



УДК 617.5-089.844
DOI: 10.35693/2500-1388-2023-8-4-307-312



Принципы применения современных раневых покрытий для местного лечения ограниченных пограничных ожогов

© А.В. Толстов, А.В. Колсанов, Е.С. Милюдин, О.И. Киваева
ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет»
Минздрава России (Самара, Россия)

Аннотация

Цель – анализ принципов применения раневых покрытий при ограниченных пограничных ожогах.

В обзорной статье раневые покрытия систематизированы для применения в зависимости от состояния поверхности раны, стадии раневого процесса. Предлагаемая система упрощает подбор покрытия и повышает шанс на оптимальное лечение, приводящее к положительным клиническим результатам.

Ключевые слова: фазы раневого процесса, классификация раневых покрытий, система подбора раневого покрытия.

Конфликт интересов: не заявлен.

Для цитирования:

Толстов А.В., Колсанов А.В., Милюдин Е.С., Киваева О.И. Принципы применения современных раневых покрытий для местного лечения ограниченных пограничных ожогов. *Наука и инновации в медицине*. 2023;8(4):307-312.
doi: 10.35693/2500-1388-2023-8-4-307-312

Сведения об авторах

Толстов А.В. – д-р мед. наук, профессор кафедры оперативной хирургии и клинической анатомии с курсом медицинских информационных технологий. ORCID: 0000-0002-7433-8982 E-mail: a.v.tolstov@samsmu.ru

Колсанов А.В. – проф. РАН, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой оперативной хирургии и клинической анатомии с курсом медицинских информационных технологий. ORCID: 0000-0002-4144-7090 E-mail: a.v.kolsanov@samsmu.ru

Милюдин Е.С. – д-р мед. наук, доцент кафедры оперативной хирургии и клинической анатомии с курсом медицинских информационных технологий. ORCID: 0000-0001-7610-7523 E-mail: e.s.milyudin@samsmu.ru

Киваева О.И. – студентка шестого курса. ORCID: 0000-0001-7420-2746 E-mail: olya31705@gmail.com

Автор для переписки

Милюдин Евгений Сергеевич

Адрес: Самарский государственный медицинский университет, ул. Чапаевская, 227, г. Самара, Россия, 443063.
E-mail: e.s.milyudin@samsmu.ru

Рукопись получена: 14.03.2023

Рецензия получена: 16.04.2023

Решение о публикации принято: 20.04.2023

Principles for the use of modern wound dressings for local treatment of limited borderline burns

© Anatolii V. Tolstov, Aleksandr V. Kolsanov, Evgenii S. Milyudin, Olga I. Kivaeva
Samara State Medical University (Samara, Russia)

Abstract

Aim of the review – to analyze the principles of the use of wound dressings for limited borderline burns.

We have made an attempt to systematize the use of wound dressings depending on the state of the wound surface, the stage of the wound process. The proposed system simplifies the selection of the dressing and increases the chance for optimal treatment leading to positive clinical results.

Keywords: phases of the wound process, classification of wound dressings, wound dressing selection system.

Conflict of interest: nothing to disclose.

Citation

Tolstov AV, Kolsanov AV, Milyudin ES, Kivaeva OI. Principles for the use of modern wound dressings for local treatment of limited borderline burns. *Science and Innovations in Medicine*. 2023;8(4):307-312.
doi: 10.35693/2500-1388-2023-8-4-307-312

Information about authors

Anatolii V. Tolstov – PhD, Professor, Department of Operative Surgery and Clinical Anatomy with a course in Medical Information Technologies.

ORCID: 0000-0002-7433-8982

E-mail: a.v.tolstov@samsmu.ru

Aleksandr V. Kolsanov – PhD, Professor of RAS, the Head of the Department of Operative Surgery and Clinical Anatomy with a course in Medical Information Technologies. ORCID: 0000-0002-4144-7090 E-mail: a.v.kolsanov@samsmu.ru

Evgenii S. Milyudin – PhD, Associate professor, Department of Operative Surgery and Clinical Anatomy with a course in Medical Information Technologies. ORCID: 0000-0001-7610-7523 E-mail: e.s.milyudin@samsmu.ru

Olga I. Kivaeva – a 6th-year student. ORCID: 0000-0001-7420-2746 E-mail: olya31705@gmail.com

Corresponding Author

Evgenii S. Milyudin

Address: Samara State Medical University, 227 Chapayevskaya st., Samara, Russia, 443063.
E-mail: e.s.milyudin@samsmu.ru

Received: 14.03.2023

Revision Received: 16.04.2023

Accepted: 20.04.2023

■ ВВЕДЕНИЕ

Основной целью терапии ожоговой раны является восстановление кожного покрова, что при тяжелых термических поражениях достигается ранним иссечением некротизированных тканей с одномоментной или отсроченной кожной пластикой [1–3]. Однако при поверхностных и пограничных локальных ожогах возможно консервативное лечение, направленное на уменьшение воспалительной реакции и активацию регенераторных процессов сохранивших жизнеспособность клеток эпидермиса и дермы. К настоящему времени разработано множество методик местного лечения поверхностных ожогов. Широкое распространение получила методика применения раневых покрытий [4–8]. В нашей стране разработаны и используются различные перевязочные материалы, которые по своей эффективности соответствуют зарубежным аналогам, а по некоторым параметрам превосходят их [9–13].

