

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 616-001.18:612.592:612.017.2

**ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ И ПОСЛЕДСТВИЯ ВЛИЯНИЯ
ГИПОТЕРМИИ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА.
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОЙ ГИПОТЕРМИИ
В МЕДИЦИНЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЙ****Корсиков Н.А., Калинин Д.А., Перепелица И.Н., Долгатов А.Ю.,
Лепилов А.В., Бобров И.П., Долгатова Е.С., Бабкина А.В.***ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» Минздрава России,
Барнаул, e-mail: rector@agmu.ru*

Температура окружающей среды является одним из главных абиотических факторов, обеспечивающих выживаемость биологических организмов. Действие низких температур приводит к развитию адаптационных реакций, направленных на сохранение гомеостаза. При холодом воздействии важно поддерживать постоянную температуру тела. Срыв теплового гомеостаза негативно действует на организм, что приводит не только к физиологической, биохимической реорганизации, но и морфологическим изменениям тканей организма. Данный литературный обзор посвящен изучению влияния гипотермии на организм человека, перспективам применения искусственной гипотермии в медицине. В рамках исследования проведен подбор, анализ представленной в свободном доступе литературы, результатов исследований, связанных с воздействием низких температур на организм человека. Основная сложность анализа, представленного в свободном доступе материала, – отсутствие стойкой структурности исследований, их узкая направленность. В ходе подготовки работы было подобрано и проанализировано более 50 источников научной информации, из которых 29 было использовано в данной работе. Дана характеристика условиям, температурным границам, точкам воздействия на организм низких температур. Работа построена с учетом звеньев этиопатогенеза воздействия низких температур на различные системы органов организма человека. Структурирован материал, посвященный практическому применению гипотермии в медицине: в качестве антикоагулянта при заболеваниях сердечно-сосудистой системы, для предотвращения формирования тромбов, в качестве нейропротектора при поражениях головного мозга, при гипертермии – для снижения температуры тела. Данный вопрос является весьма актуальным, однако требует дальнейшего изучения в экспериментальных условиях.

Ключевые слова: человек, организм, гипотермия, холодовая травма, стресс, адаптация**FEATURES OF ACTION AND CONSEQUENCES OF HYPOTHERMIA
ON THE HUMAN BODY. PROSPECTS FOR THE APPLICATION
OF ARTIFICIAL HYPOTHERMIA IN MEDICINE OF EXTREME SITUATIONS****Korsikov N.A., Kalin D.A., Perepelitsa I.N., Dolgatov A.Yu.,
Lepilov A.V., Bobrov I.P., Dolgatova E.S., Babkina A.V.***Altai State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Barnaul,
e-mail: rector@agmu.ru*

Environmental temperature is one of the main abiotic factors ensuring the survival of biological organisms. The effect of low temperatures leads to the development of adaptive reactions aimed at maintaining homeostasis. When exposed to cold, it is important to maintain a constant body temperature. Disruption of thermal homeostasis has a negative effect on the body, which leads not only to physiological and biochemical reorganization, but also to morphological changes in body tissues. This literature review is devoted to the study of the effect of hypothermia on the human body, the prospects for the use of artificial hypothermia in medicine. As part of the study, a selection and analysis of freely available literature and research results related to the effects of low temperatures on the human body were carried out. The main difficulty in analyzing the material presented in the public domain is the lack of a stable structure of research and its narrow focus. During the preparation of the work, more than 50 sources of scientific information were selected and analyzed, of which 29 were used in this work. The characteristics of the conditions, temperature limits, and points of exposure to low temperatures on the body are given. The work is structured taking into account the links in the etiopathogenesis of the effects of low temperatures on various organ systems of the human body. The material is structured on the practical use of hypothermia in medicine – in diseases of the cardiovascular system, hypothermia acts as an anticoagulant, preventing the formation of blood clots, as a neuroprotector in case of brain damage, or simply to reduce temperature during hyperthermia. This issue is very relevant but requires further study under experimental conditions.

