

## **ХОЛОДОВАЯ ТРАВМА**

А.В. ХАПКИНА, Ю.В. КАРАСЕВА, С.С. КИРЕЕВ, С.Ю. СВЕТЛОВА, Е.В. ДРОНОВА

*Тульский государственный университет, ул. Болдина, 128, Тула, 300012, Россия*

**Аннотация.** В статье дана характеристика эндотермных организмов, в которых диссипация (рассеивание) энергии является источником упорядоченности биологических динамических систем, организма человека в частности. Описаны терморегуляторные реакции, охарактеризована роль синтоксических и кататоксических программ адаптации в поддержании гомеостаза при холодовой травме. На примере наблюдения 117 больных с отморожениями показана значимость концентрации биологически активных аминов, перекисного окисления липидов, агрегатного состояния крови, активности лактатдегидрогеназы, креатинфосфокиназы до и после лечения. Установлен эффект внутриартериального введения ацетилхолина, гепарина, фибринолизина и рауседила, а также низкоэнергетического лазерного излучения при лечении отморожений.

**Ключевые слова:** механизмы адаптации, теплопродукция, гомеостаз, низкоэнергетическое лазерное излучение, холодовая травма.

## **THE COLD INJURY**

A.V. KHAPKINA, YU.V. KARASEVA, S.S. KIREEV, S.YU. SVETLOVA, E.V. DRONOVA

*Tula State University, Boldin str., 128, Tula, Russia*

**Abstract.** The article presents the characteristic of the endothermic organisms, in which an energy dissipation (scattering) is the source of ordering in the dynamic biological systems, in particular the human body. The authors give a description of thermoregulatory reactions. They characterize the role of syntoxic and catatoxic adaptation programs in maintaining of homeostasis in the cold injury. As an example, the results of observation 117 patients with frostbites are presented. It is revealed the importance of the concentration of biologically active amines, lipid peroxidation, the state of aggregation of blood, activity of lactate dehydrogenase, creatine before and after treatment. It was found an effect of intra-arterial injection of acetylcholine, heparin, and fibrinolizina rausedila and low-energy laser radiation in the treatment of frostbites.

**Key words:** adaptation mechanisms, heat production, homeostasis, low-energy laser radiation, cold injury.

Эндотермные (гомойотермные) организмы поддерживают сравнительно постоянную температуру тела при изменяющейся внешней температуре и сами вырабатывают тепло. У высших животных и человека имеется аппарат, регулирующий теплообразование и теплоотдачу в организме, обеспечивая «термодинамическую свободу» и возможность сохранять активность в экстремальных температурных условиях. В синергетике структура – это состояние, возникающее при согласованном поведении большого числа частиц. И.Р. Пригожин ввел понятие *диссипативной структуры*. В открытых системах, обменивающихся с окружающей средой потоками вещества или энергии, однородное состояние равновесия может терять устойчивость и необратимо переходить в неоднородное стационарное состояние, устойчивое относительно малых возмущений. Это состояние получило название *диссипативная структура* [1-6].

Диссипация является источником упорядоченности биологических систем во времени и пространстве. Постоянно идет поиск определения принадлежности биологических процессов к явлениям, при которых состояния, лежащие за пределами устойчивости термодинамических процессов, «вдали от равновесия и неустойчивости» обеспечивают новое состояние вещества, возникающее при потоке свободной энергии [7].

Действие низких температур на организм человека и животных в России, обширная территория которой расположена в северных районах, проявляется отморожением и замерзанием. В последние годы интерес к этой проблеме немного оживился. Однако, патогенез отморожения до конца не изучен, а результаты лечения оставляют желать лучшего.

Температура, которая возникает в клетках животного, определяется превращениями энергии в этих клетках, а также легкостью рассеивания образующегося тепла в окружающую среду, так как закон распространения тепла ограничивается требованием, чтобы тепло переходило из области с более высокой температурой в клетку в область с более низкой. Температура клеток, в свою очередь, непосредственно влияет на их активность. Жизнь организма зависит от химических реакций, благодаря которым происходят энтропические превращения химической энергии в тепловую, скорость которых зависит от

температуры. Организм человека и высших животных – эндотермный, способный поддерживать температуру тела независимо от колебаний температуры среды. За преимущество эндотермии животным приходится расплачиваться ценой большого потребления пищи, необходимого для поддержания на должном уровне энергетического баланса. Фенотипическая адаптация к действию холода у человека и животных проявляется определенными общими чертами. При остром действии холода реакции несовершенны. Несмотря на максимальную мобилизацию терморегуляторных механизмов, человек и животные испытывают состояние дискомфорта и оказываются неспособными осуществлять привычную деятельность. При этом могут развиваться холодовые повреждения кожи и других поверхностных тканей, а также патологические изменения во внутренних органах. На основании изучения изменений температуры тела и электрической активности нервных центров выделяет шесть стадий данного процесса: период начального воздействия, не приводящего к изменению температуры тканей; период стабилизации после начала действия холода: фазу активного включения терморегуляторных реакций; периоды установившихся терморегуляторных реакций; фазу начинающейся декомпенсации функций; фазу декомпенсации [8].

