

УДК 616-001.186-08

**И.Э. Горелик, Е.В. Гаврилин, Ф.В. Алябьев,
Т.М. Абасов, В.В. Лямкин**

E-mail: alfedval@scalpnet.ru

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ЛЕЧЕНИЯ ОТМОРОЖЕНИЙ

Томский военно-медицинский институт

Отморожения, по данным отечественных и зарубежных авторов, составляют 3-15% от всех патологий хирургического профиля. Рассматриваемая патология характерна для северных регионов, однако нередко встречается и в южных странах, и в мирное время отмечается во всех частях нашей планеты,

составляя в структуре травм мирного времени от 1% до 10% [1, 2].

Во время войн холодная травма может составлять до 25% от санитарных потерь [2-4]. Инвалидность при глубоких поражениях остается в пределах 20-90% [4, 5].

В разные годы обмороженные составляют от 1 до 20% коечного фонда отделений ЛПУ. В последнее время количество пораженных в хирургических отделениях увеличивается, так как помощь пострадавшим оказывается исключительно в дежурных стационарах. Подавляющее количество пораженных (60,4%) – лица в наиболее трудоспособном возрасте – от 20 до 50 лет, из них с глубокими отморожениями – до 65% [1, 5, 6, 7].

При применении традиционных методов лечения средней койко-день в стационарах г. Томска при глубоких отморожениях превышал 60 суток. Процент инвалидности по определившемуся исхо-

ду был 70%. Сокращение сроков пребывания пациентов в ЛПУ в последнее время связано с ранней выпиской их на амбулаторное лечение. После появления чёткой линии демаркации проводится ампутация сегментов конечностей [3, 6, 8, 10].

Занимаясь проблемой отморожений, врачи хорошо представляют сюжет травмы, но не знают, каков будет финал. Диагностика и прогнозирование течения холодовой травмы, возможность и степень восстановления выявляемых нарушений до сих пор затруднены, несмотря на многочисленность исследований, по многим причинам. В основном это связано с отсутствием объективных критериев биологической гибели тканей в дореактивном и раннем реактивном периодах, возможными регрессиями выявляемых нарушений.

Патогенетически значимыми причинами гибели тканей при отморожении являются: непосредственное действие низких температур на ткани, нейрогуморальное воздействие, нервно-рефлекторные изменения после воздействия холода, местные нарушения кровообращения в тканях на уровне микроциркуляции и региона.

Основополагающим моментом, определяющим исход, является способ и интенсивность восстановления физиологической температуры, микроциркуляции и обменных процессов в поражённых тканях в раннем реактивном периоде отморожений. К сожалению, в этот период поступает не более 30% пострадавших.

Целью исследования является улучшение результатов лечения глубоких отморожений при патогенетической коррекции выявляемых нарушений гемодинамики и применение нового способа согревания тканей, поражённых сегментов конечностей.

В связи с этим перед нами были поставлены следующие задачи:

1. Установить зависимость регионарных нарушений гемодинамики, микроциркуляции и гемореологии в костных и мягкотканых структурах при отморожении конечностей в различные периоды холодовой травмы.

2. Обосновать возможность применения сверхвысокочастотных (СВЧ) полей и создать СВЧ-установку для восстановления и поддержания температуры, регионарного кровотока, обменных процессов в поражённых сегментах в до- и раннем реактивном периодах.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

У 414 пострадавших с отморожениями в различные периоды холодовой травмы изучены изменения показателей внутрикостного давления, микроциркуляции, гемореологии и их взаимосвязь с мягкотканым кровотоком.

Анализовались результаты измерения внутрикостного, субфасциального давления, реовазографических показателей, вязкости крови, тромбластиграфии, термометрии.