Keywords: person, organism, hypothermia, cold injury, stress, adaptation**Введение**

Переохлаждение организма и развивающиеся в последующем патологические изменения на сегодняшний день являются

актуальной темой для дальнейшего изучения. По архивным данным в стране за 1983-1992 гг., зарегистрировано 122175 случаев насильственной смерти, в том числе

5557 человек погибли от воздействия низких температур. За период с 2004 по 2013 г. показатель смертности от низких температур составил 6,6 [1]. Проблема воздействия холода на организм человека характерна для многих регионов Российской Федерации, в особенности расположенных в северных широтах. Лица, которые могут подвергаться влиянию холода, зачастую не сразу способны распознать первые признаки переохлаждения. Данная ситуация может быть связана как с недостаточной оценкой погодных условий, так и с тяжестью состояния человека [2].

Основными причинами, которые лежат в основе развития переохлаждения являются: нахождение в состоянии алкогольного или наркотического опьянения, шоковые состояния, патологии со стороны центральной нервной системы и сердечно-сосудистой системы, нарушение обмена веществ, патология со стороны центра терморегуляции [3].

Цель исследования: подбор, анализ и систематизация представленной в свободном доступе литературы, посвященной изучению влияния гипотермии на организм человека.

Материалы и методы исследования

В рамках исследования были проведены анализ и обобщение литературных данных, проведен сравнительный анализ полученной информации, обобщены результаты исследования, сформулированы выводы. В исследовании использовались полнотекстовые варианты статей, находящиеся в открытой печати и опубликованные за последние 15 лет в отечественных научных изданиях, а также статьи, имеющие свободный доступ в электронных ресурсах. Поиск научных источников основывался на отборе теоретического материала, содержащего данные, соответствующие теме нашего литературного обзора. Использованы базы данных научной электронной библиотеки eLibrary.ru, научной электронной библиотеки «КиберЛенинка», Российской государственной библиотеки (РГБ), Национальной электронной библиотеки (НЭБ).

Приспособление к изменяющимся условиям окружающей среды является одним из основных свойств организма. Воздействие сильных раздражителей, таких как низкие температуры, действующие длительное время, приводит к формированию адаптивных изменений, направленных на сохранение жизненно важных процессов и структур организма [4-6].

подавляющее большинство территорий России находится в экстремальных клима-

тических условиях с критически низкими температурами и частыми их перепадами, что определяет повышенные требования к компенсаторно-приспособительным механизмам организма [7].

Низкая температура окружающей среды является стрессором, продолжительное действие которого вызывает не только биохимические, но морфологические изменения в организме. Реакция на гипотермию регулируется нейроэндокринной системой, которая выполняет многочисленные функции, в том числе направленные на поддержание теплового гомеостаза. Срыв механизмов тепловой регуляции чреват гибелью организма [8].

Влияние гипотермии на систему гемостаза и сердечно-сосудистую систему

Плазменный и сосудисто-тромбоцитарный гемостаз в условиях гипотермического воздействия может изменяться как в сторону гипокоагуляции, что может привести к развитию кровотечений и кровоизлияний, так и в сторону гиперкоагуляции, что может стать причиной внутрисосудистого тромбообразования [9].

Холод является своего рода активатором внутренних механизмов гемокоагуляции, что способствует тромбообразованию и формированию ишемии. Отличительной особенностью холодовой ишемии является замедление процессов клеточной дегидратации при действии низкой температуры до некоторого предела, определяющего границу обратимости ишемии при обморожениях конечностей. Также при холодовой травме возрастает способность тромбоцитов к адгезии [10].

Наиболее частым изменением коагуляционных свойств крови под действием холода является сдвиг в сторону гипокоагуляции за счет угнетения клеточного и плазменного звеньев системы гемостаза. Наряду с этим возможно снижение количества тромбоцитов, что отражается на процессах репарации тканей организма, особенно при наличии сопутствующих повреждений и заболеваний [11].

