

ТЯЖЕЛАЯ ГИПОТЕРМИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ

Д.В. БУЗАНОВ, И.С. ВИННИКОВ, А.Г. МИРОШНИЧЕНКО

Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова,
Санкт-Петербург, Россия

SEVERE HYPOTHERMIA. MODERN CONCEPTS OF DIAGNOSIS AND TREATMENT

D.V. BUZANOV, I.S. VINNIKOV, A.G. MIROSHNICHENKO

North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

Тяжёлая гипотермия (снижение внутренней температуры тела ниже 28 °С) представляет собой жизнеугрожающее состояние, требующее согласованной и поэтапной реанимационной помощи, имеющей ряд специфических особенностей. Цель данного обзора и анализа собственного практического опыта заключается в повышении уровня информированности врачей выездных бригад и стационарных отделений скорой медицинской помощи (СМП) в вопросах диагностики, клинических проявлений и современных подходов к лечению пациентов с тяжёлой гипотермией.

Ключевые слова: скорая медицинская помощь, тяжёлая гипотермия, диагностика, лечение.

Severe hypothermia (decrease in internal temperature below +28 °C) is a life-threatening condition requiring coordinated staged intensive care, which has its own characteristics. The purpose of this review and analysis of our own practical experience is to increase the awareness of doctors of visiting teams and inpatient emergency departments (SMP) in matters of diagnosis, clinic and modern approaches to the treatment of patients with severe hypothermia.

Keywords: emergency medical care, deep hypothermia: diagnosis and treatment.

https://doi.org/10.54185/TBEM/vol18_iss3/a13

Введение

Гипотермия – это патологическое состояние, обусловленное снижением внутренней температуры организма (его «ядра») ниже +35 °С [1]. Тяжёлая гипотермия, безусловно, является жизнеугрожающим состоянием, требующим своевременной, согласованной и этапной реанимационной помощи. В последние годы отмечается увеличение числа случаев тяжёлой первичной гипотермии, что связано с освоением северных территорий с высоким индексом температурного стресса, а также с массовым развитием экстремальных видов спорта и туризма. В условиях мегаполиса чаще встречается тяжёлая вторичная гипотермия, наблюдаемая у лиц, страдающих наркоманией, алкоголизмом, нарушениями интеллекта и поведенческими девиациями. Количество пострадавших как от первичной, так и от вторичной тяжёлой гипотермии возрастает в ус-

ловиях стихийных бедствий, военных действий, при сочетании с неблагоприятными факторами окружающей среды, а также среди населения стран с низким уровнем жизни.

Следует отметить отсутствие достоверной статистики гипотермии как причины смерти в нашей стране. В развитых странах аналогичная проблема также сохраняется, поскольку истинная частота случаев нередко занижается из-за диагностических трудностей. Смерть от тяжёлой гипотермии остаётся одной из самых сложных проблем в патологоанатомической практике ввиду отсутствия специфических морфологических признаков. Макроскопически в подобных случаях могут выявляться пятна Вишневого, эритема, а также кровоизлияния в подвздошно-поясничных мышцах.

Одним из возможных решений проблемы смертельной диагностики тяжёлой гипотермии мо-

жет стать использование иммуногистохимических методов, однако существующие на данный момент данные носят разрозненный характер и не имеют достаточной статистической достоверности [2].

Тем не менее, по имеющимся сведениям, в США ежегодно регистрируется около 700, а в Великобритании – около 300 случаев смерти от тяжёлой гипотермии. Показатели летальности при этом состоянии, по разным источникам, варьируют от 12% до 80% и зависят от типа гипотермии, степени тяжести, длительности охлаждения, своевременности и качества оказания медицинской помощи, а также от возраста и сопутствующих заболеваний пострадавших [3].

Несмотря на то, что в нашей стране вопросы лечебной тактики при гипотермии освещены в Клинических рекомендациях 2021 года «Отморожение. Гипотермия. Другие эффекты воздействия низкой температуры», многолетний практический опыт показывает, что врачи и специалисты экстренных служб остаются недостаточно осведомлёнными в вопросах диагностики, тактики спасения и лечения пациентов как с непреднамеренной первичной, так и, особенно, со вторичной тяжёлой гипотермией.

Патофизиология

Температура тела является важной физиологической константой, поддержание которой в определённом диапазоне необходимо для нормального функционирования всех органов и систем. Терморегуляция основана на динамическом равновесии между продукцией и отдачей тепла. Количество тепла, получаемое извне или теряемое организмом, регулируется двумя типами кожных рецепторов – тепловыми и холодowymi.

