



**СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕОРГАНИЗАЦИИ СОСУДОВ  
В УСЛОВИЯХ ГИПОТЕРМИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ  
(краткий обзор отечественной литературы)**

Н.А. КОРСИКОВ, Д.Н. БОНДАРЕНКО, А.Ю. ДОЛГАТОВ, А.В. ЛЕПИЛОВ, И.П. БОБРОВ

*ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет»,  
пр-т Ленина, д. 40, г. Барнаул, 656038, Россия*

**Аннотация. Введение.** Данная работа представляет собой литературный обзор научных исследований, посвященных действию холодового фактора как стрессового на сосуды кровеносного русла. Рассматриваются как структурно-морфологические изменения, проявляемые после воздействия низких температур со стороны отдельных органов и общего состояния организма, так и возникающие компенсаторно-приспособительные реакции. Последний аспект является наиболее важным, так как в последующем это будет использовано в целях терапии. Было проанализировано несколько научных работ, по большей части основанные на экспериментах, но данная тема остается малоизученной по сравнению с другими областями патологической анатомии. **Цель исследования** – изучение и структурирование материала по гипотермическим воздействиям на сосуды в виде литературного обзора. **Материалы и методы исследования:** в рамках исследования был произведен анализ и обобщение литературных данных, формулировка выводов. В работе использовались статьи, опубликованные в открытой печати, в электронных версиях и свободно доступные в полнотекстовом варианте. Были использована база данных E-Library. **Результаты и их обсуждение:** в процессе адаптационных реакций, возникающих в ответ на холодовое воздействие, можно выделить вазоконстрикцию периферических сосудов, которая приводит к перераспределению крови в организме. Также особое внимание уделено повреждению эндотелия – сосудистой стенки, что возможно благодаря разнообразным маркерам повреждения. При изучении срочной или долговременной адаптации изучают распределение адренорецепторов. **Заключение:** проанализировав научные работы и исследования, можно сказать, что холодовая травма начинает отрицательно действовать на организм именно с системы кровообращения, по большей части с сосудов. Связано это как с прямым охлаждением крови как жидкости, так и с включением компенсаторно-приспособительных реакций организма, которые при истощении приводят к повреждению сосудистой стенки. Главным проявлением гипотермии со стороны сосудов является их спазм, который приводит к нарушению кровоснабжения органов: наиболее ярко это выражено в легких.

**Ключевые слова:** гипотермия, холодовая травма, повреждение, сосуды

**STRUCTURAL AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF VASCULAR REORGANIZATION UNDER HYPOTHERMIC INJURY CONDITIONS  
(brief review of the domestic literature)**

N.A. KORSIKOV, D.N. BONDARENKO, A.Yu. DOLGATOV, A.V. LEPILOV, I.P. BOBROV

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Altai State Medical University”,  
40 Lenina ave, Barnaul, 656038, Russia*

**Abstract. Introduction.** This paper is a literature review of scientific studies devoted to the cold factor effect as a stress factor on blood vessels. Both structural and morphological changes manifested after exposure to low temperatures on the part of individual organs and the general state of the organism, and compensatory-adaptive reactions arising are considered. The latter aspect is the most important, as it will be used for therapeutic purposes in the future. Several scientific papers, mostly based on experiments, have been analyzed but this topic remains understudied compared to other areas of pathological anatomy. **Purpose** of the study is to review and structure the material on hypothermic effects on blood vessels in the form of a literature review. **Materials and methods of the study:** within the framework of the research the literature data were analyzed and summarized, conclusions were formulated. Articles published in the open press, in electronic versions and freely available in the full-text version were used in the work. The E-Library database was used. **Results and their discussion:** in the process of adaptive reactions occurring in response to cold exposure, we can highlight the vasoconstriction of peripheral vessels, which leads to redistribution of blood in the body. Damage to the endothelium, the vascular wall, was also emphasized. Such damage is possible due to a variety of damage markers. In the study of urgent or long-term adaptation, the adrenoceptors distribution is studied. **Conclusion:** having analyzed scientific

works and researches, it is possible to say that cold trauma starts to have a negative effect on the organism precisely from the circulatory system, mostly from the blood vessels. It is connected both with direct cooling of blood as a liquid, and with inclusion of organism compensatory-adaptive reactions, which lead to damage of a vascular wall at exhaustion. The main manifestation of hypothermia on the part of vessels is their spasm, which leads to disruption of organs blood supply: it is most pronounced in lungs.