Эти стадии характеризуются изменениями электрической активности терморегуляторных нервных центров. В частности, в первой, третьей и шестой стадиях в заднем гипоталамусе периодически появляются реакции активации текущей ритмики, в теменной и затылочной коре – ограничение пределов усвоения ритма световых мельканий, что можно считать признаком активации ретикулярной формации ствола мозга. Во второй, четвертой и пятой стадиях периодически появляются, раньше всего в заднем гипоталамусе, синхронизированные волны высокой амплитуды.

При значительном напряжении терморегуляции включение происходит в следующем порядке: ретикулярная формация – задний гипоталамус – спинной мозг – преоптическая область гипоталамуса – кора больших полушарий. При менее значительных изменениях температуры среды последовательность активации центральных структур иная: кора больших полушарий – передний гипоталамус – ретикулярная формация – задний гипоталамус – спинной мозг.

Для управления адаптивными механизмами при криотравме необходима комплексная оценка функционального состояния с регистрацией и анализом физиологических и биохимических показателей, в частности, изучение роли совокупности вегетативных компонентов в обеспечении *синтоксических* и *кататоксических* адаптивных реакций. Основная роль вегетативных компонентов заключается в подготовке функционального состояния, необходимого для формирования соответствующего паттерна, с изменениями гуморальных компонентов, зависящих от силы раздражения и реактивности ЦНС, необходимых для оптимальной адаптивной реакции.

В ответ на криовоздействие возникают реакции, связанные с возбуждением адренореактивных и холинореактивных систем мозга с доминированием первых, направленных на поддержание температурного гомеостаза. Эта фаза немедленного ответа, в которой достигается уровень регулирования, значительно превышающий окончательный результат, что характерно для открытых систем. Этот немедленный ответ на действие холода является составной частью адаптивных реакций, проявляющийся включением *кататоксических программ адаптации* (КПА). В дальнейшем наступает фаза стабилизации, зависящая от включения *синтоксических программ адаптации* (СПА), а её активность зависит от силы раздражителя и реактивности ЦНС. Завершается фаза стабилизации восстановлением гомеостаза при действии слабого или среднего по силе криораздражителя за счет доминирования СПА. Если этого не происходит, то изменившиеся функции при действии сильного криораздражителя (энантиостаза) поддерживаются доминированием КПА. Стресс-синдром при криотравме способствует перепрограммированию адаптивных реакций организма в ответ на повреждение тканей. Запускающиеся в начальный этап действия холода КПА в зависимости от силы раздражителя требуют и определенной энергетической стоимости для ее обеспечения. При действии криораздражителей, когда устойчивые гомеостатические параметры не выходят за пределы физиологических колебаний, доминирование КПА продолжается в течение 1-2 часов. В дальнейшем начинают доминировать СПА, которые направлены на поддержание терморегуляции с меньшей энергетической затратой. При увеличении силы холодового раздражителя СПА уже не способны поддерживать изменившиеся функции, поэтому им на смену приходят КПА с большой затратой энергетических ресурсов. Поддержание гомеостаза и способы его сохранения целиком зависят от активности СПА и при изменении внешних воздействий они либо поддерживаются, либо устраняются, что определяется общей интегративной стратегией организма. От активности СПА зависят такие функции, как репродуктивная, а также выживаемость организма (адаптивная функция) [9-15].

При действии сильного криораздражителя, начинают доминировать КПА, что сопровождается дестабилизацией функциональных систем, ответственных за гомеостаз, и происходит переход на включение *энантиостатических* механизмов, направленных уже не на сопереживание, а на поддержание функций организма, что требует более выраженных затрат энергии [16].

**Материалы и методы исследования.** Изучались показатели концентрации биологически активных аминов *перекисного окисления липидов* (ПОЛ), агрегатного состояния крови, активности *лактатдегидрогеназы* (ЛДГ), *креатинфосфокиназа* (КФК), вегетативные компоненты адаптивной реакции.

Лечение больных с глубокими и обширными отморожениями направлено на восстановление регионального кровообращения в пораженных конечностях и на улучшение центральной гемодинамики. При инфузионной терапии, введении антикоагулянтов, дезагрегантов, сердечно-сосудистых и десенсибилизирующих средств – осуществляется переход к СПА. При лечении больных с отморожением особое значение имеет внутриартериальное введение лекарственных средств, позволяющее создать большую концентрацию высокоактивных лекарственных препаратов в очаге криповреждения, которую невозможно достигнуть другими путями введения. Внутриартериальное введение заведомо токсических доз препаратов не вызывает выраженных явлений отравления, тогда как внутривенное введение меньших доз может привести к смертельному исходу.

Проводились клинические наблюдения 117 больных с отморожением II-IV степени (табл. 1).

Большинство больных находилось на лечении с II-III-IV степенью. Наибольшее количество больных поступило в лечебные учреждения в возрасте от 18 до 50 лет, то есть в наиболее работоспособном возрасте.

Мы применяли введение лекарственной смеси (ацетилхолина 0,05 г., гепарина 10000 ЕД, фибринолизина 20000 ЕД и 15 мл 0,5% раствора новокаина, и 1,0 мл 0,1% раствора рауседила) в артерию. Предварительно проводилась катетеризация магистральных артерий через их коллатерали, или по методу Сельдингера, с введением катетера в артерию через иглу с широким просветом.