Современные раневые покрытия используются с целью создания оптимальной среды для заживления ран. При этом учитывается как степень ожога, так и стадия раневого процесса. В зависимости от общего состояния пациента и состояния самой раны, локализации и распространенности поражения, типа раны, характеристики экссудата и его обильности используются покрытия, обладающие абсорбционной способностью в отношении раневого экссудата, либо покрытия, стимулирующие регенерационные процессы в тканях, окружающих ожоговую рану [15–17].

В статье проведен литературный обзор научных трудов за последние 10 лет с использованием ресурсов поисковых систем PubMed и eLIBRARY. Подбор источников осуществлялся по ключевым словам «фаза раневого процесса», «классификация раневых покрытий», «система подбора раневого покрытия». Мы отбирали статьи, содержащие доказательную экспериментальную и клиническую базу по наиболее актуальным вопросам, касающимся раневых покрытий. Содержание статей анализировали на предмет особенностей применения, влияния используемых покрытий на раневые процессы.

■ ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРЕВЯЗОЧНЫМ СРЕДСТВАМ

Сегодня на рынке имеется более 2000 видов продукции, используемой для лечения ран различного генеза. Под «повязкой» понимают одно или несколько перевязочных средств, приготовленных из перевязочных материалов и наложенных на рану с целью создания наиболее благоприятных условий для заживления [18, 19]. В иностранной литературе покрытия, которые могут находиться на ранах в течение длительного времени, называются раневыми покрытиями (coverage), а требующие частой замены называются повязками (dressing) [20].

Среди основных свойств, предъявляемых к лечебным повязкам, выделяют атравматичность – отсутствие прилипания повязки к ране, позволяющее легко и безболезненно снять ее с раневой поверхности без повреждения грануляций и эпителия. Придание повязкам таких свойств достигается за счет использования гидрофобных материалов либо пропитки гидрофобным составом. При этом дренажные свойства создаются за счет открытых ячеек между волокнами повязки или путем нанесения перфорационных отверстий.

Другим важным требованием к лечебным повязкам является создание и поддержание в области раны влажной среды, обеспечивающей стимулирующее влияние на процессы регенерации. Сегодня наиболее полно этому условию отвечают гидрогелевые покрытия, состоящие из нерастворимых полимеров, которые абсорбируют и удерживают в своей структуре значительное количество воды. Идеальные повязки должны обеспечивать достаточную защиту от инфекции; безболезненность при перевязках; отсутствие неприятного запаха; гемостатические свойства; стимуляцию заживления; непрлипаемость к поверхности раны; очищение раны; наличие высокой сорбционной активности; отсутствие корпускулярных компонентов; предупреждение дезинтеграции, при которой часть повязки может остаться в ране; возможность стандартизации; обеспечение инспекции раны; постоянство свойств; возможность редкой смены [20].

■ КЛАССИФИКАЦИИ РАНЕВЫХ ПОКРЫТИЙ

Исходя из функций и соответствующих этим функциям свойств, раневые покрытия классифицируются следующим образом [9–13]: *защитные* (предотвращение проникновения инфекции извне; защита от механического травмирования раны); *сорбционные* (способность поглощать выделяющийся из раны экссудат и препятствовать его скоплению под покрытием); *лечебные* (анестезирующее и гемостатическое действия; способность препятствовать развитию раневой инфекции и стимулировать заживление раны; совместимость с лекарственными веществами); *транспортные* (воздухопроницаемость; способность препятствовать испарению экссудата через покрытие); *технологические* (стоимость, сложность конструкции и технологии производства; стерилизуемость).

По своему происхождению раневые покрытия можно условно разделить на *природные* и *синтетические*. Природные раневые покрытия – это различные варианты консервированной кожи или дермы, амниотической оболочки человека или животных. Широкое распространение в настоящее время получили раневые покрытия из свиной кожи – «Свидерм» и AlloaskD. Препарат, содержащий коллаген I типа, полученный из кожи крупного рогатого скота, называется «Коллост». К этой группе также относятся покрытия на основе белково-полисахаридных комплексов. Их преимуществом является нетоксичность, антигенность, они легко и быстро резорбируются организмом [21, 22]. Синтетические раневые покрытия представляют собой синтезированные вещества, обладающие необходимым спектром свойств для ускорения процесса регенерации. Наиболее распространенные – производные полиуретана, полиэтиленгликоля, тефлона, поликапролактама и силикона. Большинство из них устойчивы к биодegradации, сравнительно нетоксичны, легки в производстве и применении, пригодны для покрытия различных ран (ожоговых, бытовых, хирургических), а также лечения шрамов [23, 24]. Единой всеобъемлющей классификации синтетических раневых покрытий в настоящее время не существует.