На 25 кроликах породы шиншилла (массой тела от 3 до 5 кг) было изучено воздействие СВЧ-излучения после моделирования отморожения задней конечности, которое осуществлялось по общепринятой методике смесью льда и соли. Измерение температуры производилось послойно оригинальным электротермометром через 20 минут, 1, 2, 3, 5 и 6 часов после криотравмы, в 1, 2, 3, 4 и 5-е сутки наблюдения. Регионарный кровоток и микроциркуляция анализировались по показателям реовазографии при помощи модифицированной реографической приставки «Альтон-3», радиоизотопной сцинтиграфии в гамма камере Searle Scrintiscan. На 6-е сутки изучались гистологические препараты.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Нами проведены исследования для установления патогенетической роли и взаимозависимости регионарных нарушений гемодинамики, микроциркуляции и гемореологии в медуллярных и мягкотканых структурах при отморожении конечностей в различные периоды холодовой травмы. С этой целью проведен анализ изменений показателей внутрикостного давления, микроциркуляции, гемореологии и их взаимосвязь с мягкотканым кровотоком у 414 пострадавших с отморожениями в различные периоды холодовой травмы. При этом установлено, что в патогенезе отморожений одну из ведущих ролей играют изменения внутрикостного давления, принципиально влияющие на исходы лечения. Обоснована степень взаимозависимости внутрикостного и мягкотканого регионарного кровотока при холодовой травме. При отморожении верхних конечностей, сопровождающихся формированием некроза, внутрикостное давление прогрессивно повышается к пятым суткам после травмы в 1,8 раза, субфасциальное – в 1,3 раза (по отношению к контрольным величинам). При поражении нижних конечностей аналогичные показатели увеличиваются в 2,5 и 2,4 раза соответственно уже к третьим суткам после отморожения.

На основе предложенных критериев нарушений внутрикостной гемодинамики, микроциркуляции, гемореологии разработана патогенетически обоснованная схема диагностики и прогнозирования течения патологического процесса. На способ определения необратимости холодовой травмы получен патент Российской Федерации на изобретение № 2076623 от 10.04.97 г.

Выработаны рекомендации к практическому применению методов исследования состояния внутрикостного давления, микроциркуляции, регионарного кровотока в качестве диагностических и прогностических критериев благоприятного и неблагоприятного течения отморожений. Это позволяет за первые сутки после отморожения определить тактику и схему лечения пострадавшего.

Предложенная по итогам проведенных исследований новая, патогенетически обоснованная классифи-

кация отморожений на основе изменений в системе микроциркуляции позволяет практически врачам в раннем реактивном периоде определить степень ведущих нарушений и тактику их коррекции, рационально подходить к выбору наиболее эффективных методов лечения пострадавших с отморожениями с начальных этапов медицинской эвакуации.

Изменения внутрикостного давления прямо пропорциональны нарушениям регионарного кровотока и микроциркуляции в пораженных сегментах конечностей обмороженных. От степени и своевременности коррекции внутрикостного давления зависит восстановление регионарного мягкотканного кровотока и исход холодовой травмы.

Впервые для согревания тканей, подвергшихся действию низких температур, предлагается использовать микроволны СВЧ диапазона, а в качестве их источника – стандартную СВЧ-печь с диссектором, который позволит равномерно отогреть пораженный сегмент на всю глубину тканей. Параметры печи: выходная мощность – 600 Вт, рабочая частота – 2450 МГц, длина волны – 12,5 см. При данных параметрах глубина проникновения излучения в ткани составляет 3-5 см. Этого достаточно для согревания отмороженной кисти или стопы. Обычное наружное согревание пораженных сегментов вызывает повышенную потребность поверхностных тканей в кислороде (кровотоке). При этом физиологический кровоток от центральных питающих сосудов невозможен, т.к. глублежащие ткани находятся еще в состоянии парабиоза. Поверхностно лежащие ткани в такой ситуации гибнут от асфиксии.

Одновременно с повышением температуры отмороженного сегмента и восстановлением в нем кровотока возрастает скорость биохимических реакций и количество утилизируемого тканями кислорода, что в свою очередь препятствует синтезу таких метаболитов, как серотонин, гистамин, кинины, которые усугубляют нарушения периферической микроциркуляции. В частности гистамин вызывает повышение проницаемости капилляров, набухание их стенок и сужение просвета. Серотонин повреждает эндотелий, чем способствует тромбообразования. Кинины являются медиаторами боли.

