежни... [43]. Главным недостатком гидрогелевых покрытий является их способность накапливать экссудат. Это может привести к мацерации и созданию благоприятной среды для размножения бактерий в ране. В результате появляется неприятный запах и инфицирование раны [3, 10]. Кроме того, низкая прочность гидрогелей затрудняет их применение.

В настоящее время выделяют две основные группы гидрогелевых покрытий. Первая группа включает эла-

стичные прозрачные пластины различной толщины, которые состоят из трёхмерной сети, образованной из гидрофильного синтетического или полусинтетического поперечно сшитого полимера (полиакриламида, полиэтиленоксида, агара) [2]. А чтобы уменьшить проницаемость и защитить рану от высыхания, наружную поверхность препаратов покрывают полупроницаемой плёнкой. Некоторые покрытия имеют плёнку с выступающими краями, которые выходят за контуры геля с адгезивом для более надёжной фиксации и сохранения влаги в ране. Представители этой группы: Geliper™ (Geistlich, Великобритания), Vigilon™ (Seton, США), Hydrosorb™ (Hfrtmann, Германия), Opragel™ (Lohmann, Германия), Spenco 2nd Skin™ (Spenco, США), Suprasorb G (Lohmann Rauscher, Австрия, Германия) ...

Вторая группа — препараты в виде морфной массы. Эти аморфные гидрогели состоят из гелеобразующих полимеров (карбоксиметилцеллюлоза, модифицированный крахмал или альгинат), но в отличие от покрытий первой группы они не имеют фиксированной трёхмерной поперечно-сшитой структуры и потому не обладают постоянной формой [37]. Эти гели становятся менее вязкими по мере впитывания, заполняя все углубления в ране. Аморфный гидрогель продолжает впитывать жидкость, теряя когезивные свойства и превращаясь в полимерный раствор в ране [50]. Примерами этой группы могут служить Varihesive hydrogel™, DuoDERM hydrogel™ (ConvaTec, США—Великобритания), Scherisorb™, IntraSite™ Gel (Smith & Nephew, Великобритания), Nu-gel™ (Johnson & Johnson, Великобритания и др.).

Коллагеновые раневые покрытия: Биodeградирующие пористые покрытия, изготовлены из коллагена. Коллаген — фибриллярный белок, составляющий основу соединительной ткани и обеспечивающий её прочность и эластичность. Коллаген выполняет функции каркаса для миграции клеток в регенерирующих тканях, также стимулирует репаративную регенерацию в ране [15]. Коллагеновые раневые покрытия способны поглощать раневое отделяемое и превращаться в мягкий гель, поддерживающий оптимальный уровень влажности в ране для заживления ран. Стоит также отметить, что коллагеновые покрытия обладают хорошим гемостатическим свойством, обусловленным воздействием поверхности нативной коллагеновой фибриллы на тромбоциты, приводящим к агрегации тромбоцитов и активации свертывающей системы крови [39]. Ферментативный гидролиз коллагена расщепляет его на биологически активные пептиды. Эти пептиды стимулируют миграцию и размножение лейкоцитов, фибробластов и кератиноцитов в область повреждения, а также выработку цитокинов и факторов роста, которые стимулируют синтез компонентов внеклеточного матрикса и заживление раны [27]. В настоящее время основным

источником коллагена является сырье животного происхождения. Коллагеновые повязки производятся в основном из ахиллова сухожилия лошадей и крупного рогатого скота, а также из кожи крупного рогатого скота и свиней [39].

Коллагеновые покрытия назначают для стимуляции роста грануляционной ткани и краевой эпителизации; для плохо поддающихся лечению другими препаратами во II и III фазах раневого процесса, при трофических язвах диабетической стопы, хронических ранах, пролежнях, также для кожных трансплантатов [38]. Коллагеновые раневые покрытия не требуют ежедневной обработки и перевязки, однако для их надежной фиксации и защиты от внешних воздействий необходима дополнительная повязка. Препараты позволяют сократить сроки эпителизации раны, также не вызывают аллергических и иных нежелательных реакций [8].

В настоящее время существует множество форм коллагеновых раневых покрытий: губки, плёнки, гидрогели и другие. Эти покрытия часто имеют многослойную структуру. В процессе производства комбинируются различные полимерные материалы, такие как гиалуронат, хитозан, альгинат, декстран и карбоксиметилцеллюлоза, которые отличаются по своей химической природе и физической форме, так как это позволяет в полной мере использовать их свойства [23, 28].

На рынке представлены различные зарубежные и отечественные варианты коллагеновых повязок. Примерами зарубежных препаратов являются Suprasorb C (Lohmann Rauscher, Австрия—Германия), Lyostypt

(B. Braun, Германия), MatriDerm (MedSkin Solutions Dr. Suwelack, Германия) AG Stimulen (Southwest Technologies, США), Biostep (Smith & Nephew, Великобритания), Cellerate (Sanara MedTech, США), Cutimed (BSN medical GmbH, Германия), Fibracol plus (Systagenix, США), и др. Среди препаратов российского производства часто применяют Коллост (ООО «Биофарма-Холдинг»), Альгикол и Коллахит (НПП «Эрлон»), Коласпон (НПО «КОПО»).