**Key words:** hypothermia, cold injury, damage, vessels

**Введение.** В настоящий момент холодовая травма является для населения Российской Федерации актуальной проблемой: территория страны с точки зрения природного воздействия неоднородна. Например, отдельно в постановлениях Правительства выделяют районы с повышенными природно-климатическими условиями, к которым относятся Крайний Север с Арктикой, часть Восточной Сибири и Дальнего Востока. По разным оценкам, площадь территорий с особыми климатическими трудностями составляет 88% от всей страны. В связи с этим можно говорить, что природные факторы (отрицательные температуры, перепады температур и волны жара и холода) приводят к таким возможным последствиям, как обморожения и смерти от гипотермии [6].

Актуальность работ по гипотермии связана с развитием урбанизации районов Крайнего Севера: еще со времен СССР шло бурное покорение «пустых территорий», богатыми ископаемыми ресурсами [12]. Суровый климат данных регионов приводит к чрезвычайным ситуациям, связанными с холодовыми повреждениями. Доля травм при обморожении среди населения крупных городов достигает от 1 до 10 % (в первую очередь страдают лица без определенного места жительства и граждане, злоупотребляющие алкоголем). Часто данные повреждения приводят к инвалидизации: по статистике, из больных, перенесших холодовую травму, инвалидами становятся от 70 до 94 %. Поражения в большинстве своем касаются нижних конечностей: это длительное заживление ран, хронический остеомиелит с обострениями. Связано это с наличием заболеваний, нарушающих кровоснабжение ног (атеросклероз, осложнения диабета) [1].

Если смотреть открытые данные, то в Российской Федерации смерть от холодовой травмы зарегистрирована в 1,8-3,9 % случаев (средне – 2, 44 %) [2]. По открытым данным Росстата за 2021 год от общего переохлаждения организма умерло 157 человек (101 – городское население, 56 – сельское) [22]. По городу Барнаулу характеристика смерти от обморожения за 2012-2016 года предоставлена КГБУЗ «Алтайским краевым бюро судебной экспертизы»: всего за данный период проведено 13268 экспертиз, 123 связаны со смертью от гипотермии (0,93 %) [10]. Поэтому можно сказать, что каждый житель северных регионов сталкивался с воздействием низких температур.

У человека, как у высшего животного, в организме есть механизм регуляции процессов теплообразования и теплоотдачи, тем самым обеспечивая «термодинамическую свободу» и способность поддерживать жизнедеятельность в условиях экстремальных температур, чаще всего низких [20]. В основе холодовой травмы лежит дисбаланс между воздействием окружающей среды и защитными способностями организма: когда действие приспособительных реакций уже не может обеспечивать адекватное образование тепла и его отдачу, наступают патологические процессы [8]. Изучение же действия гипотермии на сосуды связано с тем, что при обморожениях лечение направлено на восстановление кровоснабжения в пораженных конечностях, что невозможно без исследования патогенеза и морфологических особенностей. За последнее время, в связи с участвовавшими случаями замерзания и отморожения, интерес к данной теме повысился, хотя проблема патогенеза данного явления так и не выяснена окончательно [21]. Не нужно забывать, что течение любого повреждения организма, особенно холодовой травмы, будет осложнено наличием хронических заболеваний, чаще всего со стороны сердечно-сосудистой и нервных систем [14].

**Цель исследования** – изучение и структурирование материала по гипотермическим воздействиям на сосуды в виде литературного обзора.

**Материалы и методы исследования:** В рамках исследования был произведен анализ и обобщение литературных данных, формулировка выводов. В работе использовались статьи, опубликованные в открытой печати, в электронных версиях и свободно доступные в полнотекстовом варианте. Была использована база данных *E-Library*.

