

УДК: 616-003.9-001.17

## СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В МЕСТНОМ ЛЕЧЕНИИ ОЖОГОВ

Хаджибаев Абдухаким Муминович<sup>1,2</sup>, Фаязов Абдулазиз Джалилович<sup>1,2</sup>, Туляганов Даврон Бахтиярович<sup>1,2</sup>, Уразметова Майя Дмитриевна<sup>1</sup>, Камиллов Уткур Раимович<sup>1</sup>, Магдиев Шухрат Алишерович<sup>1</sup>, Чарышникова Оксана Станиславовна<sup>3</sup>, Циферова Наргиза Александровна<sup>3</sup>

- 1 - Республиканский научный центр экстренной медицинской помощи, Республика Узбекистан, г. Ташкент;
- 2 - Центр повышения квалификаций медицинских работников, Республика Узбекистан, г. Ташкент;
- 3 - Центр передовых технологий при Министерстве Инновационного развития Республики Узбекистан, Республика Узбекистан, г. Ташкент

## КУЙИШ ЖАРОХАТИНИ МАХАЛЛИЙ ДАВОЛАШДА БИОТЕХНОЛОГИК УСУЛЛАРНИ ҚЎЛЛАШНИНГ ЗАМОНАВОЙ ИМКОНИАТЛАРИ

Хаджибаев Абдухаким Муминович<sup>1,2</sup>, Фаязов Абдулазиз Джалилович<sup>1,2</sup>, Туляганов Даврон Бахтиярович<sup>1,2</sup>, Уразметова Майя Дмитриевна<sup>1</sup>, Камиллов Уткур Раимович<sup>1</sup>, Магдиев Шухрат Алишерович<sup>1</sup>, Чарышникова Оксана Станиславовна<sup>3</sup>, Циферова Наргиза Александровна<sup>3</sup>

- 1 - Республика шошилич тиббий ёрдам илмий маркази, Ўзбекистон Республикаси, Тошкент ш.;
- 2 - Тиббиёт ходимларининг касбий малакасини ошириш маркази, Ўзбекистон Республикаси, Тошкент ш.;
- 3 - Ўзбекистон Республикаси Инновацион ривожлантириш вазирлиги ҳузуридаги илғор технологиялар маркази, Ўзбекистон Республикаси, Тошкент ш.

## MODERN APPROACHES FOR THE APPLICATION OF BIOTECHNOLOGICAL METHODS IN LOCAL TREATMENT OF BURN

Khadzhibae Abdukhakim<sup>1</sup>, Fayazov Abulaziz<sup>1</sup>, Tulyaganov Davron<sup>1</sup>, Urazmetova Maya<sup>1</sup>, Kamilov Utkir<sup>1</sup>, Magdiev Shukhrat<sup>1</sup>, Charyshnikova Oksana<sup>2</sup>, Tsiferova Nargiza<sup>2</sup>

- 1 - Republican Scientific Center for Emergency Medical Care, Republic of Uzbekistan, Tashkent;
- 2 - Center for advanced training of medical workers, Republic of Uzbekistan, Tashkent;
- 3 - Center for Advanced Technologies under the Ministry of Innovative Development of the Republic of Uzbekistan, Republic of Uzbekistan, Tashkent

e-mail: [ntsiferova@mail.ru](mailto:ntsiferova@mail.ru)

**Резюме.** Дунё бўйлаб энг кенг тарқалган жараёнлардан бири бўлиб, куйиш жароҳати жиддий маҳаллий ва тизимли асоратларни келтириб чиқариши мумкин. Куйиш жароҳатларида соғайиш даражаси ошганига қарамай, куйиш жароҳатини маҳаллий даволашда биотехнологик усулларнинг кенг қўлланилишида бир қатор муоаммолар мавжуд. Ушбу мақолада биотехнологик усулларни замонавий имкониятларига қарашлар, уларнинг ишлаб чиқариши ва қўлланилишидаги муаммолар ечимини ҳал этиш кўрсатилган.

**Калим сўзлар:** куйиш жароҳати, маҳаллий даволаш, биотехнология, ҳужайра терапияси.

**Abstract.** Remaining one of the most common injuries worldwide, burns can cause serious complications, both local and systemic. Despite the increase in survival in burn injuries, due to the widespread use of various biotechnological methods of local treatment of burns, certain problems remain in their implementation. In this article, we presented a look at the modern approaches of biotechnological methods, identified a number of problems in their development and wide application, as well as possible ways to solve them.