При охлаждении повышается активность афферентных волокон от холодových рецепторов, что стимулирует супраоптическое ядро переднего гипоталамуса. Возникающая вазоконстрикция снижает приток крови к коже, ограничивая теплотери. Одновременно снижение температуры крови воспринимается термочувствительными нейронами гипоталамуса, запускающими комплекс адаптационных реакций:

- немедленную (через автономную нервную систему);
- отсроченную (с участием эндокринной системы – при снижении температуры ниже 36 °С возрастает уровень эндогенных катехоламинов и вазоактивных медиаторов);
- поведенческую (поиск источника тепла, уменьшение теплоотдачи);

– экстрапирамидную (дрожь, направленная на усиление теплопродукции).

Эти реакции направлены либо на повышение образования тепла, либо на уменьшение его потерь. Исторически понимание гипотермии как патологического процесса подробно описано Генри Гули [5].

Следует помнить, что гипотермия входит в состав так называемой «триады смерти» – сочетания критических нарушений гомеостаза, возникающих при тяжёлых травмах, шоке, сепсисе и других состояниях. В триаду входят гипотермия, коагулопатия и метаболический ацидоз. Гипотермия усугубляет коагулопатию, подавляя ферментативные реакции свертывания крови, что клинически проявляется удлинением протромбинового времени, активированного частичного тромбопластинового времени и нарушением образования тромба [4].

В то же время гипотермия оказывает защитное действие на митохондрии, особенно при ишемии и окислительном стрессе. Этот эффект обусловлен снижением образования активных форм кислорода, уменьшением энергетических потребностей клетки и ингибированием белков, активирующих апоптоз (например, каспазы-3). Также доказано, что гипотермия снижает кратковременное повышение мозгового кровотока при реперфузии и уменьшает эксайтотоксичность, связанную с избыточным поступлением кальция в клетку [6].

Существует определённая (не абсолютная) корреляция между температурой «ядра» и клиническими проявлениями тяжёлой гипотермии.

- При +32 °С прекращается мышечная дрожь.
- При +27 °С утрачиваются рефлексы и способность к произвольным движениям.
- При +26 °С отсутствуют реакции на болевые раздражители («холодовая анестезия»).
- При +23 °С исчезают роговичный и окулоцефалический рефлексы.
- При +19 °С регистрируется асистолия [7].

Тяжёлая гипотермия сопровождается выраженной электрической нестабильностью миокарда и высокой готовностью к развитию фибрилляции желудочков. Однако поражение миокарда, включая остановку сердца, может быть обратимым при соблюдении определённых условий. Известно, что самая низкая зарегистрированная температура тела у человека, завершившаяся полным восстановлением, составила +14,2 °С у взрослого и +13,7 °С у ребёнка. В исследовании Frey и соавт. у 206 пациентов с остановкой сердца, вызванной гипотермией, средняя температура тела составляла +23,9 ±

2,7 °С, причём у пяти из них (2,4 %) температура была выше +28 °С [8].

Непреднамеренная гипотермия может развиваться у здорового человека исключительно под воздействием низких температур, однако в ряде случаев она возникает вследствие нарушения механизмов терморегуляции при интоксикации наркотическими веществами или алкоголем на фоне воздействия холода [4, 9].

Изменения, возникающие в организме при снижении внутренней температуры тела, в той или иной степени затрагивают все органы и системы. По мере прогрессирования гипотермии происходит угнетение жизненно важных функций – дыхательной, сердечно-сосудистой, нервной и эндокринной систем. Тем не менее, клиницистам следует помнить о потенциальной обратимости многих патофизиологических нарушений, возникающих при тяжёлой гипотермии, особенно при своевременном и правильно организованном лечении.

Классификация

Гипотермию можно разделить на терапевтическую и случайную (непреднамеренную).

Терапевтическая гипотермия – это контролируемое снижение температуры тела пациента, проводимое намеренно с целью нейро- или органопротекции, например, при остановке сердца, инсульте или в послеоперационном периоде.

Термин «случайная гипотермия» был официально введён в 1995 году в Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем десятого пересмотра (ВОЗ, Женева).

Среди непреднамеренной гипотермии различают два основных типа:

1. Первичная гипотермия – развивается у здоровых людей под воздействием неблагоприятных внешних факторов: низких температур, повышенной влажности, сильного ветра или при погружении в холодную воду.

2. Вторичная гипотермия – неконтролируемое снижение температуры, возникающее как осложнение другого патологического процесса или состояния: болезни, травмы, отравления, хирургического вмешательства или действия лекарственных препаратов, влияющих на терморегуляцию. При этом охлаждение может развиваться как на фоне неблагоприятных условий внешней среды, так и без них.

Таким образом, врач может столкнуться со вторичной непреднамеренной гипотермией в любое время года и при любой температуре окружающей среды. Следует помнить, что ос-

новное заболевание или сопутствующая патология могут способствовать развитию и прогрессированию гипотермии [10].

Наиболее часто вторичная непреднамеренная гипотермия наблюдается у лиц с нарушением сознания и/или адаптационного поведения, особенно при сочетании с неблагоприятными климатическими условиями.