Увеличение скорости биохимических реакций приводит к разрыву порочного метаболического круга, т.е. образование тепла начинает происходить в самих тканях за счет его выделения при протекании экзотермических реакций. Восстановление обмена в гладкомышечных клетках венозного отдела сосудистого русла приводит к нормализации функции этих клеток и, соответственно, улучшению дренажной способности венул мягких тканей и костей. При повышении венозного оттока из костного вещества снижается внутрикостное давление, устраняется раздражение остеоцепторов и, как следствие этого, устраняется спазм прекапиллярных сфинктеров артериальных сосудов мягких тканей, артерио-венозное шунтирование с ишемией терминаль-

ных отделов пораженных сегментов. Применять данный метод согревания тканей целесообразно в дореактивном и раннем реактивном периодах.

Механизм взаимодействия СВЧ-поля с биологическими тканями на молекулярном уровне заключается в колебании и вращении молекул воды, которые в конечном итоге приводят к нагреванию биологической ткани. Тепловой эффект, получаемый под действием микроволн, существенно отличается от теплового эффекта, получаемого другими методами (грелки, тепловые ванны и др.). Нагрев тканей происходит не за счет передачи тепла, подведенного к поверхности тела, а за счет непосредственного выделения теплоты в тканях. Это позволяет исключить теплоизолирующие свойства кожи и подкожной жировой клетчатки, восстановить кровообращение всей массы пораженного сегмента.

Нагревание тканей вызывает расширение капилляров, усиливается регионарный кровоток, отмечается дегидратация воспалительного очага, создаются предпосылки к ликвидации процесса тромбообразования. Под действием электромагнитных волн активизируется метаболизм облучаемых органов и тканей, улучшается их трофика и восстанавливается функциональная активность.

Совместно с учёными СФТИ нами создана СВЧ-установка для избирательного воздействия на пораженные ткани при отморожении.

В качестве источника выбрана СВЧ-печь, включающая генераторный узел, рабочий объем, фиксированный ослабитель из поглощающего материала, заполняющего рабочий объем. Средство подведения СВЧ мощности к объекту воздействия представлено экранированной рабочей камерой. Связь источника СВЧ мощности с рабочей камерой осуществляется посредством окна в их общей стенке. Рабочая камера снабжена отверстием, по периметру которого закреплен своим раскрытием гибкий рукав, позволяющий поместить кисть или стопу.

Диапазон волн позволяет одновременно на всю глубину конечности повысить и удерживать среднефизиологическую температуру (30°C-36°C), и направлен на восстановление физиологического регионарного кровотока, микроциркуляции, обменных процессов, предотвращение процесса тромбообразования в поражённых тканях кисти или стопы.

При соблюдении правил плотность потока излучения на расстоянии 25 см от корпуса в любой точке не превышает 10 мкВт/см², что допускает непрерывную работу персонала в течение 8-часовой смены.

В эксперименте создавалась модель отморожения задней конечности, которое осуществлялось по общепринятой методике смесью льда и соли (3:1). Отморожение тканей подтверждалось клинически окоченением конечности, полным отсутствием чувствительности, отсутствием кровотока после укулов. При нанесении криотравмы температура снижалась до -5°C на всю глубину сегмента конечности.

По литературным данным и согласно нашим исследованиям доказано, что кровоток прекращается при охлаждении тканей до $+8^{\circ}\text{C}$, $+12^{\circ}\text{C}$.

Установлены оптимальные значения мощности воздействия, обеспечивающие умеренную скорость нагрева и исключают перегрев объекта выше допустимой температуры.

Проведенные исследования показали, что оптимальным является воздействие с мощностью и длиной волны, предложенной в изобретении, в течение 30 мин с определенными интервалами. При данных параметрах возможно восстановление физиологической температуры и кровотока предварительно замороженной биологической ткани до -5°C .

Согревание в камере от замороженной конечности кролика показало возможность восстановления адекватного кровотока уже через 30 мин воздействия. Наблюдение в течение 5 сут без медикаментозного лечения характеризовало сохранение кровотока.

Например, кролик породы шиншилла массой 5 кг получил отморожение конечности в течение 50 минут. Температура конечности до охлаждения $+34^{\circ}\text{C}$. При послыных замерах температуры на всю глубину сегмента охлаждение тканей доведено до -5°C . Согревание в камере начато через 1,5 часа после отморожения с предварительным наложением термоизолирующей ватно-марлевой повязки. После первого облучения (30 мин) в СВЧ-установке послыная температура тканей на всех уровнях достигла $+34^{\circ}\text{C}$.