Системное воздействие гипотермии на кровообращение было описано Д.Б. Деминым. Низкие температуры, несомненно, запускают процессы адаптации в организме, что приводит к значимым изменениям в системной гемодинамике. Так, при воздействии холода наблюдается вазоконстрикция сосудов кожи. Это своего рода первый этап защиты организма. В таких условиях происходит перераспределение кровотока, вследствие чего повышается артериальное

давление. В ответ на повышение артериального давления возникает барорефлекс, обуславливающий снижение частоты сердечных сокращений [12].

Все системы организма тесно связаны между собой: изменения в одном звене могут в полной мере отразиться на других. При повышении тонуса сосудов в ответ на гипотермию снижается уровень вентилиционно-перфузионного отношения, что приводит к развитию гипоксии. Кратковременное воздействие холода сопровождается повышением тормозных влияний коры на подкорковые структуры мозга вследствие снижения количества медиаторов. Низкие температуры приводят к активации симпатoadреналовой системы, что способствует увеличению частоты сердечных сокращений, увеличению сердечного выброса, повышению кровяного давления и уровня глюкозы [13].

Стоит отметить изменения в системе кровообращения, наблюдающиеся при долговременной адаптации. Наблюдается брадикардия, снижение сердечного выброса, системного артериального давления и общего сосудистого периферического сопротивления. Отсюда можно сделать вывод, что при частом и длительном действии холодового фактора организм стремится уменьшить реактивность системы кровообращения затем, чтобы уменьшить влияние на сердце и на организм в целом.

Активация адаптивных реакций организма, связанная с централизацией кровообращения, приводит к спазму периферических сосудов, вследствие этого возникает большой риск формирования тромбов с последующими осложнениями в виде тромбозов и тромбозов жизненно важных органов [14].

Повышение тонуса периферического сосудистого русла лежит в основе развития гипоксии. Нарушение трофики тканей и органов зачастую приводит к необратимым изменениям в их структурах. Например, длительная гипоксия способствует формированию новых сосудов, как правило, несовершенных, в последующем происходит разрастание соединительной ткани и еще большее ухудшение трофики, что в итоге приведет к некрозу [15].

Гипотермия оказывает прямое повреждающее действие на сосудистую стенку. В результате деструктивных изменений стенки сосудов происходит перераспределение кровотока и изменение его характеристик, как правило, это касается скорости и объема, что неблагоприятно сказывается на перфузии органов и усугубляет гипоксию [16].

При гистологическом исследовании сосуды полнокровны, отмечается лейкоцитарная инфильтрация, возможны очаги кровоизлияний в близлежащие структуры. Увеличение числа свободных радикалов ведет к неизбежным изменениям структуры и функций клеток. Эндотелиоциты набухают, ядра становятся пикнотичными [17; 18].

Влияние гипотермии на почки

Рассматривая макроскопические изменения, наблюдающиеся под действием гипотермии в почках, обращают внимание на точечные кровоизлияния, выявленные в слизистой оболочке чашечек почечных лоханок. Патоморфологические изменения, наблюдающиеся в почках в результате гипотермии, проявляются в виде нарушений почечного кровообращения – выраженным полнокровием капилляров клубочков и сосудов как коркового, так и мозгового слоев. Вследствие гипотермического повреждения и возникновения изменений в сосудах возникает гипоксическое повреждение нефроцитов, формируются инфаркты почки, что приводит к развитию острого почечного повреждения. Увеличивается количество нефроцитов с нечеткими контурами и пикнотичными ядрами, определяются клетки с признаками плазмокоагуляции и кариолизиса [19; 20].