В клинической практике с точки зрения лечебной тактики (в частности, при выборе скорости согревания) целесообразно выделять виды тяжёлой гипотермии, отражающие скорость её развития:

1. Сверхострая гипотермия (замерзание) – снижение температуры «ядра» до +26 °С и ниже в течение часа с последующей остановкой сердца и смертью. Обычно возникает при погружении в воду с температурой 0–10 °С. Может наблюдаться у здоровых лиц без предварительного нарушения сознания или термогенеза.

2. Острая гипотермия – снижение внутренней температуры тела в течение 1–4 часов. Развивается на воздухе при высокой влажности у пострадавших с нарушением сознания (алкогольная или наркотическая интоксикация, гипогликемия, травма, инсульт, деменция). Это наиболее частая форма вторичной непреднамеренной тяжёлой гипотермии в условиях мегаполиса.

3. Подострая гипотермия – постепенное охлаждение организма в течение 4 часов и более, вплоть до нескольких суток. Чаще встречается у малоподвижных, беспомощных или истощённых пациентов, находящихся в плохо отапливаемых помещениях, а также в медицинских учреждениях при недостаточном уходе (например, в психиатрических отделениях). Влияние оказывают и препараты, нарушающие терморегуляцию – нейролептики, антипсихотики и др.

В живой природе аналогом этого состояния является постепенное «вхождение» в спячку у зимоспящих теплокровных животных, сопровождающееся снижением метаболизма и энергозатрат с последующим постепенным выходом из анабиоза. Следовательно, логично предположить, что скорость развития тяжёлой гипотермии должна учитываться при выборе оптимальной скорости согревания, с учётом инерции метаболических и обменных процессов в организме.

Диагностика гипотермии

Современное понимание клинического синдрома гипотермии стало возможным лишь после изобретения в конце XIX века термометра и установления нормальных температурных показателей организма. С тех пор измерение

внутренней температуры тела («температуры ядра») является основным и наиболее достоверным методом диагностики тяжелой гипотермии.

Однако до сих пор существуют разногласия относительно того, где именно следует измерять «ядровую» температуру для наиболее точной оценки состояния пациента. Оптимальным считается измерение температуры на уровне сердца – в просвете пищевода с помощью электрического термодатчика. Тем не менее, в большинстве случаев необходимое оборудование отсутствует, особенно на догоспитальном этапе. В связи с этим в последние годы были предложены подходы, позволяющие определять тяжесть непреднамеренной гипотермии на основании клинических признаков без обязательного проведения термометрии [11].

Общепринятая классификация гипотермии основана на сочетании показателей внутренней температуры и выраженности клинических проявлений [9]. Большинство исследователей относят к тяжелой гипотермии состояние с температурой ядра ниже +28 °С. Отдельно выделяется крайне тяжелая гипотермия (менее +24 °С, а по некоторым источникам – менее +20 °С), обозначаемая в зарубежной литературе как *hypothermia without vital signs* («гипотермия без признаков жизни») [12, 13].

Врачу экстренной помощи важно учитывать индивидуальные особенности физиологических реакций и переносимость холода каждым пациентом. Клинические наблюдения подтверждают значительное разнообразие симптоматики при одинаковых значениях температуры ядра, что связано со множеством факторов, включая особенности адаптации организма. Следовательно, тяжесть гипотермии следует оценивать не только по температурным показателям, но и по совокупности клинических признаков.

Для догоспитального этапа оказания помощи особую практическую ценность представляет пересмотренная в 2021 году Международной комиссией по неотложной медицинской помощи в горных условиях классификация первичной непреднамеренной гипотермии, где главным критерием тяжести состояния является риск остановки сердца [14].

В клинической практике целесообразно модифицировать данную классификацию с учётом дополнительных критериев – как клинических (например, степень нарушения сознания), так и инструментальных (признаки электрической нестабильности миокарда на ЭКГ). Это позволяет своевременно принять решение о начале актив-

ного внутреннего согревания и оптимально контролировать скорость комбинированного согревания (внутреннего и наружного).

Если известно, что пострадавший длительно подвергался воздействию неблагоприятных метеорологических факторов – низкой температуры, ветра, высокой влажности либо находился в холодной воде или снегу дольше физиологически переносимого времени, – диагностика гипотермии не представляет трудностей. Однако следует помнить, что вторичная непреднамеренная гипотермия, включая тяжелую, может развиваться и при нормальных природных условиях, в том числе в закрытых помещениях и в любое время года.

У тяжёлых соматических больных снижение внутренней температуры тела («температуры ядра») нередко обусловлено не столько воздействием внешней среды, сколько внутренними нарушениями регуляции и обмена веществ. Диагностика в таких случаях часто бывает несвоевременной, особенно при нарушениях сознания или психических расстройствах вплоть до коматозного состояния различной этиологии.