Заключение

В настоящее время существует широкий спектр раневых покрытий, которые активно применяются в практике. Эти покрытия оказывают комплексное воздействие на раны, способствуя их заживлению. Они обеспечивают защиту раны от воздействий внешней среды и попадания микробов в рану, что снижает риск инфицирования раны, также ускоряют репаративной регенерации, улучшают качество рубцов.

Однако до сих пор не было создано покрытие, которое бы полностью соответствовало всем необходимым требованиям. Процесс разработки и улучшения современных раневых покрытий активно продолжается с применением новых технологий, позволяющих создавать покрытия с улучшенными физико-химическими свойствами и составом. Целью данного процесса является не только усовершенствование и расширение области применения существующих покрытий, но и разработка нового материала для создания новых классов раневых покрытий, что позволит оптимизировать результаты лечения ран различной этиологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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 (0). С. 47–51.
2. Андреев Д.Ю., Парамонов Б.А. П., Мухтарова А.М. Современные раневые покрытия. Часть II // Вестник хирургии имени И.И. Грекова. 2009. № 4 (168). С. 109–112.
3. Бесчастнов В.В. [и др.]. Возможности использования гидрогелевых композиций в лечении ран // Московский хирургический журнал. 2019. № 6. С. 17–22.
4. Владимировна С.В., Сергеевна А.Т. Пленочные покрытия при лечении детей с ожогами кожи // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2015. № 2 (5). С. 56–60.
5. Владимировна С.В., Сергеевна А.Т. Пленочные покрытия при лечении детей с ожогами кожи // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2015. № 2 (5). С. 56–60.
6. Волосова Е.В., Безгина Ю.А., Мазницына Л.В. Стабилизация Ферментов Класса Протеаз В Структуре Биополимерных Материалов // Современные Проблемы Науки И Образования. 2013. № 1.
7. Дуданов И.П. [и др.]. Преимущества и недостатки гелевых покрытий в терапии ожоговых ран и ожогов (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2022. № 2 (16). С. 13–22.
8. Иасоновна Б.Л. [и др.]. Клиническая эффективность биопластического коллагенового материала «Коллост» у детей с термической травмой (многоцентровое исследование) // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2018. № 3 (8). С. 34–44.
9. 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. № 2 (4).
10. 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. № 2 (4).
11. Кудряшова И.С. [и др.]. Разработка раневых покрытий для регенеративной медицины // Вестник восстановительной медицины. 2021. № 6 (20). С. 84–95.