**Результаты и их обсуждение.** Используя термин «гипотермия», мы имеем в виду состояние организма, при котором невозможно поддержание адекватного обмена веществ и функционирования в связи с воздействием низких температур [8]. Для начала нужно физиологически объяснить, почему вообще окружающая среда, в особенности низкие температуры, могут влиять на организм вплоть до того, что он перестает адекватно функционировать. Как уже было сказано, человек относится к высшим организмам, то есть гомойотермным – температура организма поддерживается независимо от окружающей среды. Это привилегия, за которую приходится расплачиваться не только постоянным потреблением пищи ради поддержания баланса энергии на должном уровне. Скорость всех химических реакций зависит от температуры. Но из закона распространения тепла следует, что тепло переходит из области с более высокой

температуры (из клетки, где происходят реакции) в область с более низкой. Получается, что при стрессовой реакции в виде воздействия низких температур, организм ощущает дискомфорт и не способен осуществлять привычную деятельность в связи с несовершенностью адаптационных механизмов. Тогда мы видим проявления гипотермии в виде повреждений кожи и внутренних органов [21]. Не совсем ясны критерии температуры, являющейся причиной холодовой травмы: авторы по-разному выделяют диапазон для возникновения переохлаждения [23]. Говорят о воздействии температуры ниже холодого порога, то есть ниже  $36,2^{\circ}\text{C}$  [8]. По разным данным, холодовая травма возникает в диапазоне от  $-11$  до  $-20^{\circ}\text{C}$  (45 %), затем (30 %) – от  $-1$  до  $-10^{\circ}\text{C}$ , и (16 %) – выше  $0^{\circ}\text{C}$ . При этом в наиболее низкую температуру ( $-30^{\circ}\text{C}$ ) зафиксировано меньше всего случаев смерти – всего 9 %. [23]. По другим источникам, нормальная температура считается от  $36,0$  до  $37,5^{\circ}\text{C}$ , тогда порогом гипотермии будет другое значение. Также следует учитывать неоднородность температуры тела: конечности чаще всего холоднее на  $2-4^{\circ}\text{C}$ , чем грудная или брюшная полость, и кожа рук или ног более лабильна [4]. Следует обратить внимание, что не только это влияет на обморожение: например, сравнительно высокая температура ( $0^{\circ}\text{C}$ ) в совокупности с высокой влажностью приводит к поражению стоп при промокании обуви [7]. Но если спорить о разной температуре как о причине можно, то о возникающих затем стрессе и гипоксии как следствиях говорят точно: они приводят к развитию процессов дисрегуляции, которые являются основой для ишемических процессов (не всегда обратимых) [11].

При адаптации к воздействию холодного фактора принимают участие многие системы органов, но имеет смысл остановиться именно на сердечно-сосудистой, так кровоснабжение страдает в первую очередь. Одной из первых компенсаторно-приспособительной реакций в ответ на низкую температуру является вазоконстрикция периферических сосудов, приводящей к перераспределению крови в организме. Это можно выявить в достаточно простых экспериментах: как пример, при воздействии холода на область переносицы сосуды конъюнктивы сужаются, а при погружении руки в холодную воду наблюдается снижение периферического кровотока вследствие констрикции сосудов кожи (повышение тонуса сосудов как среднего, так и крупного калибра). При этом интересно, что сердечный ответ на воздействие холода зависит от области охлаждения. При гипотермии конечностей рефлекторная реакция сердечно-сосудистой системы не имеет такого выраженного ответа, как при охлаждении лица: тогда эффект брадикардии совмещается с повышением артериального давления. Скорее всего, данные изменения связаны с влиянием центральной нервной системы, точнее ее симпатического отдела, но это не выяснено до конца, так как есть другие гипотезы: интересна та, при которой ток крови регулируется сокращениями коллагена при гипотермии [7]. По итогу это приводит к централизации крови, что в исходе изменяет ее реологические свойства вследствие замедления скорости кровотока. Также гипотермия непосредственно снижает температуру крови, что приводит к морфологическим нарушениям. В первую очередь это проявляется в сердечной мышце, так как вся кровь проходит через главный «насосный» орган. Из-за повреждения кардиомиоцитов сократительная способность миокарда снижается, что приводит к проблеме кровоснабжения органов и гипоксии из-за снижения наставки кислорода тканям. Это приводит к различным дистрофическим изменениям органов, к нарушению их функционирования, при этом изменения происходят на ультраструктурном уровне в виде поражений органелл (митохондрий) [18, 5].

Нарушения системы микроциркуляции, в том числе гемостаза, и развития реакции воспаления в ответ на холодовую травму начинаются с повреждения эндотелия сосудов. Давно установлено, что в механизмах патологических изменений важную роль играют процессы альтерации эндотелия наравне с его дисфункцией. Это связано с высокой дифференцировкой клеток сосудов, так как из-за этого чувствительность к действию низких температур возрастает. Важно понимать, что механизма поражения сосудов взаимосвязаны с работой систем гемостаза: выявляются сдвиги системы свертывания крови, фибринолиза, а также нарушения обмена ткани.