В лечении использовали низкоэнергетическое лазерное воздействие (ЛГН-207 с длиной волны 632,8 нм, плотностью потока 150 мВт/см<sup>2</sup> и мощностью 2 мВт) у 12 больных с отморожением (7 было с I-II степенью, 5 с II-III степенью отморожения) [17-21].

*Таблица 1*

**Распределение больных по возрасту и степени отморожения**

Степень отморожения	Всего больных	Возраст больных			
		до 17 лет	18-30	31-40	41-50
I	6	5	3	3	-
II	32	10	18	4	-
III	50	-	25	18	7
IV	34	-	12	10	12
всего	117	15	58	35	19

**Результаты и их обсуждение.** При небольшой площади поражения (3-5%) отмечается активация как КПА, так и СПА с доминированием первых, проявляющаяся соответствующем изменением концентрации биологически активных аминов. При поражении более 5% площади тела отмечается активация КПА с депрессией СПА, что хорошо видно из табл. 2.

*Таблица 2*

**Изменение концентрации биологически активных аминов и перекисного окисления липидов у больных с отморожением площадью 3-5 % (2) и площадью более 5 % (3), и группой контрольных исследований (1)**

Показатели крови	1	2	3
Концентрация ацетилхолина, нмоль/л	106,2±4,41	117,5±2,88*	50,0±2,13*
Концентрация адреналина, нмоль/л	2,04±0,12	2,45±0,08*	6,12±0,21*
Концентрация норадреналина, нмоль/л	39,8±0,67	39,0±0,89*	57,9±1,24*
Концентрация серотонина, моль/л	0,62±0,05	1,10±0,07*	0,10±0,02*
Коецентрция кортизола нмоль/л	320,0±14,8	340,0±15,9	508,0±21,8*
Концентрация гидроперекисей, ОЕ/мл	1,4±0,08	1,6±0,12*	2,4±0,16*
Концентрация МДА, мкмоль/л	4,5±0,16*	5,0±0,24	6,2±0,32*
Общая антиокисл. активность, %	31,4±2,71	26,3±1,84*	18,0±1,12*
АОА, %	30,4±1,71	34,3±1,84*	18,0±1,12*
Активность каталазы, мкат/л	9,8±0,52	11,3±0,438	5,0±0,38*
СОД, ОЕ/мг белка эритроцитов	32,6±1,86	38,7±1,32*	20,2±1,41*
Глутатионпероксидаза, мкмоль/л.с	7,5±0,32	9,9±0,27*	4,5±0,36*
Глутатион восстановленный, мамоль/л	5,0±0,06	3,0±0,08*	6,4±0,07*

Примечание: \* – достоверность различия с контролем < 0,05.

Как видно из таблицы, небольшая холодовая травма сопровождается наряду с активацией адренергических механизмов мозга, активацией холинергических структур, проявляющейся увеличением концентрации ацетилхолина и серотонина. Более сильная криотравма приводит к резкому снижению концентрации ацетилхолина и серотонина и повышению концентрации катехоламинов с одновременной активацией процессов ПОЛ и запуском КПА, что отражается и на агрегатном состоянии крови (табл. 3).

Таблица 3

**Агрегатное состояние крови у больных с криотравмой площадью 3-5% (2), площадью более 5% (3) и у контрольных (1)**

Показатели крови	1	2	3
Время свертывания крови, с	325,6±12,8	280,0±10,6*	190,7±10,1*
Время рекальцификации плазмы, с	95,2±2,24	75,4±2,82*	82,0±1,12*
Концентрация фибриногена, мкмоль/л	10,8±0,31	12,7±0,12*	8,6±0,11*
Растворимый фибрин, мкмоль/л	0,17±0,01	0,26±0,02*	0,32±0,01*
Продукты деградации фибриногена (фибрина), нмоль/л	53,8±2,81	64,5±3,64*	189,0±4,75*
Концентрация гепарина, Е/мл	0,47±0,01	0,40±0,02*	0,31±0,01*
Активность антитромбина III, %	95,2±4,91	78,4±2,51*	65,0±4,12*
Активность плазмина, мм <sup>2</sup>	12,0±0,42	9,1±0,22*	14,0±0,52*
Концентрация α <sub>2</sub> -макроглобулина, мкмоль/л	3,8±0,11	7,2±0,84*	5,3±0,14*
Концентрация α <sub>1</sub> -антитрипсина, мкмоль/л	36,8±1,64	85,0±7,72*	58,2±2,56*

Примечание: \* – достоверность различия с контролем <0,05

Как видно из табл. 3, небольшая криотравма сопровождается активацией свертывающих и противосвертывающих механизмов крови, сильная же криотравма сопровождается депрессией противосвертывающих механизмов крови с коагулопатией потребления II стадии.

На степень криоповреждения указывает и активность ферментов, являющихся свидетелями криотравмы. К ним относятся ЛДГ и КФК, которые по-разному изменяются при действии раздражителя разной интенсивности.

Данные об изменении активности ферментов приведены в табл. 4.