Влияние гипотермии на эндокринную систему

На воздействие холода, как и на большинство стрессовых ситуаций, надпочечники отвечают усилением биосинтеза стероидных гормонов и катехоламинов. Действие данных гормонов заключается во влиянии на энергетическое обеспечение клеток, а также в адаптации к стрессовым ситуациям. Катехоламины усиливают сердечную деятельность, сужают артериолы внутренних органов, уменьшают потоотделение, что направлено на уменьшение теплоотдачи и сохранение тепла в организме, а также стимулируют гликогенолиз в печени и мышцах, глюконеогенез и протеолиз в печени, липолиз в жировой ткани – все это способствует накоплению энергии и тепла в теле человека.

В ходе проведенных клинических исследований реакции аденогипофиза на гипотермию выявлены следующие особенности: сосуды полнокровны, просветы расширены, суммарная площадь капилляров увеличена, эритроциты плотно прилегают друг к другу, отграничено от паренхимы, просветы сосудов деформированы. При длительном воздействии низких температур наблюдается большое количество крупного размера

хлорофиллов, что может свидетельствовать об усиленном функционировании аденогипофиза [21]. В ответ на экстремальные факторы внешней среды адаптация организма происходит через активацию симпатoadrenalовой и гипоталамо-гипофизо-надпочечниковой систем.

Терапевтическая гипотермия

Краниocereбральная гипотермия – это метод, который основывается на снижении температуры мозга у животных и человека вследствие преобладания теплоотдачи над теплопродукцией. Механизм данной процедуры направлен на снижение жизнедеятельности организма, повышение устойчивости к кислородному голоданию, предотвращение отека головного мозга в результате воздействия факторов внешней среды.

Краниocereбральная гипотермия один из перспективных методов лечения при остром нарушении мозгового кровообращения, а также один из методов скрининга при патологиях головного мозга, терапии внутриутробной гипоксии [22].

Использование гипотермии в терапевтических целях является фактором, который способен прервать каскад патогенетических нарушений и снижать осложнения поражения мозга, так как исключает фазу вторичного энергодифицита и апоптоза нейронов. Терапевтическая гипотермия является своего рода физической нейропротекцией при интранатальной асфиксии новорожденных детей. В условиях соблюдения техники и режимов проведения данной процедуры она значительно снижает тяжелые осложнения со стороны центральной нервной системы, а также уменьшает риск инвалидности детского возраста [23].

Снижение температурных показателей нейрона на 1 °С снижает метаболические процессы в головном мозге примерно на 10%. Терапевтическая гипотермия не только снижает перфузию головного мозга, но и в большей степени замедляет метаболизм, что опосредует становление равновесия. Также следует выделить тот факт, что гипотермия обладает благоприятным действием на внутричерепное давление, кровоток в целом [24].

Механизм защитного действия гипотермии заключается в уменьшении потребности кислорода клетками мозга, перераспределении метаболизма, снижении накопления молочной кислоты. Кроме того, гипотермия играет важную роль в профилактике повреждения гематоэнцефалического барьера. Гипотермия предотвращает активацию протеаз, которые, в свою оче-

редь, ответственные за деградацию матрикса. Терапевтическая гипотермия предотвращает повреждение гематоэнцефалического барьера, снижая продукцию матриксных металлопротеиназ, подавляя их активности. Применение гипотермии может оказывать влияние на апоптоз клеток. Это может наблюдаться в отношении как каспазозависимого, так и каспазозависимого пути апоптоза. Умеренная гипотермия оказывает свое действие на внутренний путь апоптоза путем изменения экспрессии белков Bcl-2, уменьшения продукции и выброса цитохрома C, ингибирования активности каспаз. Также при влиянии гипотермии наблюдается угнетение внешнего пути апоптоза за счет снижения экспрессии белков FAS и FASL [25].

