

*К. Н. Мовчан, А. В. Шуткин, Е. В. Зиновьев, В. А. Сидоренко,
В. В. Донсков, А. В. Коваленко*

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШИМ С ГЛУБОКИМИ ОТМОРОЖЕНИЯМИ

ГОУ ДПО Санкт-Петербургская медицинская академия последипломного образования

В структуре травматизма повреждения холодом составляют от 0,5% в регионах с умеренным климатом до 6–10% на севере России [1–3]. Неудовлетворительные результаты лечения констатируются в 15–50% клинических наблюдений глубоких отморожений [4, 5], при этом сроки их лечения колеблются от 24 до 70 суток [2, 6, 7]. К прежней трудовой деятельности возвращаются лишь 59% пострадавших от воздействия низких температур [3, 4]. В 30–60% случаев пациенты с отморожениями III–IV степени становятся инвалидами из-за ампутаций, экзартикуляций сегментов конечностей [8, 9]. Оценка обратимости развивающихся изменений и выяснение механизмов гибели клеток при холодовых поражениях затруднены [10–13]. Основной задачей неотложной медицинской помощи в дореактивном периоде является прекращение действия травмирующего фактора с последующими мероприятиями по восстановлению температуры тканей, нормализации кровообращения, ликвидации тканевой гипоксии, профилактике инфекционных осложнений [8, 9]. Пострадавшие от холода в большинстве случаев попадают в лечебные учреждения в реактивном периоде, что в значительной мере затрудняет создание патогенетически обоснованной системы лечебных мероприятий [14–19]. Визуальная оценка границы жизнеспособных и некротически-измененных тканей в эти сроки затруднительна. Разработка методов экспресс-диагностики жизнеспособности тканей при глубоких отморожениях с целью верификации уровня некрэтомии (НЭ) или ампутации является актуальной. Один из подходов к оценке жизнеспособности тканей предусматривает оценку их электрофизических свойств. Обоснование возможности электрофизиологического метода экспресс-диагностики глубоких отморожений в раннем реактивном периоде (т. е. на этапе неотложной медицинской помощи), а также интраоперационной верификации глубины некробиотических изменений при проведении хирургической НЭ имеет важное значение для медицинской науки и практики.

Материалы и методы исследования. В эксперименте у 30 крыс воспроизводили глубокие отморожения по собственной оригинальной методике. В течение 8 ч после начала самостоятельного согревания тканей проводилось динамическое определение электрической переменной мышечной ткани. Её измерение основывалось на регистрации амплитуды напряжения (В) между браншами пинцета, захватывающего участок мышц 2 × 6 мм. Бранши пинцета электрически соединены с генератором переменного напряжения амплитудой 3В и частотой 20 кГц через последовательно включенное активное сопротивление 1,8 кОм (рис. 1).

© К. Н. Мовчан, А. В. Шуткин, Е. В. Зиновьев, А. В. Сидоренко,
В. В. Донсков, А. В. Коваленко, 2010

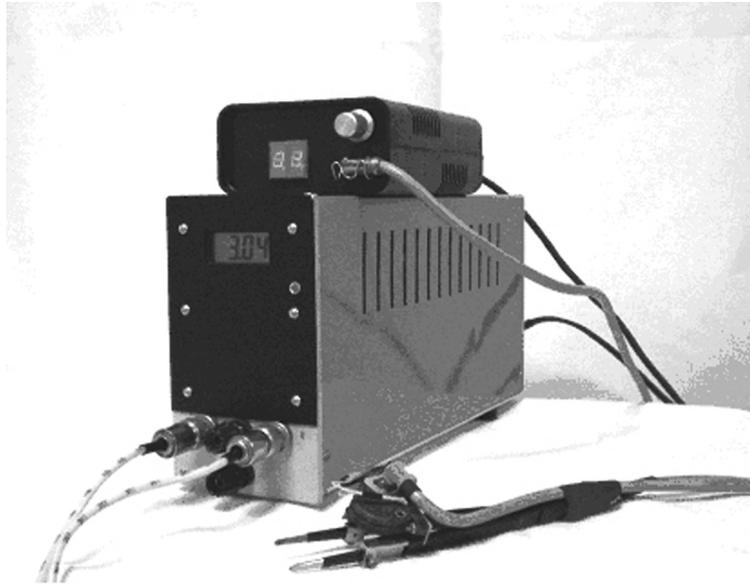


Рис. 1. Устройство для регистрации электрофизических параметров ткани

Каждый час после начала самостоятельного согревания отбирали биоптаты мышц в зоне поражения, которые исследовали методами светооптической микроскопии. Морфофункциональное состояние мышечной ткани определяли по критериям С. Н. Юшканцевой, В. Л. Быкова (2006).