Таблица 4

**Изменение активности креатинкиназы и лактатдегидрогеназы у больных с площадью поражения 3-5% (2), площадью более 5% (3) и в контроле (1)**

Показатели	1	2	3
Активность общей ЛДГ, Е/л	410,0±20,7	560,0±21,6	870,0±45,6
Активность ЛДГ-1+ЛДГ-2, Е/л	240,0±14,1	290,0±18,7	380,0±16,2
Активность креатинкиназы, Е/л	130,0±14,4	210,0±18,8	990,0±42,2
Активность изофермента КК, МВКК, Е/л	14,0±2,3	45,0±2,4	65,0±5,8

Примечание: \* – достоверность различия с контролем <0,05

Отморожение сопровождается также нарушением кровообращения в зоне повреждения. Данные об изменении кровообращения в зоне криотравмы, а также и системного кровообращения представлено в табл. 4.

В реактивный период отморожения отмечалось изменение как системного, так и органного кровообращения, проявляющегося снижением производительности сердечной деятельности и повышением периферического сопротивления в зоне отморожения с одновременным снижением кровотока, образованием тромбов, которые усугубляют нарушение кровообращения. Выход жидкой части крови за пределы поврежденных сосудов приводил к снижению объема циркулирующей крови (ОЦК) с 5860,0±149,3 мл до 5000,0±111,4 мл.

Одновременно с изменением кровообращения отмечалось нарушение агрегатного состояния крови с развитием коагулопатии потребления. Коагулопатия III фазы при таких отморожениях не происходит, так как включающиеся КПА увеличивают активность антиплазминов, и в частности α<sub>2</sub>-макроглобулина

и *a1*-антитрипсина. Тормозя реактивность адренергических структур мозга введением в артерию пораженной конечности смеси, состоящей из ацетилхолина, рауседила, гепарина и фибринолизина, мы включаем СПА, направленные на активацию антиокислительных и противосвертывающих механизмов крови, что сопровождается снижением тяжести некротических расстройств.

В физиологических условиях количество крови, протекающее через органы и ткани, относительно постоянно. Перераспределение минутного объема крови между различными сосудистыми областями в физиологических условиях находится в прямой зависимости от уровня метаболизма в тканях. Во время действия холодовой травмы изменения носят вначале адаптивный характер. В охлажденном участке снижается кровоток и как следствие – уменьшается теплоотдача. В то же время сохраняется циркуляция в наиболее жизненно важных органах тканей.

Введение смеси, состоящей из ацетилхолина, рауседила, гепарина, фибринолизина и новокаина в реактивный период отморожения, предупреждает развитие некроза тканей там, где он мог быть значительным. Происходит улучшение регионарного кровообращения конечности, в артерию которой был введен раствор, а также переключение на СПА за счет выключения адренергических структур мозга.

При этом изменяются показатели свертывающей и противосвертывающей систем крови, активируются холинреактивные структуры мозга, улучшается агрегатное состояние крови с одновременным увеличением ОЦК (табл. 5).

*Таблица 5*

**Изменение вегетативных компонент адаптивной реакции при лечении больных с отморожением внутриартериальным введением смеси. 1 – контроль, 2 – состояние в реактивный период, 3 – после введения смеси в артерию, 4 – после лечения через неделю**

Показатели	1	2	3	4
Время свертывания крови, с	310,8±7,65	190,7±10,1*	320,8±8,75	298,0±11,4
Время рекальцификации, с	96,0±2,71	68,0±3,32*	105,4±4,86*	101,0±3,42
К-ция фибриногена, мкмоль/л	10,2±0,12	9,2±0,17	10,0±0,18	11,4±0,12*
Гепарин, Е/мл	0,50±0,20	0,35±0,01*	0,60±0,01*	0,55±0,02
Антитромбин III, %	93,5±2,41	64,0±1,87*	87,5±2,41	91,0±1,84
Плазмин, мм <sup>2</sup>	12,0±0,58	4,0±0,28*	16,0±0,84*	13,0±0,76
Ацетилхолин, нмоль/л	108,0±6,62	59,0±2,91*	94,0±6,01*	106,0±6,42
Катехоламины, мкг/л	31,8±3,87	135,6±5,56*	100,0±8,61*	80,0±8,54*
Серотонин, мкмоль/л	0,62±0,05	1,15±0,72*	0,70±0,66	0,60±0,38
ОЦК, мл	5680,0±149,3	5000,0±111,4*	5210,0±116,4	5280,0±174,9

Примечание: \* – достоверность различия с контролем <0,05

Как видно из табл. 5, под влиянием лечения нормализуются вегетативные показатели крови и одновременно уменьшается боль и отек в пораженной конечности. Быстро восстанавливается чувствительность. Активность факторов свертывающей системы крови постепенно возвращается к исходной величине, нормализуется и обмен биологически активных аминов. На торможение процессов крионекроза указывало и снижение активности сывороточных ферментов.

Применение низкоэнергетического лазерного излучения в реактивный период в течение 10 минут ежедневно вызвало значительное уменьшение болевой реакции и более быстрое заживление раневой поверхности. При этом характерными были изменения вегетативных компонент адаптивной реакции. В таблице приведены данные об изменении агрегатного состояния крови в процессе лечения низкоэнергетическим лазерным излучением.