Следует добавить еще несколько очень важных эффектов, оказываемых гипотермией на организм. А именно, изменение интенсивности метаболизма в клетках способствует уменьшению выделения молочной кислоты и глутамата, как следствие, значительно снижает выраженность ацидоза и повреждающего действия перечисленных выше факторов. Помимо этого, гипотермия воздействует на белки-аквапорины, что может способствовать улучшению микроциркуляции после восстановления кровообращения. Что касается микроциркуляторного русла, то низкие температуры не обошли его стороной, влияние на него характеризуется снижением количества нейтрофилов. Все перечисленные воздействия воспринимаются неоднозначно и могут быть использованы в лечебных целях, например при ишемическом инсульте, что было описано в работе Е.И. Фартакова [26].

Особенности действия общей гипотермии терапевтического характера на сосуды головного мозга у пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения характеризуются угнетением процессов коагуляции, что способствует подавлению образования тромбов в сосудистом русле головного мозга. Под действием низких температур наблюдается снижение потребности головного мозга в кислороде и глюкозе, что способствует профилактике ишемического повреждения клеток [27].

Краниocereбральная гипотермия является своего рода методом локального охлаждения, в первую очередь направленным на систему терморегуляции головного мозга, что позволяет использовать его в качестве терапии лихорадочных состояний. К второстепенным эффектам данного вида гипотермии можно отнести: снижение внутричерепного давления, купирование отека и стабилизации гемодинамики головного мозга [28].

Также гипотермия, реализуя генетические механизмы, влияет на формирование цитопротективного фенотипа нейронов, преимущественно за счет экспрессии генов реагирования. Экспрессия генов, в свою очередь, способствует активации фактора транскрипции индуктора фактора роста, а также нейротрофических факторов, синтеза белков стресс-реакций (шаперонов) [29].

Заключение

Нахождение организма человека, животных в условиях гипотермического воздействия может привести к выраженным метаболическим и функциональным нарушениям. При этом особое значение приобретает физиологическое состояние органов, непосредственно участвующих в поддержании гомеостаза организма. Низкая температура как неблагоприятный фактор воздействия на организм представляет серьезную угрозу для его адекватной жизнедеятельности. Влияние низкой температуры на клетку оказывается прямым и опосредованным действием, приводящим к ряду гомеостатических изменений на клеточном и субклеточном уровнях. Гипотермия способствует развитию патоморфологических реакций во многих системах организма человека: центральной нервной, сердечно-сосудистой, системе гемостаза, эндокринной, пищеварительной системе. Критическое воздействие холода приводит к жизнеугрожающим состояниям, связанным с повреждениями, формирующимися в вышеуказанных системах органов, что может приводить к летальному исходу. Но помимо повреждающего воздействия гипотермии на организм, можно выделить и положительные стороны. В настоящее время гипотермия начинает активно применяться в клинической практике при лечении заболеваний сердечно-сосудистой системы, нервной системы.

Таким образом, анализ литературных данных показывает, что в литературе имеется небольшое количество работ, посвященных патоморфологическим изменениям в органах при гипотермии и адаптивных компенсаторно-приспособительных процессах, происходящих при действии этого важного повреждающего фактора. Также следует отметить, что патоморфологические исследования, проведенные при изучении вопроса гипотермии, в большинстве работ имеют описательный характер. Вопросы количественного анализа структурных проявлений реакций приспособления и компенсации, содержащие в себе ключ к углубленному пониманию адаптационных процессов, до конца не изучены.