По длительности сохранения на раневой поверхности покрытия можно разделить на *биодegradирующие* (рассасывающиеся) и *биоинертные*.

По механизму действия выделяют сорбирующие покрытия, предотвращающие испарение экссудата; *неприлипающие* покрытия; *рассасывающиеся* покрытия; *изолирующие* покрытия.

Неприлипающие покрытия подразделяются на *металлизированные*; сделанные из *парафинизированной* марли; выполненные из *марли, пропитанной мазями или эмульсиями* [22, 23, 25, 26]. Рассасывающиеся покрытия получают из различных биодegradуирующих материалов (коллагена, яблочной кислоты, смесей аминокислот и т.д.).

По форме изготовления и способу применения можно выделить *губки*; *гелеобразующие* покрытия; *пленочные* покрытия; покрытия, *формирующиеся при распылении композиции в виде аэрозоля*; *комбинированные* покрытия [21, 22, 25, 27].

Кислород генерирующие покрытия формируют из двух листов гидроколлоида (из сшитого полиакриламида). Реагирующие компоненты (KI и H₂O₂) вводят по отдельности в каждый слой. При смачивании раневого покрытия жидкостью происходит реакция, сопровождающаяся выделением кислорода, что позволяет стимулировать процессы раневого заживления [28, 29].

Комбинированные покрытия представляют собой большую группу препаратов, получаемых из комбинации известных химических соединений, подбор которых осуществляется с целью придания изделию заданных физико-химических и биологических свойств.

Биотехнологические раневые покрытия – самый современный и, по-видимому, наиболее перспективный класс. Они подразделяются на *бесклеточные* (содержащие в своем составе только биологически активные макромолекулы); *имеющие в своем составе живые клетки разного типа* (фибробласты, кератиноциты и др.).

Многообразие существующих раневых покрытий с различными свойствами приводит в некоторое замешательство при выборе раневого покрытия для данного конкретного пациента. Существующие классификации и разделения раневых покрытий не всегда облегчают данный выбор [30, 31]. На наш взгляд, для принятия верного клинического решения более эффективно распределять покрытия по категориям применимости в зависимости от фазы раневого процесса.

■ ПРИМЕНЕНИЕ РАНЕВЫХ ПОКРЫТИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТАДИИ РАНЕВОГО ПРОЦЕССА

Раневой процесс – комплексный каскад реакций организма, формирующийся в ответ на повреждение тканей. Он претерпевает несколько фаз: возникновение раны (альтерация); стадия сосудистых реакций (воспаление, очищение); стадия регенерации (пролиферация и образование грануляционной ткани); стадия созревания рубца (специализация образовавшейся соединительной ткани, эпителизация) [30–32].

Несмотря на кажущееся многообразие перевязочных материалов, действительно эффективных лечебных средств для купирования воспаления в первой и второй фазах раневого процесса не так уж много.

В первые часы после поступления пациента с ожоговой травмой и оценки состояния раны важно предпринять

меры по уменьшению вероятности гнойных осложнений, дополнительной контаминации раны. Ряд авторов отмечают положительный эффект при местном применении с профилактической целью препаратов, содержащих серебро (0,5% нитрата серебра) [33–36]. Для этой же цели применялись многие металлосодержащие антисептики: оксицианид ртути, 2% раствор сульфата меди, 1% раствор йодопирона, препараты сульйодопирон и сульйодовизоль [37, 38]. У больных с локальными ожогами II–III степени в случаях, когда не выполняется некрэктомия, для активации отторжения некротических тканей и адсорбции продуктов тканевого распада применяют повязки, содержащие протеолитические ферменты на основе дренирующего сорбента. Имеются клинические наблюдения применения биологически активных композиций, содержащих в своем составе протеолитический фермент террилитин и антисептики на основе дренирующего сорбента гелевина [39].

Некоторые из раневых покрытий, применяемых в течение I стадии раневого процесса, перечислены в **таблице 1**.

Представленные раневые покрытия способствуют аутолитическому очищению раны. Макрофаги, нейтрофилы, тучные клетки расщепляют и удаляют некротические массы, патогены, пораженную ткань, освобождая место для дальнейшей миграции и пролиферации клеток. Обильное в этот период выделение экссудата требует его удаления вместе с некротизированными тканями, бактериями и продуктами распада, что и обеспечивается резорбирующими раневыми покрытиями.