Для оценки эффективности первой помощи при отморожениях проведен ретроспективный анализ результатов лечения 37 пациентов с холодовой травмой, поступивших в ЛПУ Ленинградской области в период 2005–2009 гг. в дореактивном периоде.

Результаты хирургического лечения 72 пострадавших с глубокими отморожениями, лечившихся в ожоговом центре ГУЗ ЛОКБ в период 2005–2009 гг., анализировались проспективно.

Большинство составили мужчины — 76,4% клинических наблюдений. Распределение пострадавших с отморожениями III–IV степени, с учетом локализации поражения, приводится в табл. 1.

Таблица 1. Распределение пациентов с глубокими отморожениями с учетом локализации электрофизических параметров ткани

Локализация поражения	Число наблюдений при отморожении		Всего
	III степени	IV степени	
Фаланги пальцев	11	18	29
Кисти, стопы	8	17	25
Предплечья, голени	3	15	18
Всего	22	50	72

Наибольшую группу — 50 человек (69,5%) — составили пострадавшие с необширными поражениями — до 2% поверхности тела. Глубокие поражения холодом площадью 3–4% поверхности тела верифицированы у 10 пациентов (13,9%). В 7 (9,7%) клини-

ческих наблюдений глубокие отморожения распространялись на площади более 4% поверхности тела.

С учетом способа удаления омертвевших тканей среди пострадавших выделены 3 группы. В первую группу (29–40,3%) больных включены пациенты, которым проводились иссечение погибших тканей и кожная пластика в ранние сроки после травмы. Во вторую группу вошли пострадавшие, которым НЭ выполнялась только после формирования демаркационной линии и мумификации некротизированных тканей (обычно на 16–21-е сутки) с одновременным формированием культи. Подобная тактика использована при оказании медицинской помощи 27 пострадавшим (37,5%). Течение раневого процесса в третьей группе пострадавших (16–22,2%) осложнилось развитием влажной гангрены. Им выполнялась поздняя НЭ с отсроченной аутодермопластикой (АДП) или высокая ампутация конечности.

Электрофизиологически интраоперационно у всех пациентов проводили оценку глубины и протяженности некробиотических изменений.

Данные исследований обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики. Оценивали среднее арифметическое (M) и стандартную ошибку (m). Достоверность различий с «нулевой гипотезой» оценивали по критерию Пирсона (χ^2), а средних показателей — по критерию Стьюдента (t). Результаты считались достоверными при вероятности ошибки $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. В ходе эксперимента установлено, что исходная амплитуда электрической переменной (до травмы) здоровых мышц составляет $3,00 \pm 0,05$ В (рис. 2). Ее величина непосредственно после прекращения действия холода составила $1,14 \pm 0,06$ В, через 1 ч — $0,95 \pm 0,05$ В, через 2 ч — $0,8 \pm 0,04$ В, через 3 ч — $0,63 \pm 0,03$ В, через 4 ч — $0,3 \pm 0,15$ В, через 5 ч — $0,26 \pm 0,013$ В, через 6 ч — $0,21 \pm 0,01$ В, через 7 ч — $0,22 \pm 0,01$ В, через 8 ч — $0,2 \pm 0,01$ В.

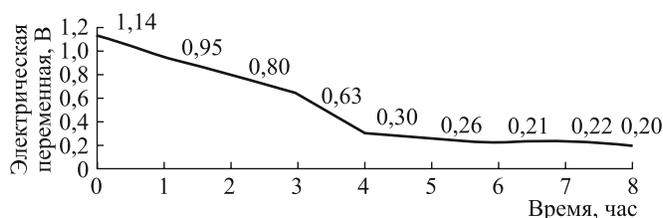


Рис. 2. Динамика изменения электрической переменной мышечной ткани конечности крыс в раннем реактивном периоде глубоких отморожений