Для клинициста важно правильно определить причинно-следственную связь: является ли гипотермия причиной тяжести состояния или её следствием. Определяющими факторами здесь выступают сочетание неблагоприятных условий внешней среды и способность организма противостоять им.

Необходимо учитывать влияние гипотермии на течение основного заболевания: она может изменять клиническую картину или усугублять тяжесть состояния. При этом некорректное измерение температуры неподходящим по техническим характеристикам термометром способно привести к несвоевременному распознаванию внутренней гипотермии и, как следствие, к диагностическим ошибкам и неправильному выбору лечебной тактики.

Знание клинических проявлений, характерных для различных уровней гипотермии, столь же важно, как и правильное измерение температуры и своевременная регистрация ЭКГ. При снижении температуры ядра на электрокардиограмме могут отмечаться брадикардия, замедление атриовентрикулярной проводимости (АВ-блокады различной степени) и другие нарушения ритма.

Классическим электрокардиографическим признаком гипотермии является J-волна Осборна, которая появляется при температуре тела около +30 °С. Этот феномен отражает электрические изменения в миокарде и, вероятно, связан

с поздней и замедленной деполяризацией или ранней реполяризацией части желудочка [15]. Известно, что амплитуда J-волны Осборна обратно пропорциональна внутренней температуре тела: по мере согревания она уменьшается и исчезает при приближении к нормотермии. Данный феномен наблюдается примерно у 80% пациентов с температурой тела ниже +30 °С, однако он не является строго специфичным, поскольку может встречаться также при поражениях центральной нервной системы, ишемии миокарда, гиперкальциемии и сепсисе [1, 16].

Важным прогностическим критерием при тяжёлой гипотермии может служить отношение QRS/QTc на ЭКГ. Исследования показывают, что увеличение этого показателя коррелирует с высоким риском развития фибрилляции желудочков, независимо от степени гипотермии [17]. Этот параметр помогает врачу на ранних этапах стратифицировать пациентов по риску и определить необходимость профилактических вмешательств.

Таким образом, для подтверждения диагноза тяжёлой непреднамеренной гипотермии необходимо:

- измерение внутренней температуры (предпочтительно в нижней трети пищевода);
- регистрация выраженной брадикардии (частота сердечных сокращений 30–34 уд/мин);
- наличие J-волны Осборна на ЭКГ;
- соответствие наблюдаемых клинических проявлений характерным признакам тяжёлой гипотермии.

При осмотре пострадавшего с тяжёлой гипотермией отмечается отсутствие сознания (эта стадия также называется коматозной). Зрачки сужены, реакция на свет вялая или отсутствует. Кожа бледная, синюшная, холодная на ощупь. Тонические судороги конечностей (окоченение). Верхние конечности при этом согнуты, нижние – полусогнуты, жевательные мышцы, мышцы брюшного пресса напряжены. У мужчин яички подтянуты, мошонка сокращена. Отмечается поверхностное, редкое, прерывистое дыхание (4–6 дыхательных движений в 1 минуту). Артериальное давление не определяется, пульс редкий, нитевидный, 34–30 ударов в минуту.

Крайне тяжёлая непреднамеренная гипотермия (Т «ядра» менее +20 °С) или гипотермия без признаков жизни (*hypothermia without vital signs*) может рассматриваться как состояние клинической смерти. Большие сложности представляет констатация смерти при гипотермии. Следует помнить о возможности регистрации

изоэлектрической электроэнцефалограммы (так называемое обратимое энцефалографическое «молчание коры» головного мозга) [18].

Лечение

При оказании помощи пострадавшим от тяжёлого переохлаждения важно помнить, что не существует «критического нижнего» предела внутренней температуры тела, при котором реанимация была бы заведомо безнадежна [19]. В настоящее время в России отсутствует единый подход к вопросам логистики, маршрутизации и организации реанимационной помощи пациентам с критически низкой внутренней температурой «ядра» как при первичной, так и при вторичной гипотермии, особенно в случае остановки кровообращения.

Для исключения случаев преждевременной констатации смерти у пациентов в состоянии гипотермии и при отсутствии повреждений, несовместимых с жизнью, при оказании помощи пострадавшим должен действовать принцип: «Никто не может быть признан мертвым, пока не согрет и не признан мертвым». С учетом имеющегося опыта мы полностью согласны с мнением ряда авторов, что прежде чем прекращать реанимационные мероприятия пострадавшему (при отсутствии явных признаков смерти), рекомендуется согревание до внутренней температуры +30 °С (по некоторым данным – до +32 °С) [7, 20, 21].

Современный подход к лечению тяжёлой гипотермии предполагает комбинацию методов согревания с акцентом на использование экстракорпоральных технологий. Ключевой задачей на догоспитальном этапе является минимизация теплопотерь без задержки транспортировки в стационар, где доступны активные методы согревания, включая экстракорпоральную мембранную оксигенацию (ЭКМО) [23].