В следующую, пролиферативную, фазу основной клеточной популяцией в раневом ложе становятся фибробласты, способные с помощью фактора роста CTGF аутокринно стимулировать собственную пролиферацию. Фибробласты активно синтезируют компоненты внеклеточного матрикса (ВКМ): коллаген (I и III, с преобладанием последнего), гиалуроновую кислоту, фибронектин и др. Их баланс регулируется протеазами, что в дальнейшем определяет прочностные характеристики рубца. При этом для активности ферментов кислотный баланс смещается в сторону щелочного (pH – 6,9–9,0). В течение данной фазы формируется богатая сосудами грануляционная ткань, содержащая фибробласты, макрофаги и свободно расположенные скопления белковых полимеров – компонентов внеклеточного матрикса.

С клинической точки зрения, на этой стадии особо важно создать условия для поддержания оптимальной

Раневые покрытия

1. Активтекс-Х (с хлоргексидином), Активтекс-ХЛ (с хлоргексидином и лидокаином), Активтекс-ФЛ (с фурагином и лидокаином), Активтекс-ХФ (с хлоргексидином и фурагином), послеожоговые повязки Активтекс-ХФЛ (с хлоргексидином, фурагином и лидокаином), Активтекс-ФЛ (с фурагином и лидокаином) и Активтекс-ТИП (тримекаин, йодопирон).
2. Коллахит ФА (содержит антисептический препарат Фурагин и местный анестетик анилокаин), Коллахит Ш (содержит антисептик растительного происхождения шиконин).
3. Тахокомб (на основе коллагеновой губки и фибринового клея).
4. Тромбокол (комбинация коллагеновой губки и тромбоцитарной массы).
5. Ресорб (коллагеновая рассасывающаяся губка, осуществляющая гемостаз и очищение раны).
6. Бранолинд Н (сетчатая повязка с Перуанским бальзамом).

Таблица 1. Раневые покрытия, применяемые при лечении ожоговой раны на I стадии раневого процесса

Table 1. Wound dressings for the treatment of burn wounds at stage I of the wound process

Раневые покрытия

1. Коллахит-Бол (коллаген-хитозановый комплекс).
2. ХитоПран (биопластический материал, состоящий из хаотично ориентированных волокон хитозана, диаметром 300–400 нм).
3. Биокол-гель, Биокол (синтетическое покрытие из смеси гидрофильных и гидрофобных полимеров, поддерживает нормальный газообмен и стимулирует миграцию клеток).
4. Apligraf (состоит из коллагеновой матрицы и аллогенных кератиноцитов и фибробластов).
5. AlloDerm (бесклеточный вариант аллотрансплантата кожи трупа, в России не используется).
6. Allograft (выращенные аллогенные фибробласты, культивированные на сетчатый рассасывающийся биополимер полиглаттит).

Таблица 2. Раневые покрытия, применяемые при лечении ожоговой раны на II стадии раневого процесса

Table 2. Wound dressings for the treatment of burn wounds at stage II of the wound process

влажности раневой среды, не допускать пересушивания, затрудняющего миграцию клеток, или, напротив, мацерации тканей, приводящей к гибели клеток. Следовательно, необходимо применение раневых покрытий с совершенно иными свойствами – прежде всего обеспечивающими щелочную среду в ране и определенный микроклимат.

Все больший интерес вызывает сульфатированный хитозан – главным образом из-за структурного сходства с гепарином [40, 41], а также благодаря его совместимости с биологически активными веществами [42].

На данной стадии многие исследователи подтверждают возможность применения биоматериалов, которые позволяют воспроизвести как механическую, так и биологическую функцию кожи, и создать оптимальные условия для регенераторных процессов [43–45]. Однако биоматериалы, используемые для покрытия раны в течение II стадии раневого процесса, должны иметь определенные для скаффолда свойства (таблица 2). Основные из них – это децеллюляризация и сохранение трехмерной структуры биоматериала без потери его механических свойств.

