

И.М. Яськов, В.П. Трошин, С.К. Кириллов, А.А. Королев,  
А.И. Мартынович, С.А. Лавренов

## ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАЗМЕННОГО ПОТОКА ГЕЛИЯ ДЛЯ ЗАЖИВЛЕНИЯ ГЛУБОКИХ ОЖОГОВЫХ РАН

### Аннотация

В статье дан обзор материала по исследованию влияния плазменного потока гелия на заживление глубоких ожоговых ран. Объектом исследований были крысы линии «Вистар». Экспериментальная часть исследований выполнена в трех сериях экспериментов. Во всех сериях проводилось облучение предварительно эпилированного участка кожи спины животных плазменным потоком гелия. Изучены морфомеханические изменения в коже под воздействием плазменного потока, определена необходимая экспозиция воздействия на кожу и ожоговую гранулирующую рану, исследованы возможности плазменного потока гелия при подготовке трансплантатов к свободной аутодермопластике и в послеоперационном периоде, влияние на заживление ран донорских участков кожи. Критерием эффективности плазменного воздействия служила ранотензометрия формирующегося рубца. Проведенное авторами экспериментальное исследование свидетельствует о целесообразности использования плазменного потока гелия при лечении глубоких ожогов.

Частота ожогов во всем мире нарастает, занимая в настоящее время одно из первых мест в общем травматизме населения. Тяжелые ожоги кожи, занимающие значительную площадь (свыше 10...15 %) поверхности тела, вызывают в организме пострадавшего ряд сложных патологических процессов, которые в своей совокупности характеризуют развитие ожоговой болезни. В патогенезе ожоговой болезни соединены нарушения иммунологического, гормонального статуса, сложные обменные изменения, явления токсикоза, инфекционные и многие другие процессы, которые обуславливают течение воспалительного процесса [1], [2].

С.М. Вишневская и соавторы (1986) показали, что ожоговая травма у больных с обширными и глубокими ожогами кожи сопровождается выраженной депрессией Т- и В-систем иммунитета за счет понижения содержания в крови преимущественно Т-лимфоцитов. Большие трудности возникают при лечении пострадавших с глубокими ожогами, которые по отношению ко всем госпитализируемым обожженным, составляют в условиях мирного времени 15...20 %. Несмотря на многообразие методов пластического закрытия глубоких ожогов, основным способом восстановления кожного покрова обширных гранулирующих ран остается свободная аутодермопластика. В ряде случаев в послеоперационном периоде развиваются осложнения со стороны трансплантата, донорского участка кожи.

Результаты исследований, проведенных в последние годы, свидетельствуют о выраженном антимикробном действии плазменного потока, его стимулирующем влиянии на течение репаративных процессов в тканях [3], [4]. Морфологические исследования биоптатов пораженных тканей после некроэтомии с помощью CO<sub>2</sub>-лазера выявили их очищение, стимуляцию регенераторных процессов

и сокращение сроков лечения больных (Елисеенко В.И. и др., 1984, 1987).

Механизм ускоренной репарации авторы связывают с термическим воздействием лазерного излучения, приводящим к обезвоживанию, уплотнению коагулируемых тканей, стерилизации раневой поверхности, резкому уменьшению сосудистой проницаемости.

Лазерное излучение стимулирует заживление ран посредством стимуляции роста микрососудов. Источником образования микрососудов служат кровеносные капилляры недеформированной соединительной ткани, окружающей рану (Барковский В.С., 1983).

Морфологические отличия лазерных ран заключаются в сокращении сроков второй фазы воспаления (снижение или подавление реакции микроциркуляторного русла и экссудации) и ускорении третьей фазы воспаления (пролиферация клеток макрофагального и фибробластического рядов) с восстановлением ткани или образованием рубца. Первая фаза воспаления (повреждение тканей и клеток) по времени и тяжести зависит от мощности, фокусировки излучения и других факторов [5], [2].

Применение энергии плазменного потока в лечении ожоговых больных требует проведения экспериментально-клинических исследований, т. к. до настоящего времени недостаточно изучены морфомеханические изменения в коже под воздействием плазменного потока, отсутствуют данные о необходимой экспозиции воздействия на кожу и ожоговую гранулирующую рану, не изучены возможности плазменного потока гелия при подготовке трансплантатов к свободной аутодермопластике и в послеоперационном периоде, влияние на заживление ран донорских участков кожи.