12. Кузнецова Т.А. [и др.]. Биосовместимые и биodeградируемые раневые покрытия на основе полисахаридов из морских водорослей (обзор литературы) // Вестник хирургии имени И.И. Грекова. 2020. № 4 (179). С. 109–115.
13. Легонькова О.А., Алексеев А.А. Современные раневые покрытия: их свойства и особенности // Вестник Росздравнадзора. 2015. № 6.
14. Миронов С.П. [и др.]. Динамика травматизма среди взрослого населения Российской Федерации // Вестник травматологии и ортопедии им. НН Приорова. 2019. № 3. С. 5–13.
15. Михайлович М.А. [и др.]. Современные методы стимуляции процесса регенерации послеоперационных ран // Сибирское медицинское обозрение. 2020. № 3 (123). С. 54–60.
16. Морозов А.М. [и др.]. Использование современных раневых покрытий в местном лечении ран различной этиологии // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 2. С. 167–167.
17. Морозова Е.В. Разработка пленочных покрытий для лечения ран Москва: 2020. С. 56–57.
18. Назаренко Г.И., Сугурова И.Ю., Глянцев С.П. Рана. Повязка. Больной. / Г.И. Назаренко, И.Ю. Сугурова, С.П. Глянцев, Москва: Издательство «Медицина», 472 с.
19. Парамонов Б.А. [и др.]. Перспективы применения трековых мембран для лечения ожогов и ран // Гены И Клетки. 2022. № 3 (17). С. 172.
20. Парамонов Б.А., Порембский Я.О., Яблонский В.Г. Ожоги. Руководство для врачей / Б.А. Парамонов, Я.О. Порембский, В.Г. Яблонский, Санкт-Петербург: СпецЛит, 2000. 480 с.
21. Седов В.М. [и др.]. Новые отечественные раневые покрытия «Хитоскин-колл» в лечении трофических язв нижних конечностей. // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2011. № 2 (10). С. 58–63.
22. Фаязов А.Д. [и др.]. Перспективы применения раневых покрытий в комбустиологии // Вестник экстренной медицины. 2020. № 4 (13). С. 86–93.
23. Юданова Т.Н., Решетов И.В. Современные раневые покрытия: получение и свойства (обзор) // Химико-фармацевтический журнал. 2006. № 2 (40). С. 24–31.
24. Aderibigbe В.А., Вуяана В. Alginate in Wound Dressings // Pharmaceutics. 2018. № 2 (10). С. 42.
25. Aderibigbe В.А., Вуяана В. Alginate in Wound Dressings // Pharmaceutics. 2018. № 2 (10). С. 42.
26. Boateng J.S. [и др.]. Wound Healing Dressings and Drug Delivery Systems: A Review // Journal of Pharmaceutical Sciences. 2008. № 8 (97). С. 2892–2923.
27. Brett D.A. Review of Collagen and Collagen-based Wound Dressings // Wounds: a compendium of clinical research and practice. 2015. (20). С. 347–56.
28. Chattopadhyay S., Raines R.T. Collagen-based biomaterials for wound healing.
29. Ching S.H., Bansal N., Bhandari B. Alginate gel particles-A review of production techniques and physical properties // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2017. № 6 (57). С. 1133–1152.
30. Denzinger M. [и др.]. Hemocompatibility of different burn wound dressings.
31. Fang W. [и др.]. Identification and activation of TLR4-mediated signalling pathways by alginate-derived guluronate oligosaccharide in RAW264.7 macrophages // Scientific Reports. 2017. № 1 (7). С. 1663.
32. Fertah M. [и др.]. Extraction and characterization of sodium alginate from Moroccan Laminaria digitata brown seaweed // Arabian Journal of Chemistry. 2017. (10). С. S3707–S3714.
33. ISBI Practice Guidelines Committee [и др.]. ISBI Practice Guidelines for Burn Care // Burns. 2016. № 5 (42). С. 953–1021.
34. Jovic T.H. [и др.]. Plant-Derived Biomaterials: A Review of 3D Bioprinting and Biomedical Applications // Frontiers in Mechanical Engineering. 2019. (5).
35. Kamińska M.S. [и др.]. Effectiveness of Hydrocolloid Dressings for Treating Pressure Ulcers in Adult Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020. № 21 (17). С. 7881.
36. Liu H. [и др.]. A functional chitosan-based hydrogel as a wound dressing and drug delivery system in the treatment of wound healing // RSC Advances. 2018. № 14 (8). С. 7533–7549.
37. Liu J. [и др.]. Progress in Antibacterial Hydrogel Dressing // Gels. 2022. № 8 (8). С. 503.
38. Naomi R., Fauzi M.B. Cellulose/Collagen Dressings for Diabetic Foot Ulcer: A Review // Pharmaceutics. 2020. № 9 (12). С. 881.
39. Pallaske F. [и др.]. The significance of collagen dressings in wound management: a review // Journal of Wound Care. 2018. № 10 (27). С. 692–702.
40. Qu J. [и др.]. Antibacterial adhesive injectable hydrogels with rapid self-healing, extensibility, and compressibility as wound dressing for joints skin wound healing // Biomaterials. 2018. (183). С. 185–199.
41. Rezvani Ghomi E. [и др.]. Wound dressings: Current advances and future directions // Journal of Applied Polymer Science. 2019. № 27 (136). С. 47738.
42. ROBSON M. Wound healing: biologic features and approaches to maximize healing trajectories // Curr Problems Surg. 2001. (38). С. 61–140.
43. Stoica A.E., Chircov C., Grumezescu A.M. Hydrogel Dressings for the Treatment of Burn Wounds: An Up-To-Date Overview // Materials. 2020. № 12 (13). С. 2853.
44. Szekalska M. [и др.]. Alginate: Current Use and Future Perspectives in Pharmaceutical and Biomedical Applications.
45. Thomas S. Alginate dressings in surgery and wound management — part 1 // Journal of Wound Care. 2000. № 2 (9). С. 56–60.
46. Vowden K., Vowden P. Wound dressings: principles and practice // Surgery (Oxford). 2017. № 9 (35). С. 489–494.
47. Williams C. 3m Tegaserb Thin: A hydrocolloid dressing for chronic wounds // British Journal of Nursing. 2000. № 11 (9). С. 720–723.
48. Xie Y. [и др.]. Application of Alginate-Based Hydrogels in Hemostasis // Gels. 2022. № 2 (8). С. 109.
49. Zhang L. [и др.]. A composite hydrogel of chitosan/heparin/poly (γ -glutamic acid) loaded with superoxide dismutase for wound healing // Carbohydrate Polymers. 2018. (180). С. 168–174.
50. Zhang L. [и др.]. A Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical Effectiveness and Safety of Hydrogel Dressings in the Management of Skin Wounds // Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. 2019. (7).

© Хоанг Хю Тоан (huutoanhoang@gmail.com); Чмырёв Игорь Владимирович (chmyrev@mail.ru);
Савинков Игорь Юрьевич (igorsavinkov@yandex.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»