При изучении гипотермии особое внимание уделяют маркерам повреждения: основным при гипотермии эндотелия являются десквамированные клетки. Исследования показали, что их максимальное увеличение наблюдается в раннем реактивном периоде холодовой травмы. В ответ следует повышение провоспалительных цитокинов. Чем больше поврежденной ткани, тем больше возрастает количество десквамированных клеток. Уже в позднем реактивном периоде обморожения данные эндотелиоциты снижаются. Особое внимание уделяют элементам, участвующим в регуляции сосудистого тонуса. Оксид азота (*NO*) является регулятором вазодилатации сосудов, поэтому его снижение в реактивном периоде в 1,5 раза указывает на повреждение клеток эндотелия. За этим следует дисбаланс в выработке регуляторных веществ, что приводит к спазму микроциркуляторного русла. В дальнейшем, в том числе в позднем реактивном периоде, наблюдается дальнейшее снижение оксида азота. Вазоконстрикция приводит также к агрегации клеток крови, что приводит к кровоизлияниям в системе жизненно важных органов.

Выше сказано о взаимосвязи повреждения ткани и возрастания провоспалительных цитокинов. Важно понимать, что по данным показателям можно судить как о функциональной целостности эндотелия, так и о развитии воспалительной реакции в тканях. В дореактивном периоде в крови находятся *IL-18*, *IL-4* и *TNFA*, что является признаком спазма сосудов на периферии и централизации кровообращения.

На тотальный спазм сосудов указывает повышение концентрации *IL-1 $\beta$*  и *IL-8*. Следует отметить и значительный рост фактора Виллебранда и, вследствие этого, повышение агрегационного потенциала тромбоцитов. Это также один из показателей нарушения целостности эндотелия, так как он накапливается в его клетках и выходит при повреждении эндотелиоцитах [13].

Морфологическими проявлениями гипотермии являются острые нарушения кровообращения, например, малокровие сосудов легких [15]. Также в сосудах легких можно найти признаки легочного дистресс-синдрома – это лейкостазы. Это типичная картина при гипотермии: именно в легких нейтрофильные лейкоциты имеют тенденцию к краевому стоянию и выходу в альвеолы из сосудов [19]. Наиболее подробно об этом в своей работе говорит К.М. Хамчиев: нарушения на уровне микроциркуляции сопровождаются спазмом артериол, полнокровием капилляров и посткапиллярных венул (при этом повышается проницаемость стенки сосудов). Из-за этого наблюдается повышение тонуса прекапиллярных сосудов и застой венозной крови по малому кругу кровообращения, поэтому снижается кровенаполнение легких [20].

Интерес представляют работы, основой которых является количественные изменения адренорецепторов сосудов. При этом данные изменения зависят от времени холодового воздействия и типа возникающей адаптации. Срочная адаптация характеризуется лишь изменением сократительной функции клеток мышечного слоя артерий. При более длительном воздействии холода происходят более сложные перестройки архитектоники микроциркуляции: в частности, повышается чувствительность альфа-рецепторов сосудов к катехоламинам, что приводит к спазму сосудов, снижению кровотока и теплоотдачи. Результаты исследования адренореактивности артерий желудочно-кишечного тракта и нижних конечностей кролика (работа В.Н. Ананьева) показали, что уже после 5-дневной гипотермии возрастает количество адренорецепторов (при этом их больше в тонком кишечнике). То есть выделившиеся адреналин и норадреналин при воздействии низкой температуры приведут к большему спазму артерий пищеварительного тракта. Вследствие этого произойдет перераспределение кровотока, большее количество крови пойдет в ноги, что будет положительно сказываться на возможности выживания – пример централизации кровообращения (но не нужно забывать, что в последующем потребуются восстановление кровоснабжения кишечника) [3].

В другом исследовании, связанном с адренореактивностью, но уже глубоких вен, авторы (М.С. Табаров и соавт.) выделяют так называемые «критические уровни», когда наблюдается резкое количественное и функциональное снижение рецепторов. Выраженность реакций вазоконстрикции снижается при 35°C и 27°C в 2 раза и более чем в 10 раз соответственно. То есть можно предположить, что в этом пределе компенсаторно-приспособительные возможности организма еще достаточны для поддержания адренергической активности, которая необходима для функционирования глубоких вен. При дальнейшей гипотермии происходит истощение и срыв реакций для поддержания адекватного состояния [16].