Следует ограничить пассивное согревание, поскольку такие методы, как простая изоляция пациента, не предотвращают дальнейшего снижения внутренней температуры тела при гипотермической остановке сердца [9]. Первый значимый успех в лечении тяжёлой гипотермии (на фоне отравления пентобарбиталом) с полным восстановлением при помощи аппарата искусственного кровообращения был описан Феллом в 1968 году [24].

В настоящее время согревание с применением экстракорпорального жизнеобеспечения (ECLS) считается «золотым стандартом» лечения пациентов с тяжёлой гипотермией [25]. В условиях вынужденной задержки транспортировки

целесообразно снижать теплопотери с помощью укрывания непродуваемыми материалами и применения пароизоляционных покрытий [26]. Можно ингалировать через носовые канюли или воздуховод подогретую воздушно-кислородную смесь, хотя доказательств эффективности этого метода нет [9]. Не выявлено объективных доказательств вреда от активного внешнего согревания – например, грелок, – особенно при их наложении на грудную клетку, так как это усиливает теплопередачу к «ядру» тела [27].

В догоспитальном периоде приоритет отдается поддержанию кровообращения с помощью непрямого массажа сердца (в приоритете – автоматического) с использованием специальных устройств автоматической компрессии грудной клетки (УАК), а не активному согреванию [28]. Согласно отечественным клиническим рекомендациям, медицинская транспортировка пациента с тяжелой гипотермией должна осуществляться в специализированный многопрофильный стационар с возможностью проведения экстракорпоральной сердечно-легочной реанимации.

При остановках сердца на фоне или вследствие тяжелой гипотермии показано применение «bridge»-стратегии в СЛР во время транспортировки и в процессе активного согревания, которое осуществляется с помощью устройств автоматической компрессии грудной клетки (УАК) – до перехода на экстракорпоральные методы поддержания жизни (аппарат искусственного кровообращения, ЭКМО по вено-артериальному контуру). Внедрение мобильных реанимационных ЭКМО-бригад скорой медицинской помощи улучшает выживаемость пациентов с гипотермией, обеспечивая быструю стабилизацию кровообращения и контролируемое согревание [23].

Активное внутреннее согревание. Несмотря на распространённую практику, внутривенное введение подогретых растворов кристаллоидов (+38–42 °С) демонстрирует невысокую клиническую эффективность в качестве первичного метода согревания. Исследования показывают, что для достижения даже минимального повышения температуры «ядра» тела требуются чрезмерно большие объёмы инфузии [9]. Однако подогрев всех вводимых растворов остаётся обязательным компонентом терапии, поскольку предотвращает дополнительное охлаждение пациента [26].

«Золотым стандартом» согревания пациентов с тяжелой гипотермией является ЭКМО. По данным литературы, «целевая» скорость согревания должна составлять не более 5 °С в час. Бо-

лее медленная скорость повторного согревания (примерно 2 °С в час) может быть связана с улучшением выживаемости при хорошем неврологическом исходе [9].

Ряд исследований подтверждает эффективность гемодиализа в качестве стратегии согревания пациентов с тяжелой гипотермией без остановки сердца [29, 30]. Использование системы управления температурой типа Arctic Sun™ может быть перспективным методом согревания пациентов с тяжелой гипотермией при отсутствии возможности применения ЭКМО [31].

При температуре «ядра» менее +30 °С стандартная тактика лечения аритмий существенно меняется и требует температурно-зависимого подхода, где ключевыми элементами являются своевременное согревание и ограничение использования антиаритмических препаратов.

При развитии фибрилляции желудочков проводят трёхкратную попытку дефибрилляции электрическим разрядом максимальной мощности. Если фибрилляция желудочков сохраняется после трёх попыток, дальнейшие разряды считаются нецелесообразными до согревания «ядра» более +30 °С [9]. По данным Takahiro, в случаях рефрактерной фибрилляции желудочков при температуре «ядра» менее +28 °С перспективным может быть применение изопротеренола [32].

Применение амиодарона и адреналина до достижения температуры «ядра» выше +30 °С может быть опасным из-за непредсказуемого действия препаратов и риска усугубления электрической нестабильности [9]. После достижения нормотермии (более +35 °С) используются стандартные дозы препаратов при проведении реанимации.

Вопрос о патофизиологически обоснованной схеме ведения таких пациентов после остановки сердца и восстановления спонтанного кровообращения в раннем периоде постреанимационной болезни требует дальнейшего изучения и разработки, с учётом особенностей её течения у данной категории больных.

Собственный опыт лечения пациентов с тяжелой гипотермией

Александровская больница Санкт-Петербурга – первый в России стационар скорой медицинской помощи, начавший применять устройства автоматической компрессии грудной клетки (УАК) «Lucas-2» в блоке критических состояний (БКС) при проведении длительной расширенной сердечно-легочной реанимации у пациентов с остановками сердца на фоне или вследствие тяжелой вторичной гипотермии.