Список литературы

1. Пиголкин Ю.И., Солодовников В.И., Кислов М.А., Оганесян Н.С. Сравнительная эпидемиология термической травмы и гипотермии // Судебно-медицинская экспертиза. 2021. № 64 (2). С. 4-9. DOI: 10.17116/sudmed2021640214.
2. Чудаков А.Ю., Толмачёв И.А., Гайворонская В.В., Шимараева Т.Н., Рогозин С.С. Сочетанное влияние физического переутомления с алкогольным опьянением на развитие смерти от острого общего глубокого акцидентального переохлаждения (судебно-медицинские и физиологические аспекты): Научный доклад. Серия книг: Теория и методика профессионального обучения и воспитания взрослых. СПб.: Институт интегративной медицины, 2022. 16 с.
3. Алябьев Ф.В., Парфирьева А.М., Чесалов Н.П., Шарин Ю.А., Осипов А.И. Функционально-морфологические изменения сердца при гипотермии // Сибирский медицинский журнал. 2011. № 1. С. 68-71.
4. Долгатов А.Ю., Бобров И.П., Корсинов Н.А., Долгатова Е.С., Бабкина А.В., Лепилов А.В., Лушников Е.Л., Бакарев М.А. Динамика плоидометрических и морфометрических показателей ядер гепатоцитов человека в зависимости от интенсивности переохлаждения // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32748> (дата обращения: 15.09.2024). DOI: 10.17513/spno.32748.
5. Бобров И.П., Лепилов А.П., Долгатов А.Ю., Корсинов Н.А., Гулдаева З.Н., Крючкова Н.Г., Соседова М.Н., Долгатова Е.С., Лушников Е.Л., Бакарев М.А. Тучные клетки миокарда при воздействии гипотермии // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31160> (дата обращения: 15.09.2024). DOI: 10.17513/spno.31160.
6. Гулдаева З.Н., Бобров И.П., Лепилов А.В., Долгатов А.Ю., Крючкова Н.Г., Фоминых С.А., Малинина Е.И., Альимова Е.Е., Соседова М.Н., Лушников Е.Л., Бакарев М.А., Молодых О.П. Ретроспективный анализ патоморфологических изменений в легких у людей, погибших от смертельной гипотермии // Бюллетень медицинской науки. 2019. Т. 14, № 2. С. 38-44.
7. Бочаров М.И. Терморегуляция организма при холодных воздействиях (обзор). Сообщение II // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. 2015. № 2. С. 5-16.
8. Кубасов Р.В. Гормональные изменения в ответ на экстремальные факторы внешней среды // Вестник Российской академии медицинских наук. 2014. № 9-10. С. 102-109.
9. Филиппов Е.С., Гомелля М.В., Зарубин А.А., Михеева Н.И., Белогорова Т.А., Иванова О.Г. Влияние управляемой умеренной гипотермии на гемостаз у новорожденных с гипоксически-ишемической энцефалопатией // Клиническая лабораторная диагностика. 2017. № 12. С. 745-749. DOI: 10.18821/0869-2084-2017-62-12-745-749.
10. Шаповалов К.Г., Сизоненко В.А., Витковский Ю.А. Изменения адгезивной функции лимфоцитов к тромбоцитам при местной холодовой травме // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2007. № 5. С. 182-183.
11. Воронина А.Е., Кувайцева Ю.С. Роль гипотермии в реабилитации пациентов после оперативного вмешательства на окологлазничной области // Оренбургский медицинский вестник. 2021. № 4. С. 14-18.
12. Дёмин Д.Б., Кривоногова Е.В., Кривоногова О.В., Поскотинова Л.В., Горенко И.Н. Исследование динамики уровня саливарного кортизола при оценке сердечно-сосудистых реакций на общее холодное воздействие // Журнал медико-биологических исследований. 2020. № 2. С. 121-131. DOI: 10.37482/2542-1298-Z002.
13. Дёмин Д.Б., Поскотинова Л.В., Кривоногова Е.В., Кривоногова О.В., Овсянкина М.А. Роль сеансов кардиоуправления в формировании нейрофизиологических реакций на экспериментальное общее охлаждение ор-