Такой важный при гипотермии диагностический признак как пятна Вишневого также связан с гипотермическими поражениями сосудов. При низкой температуре полнокровные капилляры растягиваются настолько, что в последующем происходит их повреждение, разрыв и выход крови. Фиксация же ее происходит благодаря «фибриновой шапочке», которая начинает образовываться уже через 15 минут после кровоизлияния [17].

**Заключение.** Проанализировав научные работы и исследования, можно сказать, что холодовая травма начинает отрицательно действовать на организм именно с системы кровообращения, по большей части с сосудов. Связано это как с прямым охлаждением крови как жидкости, так и с включением компенсаторно-приспособительных реакций организма, которые при истощении приводят к повреждению сосудистой стенки. Главным проявлением гипотермии со стороны сосудов является их спазм, который приводит к нарушению кровоснабжения органов: наиболее ярко это выражено в легких. Также не стоит забывать о таких повреждениях, как кровоизлияния, потому что в последующем их можно использовать как диагностические признаки: определять холодовую экспозицию. Наибольший интерес к работам по гипотермии связан с тем, что лечение обморожения невозможно без исследований патогенеза и нарушений отдельных систем, в первую очередь сосудистой. Также не нужно забывать, что в последнее время гипотермия стала применяться в терапевтических целях: это один из способов реабилитации при различных заболеваниях. Например, уже сейчас терапевтическая гипотермия является частью лечения больных с остановкой сердца (находящихся в коме) [9]. Таким образом, на сегодняшний день изучение гипотермии и ее влияния на органы остается как никогда актуальной проблемой требующей всестороннего изучения.

## Литература

1. Авхименко М.М. Холодовая травма: неотложная медицинская помощь, профилактика // Медицинская сестра. 2014. № 1. С. 33–39.