В первые 6 ч в процессе развития в мышцах некробиотических изменений амплитуда электрической переменной прогрессивно уменьшается (прямая линейная зависимость). Спустя 6 ч ее величина существенно не меняется, что, очевидно, обусловлено необратимым изменением (некрозом) ткани. В динамике показателя можно условно выделить три участка. Первый (в течение 1–3 ч) соответствует изменению переменной от $1,14 \pm 0,06$ до $0,63 \pm 0,03$ В, соответствует состоянию ткани с обратимыми морфофункциональными изменениями. На втором участке (в течение четвертого часа) наблюдается резкое снижение величины показателя от $0,63 \pm 0,03$ до $0,3 \pm 0,015$ В, что обусловлено прогрессированием необратимых изменений в мышцах. После четвертого часа график представлен изоэлектрической линией от $0,3 \pm 0,015$ до $0,2 \pm 0,01$ В, что соответствует формированию зоны некроза.

При гистологическом исследовании биоптатов мышечной ткани отмечена корреляция данных микроскопической картины и расчетных показателей электрической переменной. Так, спустя 30 минут после прекращения действия холода и начала самостоятельного согревания мышечная ткань незначительно темнела, ее цвет становился бледно-розовым, утрачивалась влажность, блеск. Мышечные пучки становились отечными, эластичной консистенции, их тургор сохранялся, сократимость снижалась, кровотоочивость тканей ослабевала. В поперечных срезах степень повреждения миофибрилл (полей Конгейма) выражена слабо; в продольных срезах отек эндомизия слабо выражался, сарколемма истончалась, не выражена, поперечная исчерченность сохранена.

Через 1 час после начала самостоятельного согревания мышцы приобретали темно-красный цвет, утрачивали блеск. Мышечные пучки отечны, тургор снижен, сократимость сохранена, но снижена при сравнении с предыдущими сроками наблюдения, кровотоочивость слабая. Степень повреждения миофибрилл выражена слабо. В продольных срезах отмечался выраженный отек эндомизия, сарколемма тонкая, не выражена, поперечная исчерченность нечеткая (рис. 3).

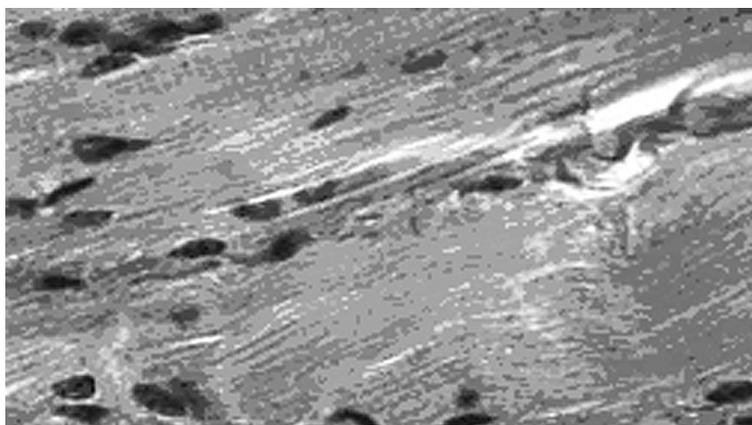


Рис. 3. Продольный срез мышечной ткани крысы через 1 час после самостоятельного согревания. Окраска гематоксилином-эозином. Увеличение 400

Через 2 часа после начала самостоятельного согревания мышечная ткань темно-красного цвета, не влажная, без блеска. Мышечные пучки, при сравнении с предыдущими сроками наблюдения, более значимо увеличены в объеме за счет отека, плотно — эластичной консистенции, тургор резко снижен, наблюдалась сократимость лишь отдельных волокон, кровотоочивости нет. В продольных срезах выражен отек эндомизия, сарколемма отчетливая, утолщена, поперечная исчерченность не отчетливая (рис. 4).

Через 3 часа после согревания мышечная ткань приобретала темно-багровый цвет, не была влажной и не блестела. Мышечные пучки увеличивались в объеме за счет выраженного отека плотно-эластичной консистенции, тургор резко снижен, сократимость практически отсутствовала, при иссечении участка для гистологического исследования кровотоочивости из мышечной ткани нет, отмечается выделение серозной жидкости. При гистологическом исследовании в продольных срезах выражен отек эндомизия, сарколемма отчетливая, утолщена, поперечная исчерченность не отчетливая (рис. 5).