**Keywords:** burn injury, local treatment, biotechnology, cell therapy.

**Актуальность.** За последние десятилетия выживаемость пациентов с ожогами значительно улучшилась благодаря применению различных кожных трансплантатов. Несмотря на широкое применение, аутологичные кожные трансплантаты являются недостаточными при лечении тяжелых ожогов у пациентов с ограниченной площадью донорского участка [1]. Заменители кожи, особенно клеточные, играют решающую роль в преодолении этого дефицита. Совокупный эффект применения выращенных клеточных элементов, специальных подложек для клеток и использование гидрогелей с факторами роста, способствующими заживлению, запускает, ускоряет и усиливает заживление ран и реэпителизацию, что приводит к уменьшению образования рубцов и предотвращению осложнений ожоговой травмы. Заменители кожи показали высокую эффективность и экономическую целесообразность по сравнению с аутологичной кожей [2]. В данной работе мы сосредоточились на обсуждении основных положений, достижений и проблем клеточной терапии для регенерации кожной ткани при лечении ожоговой травмы.

**Цель исследования.** Изучить современные представления о применении клеточных технологий в восстановлении целостности кожного покрова у пострадавших с ожогами

**Материалы и методы исследования.** Проведен анализ доступной современной литературы стран ближнего и дальнего зарубежья по теме исследования

**Результаты исследования. Типы клеток, используемых для заживления кожи.** Клетки являются основным компонентом тканеинженерной кожи, используемой для лечения ожогов (табл. 1). Они включают как стволовые, так и соматические клетки и могут быть разделены на три основные группы: аутологичные, аллогенные и ксеногенные. Одной из основных тенденций при выборе типа клеток для лечения пациентов является использование аутологичных клеток, так как они не вызывают иммунного отторжения, а их канцерогенность низка из-за отсутствия эпигенетических манипуляций. В настоящее время для регенерации тканей кожи клетки животных широко не используются, только ВКМ или его компоненты, которые они синтезируют. Растительные стволовые клетки, которые обычно применяются в косметике, вызывают интерес, поскольку они не имеют ограничений в использовании по сравнению с клетками животных и человека. Конечно, они не могут быть использованы для создания заменителей кожи в качестве клеточного компонента, но они могут давать биоактивные вещества, которые могут улучшить процесс заживления ран [3].

Фибробласты и кератиноциты являются распространенными клетками, используемыми в покрытиях для заживления ран и ожогов [4]. Кератиноциты являются основным клеточным компонентом эпидермиса и отвечают за его стратифицированную структуру, образуя многочисленные плотные межклеточные соединения. Фибробласты являются основным типом клеток дермы, которые производят компоненты ВКМ и выделяют различные факторы роста (ТФР-β), цитокины (TNF-α) и матриксные металлопротеиназы, которые обеспечивают формирование ВКМ, пролиферацию и дифференцировку кератиноцитов. Коммерческие продукты, такие как Epicel, Cryoskin и BioSeed-S, содержат кератиноциты; Dermagraft, TransCyte и Hyalograft 3D - фибробласты; Apligraf, Theraskin и OrCel - их комбинацию.

**Таблица 1.** Соматические и стволовые клетки, используемые для заживления кожи

Тип клеток	Вид клеток	Источник клеток	Коммерческие названия продуктов и показания к их применению
Фибробласты	Аллогенные	Кожа	Apligraf - венозные язвы н.конечностей - диабетические язвы OrCel - ожоги (I-IIIa степени) TransCyte - ожоги I-IV степени
	Аутогенные	Крайняя плоть младенцев Кожа	TissueTech Autograft - диабетические язвы Hyalograft 3D - диабетические язвы - восстановление хрящей
Кератиноциты	Алогенные	Кожа	Apligraf - венозные язвы н.конечностей - диабетические язвы OrCel - ожоги (I-IIIa степени)
		Крайняя плоть младенцев	Lyphoderm - хронические венозные язвы - ожоги (I-IIIa степени)
	Аутогенные	Кожа	Epicel - ожоги IIIb-IV степени Bioseed-S - хронические венозные язвы CellSpray - ожоги I-IV степени Karocells - ожоги I-IV степени
		Наружная оболочка корня волоса	EpiDex - резистентные к терапии венозные язвы - ожоги (I-IIIa степени)
ЭСК	Аутогенные	Ростковый слой эпидермиса	Нет достоверных данных
ММСК	Аллогенные	Жировая ткань Пуповина Костный мозг	Нет достоверных данных