2. Авходиев Г.И., Старновский А.П., Бутин А.П., Туранов О.А. Случай обнаружения пятен Вишневого у эксгумированного трупа спустя 2 года после захоронения // Судебная медицина. 2018. №2. С. 26–27. DOI: 10.19048/2411-8729-2018-4-2-26-27.
3. Ананьев В.Н. Адренореактивность артерий кишечника и кожно-мышечной области кролика на 5 день адаптации к холоду // Здоровье и образование в XXI веке. 2013. № 4. С. 69–74.
4. Ахметзянов Ф.Ш., Шаймарданов И.В., Пашеев А.В., Саетгараев А.К., Муфтахутдинова Г.Ш., Садыков К.К., Хасанов А.Ф., Егоров В.И. Профилактика и лечение непреднамеренной периперационной гипотермии // Казанский мед.ж.. 2018. №1. С. 70–78.
5. Бабкина А.В., Долгатов А.Ю., Лепилов А.В., Бобров И.П., Корсиков Н.А., Казарцев А.В., Долгатова Е.С., Невмержицкая А.И., Раевская В.В., Соседова М.Н., Бульбенко М.М. Особенности морфофункциональных изменений миокарда в условиях гипотермического повреждения // Современные проблемы науки и образования. 2022. № 2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31504> (дата обращения: 06.05.2023). DOI: 10.17513/spno.31504.
6. Бокучава Д.Д., Бородина Т.Л., Виноградова В.В., Глезер О.Б., Золотокрылин А.Н., Соколов И.А., Титкова Т.Б., Черенкова Е.А., Ширяева А.В. Природно - климатические условия и социально - географическое пространство России. Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт географии Российской академии наук, 2018. 154 с.
7. Бочаров М.И. Терморегуляция организма при холодových воздействиях (обзор) // Журнал медико - биологических исследований. 2015. №1. С. 5–15.
8. Бурков И.А., Жердев А.А., Пушкарев А.В., Шакуров А.В. Теплофизические параметры гипотермии // Медицинский вестник Башкортостана. 2014. №6. С. 119–123.
9. Григорьев Е.В., Шукевич Д.Л., Плотников Г.П., Тихонов Н.С. Терапевтическая гипотермия: возможности и перспективы // Клиническая медицина. 2014. №9. С. 9–16.
10. Гулдаева З.Н., Салчак С.С., Сеченев Е.И., Шадымов А.Б., Решетов А.В. Характеристика холодовой травмы по г. Барнаулу за 2012 - 2016 гг. // Судебная медицина: вопросы, проблемы, экспертная практика. 2018. № 4(25). С. 144–150.
11. Заднипрный И.В., Сатаева Т.П., Третьякова О.С. Патоморфологические изменения миокарда крыс при воздействии гипобарической холодовой гипоксии // Оперативная хирургия и клиническая анатомия. 2019. №3(2). С. 13–18. DOI:10.17116/operhirurg2019302113.
12. Калеменева Е.А. Северный климат как "враг" и как ресурс в советских урбанистических проектах арктических городов 1940-х гг // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. 2017. №6 (51). С. 153–170.
13. Михайличенко М.И., Шаповалов К.Г. Микроциркуляторные нарушения в патогенезе местной холодовой травмы // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2019. №18(2). С. 4–11. DOI:10.24884/1682-6655-2019-18-2-4-11.
14. Михайличенко М.И., Шаповалов К.Г., Мудров В.А. Прогнозирование осложнений у пациентов с местной холодовой травмой // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова. 2020. №15(2). С. 92–97. DOI:10.25881/BPNMSC.2020.83.76.016.
15. Саперовская В.Е., Халиков А.А. Дифференциальная диагностика смерти от гипотермии и от острого отравления этиловым спиртом по гистологическим признакам // Медицинский вестник Башкортостана. 2017. №6 (72). С. 335–336.
16. Табаров М.С., Кудряшов Ю.А., Тоштемирова З.М., Шукурова Н.Я. Адренореактивность глубоких вен при гипотермии организма // Известия Академии Наук Республики Таджикистан Отделение биологических и медицинских. 2014. №3 (187). С. 58–63.
17. Туманов Э.В., Романович К.Н., Колкутин В.В. О роли сосудистого некроза в развитии геморагий в слизистую оболочку желудка при переохлаждении // Ученые записки СПбГМУ им. И. П. Павлова. 2012. №1. С. 36–38.
18. Фролова И.А. Судебно-медицинская диагностика действия холодового фактора в случаях наступления смерти пострадавших в стационаре // Судебная медицина. 2017. №1. С. 18–20. DOI: 10.19048/2411-8729-2016-2-4-18-20.
19. Халиков А.А., Саперовская В.Е., Сагидуллин Р.Х. Дифференциальная диагностика смерти от гипотермии и от внезапно проявившихся заболеваний сердца по микроморфологическим признакам // Медицинский вестник Башкортостана. 2017. №6 (72). С. 50–56.
20. Хамчиев К.М. Легочное кровообращение и морфофункциональные изменения в легких крыс при сочетанном влиянии гипотермии и иммобилизации // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 7. С. 153–154.
21. 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. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-1/2-14> (дата обращения: 10.05.2020).

22. Число умерших по причинам смерти в 2021 году, Росстат: сайт. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/demo24-2\\_2021.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/demo24-2_2021.xlsx)

23. Шигеев В.Б. Шигеев С.В. Судебно-медицинская оценка причин и условий возникновения холодовой травмы // Судебно-медицинская экспертиза. 2017. № 3. С. 42–49. DOI: 10.17116/sudmed201760342-49.