Как видно из табл. 6, криотравма сопровождается активацией свертывающих и депрессией противосвертывающих механизмов крови. Характерным при применении лазерного излучения в реактивный период отморожения была активация противосвертывающей системы крови, приводящей к нормализации кровообращения. Активация плазмينا происходила за счет торможения антиплазминов, концентрация которых при применении лазерного излучения снижалась на 80-100%. Активность противосвертывающей системы крови зависит от активности холинергических механизмов мозга, активность которых при действии низкоэнергетического лазерного излучения возрастала. Данные об изменении биологически активных аминов в процессе лечения представлены в табл. 7.

Таблица 6

**Агрегатное состояние крови у контрольной группы (1), в реактивный период отморозения (2), в процессе лечения (3) и выздоровления (4)**

Показатели	1	2	3	4
Время свертывания крови, с	318,4±5,27	199,5±4,91*	260,2±12,8*	351,6±16,4*
Время рекальц. плазмы, с	89,4±2,65	61,8±1,89*	69,5±4,31*	95,3±2,47
Концентрация фибриногена, мкмоль/л	10,4±0,10	9,9±0,08	11,1±0,14*	10,7±0,13
Растворимый фибрин, мкмоль/л	0,18±0,01	0,31±0,02*	0,25±0,01*	0,19±0,01
Продукты деградации фибриноген/фибрин, нмоль/л	60,2±2,54	49,6±1,89*	108,6±3,78*	84,5±2,69*
Гепарин, Е/мл	0,47±0,01	0,28±0,01*	0,52±0,03	0,54±0,02*
Антитромбин III, %	90,4±2,62	64,0±1,89*	93,5±3,51	89,2±2,68
Активность плазмينا, мм <sup>2</sup>	11,5±0,68	4,2±0,26*	15,7±1,12*	13,1±0,89
α2-макроглобулин, мкмоль/л	3,8±0,11	6,1±0,25*	3,1±0,12*	3,6±0,09
α1-макроглобулин, мкмоль/л	36,8±1,64	52,4±1,87*	28,9±1,52*	28,7±1,08*

Примечание: \* – достоверность различия с контролем <0,05

Таблица 7

**Изменение концентрации биологически активных аминов и перекисного окисления липидов в процессе лечения лазерным излучением больных с отморожением (3), выздоровления (4), отморожения в реактивном периоде (2) и контроле (1)**

Показатели	1	2	3	4
Ацетилхолин, нмоль/л	110,7±5,72	59,0±2,61	90,6±4,12	98,5±3,18
Катехоламины, мкг/л	28,6±3,41	97,5±5,21	47,5±2,84	31,0±1,89
Серотонин, мкмоль/л	0,62±0,05	0,34±0,08	0,68±0,10	0,59±0,06
Гидроперекиси, ОЕ/мл	1,40±0,08	1,90±0,06	1,51±0,04	1,48±0,05
Малоновый диальдегид, мкмоль/л	4,5±0,16	5,9±0,22	4,5±0,12	4,3±0,12
Общая антиокислительная активность, %	31,4±2,71	20,3±2,54	31,0±2,82	30,2±1,78
Каталаза, мкат/л	9,8±0,52	6,6±0,41	9,9±0,54	10,5±0,79
СОД, ОЕ/мг белка эритроцитов	32,6±1,86	28,7±1,12*	39,2±1,31*	36,0±1,62*
Глютатионпероксидаза, мкмоль/л.с	7,5±0,32	4,9±0,23*	8,9±0,38*	7,8±1,61
Глютатион восстановленный, мамоль/л	5,0±0,06	3,3±0,04*	6,4±0,07*	5,2±0,98

Примечание: \* – достоверность различия с контролем <0,05

Включение СПА способствует активации холинергических структур мозга, антиокислительного и противосвертывающего потенциалов, что способствует сопереживанию с раздражителем и торможению некротических процессов в зоне криотравмы. На меньшее повреждение указывает и незначительное повышение активности ферментов индикаторов криотравмы, данные о которых представлены в табл. 8.

Таблица 8

**Изменение активности креатинкиназы и лактатдегидрогеназы в процессе лечения низкоэнергетическим лазерным излучением больных с отморожением (3), до лечения (2) и в конце лечения (4), контроль (1)**

Показатели	1	2	3	4
Общая ЛДГ, Е/л	410,0±20,7	570,0±21,5*	490,0±14,7*	380,0±29,6
ЛДГ-1+ЛДГ-2, Е/л	240,0±14,1	290,0±16,2*	250,0±26,1	200,0±15,3
Креатинкиназа общая, Е/л	130,0±14,4	230,0±22,7*	190,0±25,2*	140,0±21,6
МВ-КК, Е/л	14,0±2,3	46,0±2,2*	38,0±5,4*	21,0±5,6

Примечание: \* – достоверность различия с контролем <0,05

Как видно из табл. 8, применение низкоэнергетического лазерного излучения сопровождается торможением некротического процесса, проявляющегося меньшим выходом из разрушенных тканей ферментов-индикаторов криотравмы – лактатдегидрогеназы и креатинкиназы.

**Заключение.** Внутривенное введение смеси новокаина, гепарина, фибринолизина и раусе-дила тормозит развитие некротических процессов при отморожении. Применение низкоэнергетического лазерного излучения в реактивный период отморожения, сопровождается быстрее-шим излечением с торможением некротических процессов при отморожении.