Закрывание раны и завершение процесса эпителизации позволяют достичь лишь 20% от прочности интактной ткани, поэтому важно продолжать обеспечивать механическую защиту формирующегося рубца. В заключительную фазу созревания и ремоделирования рубца фибробласты превращаются в миофибробласты, которые вырабатывают сократительные белки (актин и миозин). Тормозится миграция клеток, что приводит к упорядочиванию коллагеновых волокон. Они формируют плотные параллельные белковые пучки, бедные сосудами и клетками. Направление фибрилл при этом зависит от влияния внешних механических сил на сформировавшуюся ткань. Происходит раневая контракция – стягивание раны от краев к центру по всей толщине повреждения, с вовлечением прилежащих областей. Формируется ткань, в основном состоящая из белков внеклеточного матрикса [31, 32, 45]. Оставшиеся в рубце клетки (фибробласты, макрофаги, эпидермальные и эндотелиальные клетки) продолжают синтезировать металлопротеиназы, поддерживая процесс реструктуризации с замещением коллагена III

Раневые покрытия

1. Гелепран (гидроколлоид кремнезема – кремнезоль с добавлением пропиленгликоля, диоксида, метронидазола, натриевой соли гиалуроновой кислоты).
2. Аквасель Foam (слой полуретановой пены, ионное серебро, нетканый слой модифицированной натрийкарбоксиметилцеллюлозы).

Таблица 3. Раневые покрытия, применяемые при лечении ожоговой раны на III стадии раневого процесса

Table 3. Wound dressings for the treatment of burn wounds at stage III of the wound process

типа на I [32, 45]. Раневое покрытие на III стадии раневого процесса должно наряду с обеспечением механической защиты способствовать реструктуризации вновь образованной соединительной ткани, так как механическое повреждение нежного эпителия может привести к повторному инфицированию и нагноению раны, хронизации процесса. Неправильно подобранное раневое покрытие на данной стадии раневого процесса может привести к фиброзу, избыточному рубцеванию, потере функциональности ткани (таблица 3).

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применяемые раневые покрытия в зависимости от стадии раневого процесса должны отвечать определенным требованиям. Синтетические материалы практически невозможно смоделировать для эффективного действия даже в двух последующих стадиях раневого процесса. Более эффективными в данном отношении могут быть природные раневые покрытия – различные варианты консервированной кожи или дермы, амниотической оболочки человека или животных. Изготовленные из биологических тканей раневые покрытия заселяются мигрирующими собственными клетками пациента и постепенно замещаются вновь сформированной соединительной тканью. Сохранившиеся в составе биоматериала биологически активные вещества в процессе лизиса могут влиять на скорость протекания раневого процесса, и в зависимости от вида материала это влияние может распространяться либо на весь раневый процесс, либо на некоторые его стадии.

Как видно из представленного обзора, поиск способов и средств для подавления инфекционных осложнений при ожогах ведется чрезвычайно интенсивно. Дальнейшее совершенствование методов лечения ожоговой травмы является сложной задачей, если учесть полиэтиотропный характер воспаления, свойственное химиотерапевтическим средствам избирательное действие на раневую микрофлору. Поэтому предлагаемая нами система подбора раневых покрытий в зависимости от стадии раневого процесса упрощает подбор покрытия и повышает шанс на оптимальное лечение, приводящее к положительным клиническим результатам. ■