### References

1. Avhimenko MM. Holodovaja travma: neotlozhnaja medicinskaja pomoshh', profilaktika [Cold injury: emergency medical care, prevention]. Medicinskaja sestra. 2014;1:33-9. Russian.
2. Avhodiev GI, Starnovskij AP, Butin AP, Turanov OA. Sluchaj obnaruzhenija pjaten Vishnevskogo u jeksgumirovannogo trupa spustja 2 goda posle zahoroneniya [he case of the discovery of Vishnevsky spots in an exhumed corpse 2 years after burial]. Sudebnaja medicina. 2018;2:26-7. DOI: 10.19048/2411-8729-2018-4-2-26-27. Russian.
3. Anan'ev VN. Adrenoreaktivnost' arterij kishechnika i kozhno-myshechnoj oblasti krolika na 5 den' adaptacii k holodu [Adrenoreactivity of intestinal arteries and musculoskeletal region of rabbit on the 5th day of adaptation to cold]. Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke. 2013;4:69-74. Russian.
4. Ahmetzjanov FS, Shajmardanov IV, Pasheev AV, Saetgaraev AK, Muftahutdinova GSh., Sadykov K.K., Hasanov A.F., Egorov V.I. Profilaktika i lechenie neprednamerennoj perioperacionnoj gipotermii [Prevention and treatment of unintended perioperative hypothermia]. Kazanskij med.zh.. 2018;1:70-8. Russian.
5. Babkina AV, Dolgatov AJu, Lepilov AV, Bobrov IP, Korsikov NA, Kazarcev AV, Dolgatova ES, Nevmerzchickaja AI, Raevskaja VV, Sosedova MN, Bul'benko MM. Osobennosti morfofunkcional'nyh izmenenij miokarda v uslovijah gipotermicheskogo povrezhdenija [Features of morphofunctional changes of the myocardium in conditions of hypothermic damage]. Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2022;2. Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31504> (data obrashhenija: 06.05.2023). DOI: 10.17513/spno.31504. Russian.
6. Bokuchava DD, Borodina TL, Vinogradova VV, Glezer OB, Zolotokrylin AN, Sokolov IA, Titkova TB, Cherenkova EA, Shirjaeva AV. Prirodno - klimaticheskie uslovija i social'no -geograficheskoe prostranstvo Rossii. Moskva: Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe uchrezhdenie nauki Institut geografii Rossijskoj akademii nauk [Natural and climatic conditions and socio-geographical space of Russia], 2018. Russian.
7. Bocharov MI. Termoreguljacija organizma pri holodovyh vozdeystvijah (obzor) [Thermoregulation of the body under cold influences (review)]. Zhurnal mediko - biologicheskikh issledovanij. 2015;1:5-15. Russian.
8. Burkov IA, Zherdev AA, Pushkarev AV, Shakurov AV. Teplofizicheskie parametry gipotermii [Thermophysical parameters of hypothermia]. Medicinskij vestnik Bashkortostana. 2014;6:119-23. Russian.
9. Grigor'ev EV, Shukevich DL, Plotnikov GP, Tihonov NS. Terapevticheskaja gipotermija: vozmozhnosti i perspektivy [Therapeutic hypothermia: opportunities and prospect]. Klinicheskaja medicina. 2014;9: 9-16. Russian.
10. Guldaeva ZN, Salchak SS, Sechenev EI, Shadymov AB, Reshetov AV. Harakteristika holodovoj travmy po g. Barnaulu za 2012 - 2016 gg [Characteristics of cold injury in Barnaul for 2012 - 2016]. Sudebnaja medicina: voprosy, problemy, jekspertnaja praktika. 2018;4(25):144-50. Russian.
11. Zadnirjanyj IV, Sataeva TP, Tret'jakova OS. Patomorfologicheskije izmeneniya miokarda krys pri vozdeystvii gipobaricheskopolodovoj gipoksii [Pathomorphological changes in the myocardium of rats under the influence of hypobaric cold hypoxia] . Operativnaja hirurgija i klinicheskaja anatomija. 2019;3(2):13-8. DOI:10.17116/operhirurg2019302113. Russian.
12. Kalemeneva EA. Severnyj klimat kak "vrag" i kak resurs v sovetskih urbanisticheskikh proektah arkticheskikh gorodov 1940-h gg [The northern climate as an "enemy" and as a resource in Soviet urban projects of Arctic cities of the 1940s]. Vestnik Surgut'skogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. 2017;6 (51):153-70. Russian.
13. Mihajlichenko MI, Shapovalov KG. Mikrocirkuljatornye narusheniya v patogeneze mestnoj holodovoj travmy [Microcirculatory disorders in the pathogenesis of local cold injury]. Regionarnoe krovoobrashhenie i mikrocirkuljacija. 2019;18(2):4-11. DOI:10.24884/1682-6655-2019-18-2-4-11. Russian.
14. Mihajlichenko MI, Shapovalov KG, Mudrov VA. Prognozirovaniye oslozhnenij u pacientov s mestnoj holodovoj travmoy [Predicting complications in patients with local cold injury]. Vestnik Nacional'nogo mediko-hirurgicheskogo Centra im. N. I. Pirogova. 2020.;5(2):92-7. DOI:10.25881/BPNMSC.2020.83.76.016. Russian.
15. Saperovskaja VE, Halikov AA. Differencial'naja diagnostika smerti ot gipotermii i ot ostrogo otravlenija jetilovym spirtom po gistologicheskimi priznakami [Differential diagnosis of death from hypothermia and acute poisoning with ethyl alcohol by histological signs]. Medicinskij vestnik Bashkortostana. 2017;6 (72):335-6. Russian.
16. Tabarov MS, Kudrjashov JuA, Toshtemirova ZM, Shukurova NJa. Adrenoreaktivnost' glubokih ven pri gipotermii organizma [Adrenoreactivity of deep veins in hypothermia of the body]. Izvestija Akademii Nauk