Примечание: ЭСК - эпидермальные стволовые клетки; ММСК - мультипотентные мезенхимальные стволовые клетки

Таблица 2. Типы стволовых клеток кожи

Тип	Локализация
Эпидермальные стволовые клетки	Базальный слой эпидермиса
Стволовые клетки меланоцитов	Бугорок волосяного фолликула и зародыш волоса
Фолликулярные стволовые клетки	Бугорок волосяного фолликула
Гемопоэтические стволовые клетки	Фолликулярные дермальные сосочки
Стволовые клетки сальных желез	Сальные железы и воронка
Мезенхимальные стволовые клетки	Дерма, гиподерма

Использование этих клеток позволяет осуществлять крупномасштабное производство стандартизированных партий продукции. Однако эти материалы в основном представляют собой непостоянные биоактивные повязки, которые содержат цитокины, ВКМ и факторы роста для успешной регенерации кожи. Иммунное отторжение обычно наблюдается при использовании аллогенных фибробластов и кератиноцитов [5], но в основном это наблюдается при использовании аллогенных кератиноцитов, что можно объяснить различиями в экспрессии HLA и выработке цитокинов. Фетальные фибробласты представляют особый интерес, поскольку они могут значительно улучшить восстановление кожи благодаря высокой способности к экспансии, низкой иммуногенности и интенсивной секреции биологически активных веществ, таких как основной фактор роста фибробластов, фактор роста эндотелия сосудов и фактор роста кератиноцитов. Однако этические проблемы ограничивают их применение [6].

Эпидермальные стволовые клетки (ЭСК) представляют особый интерес для регенерации тканей кожи, поскольку они обладают такими благоприятными свойствами, как высокая скорость пролиферации и легкодоступность, а также сохраняют свою действенность и потенциал дифференцировки в течение длительного времени. Они являются одним из типов стволовых клеток кожи, гетерогенного или аутогенного происхождения (табл. 2). Их основная популяция, отвечающая за восстановление кожи, расположена в ростковом слое эпидермиса, однако их также можно обнаружить у основания сальных желез и в области луковиц волосяных фолликулов [7]. Однако, работая с культурой ЭСК, мы можем столкнуться с прогрессирующей анеуплоидией или полиплоидией и накоплением мутаций после нескольких пассажей. Более того, поскольку ЭСК можно легко получить из кожи пациента и пересадить тому же пациенту, этические проблемы не ограничивают работу с ЭСК. Трансплантаты, содержащие аутологичные ЭСК, доказали свою эффективность при лечении обширных ожоговых дефектов кожи.

Мезенхимальные стромальные клетки (МСК) имеют сходные (не идентичные) характеристики с ЭСК и могут быть получены из различных тканей, даже из кожи, как упоминалось ранее [8]. Они обладают высоким потенциалом дифференцировки и определенной степенью пластичности и могут генерировать клетки мезодермальной, эктодермальной и эндодермальной линий. Более того, паракринные, трофические и иммуномодулирующие свойства МСК позволяют использовать их в клинической практике [9]. МСК могут мигрировать в поврежденные ткани, дифференцироваться и регулировать регенерацию тканей путем выработки факторов роста, цитокинов и хемокинов. Их иммуномодулирующая активность основана на высвобождении противовоспалительных цитокинов и ингибировании пролиферации CD4<sup>+</sup> и CD8<sup>+</sup> естественных клеток-киллеров, Т-клеток и В-клеток. МСК считаются гипоиммуногенными, поскольку они не экспрессируют молекулы I и II класса главного комплекса гистосовместимости (ГКГС) и ко-стимулирующие белки (например, CD40, CD80, CD86). Поэтому трансплантация аллогенных МСК имеет низкий риск иммунного отторжения [10]. В терапии ожогов широко применяются стромальные клетки, полученные из стромальной сосудистой фракции жировой ткани, благодаря простоте процедуры выделения, а также вдохновляющему улучшению процессов заживления. Показано, что они сохраняют свои терапевтические эффекты после замораживания, что обеспечивает их многократное использование [11]. Стоит отметить, что даже свежее выделенная стромальная сосудистая фракция оказалась эффективной в терапии ожогов, но по сравнению с жировыми стромальными клетками она может выделять высокие концентрации медиаторов воспаления. Однако количество рандомизированных контролируемых доклинических и клинических исследований остается недостаточным для практического применения МСК [12].