### Литература

1. Беляева Е.А., Хадарцева К.А., Паньшина М.В., Митюшкина О.А. Физиологическое значение различных колебаний и ритмов (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №1. Публикация 3-6. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5082.pdf> (дата обращения: 20.03.2015). DOI: 10.12737/10336.
2. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Филатов М.А. Complexity – особый тип биомедицинских и социальных систем // Вестник новых медицинских технологий. 2013. № 1. С. 17–22.
3. Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Filatova O.E., Filatova D.U. Chaotic approach in bio-medicine: individualized medical treatment // J. Biomedical Science and Engineering. 2013. V. 6, № 8. P. 847–853.
4. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Ч. VI. Системный анализ и синтез в изучении явлений синергизма при управлении гомеостазом организма в условиях саногенеза и патогенеза: Монография / Под ред. Еськова В.М., Хадарцева А.А. Самара: ООО «Офорт», 2005. 153 с.
5. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Козырев К.М., Гонтарев С.Н. Медико-биологическая теория и практика: Монография / Под ред. Тыминского В.Г. Тула: Изд-во ТулГУ – Белгород: ЗАО «Белгородская областная типография», 2011. 231 с.
6. Сидорова И.С., Хадарцев А.А., Еськов В.М., Морозов В.Н., Сапожников В.Г., Хритинин Д.Ф., Волков В.Г., Глотов В.А., Гусейнов А.З., Карасева Ю.В., Купеев В.Г., Гусак Ю.К., Папшев В.А., Гранатович Н.Н., Рачковская В.А., Руднева Н.С., Сергеева Ю.В., Тутаева Е.С., Хапкина А.В., Чибисова А.Н. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Часть IV. Обработка информации, системный анализ и управление (общие вопросы в клинике, в эксперименте): Монография / Под ред. Хадарцева А.А. и Еськова В.М. Тула: Тульский полиграфист, 2003. 238 с.
7. Хадарцев А.А. Фрактальность природы и гармония в саногенезе // Клиническая медицина и фармакология. 2015. № 3(3). С. 2–10.
8. Лучаков Ю.И., Шабанов П.Д., Несмеянов А.А., Хадарцев А.А. Влияние соотношения размеров ядра и оболочки на тепловой гомеостазис некоторых животных // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 2-20. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4785.pdf> (дата обращения: 30.04.2014). DOI: 10.12737/3862.
9. Хапкина А.В. Системный анализ механизмов адаптации при криотравме: дисс. к.б.н. Тула, 2002.
10. Морозов В.Н., Драгомрай В.Н., Хадарцев А.А., Карасева Ю.В., Хапкина А.В., Морозова В.И., Гусак Ю.К. Фитоэкдистероиды (естественные синтоксины), как модуляторы, адаптивных программ организма при действии раздражителей внешней и внутренней среды: Монография. Тула: Издательство Тульского государственного университета, 2006. 54 с.
11. Морозов В.Н., Хадарцев А.А., Карасева Ю.В., Морозова В.И., Хапкина А.В. Диагностика адаптивных процессов у лиц, подверженных длительному холодовому воздействию // Клиническая лабораторная диагностика. 2001. № 11. С. 45–46.
12. Белевитин А.Б., Гусак Ю.К., Дармограй В.Н., Еськов В.М., Зилов В.Г., Карасева Ю.В., Кидалов В.Н., Купеев В.Г., Лобзин Ю.В., Макеев Б.Л., Морозов В.Н., Морозова В.И., Несмеянов А.А., Никитин А.Э., Панов П.Б., Потоцкий В.В., Филатова О.Е., Хадарцев А.А., Хадарцева К.А., Хапкина А.В., Хижняк Е.П., Цыган В.Н., Чечеткин А.В. Диверсификация результатов научных открытий в медицине и биологии. Тула, 2009. Т. 1. 256 с.
13. Морозов В.Н., Хадарцев А.А., Хапкина А.В. Роль синтоксических и кататоксических программ адаптации в патогенезе местной холодовой травмы (отморожении) // Вестник новых медицинских технологий. 2001. Т. 8, № 1. С. 27–30.
14. Брагинский М.Я., Вечканов И.Н., Глушук А.А., Еськов В.М., Еськов В.В., Меркулова Н.Н., Мишина Е.А., Пашнин А.С., Полухин В.В., Степанова Д.И., Филатова О.Е., Филатов М.А., Хадарцев А.А., Хадарцева К.А., Хисамова А.В., Шипилова Т.Н., Чантурия С.М. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Часть VIII. Общая теория систем в клинической кибернетике / Под ред. В.М. Еськова, А.А. Хадарцева. Самара: ООО «Офорт», 2009. 198 с.