Respubliki Tadjikistan Otdelenie biologicheskikh i medicinskih. 2014;3 (187):58-63. Russian.

17. Tumanov JeV, Romanovich KN, Kolkutin VV. O roli sosudistogo nekroza v razvitanii gemorragij v slizistuju obolochku zheludka pri pereohlazhdenii [On the role of vascular necrosis in the development of hemorrhages in the gastric mucosa during hypothermia]. Uchenye zapiski SPbGMU im. I. P. Pavlova. 2012;1:36-8. Russian.

18. Frolova IA. Sudebno-medicinskaja diagnostika dejstvija holodovogo faktora v sluchajah nastuplenija smerti postradavshih v stacionare [Forensic medical diagnostics of the effect of the cold factor in cases of death of victims in a hospital]. Sudebnaja medicina. 2017;1:18-20. DOI: 10.19048/2411-8729-2016-2-4-18-20. Russian.

19. Halikov AA, Saperovskaja VE, Sagidullin RH. Differencial'naja diagnostika smerti ot gipotermii i ot vnezapno projavivshijsja zabolevanij serdca po mikromorfologicheskim priznakam [Differential diagnosis of death from hypothermia and from sudden onset of heart disease by micromorphological signs]. Medicinskij vestnik Bashkortostana. 2017;6 (72):50-6. Russian.

20. Hamchiev KM. Legochnoe krovoobrashhenie i morfofunkcional'nye izmenenija v legkih krysv pri sochetannom vlijanii gipotermii i immobilizacii. [Pulmonary circulation and morphofunctional changes in the lungs of rats under the combined influence of hypothermia and immobilization] Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovanija. 2015;7:153-4. Russian.

21. Napkina AV, Karaseva JuV, Kireev SS, Svetlova SJu, Dronova EV. Holodovaja travma [Cold injury]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. Jelektronnoe izdanie. 2017 [cited 2020 May 10]1 [about 7 p.]. [Jelektronnyj resurs]. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-1/2-14> (data obrashhenija: 10.05.2020). Russian.

22. Chislo umershih po prichinam smerti v 2021 godu, Rosstat: sajt [The number of deaths due to causes of death]. Available from: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/demo24-2\\_2021.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/demo24-2_2021.xlsx) Russian.

23. Shigeev VB Shigeev SV. Sudebno-medicinskaja ocenka prichin i uslovij vozniknovenija holodovoj travmy [Forensic medical assessment of the causes and conditions of cold injury]. Sudebno-medicinskaja jekspertiza. 2017;3:42-9. DOI: 10.17116/sudmed201760342-49. Russian.

---

**Библиографическая ссылка:**

Корсиков Н.А., Бондаренко Д.Н., Долгатов А.Ю., Лепилов А.В., Бобров И.П. Структурно-морфологические особенности реорганизации сосудов в условиях гипотермического повреждения (краткий обзор отечественной литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2024. №1. Публикация 3-7. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-1/3-7.pdf> (дата обращения: 16.02.2024). DOI: 10.24412/2075-4094-2024-1-3-7. EDN CDUAVD\*

**Bibliographic reference:**

Korsikov NA, Bondarenko DN, Dolgatov AYu, Lepilov AV, Bobrov IP. Strukturno-morfologicheskie osobennosti reorganizacii sosudov v uslovijah gipotermicheskogo povrezhdenija (kratkij obzor otechestvennoj literatury) [Structural and morphological features of vascular reorganization under hypothermic injury conditions (brief review of the domestic literature)]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2024 [cited 2024 Feb 16];1 [about 7 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-1/3-7.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2024-1-3-7. EDN CDUAVD

\* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-1/e2024-1.pdf>

\*\*идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после выгрузки полной версии журнала в eLIBRARY