В связи с отсутствием в учреждении методов экстракорпорального поддержания жизни (в том числе ЭКМО) на уровне БКС приёмного отделения была реализована следующая тактика лечения пациентов с тяжёлой гипотермией:

1. Крайне осторожное и бережное перемещение пострадавшего.

2. Максимально «щадящая» интубация трахеи – преимущественно назотрахеальная или установка надгортанного воздуховода второго поколения под местной аппликационной анестезией 10% раствором лидокаина с последующим переводом на респираторную поддержку (включая высокопоточную терапию и/или ИВЛ) тёплой (Т +37 °С) воздушно-кислородной смесью.

3. Катетеризация верхней полой вены (через подключичную или внутреннюю яремную вену) и начало проведения объёмной (2500–3000 мл) инфузии тёплых (Т +42 °С) изоосмолярных солевых растворов с назначением комбинированной нейропротективной и метаболической терапии: последовательное внутривенное введение цитофлавина (20 мл), L-лизин эсцината (20 мл), дексаметазона (20 мг), 40% глюкозы с тиаминном (300 мг) и комбинированного препарата глутатиона «Моликсан» (180 мг).

4. Активное внутреннее согревание – у части пациентов проводились сеансы экстракорпорального согревания крови по вено-венозному контуру (забор крови после гепаринизации с помощью роликового насоса из нижней полой вены через бедренный доступ, нагрев в теплообменнике с контролем температуры на выходе и возврат согретой крови со скоростью 50–100 мл/мин через подключичную вену в правое предсердие).

5. Активное наружное согревание (нагревательное одеяло «WarmTouch» Covidien, температура обдува +45 °С) применялось только после налаженного внутреннего согревания во избежание феномена afterdrop – критически опасного парадоксального усугубления внутренней гипотермии при поверхностном согревании. Температура «ядра» контролировалась пищеводно на уровне сердца, а кожная – в подмышечной ямке. Скорость согревания составляла около 1,0–1,5 °С/час при обязательном динамическом мониторинге температурного градиента. Поскольку у большинства пациентов наблюдался острый и подострый вид вторичной гипотермии (развитие в течение нескольких часов), данная скорость согревания считалась допустимой и безопасной.

6. При остановке сердца (по механизму фибрилляции желудочков или ЭАБП/асистолии) – продолжение автоматической компрессии грудной клетки параллельно с активным внутренним

согреванием. Вазоактивные и антиаритмические препараты до достижения температуры «ядра» +30 °С не применялись, поскольку их эффективность при выраженной гипотермии снижена из-за нарушений мембранного транспорта и ионного обмена. Большинство нарушений ритма купировались самостоятельно по мере согревания организма.

Результаты лечения

За период с 2012 по 2024 год в блоке критических состояний Александровской больницы было пролечено 45 пациентов (37 мужчин и 8 женщин) с тяжёлой вторичной гипотермией, развившейся на улице вследствие многочасового воздействия неблагоприятных метеорологических факторов на фоне выраженного угнетения сознания, обусловленного употреблением алкоголя или наркотических средств.

Среди них у 28 пациентов (22 мужчины и 6 женщин) была зарегистрирована остановка сердца, наступившая на догоспитальном этапе либо в раннем госпитальном периоде. Внутренняя (пищеводная) температура у этих больных варьировала от +28,0 °С до +25,3 °С.

Длительный непрямой массаж сердца в рамках «bridge»-стратегии сердечно-лёгочной реанимации с использованием аппарата «Lucas-2/3» проводился в течение от 40 до 240 минут. Все пациенты были согреты до температуры «ядра» +32 °С.

У 11 пациентов с остановкой сердца (40% случаев) удалось восстановить спонтанное кровообращение. У 6 пациентов (21% случаев) без тяжёлой сопутствующей патологии достигнуто полное восстановление с хорошим неврологическим исходом. Ранний период постреанимационной болезни у них протекал относительно легко, с быстрой динамикой восстановления сознания, стабилизации насосной функции сердца, системного кровообращения и микроциркуляции уже в течение первых суток.

Среди этих пациентов была женщина 59 лет с тяжёлой вторичной гипотермией, развившейся вследствие выраженной алкогольной интоксикации и длительного пребывания на холоде, перенесшая наиболее продолжительную остановку сердца и расширенную сердечно-лёгочную реанимацию, продолжавшуюся 240 минут, завершившуюся полным восстановлением.

Заключение

На основании анализа данных современной литературы и собственного опыта лечения тяжёлой гипотермии можно сделать следующие выводы:

1. При остановке сердца на фоне или вследствие тяжёлой непреднамеренной гипотермии в догоспитальном периоде при проведении сердечно-лёгочной реанимации показано применение «bridge»-стратегии для доставки пациента в специализированный стационар. В условиях блока критических состояний (БКС) проводится длительная расширенная реанимация, включая экстракорпоральные методы.