15. Леонов Б.И., Потоцкий В.В., Филатова О.Е., Фудин Н.А., Хрупачев А.Г., Нифонтова О.Л., Полухин В.В., Попов Ю.М., Хадарцева К.А., Балтиков А.Р., Вечканов И.Н., Гацко Ю.С., Грачев Р.В., Дерпак В.Ю., Долгушин А.Е., Каменев Л.И., Корчина И.В., Кострубина В.А., Кошевой О.А., Курзина С.Ю. Диверсификация результатов научных открытий в медицине и биологии. Тула-Белгород, 2010. Том II.
16. Абрамова О.Н., Гусак Ю.К., Дармограй В.Н., Карасева Ю.В., Морозова В.И., Морозов В.Н., Хадарцева К.А. Психонейроиммунологические особенности процессов адаптации у больных с поздним гестозом // Вестник новых медицинских технологий. 2007. Т. 14, № 2. С. 75–78.
17. Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Москвин С.В. Электролазерная миостимуляция и лазерофорез биологически активных веществ в сорте // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016. Т. 93, №2. С. 59–67.
18. Хадарцев А.А. Влияние низкоинтенсивного излучения на клеточные факторы крови (краткий обзор литературы) // Сборник статей «Перспективы вузовской науки: к 25-летию вузовского медицинского образования и науки Тульской области». Часть 2. Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. С. 4–15.
19. Москвин С.В., Хадарцев А.А. Лазерный свет – можно ли им навредить? (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. 2016. № 3. С. 265–283.
20. Москвин С.В., Хадарцев А.А. Возможные способы и пути повышения эффективности лазерофореза (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2016. №4. Публикация 8-10. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-4/8-10.pdf> (дата обращения: 13.12.2016). DOI: 10.12737/23519.
21. Москвин С.В., Хадарцев А.А. КВЧ-лазерная терапия. М.-Тверь: Издательство «Триада», 2016. 168 с.

#### References

1. Belyaeva EA, Khadartseva KA, Pan'shina MV, Mityushkina OA. Fiziologicheskoe znachenie razlichnykh kolebaniy i ritmov (obzor literatury) [The physiological significance of the different vibrations and rhythms (review)]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie. 2015 [cited 2015 Mar 20];1 [about 6 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5082.pdf>. DOI: 10.12737/10336.
2. Es'kov VM, Khadartsev AA, Es'kov VV, Gavrilenko TV, Filatov MA. Complexity – osobyi tip biomeditsinskikh i sotsial'nykh system [Complexity - a special type of biomeditsinskikh and social systems]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2013;1:17-22. Russian.
3. Eskov VM, Khadartsev AA, Eskov VV, Filatova OE, Filatova DU. Chaotic approach in biomedicine: individualized medical treatment. J. Biomedical Science and Engineering. 2013;6(8):847-53.
4. Khadartsev AA, Es'kov VM. Sistemnyy analiz, upravlenie i obrabotka informatsii v biologii i meditsine. Ch. VI. Sistemnyy analiz i sintez v izuchenii yavleniy sinergizma pri upravlenii gomeostazom organizma v usloviyakh sanogeneza i patogeneza [System analysis, management and information processing in biology and medicine]: Monografiya. Pod red. Es'kova VM, Khadartseva AA. Samara: OOO «Ofort»; 2005. Russian.
5. Khadartsev AA, Es'kov VM, Kozyrev KM, Gontarev SN. Mediko-biologicheskaya teoriya i praktika [Biomedical Theory and Practice]: Monografiya. Pod red. Tyminskogo VG. Tula: Izd-vo TulGU – Belgorod: ZAO «Belgorodskaya oblastnaya tipografiya»; 2011. Russian.
6. Sidorova IS, Khadartsev AA, Es'kov VM, Morozov VN, Sapozhnikov VG, Khritinin DF, Volkov VG, Glotov VA, Guseynov AZ, Karaseva YV, Kupeev VG, Gusak YK, Papshev VA, Granatovich NN, Rachkovskaya VA, Rudneva NS, Sergeeva YV, Tutaeva ES, Khapkina AV, Chibisova AN. Sistemnyy analiz, upravlenie i obrabotka informatsii v biologii i meditsine [System analysis, management and processing of information in biology and medicine]. Chast' IV. Obrabotka informatsii, sistemnyy analiz i upravlenie (obshchie voprosy v klinike, v eksperimente): Monografiya. Pod red. Khadartseva AA i Es'kova VM. Tula: Tul'skiy poligrafist; 2003. Russian.
7. Khadartsev AA. Fraktal'nost' prirody i garmoniya v sanogeneze [Fractal nature and harmony in sanogenesis]. Klinicheskaya meditsina i farmakologiya. 2015;3(3):2-10. Russian.
8. Luchakov YI, Shabanov PD, Nesmeyanov AA, Khadartsev AA. Vliyanie sootnosheniya razmerov yadra i obolochki na teplovoy gomeostazis nekotorykh zhivotnykh [Effect sizes and the ratio of core to shell thermal homeostasis of some animals]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie. 2014 [cited 2014 Apr 30];1 [about 8 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4785.pdf>. DOI: 10.12737/3862.
9. Khapkina AV. Sistemnyy analiz mekhanizmov adaptatsii pri kriotravme [System analysis in trauma adaptation mechanisms] [dissertation]. Tula (Tula region); 2002. Russian.
10. Morozov VN, Dragomray VN, Khadartsev AA, Karaseva YV, Khapkina AV, Morozova VI, Gusak YK. Fitoekdisteroidy (estestvennye sintoksiny), kak modulyatory, adaptivnykh programm organizma pri deystvii razdrzhitel'nykh veshchestv i vnutrenney sredy [Phytoecdysteroids (natural sintoksiny) as modulators of

adaptive programs of the organism under the influence of stimuli external and internal environment]: Monografiya. Tula: Izdatel'stvo Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta; 2006. Russian.