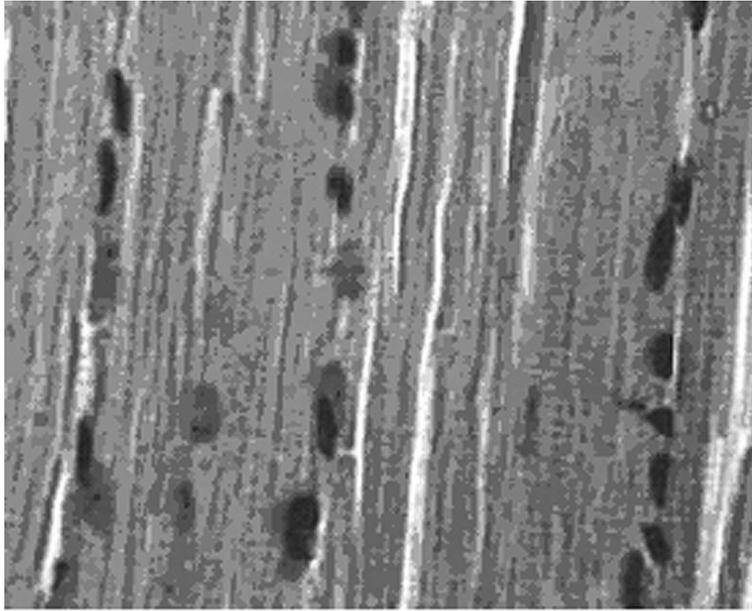


Рис. 4. Продольный срез мышечной ткани крысы через 2 часа после согревания. Окраска гематоксилином-эозином. Увеличение 400

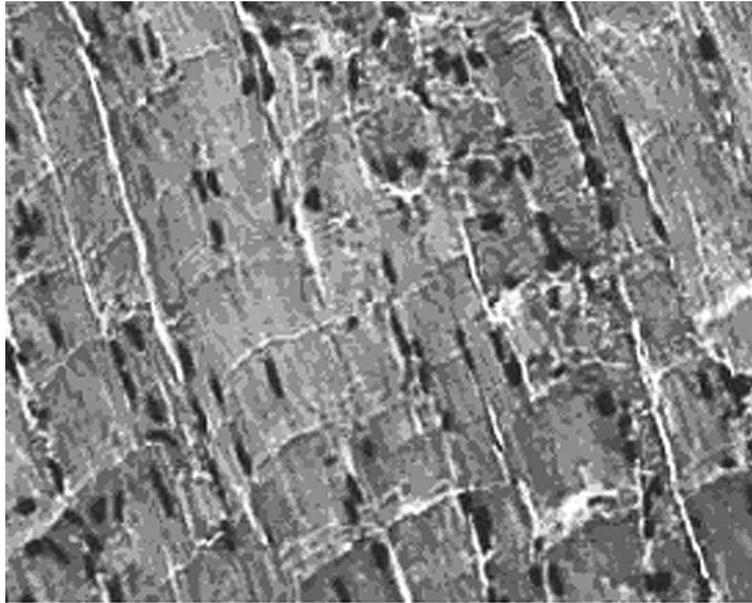


Рис. 5. Продольный срез мышечной ткани крысы через 3 часа после согревания. Окраска гематоксилином-эозином. Увеличение 200.

В последующие сроки после начала самостоятельного согревания (4–8 ч наблюдения) изменения мышечной ткани оказывались необратимыми.

Результаты гистологического исследования мышечной ткани позволяют утверждать о существовании корреляции между приведенными ранее данными электрофизических свойств мышечной ткани и степенью нарушения ее морфофункционального состояния, соответствующих минимальным изменениям с возможным восстановлением функции; изменениям средней степени с возможным частичным восстановлением функции и выраженным необратимым изменениям с утратой функции. Предложенный инструментальный способ определения жизнеспособности мышечной ткани может быть использован в клинической практике для определения границы некробиотических изменений тканей при выборе уровня НЭ или ампутации.