В исследования [6]-[8] входило:

1. Изучить в эксперименте влияние различных экспозиций облучения плазменным потоком гелия на морфомеханическое состояние здоровой кожи и нанесенных в последующем линейных ран.

2. Изучить морфологические изменения в коже после облучения плазменным потоком гелия, стимулирующее влияние гелиевой плазмы на течение репаративной регенерации в коже.

3. Изучить особенности приживления аутодермотрансплантатов, забранных с донорских участков и подвергнутых предварительному воздействию гелиевой плазмы.

Экспериментальная часть исследований была выполнена на белых крысах линии «Вистар» в трех сериях экспериментов. Во всех сериях проводилось облучение предварительно эпилированного участка кожи спины установкой СУПР-М при силе тока 30 А, напряжении 30 В, избыточном давлении газа  $0,1 \text{ кг/см}^2$ . В качестве инертного газа использовали гелий. Облучение проводили с расстояния 15 см от сопла плазмотрона до поверхности кожи. Площадь светового пятна плазменного потока на обрабатываемой поверхности при этом составляла около  $5 \text{ см}^2$ . Плазменный поток направляли перпендикулярно поверхности кожи. Кожу облучали пятикратно, с суточным интервалом [7].

В первой серии опытов животные были разделены на 3 группы. В первой группе (45 крыс) было проведено сравнительное изучение эффективности различных экспозиций воздействия плазменным потоком гелия на репаративные процессы в линейных кожных ранах, нанесенных в асептических условиях. Первая группа животных была разбита на 3 подгруппы. В первой подгруппе (15 крыс) экспозиция воздействия составляла 20 с, во второй (15 крыс) – 40 с. Животные третьей подгруппы плазменному воздействию не подвергались. Через сутки после окончания курса облучения наносили полнослойную линейную рану кожи длиной 3 см. Рану ушивали отдельными узловыми швами. Для оценки прочности формирующегося рубца проводили тензометрические исследования регенерирующих участков кожи с помощью прибора для биомеханических исследований мягких тканей. Силовой измерительным устройством прибора является механотрон 6МХ1С. С помощью прибора путем растяжения изолированных биообразцов определяли предельное растяжение (прочность) исследуемых рубцов [9]. Во второй группе животных первой серии (9 опытных и 9 контрольных крыс) изучали морфологические изменения в коже через 1, 5, 10 суток после окончания курса облучения эпилированного участка кожи. В третьей группе (36 животных) проводили морфологическое изучение заживления линейных ран кожи спины крыс после пятикратного предварительного облучения кожи с оптимальной экспозицией (20 с). Исследования

проводились на 2-е, 4-е, 7-е, 10-е, 14-е, 21-е сутки после операции.

Во второй серии опытов (10 опытных, 10 контрольных животных) изучали скорость заживления полнослойных дефектов кожи. Известно, что моделирование плоскостных ран является оптимальным способом экспериментального изучения грануляционной ткани и скорости заживления ран.

В третьей серии опытов на крысах были изучены особенности приживления аутодермотрансплантатов при лечении экспериментальных ожогов [8].

В эксперименте на первой группе животных критерием эффективности плазменного воздействия служила ранотензометрия формирующегося рубца как объективный метод оценки коллагенообразования и созревания коллагена [7], [10]. При облучении плазменным потоком гелия с экспозицией 20 с сила предельного напряжения (прочность) регенерирующего участка кожи к 4-м суткам превышала показатели в других группах животных и составляла  $(0,17 \pm 0,02)$  МПа. В группе животных, облученных с экспозицией 40 с и в контроле, этот показатель был равен  $(0,10 \pm 0,01)$  МПа. Предельное напряжение в группе животных, облученных с экспозицией 20 с, значительно нарастает к 7-м суткам исследования, составляет  $(0,81 \pm 0,04)$  МПа и превышает показатели контрольной группы  $(0,24 \pm 0,06)$  МПа почти в 4 раза. К 10-м суткам показатели прочности в группах с экспозицией 20 с  $[(0,85 \pm 0,06)$  МПа] выравниваются относительно 7-х суток  $[(0,81 \pm 0,04)$  МПа]. Показатели предельного напряжения в группе животных, подвергнутых плазменному воздействию с экспозицией 40 с, на 7-е сутки исследования приближаются к данным контрольной группы  $[(0,24 \pm 0,06)$  МПа], но к 10-м суткам показатели прочности в этой группе  $[(0,60 \pm 0,02)$  МПа] значительно отстают от группы с экспозицией 20 с  $[(0,85 \pm 0,06)$  МПа]. Таким образом, оптимальной экспозицией воздействия плазменным потоком гелия на ткани по данным можно считать 20 с. Динамику нарастания прочности при облучении с экспозицией 20 с можно объяснить активизирующим, а при 40 с – повреждающим действием плазменного потока гелия на процессы коллагенообразования в ране [7]. Во второй и третьей группах животных, при морфологическом изучении влияния предварительного пятикратного плазменного облучения с оптимальной экспозицией (20 с) на неповрежденную кожу и заживление нанесенных в последующем линейных ран, обнаружены явления пролиферативного возбуждения в эпидермисе и дерме, проявляющиеся в отеке сосочкового слоя дермы, активизации клеток базальной мембраны эпидермиса, являющихся источником формирования придатков кожи. Очевидно, регулярно повторяющиеся воздействия способствуют росту функциональной ак-