11. Morozov VN, Khadartsev AA, Karaseva YV, Morozova VI, Khapkina AV. Diagnostika adaptivnykh protsessov u lits, podverzhennykh dlitel'nomu kholodovomu vozdeystviyu [Diagnosis of adaptive processes in individuals exposed to prolonged cold exposure]. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*. 2001;11:45-6. Russian.

12. Belevitin AB, Gusak YK, Darmogray VN, Es'kov VM, Zilov VG, Karaseva YV, Kidalov VN, Kuppeev VG, Lobzin YV, Makeev BL, Morozov VN, Morozova VI, Nesmeyanov AA, Nikitin AE, Panov PB, Pototskiy VV, Filatova OE, Khadartsev AA, Khadartseva KA, Khapkina AV, Khizhnyak EP, Tsygan VN, Chetkin AV. Diversifikatsiya rezultatov nauchnykh otkrytiy v meditsine i biologii. [Diversification of the results of scientific discoveries in medicine and biology]Tula; 2009. T. 1. Russian.

13. Morozov VN, Khadartsev AA, Khapkina AV. Rol' sintoksicheskikh i katatoksicheskikh programm adaptatsii v patogeneze mestnoy kholodovoy travmy (otmorozhenii) [Role sintoksicheskikh katatoksicheskikh and adaptation programs in the pathogenesis of local cold injury (frostbite)]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2001;8(1):27-30. Russian.

14. Braginskiy MY, Vechkanov IN, Glushchuk AA, Es'kov VM, Es'kov VV, Merkulova NN, Mishina EA, Pashnin AS, Polukhin VV, Stepanova DI, Filatova OE, Filatov MA, Khadartsev AA, Khadartseva KA, Khisamova A.V., Shipilova T.N., Chanturiya S.M. Sistemnyy analiz, upravlenie i obrabotka informatsii v biologii i meditsine. Chast' VIII. Obshchaya teoriya sistem v klinicheskoy kibernetike [General Systems Theory in Clinical cybernetics]. Pod red. Es'kova VM, Khadartseva AA. Samara: OOO «Ofort»; 2009. Russian.

15. Leonov BI, Pototskiy VV, Filatova OE, Fudin NA, Khrupachev AG, Nifontova OL, Polukhin VV, Popov YM, Khadartseva KA, Baltikov AR, Vechkanov IN, Gatsko YS, Grachev RV, Derpak VY, Dolgushin AE, Kamenev LI, Korchina IV, Kostubina VA, Koshevoy OA, Kurzina SYu. Diversifikatsiya rezultatov nauchnykh otkrytiy v meditsine i biologii [Diversification of the results of scientific discoveries in medicine and biology]. Tula-Belgorod; 2010. Tom II. Russian.

16. Abramova ON, Gusak YK, Darmogray VN, Karaseva YV, Morozova VI, Morozov VN., Khadartseva KA. Psikhoneyroimmunologicheskie osobennosti protsessov adaptatsii u bol'nykh s pozdnim gestozom [especially the adaptation process in patients with late preeclampsia]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2007;14(2):75-8. Russian.

17. Khadartsev AA, Fudin NA, Moskvina SV. Elektrolazernaya miostimulyatsiya i lazeroforez biologicheski aktivnykh veshchestv v sorte [Electrolaser myostimulation and laser phoresis of biologically active substances in the grade]. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoy fizicheskoy kul'tury*. 2016;93(2):59-67. Russian.

18. Khadartsev AA. Vliyanie nizkointensivnogo izlucheniya na kletochnye faktory krovi (krat-kiy obzor literatury). Sbornik statey «Perspektivy vuzovskoy nauki: k 25-letiyu vuzovskogo meditsinskogo obrazovaniya i nauki Tul'skoy oblasti» [Effect of low-intensity radiation on cellular blood factors (fold-lish literature review)]. Chast' 2. Tula: Izd-vo TulGU; 2016. Russian.

19. Moskvina SV, Khadartsev AA. Lazernyy svet – možno li im navredit'? (obzor literatury) [Laser light - whether they can do much harm? (literature review)]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2016;3:265-83. Russian.

20. Moskvina SV, Khadartsev AA. Vozmozhnye sposoby i puti povysheniya effektivnosti laze-roforeza (obzor literatury) [Possible ways and means of increasing the efficiency of lasers, roforeza (review)]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie*. 2016 [cited 2016 Dec 13];4 [about 6 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-4/8-10.pdf>. DOI: 10.12737/23519.

21. Moskvina SV, Khadartsev AA. KVCh-lazernaya terapiya [EHF-therapy laser]. M.-Tver': Izdatel'stvo «Triada»; 2016. Russian.

---

**Библиографическая ссылка:**

Хапкина А.В., Карасева Ю.В., Киреев С.С., Светлова С.Ю., Дронова Е.В. Холодовая травма // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. №1. Публикация 2-14. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-1/2-14.pdf> (дата обращения: 28.02.2017). DOI: 10.12737/25081.