2. При тяжёлой гипотермии необходимо экстренное активное внутреннее согревание «ядра», особенно при остановке сердца. При отсутствии возможности использования ЭКМО допускается применение альтернативных методов экстракорпорального согревания крови. Активное наружное согревание следует проводить только после начала внутреннего согревания и при обязательном контроле температурного градиента.

3. Сердечно-лёгочная реанимация при гипотермии проводится по особым принципам, предусматривающим значительное увеличение её продолжительности. Учитывая, что гипотермия сама по себе представляет состояние гипометаболизма с повышенной устойчивостью жизненно важных органов к гипоперфузии и гипоксии, у переохлаждённых пациентов возможно успешное проведение длительной расширенной реанимации с хорошим неврологическим исходом.

Течение постреанимационной болезни после длительной остановки сердца в условиях гипотермии может быть более благоприятным, чем при нормотермии. Выживаемость таких пациентов в значительной степени зависит от качества и согласованности действий на всех этапах оказания помощи – как догоспитальном, так и раннегоспитальном, в условиях блока критических состояний отделения скорой медицинской помощи, оснащённого для проведения экстракорпоральной сердечно-лёгочной реанимации.

Литература

1. Champion S., Voicu S., Deye N. Conséquences cardiovasculaires de l'hypothermie. *Médecine Intensive Réanimation*. 2015; 24(2):129–139. doi: 10.1007/s13546-015-1054-6.
2. Tomassini L., Ricchezza G., Gambelungho C., Lancina M., Goracci V., De Micco F., Fedeli P., Cingolani M., Scandoni R. Immunohistochemical insights into hyperthermia-related deaths: a systematic review. *International Journal of Legal Medicine*. 2025; 139(5):2467–2501. doi: 10.1007/s00414-025-03485-3.
3. Debaty G., Moustapha I., Bouzat P., Maignan M., Blancher M., Rallo A., et al. Outcome after severe

- accidental hypothermia in the French Alps: A 10-year review. *Resuscitation*. 2015; 93:118–123. doi: 10.1016/j.resuscitation.2015.06.013.
4. Bjertnæs L.J., Berg H.K., Rehn M., Sunde K., Skåre C., Aaslestad H., et al. Physiological changes in subjects exposed to accidental hypothermia: an update. *Front Med (Lausanne)*. 2022; 9:824395. doi: 10.3389/fmed.2022.824395.
5. Guly H. History of accidental hypothermia. *Resuscitation*. 2011; 82(1):122–125. doi: 10.1016/j.resuscitation.2010.09.465.
6. Iba T., Kondo Y., Maier C.L., Helms J., Ferrer R., Levy J.H., et al. Impact of hyper-and hypothermia on cellular and whole-body physiology. *J Intensive Care*. 2025; 13:4. doi: 10.1186/s40560-024-00774-8.
7. Mallet M.L. Pathophysiology of accidental hypothermia. *QJM*. 2002; 95(12):775–785. doi: 10.1093/qjmed/95.12.775.
8. Frei C., Brugger H., Boyd J., Paal P., Strapazzon G., Van Tulder M., et al. Clinical characteristics and outcomes of witnessed hypothermic cardiac arrest: a systematic review on rescue collapse. *Resuscitation*. 2019; 137:41–48. doi: 10.1016/j.resuscitation.2019.02.001.
9. Paal P., Brugger H., Opatz O., Ellerton J.A., Peek G.J., Zafren K., et al. Accidental hypothermia: 2021 update. *Int J Environ Res Public Health*. 2022; 19(1):501. doi: 10.3390/ijerph19010501.
10. Hanania N.A., Zimmerman J.L. Accidental hypothermia. *Crit Care Clin*. 1999; 15(2):235–249. doi: 10.1016/S0749-0704(05)70155-7.
11. Durrer B., Brugger H., Syme D. The medical on-site treatment of hypothermia: ICAR-MEDCOM recommendation. *High Altitude Med Biol*. 2003; 4(1): 99–103. doi: 10.1089/152702903321489031.
12. Lott C., Truhlář A., Alfonzo A., Böttiger B.W., Bossaert L., Greif R., et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation*. 2021; 161:152–219. doi: 10.1016/j.resuscitation.2021.02.011.
13. Клинические рекомендации. Отморожение. Гипотермия. Другие эффекты воздействия низкой температуры. – 2021–2023. (20.09.2021). Утверждены Минздравом РФ. [Clinical guidelines – Frostbite. Hypothermia. Other effects of low temperature exposure. – 2021–2023 (Sept 20, 2021). Approved by the Ministry of Health of the Russian Federation. In Russian].
14. Musi M.E., Sheets A., Zafren K., Brugger H., Paal P., Hözl N., et al. Clinical staging of accidental hypothermia: The Revised Swiss System. *Resuscitation*. 2021;162:182–187. doi: 10.1016/j.resuscitation.2021.02.038.
15. Dietrichs E.S., Tveita T., Smith G. Hypothermia and cardiac electrophysiology: a systematic review of clinical and experimental data. *Cardiovasc Res*. 2019; 115(3):501–509. doi: 10.1093/cvr/cvy305.