При ретроспективном исследовании 37 пострадавших от холода установлено, что у 17 пациентов, доставленных в МУЗ Ленинградской области, согревание конечностей проводилось в теплой воде после поступления в приемное отделение стационара. У 20 пациентов, доставленных в ожоговое отделение областной больницы, уже на этапе скорой медицинской помощи накладывали теплоизолирующие повязки (слой ваты, полиэтилена и фольги не менее 5 см толщиной), а также проводилась специфическая сосудорасширяющая терапия (введение эуфиллина, никотиновой кислоты, папаверина). После поступления в ожоговый центр теплоизолирующие повязки находились на конечностях не менее 3 суток, в этот период пострадавшим вводились антикоагулянты и дезагреганты. В связи с этим среди пациентов МУЗ отморожения IV степени констатированы в 78% клинических наблюдений, а у пациентов ожогового центра — в 23% случаев. Отсюда можно сделать вывод о существенном влиянии патофизиологически-обоснованной медицинской помощи в дореактивном периоде отморожений на исход травмы.

В ходе проведенного проспективного исследования результатов хирургического лечения 72 пострадавших с глубокими отморожениями, лечившихся в ожоговом отделении, установлено, что причиной отказа от проведения НЭ чаще всего (в 26% наблюдений) оказывалось отморожение III степени, не позволяющее достоверно верифицировать глубину некротических изменений в первую неделю после травмы, а также поступление в поздние сроки (более 10 дней после травмы) пациентов с отморожениями IV степени сегментов конечностей при развитии влажной гангрены. В большинстве случаев таким пациентам уже в первые сутки по жизненным показаниям выполнена ампутация сегментов конечностей выше линии демаркации. Относительными противопоказаниями к проведению НЭ явилось нарушение свертывания крови по типу гипокоагуляции, а также септический шок. Эти причины в ряде случаев обусловили проведение дополнительной предоперационной подготовки пациентов, в результате оперативное удаление струпа было отсрочено (табл. 2).

Таблица 2. Причины отказа от выполнения НЭ у пациентов с глубокими отморожениями

Причины отказа от выполнения НЭ	Число наблюдений (%)
трудности при верификации глубины поражения	18 (46,2)
ДВС-синдром	9 (23,1)
поступление в поздние сроки	5 (12,8)
отягощенный преморбидный фон	7 (17,9)
Итого	39 (100)

При хирургическом лечении пострадавших с глубокими холодовыми поражениями предусматривается не только сбережение длины культи конечности, но и достижение ее максимальной функциональной пригодности сразу после первичного вмешательства либо в последующем — благодаря созданию условий для выполнения реконструктивно-восстановительных операций. Интраоперационно при выполнении ранней или отсроченной НЭ проводили электрофизиологическую верификацию глубины и протяженности некробиотических изменений мышц конечности с интервалом не более 1,0 см. Виды хирургических вмешательств, выполненных пациентам с глубокими отморожениями и включенных в исследование, представлены в табл. 3.

Таблица 3. Вид хирургических вмешательств, выполненных пациентам с глубокими отморожениями

Вид операции	Число наблюдений (%)		
	ранней НЭ и отсроченной АДП	поздней НЭ и формирование культи	гангрена, ампутации выше демаркации
НЭ с одномоментной АДП	4 (13,7)	2 (7,6)	1 (6,25)
Тангенциальная НЭ с одномоментной АДП	7 (24,1)	2 (7,6)	2 (12,5)
Тангенциальная НЭ с этапными АДП	5 (17,2)	3 (11,5)	(—)
НЭ с отсроченной АДП	1 (3,4)	1 (1,1)	(—)
Тангенциальная НЭ с отсроченной АДП	12 (41,1)	5 (19,2)	3 (18,75)

С учетом выбора способа хирургического вмешательства при глубоких отморожениях преимущественно от срока выполнения НЭ изменялись частота инфекционных осложнений (табл. 4) и средние сроки пребывания пострадавших с глубокими отморожениями в стационаре (табл. 5).

Таблица 4. Частота и структура инфекционных осложнений у пациентов с глубокими отморожениями с учетом хирургической тактики

Инфекционный процесс	Число наблюдений (%)		
	ранней НЭ, отсроченная АДП	поздней НЭ, формирование культи	ампутации конечности выше демаркации
Сепсис	1 (3,4)*, **	3 (11,1)	3 (18,7)
Пневмония	4 (13,7)	3 (11,1)**	4 (25,0)
Нагноение послеоперационной раны	7 (23,1)	7 (25,9)	6 (37,5)

Примечания * — отличие достоверно с пациентами, перенесшими позднюю НЭ ($p < 0,05$); ** — отличие достоверно с пациентами, перенесшими ампутации ($p < 0,05$).