После нанесения криотравмы – реовазографическая кривая в виде изолинии, кровоток отсутствует. После облучения отмечается восстановление кровотока. Показатель реографического индекса отмороженной конечности в ходе лечения возрастает от нулевых значений почти до нормы, затем несколько снижается вследствие отека тканей и постепенно возвращается к норме на протяжении 5 дней наблюдения.

Таким образом, температура и кровоток восстанавливаются и сохраняются на физиологическом уровне. Гистологически отмечается сохранение нормальных структур дермы. Мышечная ткань не разрушена, определяются полнокровные сосуды.

ВЫВОДЫ

1. Выявленные нарушения внутрикостной гемодинамики непосредственно влияют на состояние кровотока в мягких тканях, являются патогенетически важным звеном в формировании некрозов при отморожениях и требуют немедленной коррекции.
2. Электромагнитное поле СВЧ излучения способно оказывать регулирующее действие на ткани при отморожении, которое характеризуется восстановлением и поддержанием температуры, микроциркуляции и регионарного кровотока, обменных процессов, снятием спазма сосудов, профилактикой тромбообразования.
3. Впервые посредством созданной нами установки СВЧ-излучения (патент 2006121355.14 (023184) от

16.06.2006) в эксперименте доказана возможность восстановления физиологической температуры, кровотока и обменных процессов одновременно во всей массе поражённых тканей, что позволяет избежать утраты сегментов при отморожении конечностей (на метод лечения подана заявка на изобретение).

ЛИТЕРАТУРА

1. Белая Н.К., Кирик М.Ф. К вопросу о лечении отморожений // Хирургия. – 1949. – № 4. – С. 79-80.
2. Будко А.А., Кичемасов С.Х., Скворцов Ю.Р. и др. Особенности оказания медицинской помощи при отморожениях в советско-финляндской войне // Воен.-мед. журн. – 2000. – Т. 321, № 4. – С. 73-78.
3. Вихриев Б.С., Кичемасов С.Х., Скворцов Ю.Р. Местные поражения холодом. – Л.: Медицина, 1991. – 192 с.
4. Военно-полевая хирургия / Под ред. Э.Я.Нечаева. – Л.: Би., 1994. – 456 с.
5. Гирголав С.С., Арьев Т.Я., Гамов В.С. Отморожения // Опыт советской медицины в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.
6. Иоффе М.С. Клиника и эффективность лечения отморожений // Сб. науч. работ по лечению огнестрельных ранений и отморожений в госпиталях глубокого тыла. – Свердловск, 1941. – С. 417-427.
7. Лазарев М.Г. Итоги лечебной работы госпиталей глубокого тыла // Сб. науч. работ по лечению огнестрельных ранений и отморожений в госпиталях глубокого тыла. – Свердловск, 1941. – С. 5-41.
8. Положение о военно-врачебной экспертизе, утвержденное постановлением Правительства РФ от 20 апреля 1995 г. № 390; Инструкция о порядке проведения военно-врачебной экспертизы в Вооруженных Силах Российской Федерации, введенная в действие приказом министра обороны Российской Федерации от 22 сентября 1995 г. № 315. – М./1995. – 368 с.
9. Рупасов Н.Ф. Характеристика отморожений и методы их лечения // Сб. науч. работ по лечению огнестрельных ранений и отморожений в госпиталях глубокого тыла. – Свердловск, 1944. – С. 487-493.
10. Хундадзе Г. Р. Хирургическое лечение отморожений // Тр. первой конф. по вопросам отморожений военного времени. – 1944. – С. 91-100.

MODERN ASPECTS OF FROZEN INJURIES TREATMENT

I.E. Gorelik, E.V. Gavrilin, F.V. Alyabyev,
T.M. Abasov, V.V. Lyamkin

SUMMARY

The studies performed are directed to the improvement of treatment results of deep frozen injuries during pathogenic correction of revealed hemodynamic disturbances. For the first time, for warming of tissues after their exposing to low temperatures microwaves of super high frequency range are offered to use. A standard microwave oven with a dissector which will allow to uniformly warm the injured segment throughout the whole tissue depth is offered to use.

Key words: superhighfrequency irradiation, frost-bites.