Конфликт интересов: все авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Reva IV, Odintsova IA, Usov VV, et al. Optimization of surgical approach of treatment in patients with full-thickness thermal burns. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2017;176(2):45-50. (In Russ.). [Рева И.В., Одинцова И.А., Усов В.В., и др. Оптимизация хирургической тактики лечения больных с глубокими термическими ожогами. *Вестник хирургии имени И.И. Грекова*. 2017;176(2):45-50]. doi: 10.24884/0042-4625-2017-176-2-45-50
2. Alekseev AA, Bobrovnikov AE, Bogdanov VV. Meaning of innovative technologies for improvement of results in treating burned patients. *Medical alphabet*. 2020;13:44-47. (In Russ.). [Алексеев А.А., Бобровников А.Э., Богданов В.В. Оценка эффективности инновационных технологий лечения пострадавших от ожогов. *Медицинский алфавит*. 2020;13:44-47]. doi: 10.33667/2078-5631-2020-13-44-473
3. Bogdanov SB, Terman EA, Bogdanova YuA. Pathological characteristics of the wound bed at engraftment full thickness transplant. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2016;2:40-43. (In Russ.). [Богданов С.Б., Терман Е.А., Богданова Ю.А. Патоморфологическая характеристика раневого ложа при приживлении полнослойного кожного аутотрансплантата. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2016;2:40-43]. doi: 10.25207/1608-6228-2016-2-40-43
4. Bogdanov SB, Afaunova ON, Babichev RG. Relevance of wound coverings application in early surgical treatment of limb boundary burns in children. *Medical Bulletin of Southern Russia*. 2016;3:27-30. [Богданов С.Б., Афаунова О.Н., Бабичев Р.Г. Актуальность применения раневых покрытий при раннем хирургическом лечении пограничных ожогов на конечностях у детей. *Медицинский вестник Юга России*. 2016;3:27-30].
5. Parkaeva LV. *The use of wound dressings "Hydrosorb", "Branolind" and "Omiderm" after dermabrasion in the facial area*. [dissertation]. М., 2005. (In Russ.). [Паркаева Л.В. *Применение раневых покрытий Hydrosorb, Branolind и Omiderm после дермабразии в области лица*. [дис. ... канд. мед. наук]. М., 2005]. Available at: <https://www.disscat.com/content/primenenie-ranevykh-pokrytii-hydrosorb-branolind-i-omiderm-posle-dermabrazii-v-oblasti-litsa>
6. Novichenko AN, Novikova TP, Zelenko IN, et al. Application of new domestic wound coatings for local treatment of burn wounds. *Emergency medical aid*. 2016;3:127-128. [Новиченко А.Н., Новикова Т.П., Зеленко И.Н., и др. Применение новых отечественных раневых покрытий для местного лечения ожоговых ран. *Скорая медицинская помощь*. 2016;3:127-128].
7. Morozov AM, Sergeev AN, Sergeev NA, et al. Use of modern wound coverings in local treatment of RAS of various etiology. *Modern problems of science and education*. 2020;2. (In Russ.). [Морозов А.М., Сергеев А.Н., Сергеев Н.А., и др. Использование современных раневых покрытий в местном лечении ран различной этиологии. *Современные проблемы науки и образования*. 2020;2]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29705>
8. Shapovalov SG. Modern wound coverings in combustiology. *News of science and technology. Series: Medicine. Emergency Medicine. Disaster Medicine Service*. 2007;1:182. (In Russ.). [Шаповалов С.Г. Современные раневые покрытия в комбустиологии. *Новости науки и техники. Серия: Медицина. Медицина катастроф. Служба медицины катастроф*. 2007;1:182]. EDN IBJCGX
9. Budkevich LI, Soshkina VV, Astamirova TS, et al. Contemporary wound dressings in paediatric combustiology. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2018;8(4):48-56. (In Russ.). [Будкевич Л.И., Сошкина В.В., Астамирова Т.С., и др. Современные перевязочные средства в комбустиологии детского возраста. *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии*. 2018;8(4):48-56]. doi: 10.17816/psaic478
10. Gil'mutdinova IR, Kostromina EYu, Yakupova RD, Eremin PS. Creation of a novel nanostructured bioplastic material for combustiology. *Biotechnology*. 2020;36(4):65-68. (In Russ.). [Гильмутдинова И.Р., Костромина Е.Ю., Якупова Р.Д., Еремин П.С. Разработка наноструктурированного биопластического материала для комбустиологии. *Биотехнология*. 2020;36(4):65-68]. doi: 10.21519/0234-2758-2020-36-4-65-68