тивности клеток, повышают неспецифическую резистивность тканей. Гиперплазия сальных желез, активизация созревания волосяных фолликулов являются факторами, указывающими на стимулирующее влияние облучения плазменным потоком гелия на процессы физиологической регенерации в коже. Сальные железы и луковицы волос при этом являются источником эпителизации поврежденной кожи [11].

Известно, что условием нормального существования клеточных и органных функций является физиологическая регенерация. Механизмы физиологической и репаративной регенерации тождественны. Путем воздействия на физиологическую регенерацию неповрежденной кожи можно повлиять на репаративную регенерацию, которая возникает при повреждении эпидермиса и дермы.

Воздействие гелиевой плазмой за несколько дней до оперативного вмешательства позволяет активизировать процессы репаративной регенерации в тканях, доказательством чего явились исследования, проведенные в третьей группе животных. При морфологическом исследовании заживления полнослойных линейных ран выявлено, что с 4-х суток послеоперационного периода у крыс опытной группы, облученных с оптимальной экспозицией, по сравнению с контролем отмечалось утолщение эпидермального пласта над регенерирующей соединительной тканью раневого канала. Была заметна гиперплазия сальных желез. Формирующаяся рубцовая ткань была уже – в ней отмечались более активный рост и созревание коллагеновых волокон. В соединительной ткани формирующегося рубца к 7-м суткам нередко определялись новообразованные волосяные фолликулы со стержнями волос.

В контрольных наблюдениях придатки кожи в рубце отсутствовали даже к 10-м...14-м суткам. В рубцах отмечалось большее количество недифференцированных фибробластов, коллагеновые волокна были менее зрелые. Таким образом, в группе животных, подвергнутых предварительному плазменному воздействию, сохраняются явления пролиферативного возбуждения в эпидермисе и дерме, проявляющиеся в активизации процессов репаративной регенерации на всех этапах заживления ран. Коллагенообразование и созревание коллагена идут более интенсивно, ускоряется эпителизация, а раннее формирование придатков кожи в рубце свидетельствует об активизации течения регенераторных процессов.

Во второй серии опытов при планиметрических исследованиях скорости заживления полнослойных дефектов кожи установлено, что заживление ран, созданных на участках кожи, подвергнутых предварительному воздействию гелиевой плазмой, идет более интенсивно. Особенно заметное ускорение заживления ран опытной группы происходило с

7-х по 10-е сутки после операции. Полное закрытие ран у животных в опытной группе произошло за 19 дней, в контрольной – за 22 дня, т. е. на 3 дня раньше.

В третьей серии опытов при изучении особенностей приживления аутодермотрансплантатов в лечении экспериментальных ожогов отмечалось, что в процессе приживления предварительно облученных трансплантатов участки струпа, появляющиеся на поверхности лоскутов, в опытной группе животных занимали площадь в 1,5 раза меньшую, чем в контрольной. Глубина некробиотических повреждений контрольных трансплантатов была значительно больше. Эти явления можно объяснить тем, что ткани кожных лоскутов, подвергнутые предварительному плазменному воздействию, находились в состоянии пролиферативного возбуждения. Можно предположить, что под влиянием энергии плазменного потока в участках кожи, используемых в последующем в аутодермопластике, лучше функционировало микроциркуляторное русло и реваскуляризация таких трансплантатов протекала более полноценно. Возможно, за счет лучшей васкуляризации в облученных трансплантатах улучшалось течение окислительно-восстановительных процессов [3].