Данные, приведенные в табл. 4, свидетельствуют о том, что в случае выбора активной хирургической тактики лечения глубоких отморожений отмечается достоверное снижение частоты развития инфекционных осложнений. В частности, в группе пациентов, перенесших раннюю НЭ, частота сепсиса составила 3,4%, а в случае отсрочки операции показатель выше на 7,7% ($p < 0,05$). В группе пациентов, НЭ у которых не выполнялась, частота сепсиса и нагноения ран оказалась соответственно на 15,3 и 14,4% больше, чем у пациентов, перенесших раннюю НЭ ($p < 0,05$).

Средняя продолжительность лечения пострадавших с глубокими отморожениями при выполнении ранней НЭ по сравнению с пациентами, выполнение НЭ у которых было отложено или не выполнено, оказалась меньше соответственно на 13 и 25 суток ($p < 0,05$), что, очевидно, обусловлено тенденцией к раннему купированию воспали-

тельных изменений в зоне поражения, снижением выраженности токсико-резорбтивной лихорадки и частоты инфекционных осложнений в этой группе пациентов (см. табл. 5).

Таблица 5. Сравнительная характеристика сроков лечения пострадавших с глубокими отморожениями с учетом хирургической тактики ($X \pm m$)

Способы удаления струпа и кожной пластики	Средняя продолжительность госпитализации, сутки
Ранняя НЭ, отсроченная АДП	$32,76 \pm 2,64^*, **$
Поздняя НЭ, формирование культи	$45,2 \pm 2,28$
Ампутации выше демаркации	$57,0 \pm 5,58$

Примечания: * — отличие достоверно с пациентами, перенесшими позднюю НЭ ($p < 0,05$); ** — отличие достоверно с пациентами, перенесшими ампутации ($p < 0,05$).

Этапность и сроки проведения НЭ оказывали влияние на время восстановления кожного покрова (табл. 6). В группах пациентов, перенесших отсроченную НЭ или ампутации, этот период оказался достоверно больше (на 18–19%, $p < 0,05$), чем у пациентов, струп у которых удалялся при ранней НЭ.

Таблица 6. Средние сроки заживления ран с учетом хирургической тактики ($X \pm m$)

Вид иссечения	Средние показатели при		
	ранней НЭ, отсроченная АДП	поздней НЭ, формирование культи	ампутации выше демаркации
Одноэтапное	$30,75 \pm 2,52^*$	$37,51 \pm 1,98$	$44,01 \pm 4,6$
Многоэтапное	$47,3 \pm 2,1^{**}$	$46,79 \pm 2,8$	$57,25 \pm 3,76$

Примечания: * — отличие достоверно с пациентами, перенесшими позднюю НЭ ($p < 0,05$); ** — отличие достоверно с пациентами, перенесшими ампутации ($p < 0,05$).

Обсуждение. Существенное влияние на результаты хирургического лечения пострадавших от глубоких холодовых поражений оказывает максимально раннее патофизиологически-обоснованное консервативное лечение, мероприятия которого наиболее эффективны в дореактивном или раннем реактивном периодах отморожений. Диагностика глубины отморожений в первые часы после травмы затруднена. Инструментальные методы диагностики не позволяют верифицировать глубину и тяжесть некробиотических изменений тканей в раннем реактивном периоде отморожений. Один из путей ранней верификации развивающегося холодового некроза тканей может быть основан на изучении их электрофизиологических свойств. Полученные результаты экспериментальных исследований позволяют констатировать достоверную корреляцию электрофизиологических параметров мышечной ткани (ее электрической переменной) с тяжестью ее некробиотических изменений в раннем реактивном периоде глубоких холодовых поражений. При хирургическом лечении пострадавших с глубокими холодовыми поражениями целесообразна активная хирургическая тактика лечения, позволяющая купировать воспалительные изменения в зоне поражения, снизить выраженность токсико-резорбтивной лихорадки. Результаты клинических исследований позволяют заключить, что в случае выбора активной хирургической тактики лечения глубоких отморожений отмечается достоверное снижение частоты развития инфекционных осложнений, в частности сепсиса (на 7,7 %, $p < 0,05$) и нагноения ран (на 14,4 %, $p < 0,05$), а также сокращение срока госпитализации (на 25 суток, $p < 0,05$) пострадавших

от таких травм. В ходе выполнения работы интраоперационно при выполнении ранней или отсроченной некрэктомии проводили электрофизиологическую верификацию глубины и протяженности некробиотических изменений мышц конечности с интервалом не более 1,0 см. Предложенный инструментальный способ определения жизнеспособности мышечной ткани целесообразно использовать в клинической практике для экспресс-диагностики глубоких отморожений в раннем реактивном периоде, а также интраоперационно для определения границы некробиотических изменений тканей при выборе уровня некрэктомии или ампутации при глубоких отморожениях.