Среди МСК, полученных из других тканей (жировой ткани, пуповины и т.д.), особого внимания заслуживают МСК, полученные из костного мозга (КМСК). Они также обладают пластичностью и могут дифференцироваться в ткани мезокожного, эктокожного и эндокожного происхождения. Считается, что КМСК участвуют в развитии кожи. Сообщалось, что костный мозг может генерировать не только кроветворные и мезенхимальные клетки, но и фибробластоподобные клетки, которые располагаются в дерме и активно пролиферируют в коже во время процессов регенерации [13]. Возможные недостатки КМСК заключаются в том, что опухолевое микроокружение может вызывать изменения в способности к ангиогенезу и противоопухолевой реакции. Более того, они могут генерировать опухоль-ассоциированные фибробласты и изменять фенотип нормальных иммунных клеток на иммуносупрессивный и способствующий развитию опухолей [14].

Однако в настоящее время наибольший интерес в области регенерации тканей представляют индуцированные плюрипотентные стволовые клетки (иПСК); используя перепрограммирование соматических клеток, как по мановению волшебной палочки, мы можем создавать специфические для пациента клетки с индивидуальным фенотипом и применять их в практике. Наиболее часто используемыми клетками для перепрограммирования клеток являются дермальные фибробласты, меланоциты и кератиноциты, поскольку они легко доступны и могут быть выделены посредством пункционной биопсии. Исследования показали, что как мышинные, так и человеческие иПСК могут дифференцироваться в дермальные фибробласты, кератиноциты и меланоциты. Интересен тот факт, что фибробласты, полученные с помощью этой технологии, могут демонстрировать повышенные свойства по сравнению с родительскими фибробластами, напри-

мер, повышенную продукцию ВКМ. Это может быть связано с изменением эпигенетической сигнатуры, которое происходит во время дифференцировки ИПСК и является критическим для их использования в регенерации тканей кожи. Поскольку современные методы очистки клеток не могут обеспечить полное отделение дифференцированных клеток от ИПСК, недифференцированные и частично дифференцированные клетки могут быть имплантированы пациенту и увеличить вероятность образования опухоли [15].

**Методы осуществления клеточной терапии.** В настоящее время повязки являются наиболее распространенной формой раневых покрытий, содержащих клеточные элементы, используемых в терапии ожогов. Однако их форма не дает возможности лечить большие и сложные раны с неоднородным профилем поверхности. Поэтому для этих целей были разработаны такие технологии, как клеточное распыление и трехмерная (3D) биопечать [16].

3D-биопечать *in situ* была впервые предложена Кэмпбеллом и Вайсом и представляет особый интерес в качестве подхода к покрытию, поскольку может обеспечить восстановление всей толщины ткани с последующим ангиогенезом за счет миграции клеток-предшественников и ангиогенеза. Тем не менее, несмотря на многообещающие результаты, количество исследований, в которых использовалась эта технология, ограничено [17]. Это обусловлено сложностью использования оборудования и коммерческой недоступностью. Таким образом, после решения технических вопросов идея биопечати кожи *in situ* может считаться привлекательной для клинического применения.

Другой перспективной технологией доставки является распыление клеток, которое позволяет врачам-комбустиологам лечить большие глубокие ожоги. В большинстве исследований ученые использовали аутологичные клетки, полученные из эпидермиса. Клетки не культивируются, а суспендируются в физиологическом растворе. Необходимое количество может быть получено только из небольшого донорского участка. Клеточная суспензия распыляется гомогенно на рану, чтобы клетки пролиферировали и улучшили реэпителизацию. Распыление клеток не может заменить обычную аутотрансплантацию, но может быть легко и рано применено при глубоких ожогах небольшой глубины. Многие осложнения (плохой эстетический результат, гипертрофическое рубцевание, контрактура и т.д.) могут быть предотвращены или уменьшены благодаря ранней реэпителизации после использования клеточного спрея. Тем не менее, эта технология является дорогостоящей и требует специального оборудования, асептических помещений и высококвалифицированного персонала, как 3D биопринтинг.