- ганизма человека // Журнал медико-биологических исследований. 2019. Т. 7, № 3. С. 261-271. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.3.261.
14. Чипигина Н.С., Виноградова Т.Л., Тимофеев В.Т., Большакова М.А., Барышева С.А. Поражение почек при инфекционном эндокардите // Клиницист. 2008. № 4. С. 16-23.
15. Лисянская О.Ю. Гипоксия – ведущий фактор прогрессирования хронической болезни почек // Почка. 2016. № 1 (15). С. 64-66.
16. Тумаева Т.С., Герасименко А.В., Науменко Е.И., Рязина И.Ю. Гемодинамика почек в раннем периоде адаптации у детей, рожденных путем операции кесарева сечения. 2016. Т. 95. № 1. С. 35-40.
17. Степанян Ю.С. Дифференциально-диагностический комплекс гистоструктуры щитовидной железы при смерти от общей гипотермии на основе методов квантификации // Медицинская экспертиза и право. 2013. № 2. С. 5-7.
18. Алябьев Ф.В., Арбыкин Ю.А., Серебров Т.В., Яушев Т.Р., Вогнерубов Р.Н., Мельникова С.Ю., Воронков С.В., Логвинов С.В. Морфофункциональные изменения внутренних органов и некоторых биохимических показателей в динамике общего переохлаждения организма // Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. 2014. № 29 (2). С. 71-74. DOI: 10.29001/2073-8552-2014-29-2-71-74.
19. Чугунова О.Л., Гуревич А.И., Шумилина М.В. Артериальный тромбоз редкой локализации – инфаркт почки у детей // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2011. Т. 56, № 5. С. 115-119.
20. Арбыкин Ю.А., Алябьев Ф.В., Янковский В.Э., Агеева Т.А. Динамика ультраструктурных изменений почек при общем переохлаждении организма // Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. 2015. № 30 (3). С. 65-68. DOI: 10.29001/2073-8552-2015-30-3-65-68.
21. Степанян Ю.С. Морфофункциональные эквиваленты реакции аденогипофиза на гипотермию // Проблемы экспертизы в медицине. 2006. Т. 6, № 1 (21). С. 12-13.
22. Чебоксаров Д.В., Бунтина М.А., Гарабова Н.И., Бутров А.В., Шевелев О.А., Веснин С.Г., Седанкин М.К. Возможности краниocereбральной гипотермии и радиотермокартирования для диагностики и лечения острого нарушения мозгового кровообращения // Здоровье и образование в XXI веке // Здоровье и образование в XXI веке. 2014. Т. 16, № 2. С. 42-43.
23. Бочкова Л.Г., Бабенкова Д.Г. Терапевтическая гипотермия в неонатологии // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2020. № 4. С. 227-228.
24. Бутров А.В., Торосян Б.Д., Чебоксаров Д.В., Махмутова Г.Р. Терапевтическая гипотермия при поражениях головного мозга различного генеза // Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова. 2019. № (2). С. 75-81. DOI: 10.21320/1818-474X-2019-2-75-81.
25. Григорьев Е.В., Шукевич Д.Л., Плотников Г.П., Тихонов Н.С. Терапевтическая гипотермия: возможности и перспективы // Клиническая медицина. 2014. № 9. С. 9-16.
26. Скворцов В.В., Скворцова Е.М., Бангаров Р.Ю. Лактат-ацидоз в практике врача – анестезиолога-реаниматолога. Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2020. № 17(3). С. 95-100. DOI: 10.21292/2078-5658-2020-17-3-95-100.
27. Бутров А.В., Торосян Б.Д., Чебоксаров Д.В., Махмутова Г.Р. Терапевтическая гипотермия при поражениях головного мозга различного генеза // Вестник интенсивной терапии имени А. И. Салтанова. 2019. № 2. С. 75-81. DOI: 10.21320/1818-474X-2019-2-75-81.
28. Аваков И.А. Шахова Повышение эффективности неинвазивной краниocereбральной гипотермии // Вестник экстренной медицины. 2011. № 4. С. 13-17.
29. Шевелев О.А., Саидов Ш.Х., Петрова М.В., Чубарова М.А., Усманов Э.Ш. Краниocereбральная гипотермия как метод терапии нарушений температурного баланса головного мозга у пациентов в посткоматозном периоде // Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. 2020. № 2(1). С. 11-19. DOI: 10.36425/rehab2041.