11. Vinnik YuS, Teplyakov EYu, Teplyakova OV, et al. Clinical use of gel-forming wound coverings in the treatment of purulent wounds in the second phase of the wound process. *Modern high technology*. 2004;1:17. (In Russ.). [Винник Ю.С., Тепляков Е.Ю., Теплякова О.В., и др. Клиническое применение гелеобразующих раневых покрытий при лечении гнойных ран во вторую фазу раневого процесса. *Современные наукоемкие технологии*. 2004;1:17]. EDN IJFUHZ
12. Muromtseva EV, Sergatskiy KI, Nikol'skiy VI, et al. Wound treatment depending on the phase of the wound process. *University proceedings. Volga region. Medical sciences*. 2022;3:93-109. (In Russ.). [Муромцева Е.В., Сергачский К.И., Никольский В.И., и др. Лечение ран в зависимости от фазы раневого процесса. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки*. 2022;3:93-109]. doi: 10.21685/2072-3032-2022-3-9
13. Malakhov SF. Main directions of use of modern wound coverings in the treatment of extensive deep burns. *Questions of science and education*. 2017;7(8):83-85. [Малахов С.Ф. Основные направления использования современных раневых покрытий в лечении обширных глубоких ожогов. *Вопросы науки и образования*. 2017;7(8):83-85]. EDN YUPYFV
14. Pogodin IE, Kulakova KV, Dokukina LN. Applications of the newly-developed collagen film coatings for the treatment of superficial burns. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2016;6:100-104. (In Russ.). [Погодин И.Е., Кулакова К.В., Докукина Л.Н. Применение разработанных коллагенсодержащих пленочных покрытий для восстановления кожного покрова при поверхностных ожогах. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2016;6:100-104]. doi: 10.25207/1608-6228-2016-6-100-104
15. Evdokimov VI, Kourov AS. Genesis of research on burn injury (analysis of domestic articles in 2005-2017). *Medico-biological and socio-psychological problems of safety in emergency situations*. 2018;4:108-120. (In Russ.). [Евдокимов В.И., Коуров А.С. Генезис научных исследований по ожоговой травме (Анализ отечественных журнальных статей в 2005–2017 гг.). *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2018;4:108-120]. doi: 10.25016/2541-7487-2018-0-4-108-120
16. Karyakin NN, Klemenova IA. Technologies for the treatment of burns in a humid environment. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2015;9(3):495-499. (In Russ.). [Карякин Н.Н., Клеменова И.А. Технологии лечения ожогов в условиях влажной среды. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2015;9(3):495-499]. EDN UGMARJ
17. Gluhov AA, Aralova MV. Pathophysiology of persistent chronic and current methods of stimulation of wound process. *Novosti Khirurgii*. 2015;23(6):673-679. [Глухов А.А., Аралова М.В. Патофизиология длительно незаживающих ран и современные методы стимуляции раневого процесса. *Новости хирургии*. 2015;23(6):673-679]. doi: 10.18484/2305-0047.2015.6.673
18. Tamrazova OB, Stadnikova AS, Gureeva MA, Nikitin IS. Modern aspects of treatment of purulent wounds with combined drugs. *Klinicheskaya Dermatologiya i Venerologiya*. 2020;19(6):905-913. (In Russ.). [Тамразова О.Б., Стадникова А.С., Гуреева М.А., Никитин И.С. Современные аспекты лечения гнойных ран комбинированными препаратами. *Клиническая дерматология и венерология*. 2020;19(6):905-913]. doi: 10.17116/klinderma202019061905
19. Yanti R, Handayani E. Modern wound care application in diabetic wound management. *Int J Res Med Sci*. 2017;5:702-706. doi: 10.18203/2320-6012.ijrms20170178
20. Chaganti P, Gordon I, Chao JH, Zehtabchi S. A systematic review of foam dressings for partial thickness burns. *American Journal of Emergency Medicine*. 2019;37(6):1184-1190. doi: 10.1016/j.ajem.2019.04.014
21. Domaszewska-Szostek AP, Krzyzanowska MO, Czarnecka AM, Siemionow M. Local Treatment of Burns with Cell-Based Therapies Tested in Clinical Studies. *J Clin Med*. 2021;10(3):396. doi: 10.3390/jcm10030396
22. Goodwin NS, Spinks A, Wasiak J. The efficacy of hydrogel dressings as a first aid measure for burn wound management in the pre-hospital setting: a systematic review of the literature. *International Wound Journal*. 2016;13(4):519-525. doi: 10.1111/iwj.12469