Литература

1. *Гоголев Л. С., Воронин Н. И.* Местная холодовая травма. Классификация, диагностика и принципы лечения // Сб. науч. работ, посвящ. памяти проф. В. Я. Протасова. Благовещенск, 1994. С. 131–132.
2. *Алексеев Р. З.* Комплексное лечение отморожений в дореактивном периоде: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М.: Якутский мед. институт при Якутском гос. университете им. М. К. Аммосова, 1999. 30 с.
3. *Ажаев А. Н., Берзин И. А., Деева С. А.* Физиолого-гигиенические аспекты действия низких температур на организм человека. М.: Медицина, 2008. 118 с.
4. *Скворцов Ю. Р.* Отморожения как вид боевой патологии: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб.: ВМедА, 1998. 40 с.
5. *Кузнецова Н. Л., Савкин А. Н.* Комплексное обследование и варианты лечения пострадавших с холодовой травмой верхней конечности // I международный конгресс «Современные технологии диагностики, лечения и реабилитации при повреждениях и заболеваниях верхней конечности». М., 2007. С. 56–57.
6. *Воронин Н. И.* Воздействие холода на костную ткань. Коррекция изменений: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Иркутск, 1998. 41 с.
7. *Козинец Г. П., Садовой А. С.* Принципы лечения холодовой травмы // Хирург. 2006. № 12. С. 53–55.
8. *Скворцов Ю. Р., Кичемасов С. Х.* Отморожения в современной боевой патологии // Военно-медицинский журнал. 2002. № 1. С. 23–27.
9. *Фархат Ф. А.* Обоснование хирургической тактики при лечении больных с глубокими отморожениями: Дис. канд. мед. наук. М., 2004. 98 с.
10. *Гаврилин Е. В.* Регионарные нарушения внутрикостной гемодинамики в патогенезе и лечении криотравмы конечностей: (Эксперим.-клинич. исслед.): Дис. д-ра мед. наук. Томск, 2001. 331 с.
11. *Липатов К. В.* Отморожения: актуальные вопросы патогенеза, диагностики и лечения: Обзор // Хирургия. 2002. № 12. С. 59–63.
12. *Cauchy E., Chetaille E., Marchand V., Marsigny B.* Retrospective study of 70 cases of severe frostbite lesions: a proposed new classification scheme // Wilderness Environ Med. 2001. Vol. 12, N 4. P. 248–255.
13. *Hassi J.* Cold effects our health in many ways // Duodecim. 2005. Vol. 121, N 4. P. 417–418.
14. *Котельников В. П.* Отморожения. М.: Медицина, 1988. 256 с.
15. *Котельников В. П., Морозов В. Н.* Современное состояние вопроса патогенеза отморожений // Материалы 2-й науч. конф. по проблеме «Холодовая травма». Л.: ВМедА, 1989. С. 45–47.
16. *Котельников В. П., Морозов В. Н.* Состояние нейрогуморальной регуляции при отморожении // Вестн. хирургии. 1990. Т. 144, № 2. С. 68–71.
17. *Вихриев Б. С., Кичемасов С. Х., Скворцов Ю. Р.* Местные поражения холодом. Л.: Медицина, 1991. 188 с.

18. *James V. Murphy F RCS Frostbite: Pathogenesis and Treatment // The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* January. 2000. Vol. 48, N 1. P. 171–178.

19. *Ervasti O., Juopperi K., Kettunen P., Remes J., Rintamäki H., Latvala J., Pihlajaniemi R., Linna T., Hassi J. The occurrence of frostbite and its risk factors in young men // Int. J. Circumpolar Health.* 2004. Vol. 63, N 1. P. 71–80.

Статья поступила в редакцию 20 октября 2010 г.