**Заключение.** На сегодняшний день, несмотря на недостатки, существующие раневые покрытия и тканеинженерные заменители кожи значительно улучшили клинические представления о лечении ожогов, позволяя врачам лечить тяжелые случаи, повышая выживаемость и качество жизни пациентов. Большинство из них направлены только на временную защиту поврежденной ткани от агрессивной окружающей среды и обеспечение факторами роста для улучшения процесса заживления раны. Несомненно, коммерческие продукты на основе аутологичных клеток (фибробластов и кератиноцитов) близки к родной коже и позволяют успешно восстанавливать кожу, но они не могут полностью заменить поврежденную ткань.

Множество проблем ограничивают внедрение и быстрое распространение новых продуктов для клеточной терапии. Прежде всего, их производство требует больших затрат времени и труда, а также сложного и специфического оборудования. Для покрытия обширных областей ожога необходимо огромное количество клеток, и если они не являются аутологичными или гипоиммуногенными, заменитель может быть отторгнут. Эти препараты должны транспортироваться и храниться в определенных условиях, которые трудно поддерживать, а срок их годности невелик. Когда применяются аутологичные клетки, работа лабораторий, выращивающие клеточной культуры и хирургов должна быть хорошо скоординирована. Кроме того, стоимость лечения с использованием заменителей кожи высока, но заменить ими можно только одну функцию - защитную: все эти тканеинженерные конструкции не могут восстановить терморегуляцию, чувствительность, УФ-защиту, потоотделение и т.д.

В настоящее время в разработке заменителей кожи существует три основных направления: клеточная инженерия, разработка каркасов для покрытий и разработка продуктов для биопокрытий. В первом случае ученые пытаются создать эквиваленты кожи, используя не только фибробласты и кератиноциты, но и меланоциты и эндотелиальные клетки, чтобы имитировать морфологию родной ткани. Во многих исследованиях используются стволовые клетки, полученные из различных источников, благодаря их свойствам, таким как гипоиммуногенность и высокий потенциал дифференцировки. Использование аутологичных и аллогенных клеток до сих пор остается спорным. Хотя есть исследования, показывающие, что только аутологичные клетки могут способствовать быстрому заживлению ран, банк аллогенных клеток может обеспечить возможность быстрого лечения пациентов с обширными и глубокими ожогами II-IIIa степени, и в этом случае наиболее предпочтительными клетками являются стволовые клетки (например, полученные из жировой ткани или костного мозга), обладающие гипоиммуногенностью. Кроме того, предпринимаются попытки воспроизвести придатки кожи (например, волосные фолликулы и сальные железы) *in vitro* и интегрировать их в заменители кожи.

В рамках второго направления исследований предпринимаются попытки функционализации каркасов для покрытий различными методами. Например, иммобилизация стволовых клеток на их поверхности может способствовать пролиферации и дифференциации клеток и контролировать клеточно-матричную адгезию.

Согласно третьему направлению, исследователи пытаются разработать новую систему доставки клеток кожи или их предшественников или усовершенствовать существующие. Для обеспечения заживления ожогов клетки могут вводиться внутривенно, или, чаще всего, их иммобилизуют на различных материалах и наносят на кожу в виде покрытий. Конечно, повязки являются наиболее распространенной системой, но они не могут быть точно подогнаны под профиль раневой поверхности. Поэтому особый интерес представляют такие технологии, как клеточный спрей и биопечать, которые способны решить эту проблему.

Более того, описанные выше стволовые клетки могут обеспечить истинную регенерацию кожи и уменьшить образование рубцов и имеют четкий алгоритм манипуляционных шагов для аутологичного использования. Доклинические и клинические исследования показали, что стволовые клетки костного мозга, мочи, жировой ткани и другие стволовые клетки могут значительно улучшить процесс заживления хронических ран. Однако, несмотря на эти успешные результаты, Управление по сан. надзору до сих пор не одобрило ни один заменитель кожи на основе стволовых клеток для лечения ран, и для того, чтобы получить одобрение, необходимо уточнить некоторые моменты, такие как оптимальный тип и популяция клеток, время и способ введения. Необходимо выяснить механизмы действия, выживания и внедрения клеток после трансплантации, а также их стабильность и особенности дифференцировки в микросреде раны. Более того, отсроченные послеоперационные исходы должны быть изучены в крупномасштабных клинических испытаниях, чтобы доказать безопасность продуктов на основе стволовых клеток. Таким образом, стволовые клетки являются перспективным инструментом для разработки и изготовления заменителей кожи для передовых методов лечения ожогов. Однако, для использования всего потенциала клеточной терапии необходимо решить вышеперечисленные проблемы.