23. Kashtanov AD, Vasilyev YuL, Bayrashevskaya AV. Overview of modern materials used to cover wound surfaces. *Russian Journal of Operative Surgery and Clinical Anatomy*. 2020;4(2):49-56. (In Russ.). [Каштанов А.Д., Васильев Ю.Л., Байрашевская А.В. Обзор современных материалов, применяемых для покрытия раневых поверхностей. *Оперативная хирургия и клиническая анатомия*. 2020;4(2):49-56]. doi: 10.17116/operhirurg2020402149
24. Aramwit P. Introduction to biomaterials for wound healing. *Wound Healing Biomaterials: Functional Biomaterials*. 2016;2:3-38. doi: 10.1016/b978-1-78242-456-7.00001-5
25. Shen X, Zhan T, Wei D, Zhang H. Comparison of efficacy and complications between negative pressure wound therapy and conventional mechanical fixation in skin grafts: a retrospective analysis. *Wounds*. 2019;31(8):213-218.
26. Voronin AS. Complex treatment of wounds and wounded infections of a skin and soft fabrics by application wounds coverings. *Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya*. 2010;7-8:158-161. (In Russ.). [Воронин А.С. Применение раневых покрытий в комплексном лечении ран и раневой инфекции кожи и мягких тканей. *Аспирантский вестник Поволжья*. 2010;7-8:158-161]. doi: 10.55531/2072-2354.2010.10.7-8.158-161
27. Shapovalov SG. Modern wound dressings in combustiology. *FARMindex-Practician*. 2005;8:38-46. (In Russ.). [Шаповалов С.Г. Современные раневые покрытия в комбустиологии. *ФАРМиндекс-Практик*. 2005;8:38-46].
28. Kudryashova IS, Markov PA, Kostromina EYu, et al. Development of Wound Dressing for Regenerative Medicine. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2021;20(6):84-95. (In Russ.). [Кудряшова И.С., Марков П.А., Костромина Е.Ю., и др. Разработка раневых покрытий для регенеративной медицины. *Вестник восстановительной медицины*. 2021;20(6):84-95]. doi: 10.38025/2078-1962-2021-20-6-84-95
29. Budkevich LI, Soshkina VV, Astamirova TS, et al. Contemporary wound dressings in paediatric combustiology. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2018;8(4):48-56. (In Russ.). [Будкевич Л.И., Сошкина В.В., Астамирова Т.С., и др. Современные перевязочные средства в комбустиологии детского возраста. *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии*. 2018;8(4):48-56]. doi: 10.17816/psaic478
30. Natsui M. Overview of wound healing in a moist environment 2012. Accessed July 24, 2021. Available at: <http://www.wound-treatment.jp/english/therapy.htm>
31. Privol'nev VV, Zubareva NA, Karakulina EV. Topical therapy of wound infections: antiseptics or antibiotics? *Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy*. 2017;19(2):131-138. (In Russ.). [Привольнев В.В., Зубарева Н.А., Каракулина Е.В. Местное лечение раневой инфекции: антисептики или антибиотики? *Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия*. 2017;19(2):131-138].
32. Paramonov BA, Porembskiy YaO, Yablonskiy VG. *Burns: a guide for doctors*. SPb., 2000. (In Russ.). [Парамонов Б.А., Порембский Я.О., Яблонский В.Г. *Ожоги: руководство для врачей*. СПб., 2000]. ISBN 5-299-00029-4
33. ISBI practice guidelines for burn care. *Burns*. 2016;42(5):953-1021. doi: 10.1016/j.burns.2016.05.013
34. Shpichka A, Butnaru D, Bezrukov EA, et al. Skin tissue regeneration for burn injury. *Stem Cell Res Ther*. 2019;10(1):94. doi: 10.1186/s13287-019-1203-3
35. Mayorova AV, Syisuev BB, Hanalieva IA, Vihrova IV. Modern assortment, properties and perspectives of medical dressings improvement of wound treatment. *Pharmacy & Pharmacology*. 2018;6(1):4-32. (In Russ.). [Майорова А.В., Сысуев Б.Б., Ханалиева И.А., Вихрова И.В. Современный ассортимент, свойства и перспективы совершенствования перевязочных средств для лечения ран. *Фармация и фармакология*. 2018;6(1):4-32]. doi: 10.19163/2307-9266-2018-6-1-4-32
36. Menzul VA, Kovalev AS, Smelaya TV. Critical flame burns (clinical observation). *Russian Biomedical Research*. 2019;4(3):17-24. (In Russ.). [Мензул В.А., Ковалев А.С., Смелая Т.В., и др. Клиническое наблюдение критического ожога пламенем. *Российские биомедицинские исследования*. 2019;4(3):17-24]. EDN: GTKKAM
37. Wasiaak J, Cleland H, Campbell F, Spinks A. Dressings for superficial and partial thickness burns. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;3:CD002106. doi: 10.1002/14651858.CD002106.pub4
38. Zacharevskij E, Baranauskas G, Varkalys K, et al. Comparison of non-surgical methods for the treatment of deep partial thickness skin burns of the hand. *Burns*. 2018;44(2):445-452. doi: 10.1016/j.burns.2017.08.002
39. Mohammadalizadeh Z, Karbasi S, Arasteh S. Physical, mechanical and biological evaluation of poly (3-hydroxybutyrate)-chitosan/MWNTs as a novel electrospun scaffold for cartilage tissue engineering applications. *Polymer-Plastics Technology and Materials*. 2020;59(4):417-429. doi: 10.1080/25740881.2019.1647244
40. Polyakov AV, Bogdanov SB, Afanasov IM, et al. Application of chitosan-based wound coatings 'ChitoPran' in the treatment of patients with burn trauma. *Innovative Medicine of Kuban*. 2019;15(3):25-31. (In Russ.). [Поляков А.В., Богданов С.Б., Афанасов И.М., и др. Использование раневых покрытий на основе хитозана «ХитоПран» в лечении больных с ожоговой травмой. *Инновационная медицина Кубани*. 2019;15(3):25-31]. doi: 10.35401/2500-0268-2019-15-3-25-31
41. Croisier F, Jerome C. Chitosan-based biomaterials for tissue engineering. *European Polymer Journal*. 2013;49(4):780-792. doi: 10.1016/j.eurpolymj.2012.12.009
42. Sahoo S, Ma J, Tastaldi L, Baker AR, et al. Biodegradable hyaluronan hydrogel coatings on acellular dermis grafts-A potential strategy to improve biologic graft durability in hernia repair application. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2019;107(8):2664-2672. doi: 10.1002/jbm.b.34357
43. Hirche C, Krecken Almeland S, Dheansa B, et al. Eschar removal by bromelain based enzymatic debridement (Nexobrid®) in burns: European consensus guidelines update. *Burns*. 2020;46(4):782-796. doi: 10.1016/j.burns.2020.03.002
44. 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
45. Markiewicz-Gospodarek A, Koziol M, Tobiasz M, et al. Burn Wound Healing: Clinical Complications, Medical Care, Treatment, and Dressing Types: The Current State of Knowledge for Clinical Practice. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(3):1338. doi: 10.3390/ijerph19031338