Проведенные авторами исследования указывают на целесообразность использования плазменного потока гелия в качестве стимулятора репаративной регенерации при различных типах ран.

Полученные экспериментальные данные доказывают возможность использования плазменного потока гелия в лечении больных с глубокими ожогами.

Средний срок заживления ран, предварительно облученных гелиевой плазмой участков кожи составил 12 дней, в контрольной группе – 17 дней.

Срок заживления донорских участков кожи, подвергнутых предварительному курсовому плазменному воздействию, сокращается по сравнению с контрольной группой на 5 дней [8]. Проведенное экспериментальное исследование показало, что данные, полученные на животных, коррелируют с результатами клинических исследований и свидетельствуют о целесообразности использования плазменного потока гелия при лечении глубоких ожогов. Полученные в ходе работы результаты исследований позволяют рекомендовать описанную методику для клинического применения.

#### *Список литературы:*

1. Вихреев Б.С., Бурмистров В.М. Ожоги. – Л.: Медицина, 1986. С. 142-153.
2. Серов В.В., Пауков В.С. Воспаление. – М.: Медицина, 1995. С. 454-467.
3. Монич В.А., Шахов Б.Е., Воробьев А.В. // Бюл. эксп. биол. 1994. № 6. С. 665-667.

4. Толстых П.И., Герцен А.В., Елисеенко В.И., Сарасек Ю.К. // Хир. 1991. № 7. С. 36-39.
5. Кузин М.И., Костюченко Б.М. Раны и раневая инфекция. – М.: Медицина, 1990. С. 169-185.
6. Геращенко И.И., Новиков Ю.Г., Баженов С.М. Новые методы лечения ожогов с использованием культивированных клеток кожи / Международный симпозиум. Тезисы докладов. Тула, 30-31 мая, 1996. С. 17-18.
7. Геращенко И.И. Яськов И.М. Методы эфферентной и квантовой терапии в клинической практике / Тезисы докладов научно-практической конференции. Ижевск, 25-26 мая, 1995. С. 30-31.
8. Геращенко И.И. Влияние плазменного потока гелия на заживление ожоговых ран при аутодермопластике / Автореферат дис. ... канд. мед. наук. – Смоленск, 1996.
9. Яськов И.М., Трошин В.П., Кириллов С.К. и др. // Мед. техника. 2005. № 3. С. 24-26.
10. Мишарев О.С., Абаев Ю.К., Прокопчук Н.Р. // Вестн. хир. 1984. Т. 133. № 11. С. 82-83.
11. Илларионов В.Е. Основы лазерной терапии. – М., 1992.

Иван Михайлович Яськов,  
Владислав Павлович Трошин,  
канд. мед. наук,  
директор,  
Патологоанатомический институт  
областного департамента здравоохранения,  
г. Брянск,  
Сергей Кириллович Кириллов,  
д-р биологич. наук, профессор,  
зав. кафедрой медицинской  
и биологической физики,  
Смоленская государственная  
медицинская академия,  
г. Смоленск,  
Алексей Александрович Королев,  
канд. мед. наук,  
Александр Ильич Мартынович,  
зав. патологоанатомическим отделением № 4,  
Сергей Александрович Лавренов,  
зав. патологоанатомическим отделением № 6,  
Патологоанатомический институт  
областного департамента здравоохранения,  
г. Брянск,  
e-mail: ptb@online.debryansk.ru

**ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ,  
РУКОВОДИТЕЛЕЙ СЛУЖБ ИНФОРМАЦИИ И БИБЛИОТЕК!**

**ПРЕДЛАГАЕМ ПОДПИСАТЬСЯ НА ЖУРНАЛ  
«МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА»  
НА 2010 ГОД**

**Индекс по каталогу «Роспечать» – 72940,  
Индекс по каталогу «Пресса России» – 27888.**

**В редакции можно оформить и оплатить льготную подписку с любого месяца.**

**Стоимость подписки (включая доставку и НДС 10 %):**

**440 руб. – за один номер**

**1320 руб. – на второе полугодие 2010 года (3 номера)**

**2640 руб. – на 2010 год (6 номеров)**

**Наши тел.: (495) 695-10-70, 695-10-71**