#### Литература:

1. Зиновьев Е.В. и др. Результаты применения мезенхимальных стволовых клеток при глубоких ожогах кожи. Термические поражения и их последствия. V съезд комбустиологов России. 2017. 78-79.
2. Анисимов С.В. Клеточные технологии в разработке заменителей кожи. Цитология. 2012. 54(3): 193-199.
3. Смирнов С.В. и др. Современные методы клеточной терапии при лечении ожогов. Хирургия. 2013. 12: 58-62.
4. Алейник Д.Я. и др. Разработка и экспериментальное обоснование использования клеточно-тканевых комплексов для лечения дефектов кожи. Межрегиональная научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные вопросы лечения термической травмы». 2015. 25-27.
5. Алейник Д.Я., Зорин В.Л., Еремин И.И. и др. Использование клеточных технологий для восстановления повреждений кожи при ожоговой травме. Современные проблемы науки и образования. 2015. 4: 331.
6. Kruegel J., Miosge N. Basement membrane components are key players in specialized extracellular matrices. Cell Mol Life Sci. 2014. 67: 2879-2895.
7. Rowan M.P., Cancio L.C., Elster E.A., Burmeister D.M., Rose L.F., Natesan S. Burn wound healing and treatment: review and advancements. Crit Care. 2015. 1-12. 10.1186/s13054-015-0961-2.
8. Wood F.M. et al. The use of a non-cultured autologous cell suspension and Integra dermal regeneration template to repair full-thickness skin wounds in a porcine model: a one-step process. Burns. 2017. 33(6): 693-700.
9. Gravante G. et al. A randomized trial comparing ReCell system of epidermal cells delivery versus classic skin grafts for the treatment of deep partial thickness burns. Burns. 2017. 33(8): 966-972.
10. Cervelli V. et al. Use of a novel autologous cell-harvesting device to promote epithelialization and enhance appropriate pigmentation in scar reconstruction. Clin. Exp. Dermatology. 2012. 35(7): 776-780.
11. Trehan S. Plant stem cells in cosmetics: current trends and future directions. 2017.
12. Shevchenko R.V., James S.L., James S.E. A review of tissue-engineered skin bioconstructs available for skin reconstruction. J. R. Soc Interface. 2012; 7: 229-258.
13. Clark R.A.F., Ghosh K., Tonnesen M.G. Tissue engineering for cutaneous wounds. J. Invest. Dermatol. 2017; 127: 1018-1029.
14. Lim R. Fetal membranes in regenerative medicine: new tricks from an old dog? Stem Cells Transl. Med. 2017; 6(9): 1767-76.
15. Li Y., Zhang J., Yue J., Gou X., Wu X. Epidermal stem cells in skin wound healing. Adv Wound Care. 2017; 6: 297-307. doi: 10.1089/wound.2017.0728.
16. Ichiro M.S., Ishikawa O. Mesenchymal stem cells: the roles and functions in cutaneous wound healing and tumor growth. J Dermatol Sci. 2017; 86: 83-89. doi: 10.1016/j.jdermsci.2016.11.005.
17. Бобровников А.Э., Алексеев А.А. Персонализированные технологии местного лечения ожоговых ран - от практики к теории. Термические поражения и их последствия. V съезд комбустиологов России. 2017. 31-40.

#### СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В МЕСТНОМ ЛЕЧЕНИИ ОЖОГОВ

Хаджибаев А.М., Фаязов А.Дж., Туляганов Д.Б., Уразметова М.Д., Камиллов У.Р., Магдиев Ш.А.,  
Чарышникова О.С., Циферова Н.А.

**Резюме.** Оставаясь одной из самых распространенных травм во всем мире, ожоги способны вызывать серьезные осложнения, как местного, так и системного характера. Несмотря на увеличение выживаемости при ожоговой травме, благодаря широкому использованию различных биотехнологических методов местного лечения ожогов, остаются определенные проблемы в их осуществлении. В данной статье мы представили взгляд на современные возможности биотехнологических методов, обозначили ряд проблем их разработки и широкого применения, а также возможные пути их решения.

**Ключевые слова:** ожоговая травма, местное лечение, биотехнологии, клеточная терапия.