16. Omar H.R. The Osborn wave: what have we learned? *Herz*. 2016; 41(1):48–56. doi: 10.1007/s00059-015-4338-8.
17. Dietrichs E.S., Sundnes J., Tveita T., Smith G. Resistance to ventricular fibrillation predicted by the QRS/QTc ratio in an intact rat model of hypothermia/rewarming. *Cryobiology*. 2021; 98:33–38. doi: 10.1016/j.cryobiol.2021.01.003.
18. Шлапак И.П., Мищенко Д.Л. Гипотермия: клинико-физиологические аспекты, лечение и мониторинг. Острые и неотложные состояния в практике врача. 2009; 2:21–25 [Shlapak I.P., Mishchenko D.L. Hypothermia: clinical and physiological aspects, treatment and monitoring. *Acute and Emergency Conditions in Medical Practice*. 2009; 2:21–25. In Russian].
19. Willmore R. Cardiac arrest secondary to accidental hypothermia: who should we resuscitate? *Air Med J*. 2020; 39(3):205–211. doi: 10.1016/j.amj.2019.09.015.
20. Maclean D. Emergency management of accidental hypothermia: a review. *JR Soc Med*. 1986; 79(9):528–531. doi: 10.1177/014107688607900909.
21. Kempainen R.R., Brunette D.D. The evaluation and management of accidental hypothermia. *Respir Care*. 2004; 49(2):192–205. doi: 10.4187/respcare.04902192.
22. Dow J., Giesbrecht G.G., Gorman D.F., McIntosh S.E., Neuhaus C., Zafren K., et al. Wilderness Medical Society Clinical Practice Guidelines for the Out-of-Hospital Evaluation and Treatment of Accidental Hypothermia: 2019 Update. *Wilderness Environ Med*. 2019; 30(4 Suppl):S47–S69. doi: 10.1016/j.wem.2019.10.002.
23. Kraai E., van der Woude L., Heijnen B.G., Boonstra P.W., Absalom A.R., van der Horst I.C.C. E-CPR in cardiac arrest due to accidental hypothermia using intensivists cannulators: a case series of nine consecutive patients. *J Intensive Care Med*. 2023; 38(2):215–219. doi: 10.1177/08850666221125862.
24. Fell R.H., Bloom R., Bown J., McNally J. Severe hypothermia as a result of barbiturate overdose complicated by cardiac arrest. *Lancet*. 1968; 291(7539):392–394. doi: 10.1016/s0140-6736(68)91622-4.
25. Bjertnæs L.J., Rehn M., Zafren K., Brugger H., Paal P. Rewarming from hypothermic cardiac arrest applying extracorporeal life support: a systematic review and meta-analysis. *Front Med (Lausanne)*. 2021; 8:641633. doi: 10.3389/fmed.2021.641633.
26. Haverkamp F.J.C., Giesbrecht G.G., Tan E.C.T.H. The prehospital management of hypothermia—an up-to-date overview. *Injury*. 2018; 49(2):149–164. doi: 10.1016/j.injury.2017.11.015.
27. Mydske S., Thomassen Ø. Is prehospital use of active external warming dangerous for patients with accidental hypothermia: a systematic review. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2020; 28(1):77. doi: 10.1186/s13049-020-00770-2.
28. Willmore R. Cardiac arrest secondary to accidental hypothermia: rewarming strategies in the field. *Air Med J*. 2020; 39(1):64–67. doi: 10.1016/j.amj.2019.09.013.
29. Mendrala K., Darocha T., Kosiński S., Gałazkowski R., Sanak T., Biernat J., et al. The efficacy of renal replacement therapy for rewarming of patients in severe accidental hypothermia—systematic review of the literature. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(18):9638. doi: 10.3390/ijerph18189638.
30. Murakami T., Nishimoto S., Sakai K., Shima Y., Okamoto M., Matsumoto M. Accidental hypothermia treated by hemodialysis in the acute phase: three case reports and a review of the literature. *Intern Med*. 2019; 58(18):2743–2748. doi: 10.2169/internalmedicine.2037-18.
31. Grewal A., Thomas R. Use of the Arctic Sun™ 5000 targeted temperature management system to achieve rewarming during a prolonged hypothermic cardiorespiratory arrest. *Anaesth Rep*. 2023; 11(1):e12223. doi: 10.1002/anr3.12223.
32. Takahiro T., Suzuki K., Yamagishi T., Hamabe Y. Accidental hypothermia-induced electrical storm successfully treated with isoproterenol. *Heart Rhythm*. 2015; 12(3):644–647. doi: 10.1016/j.hrthm.2014.11.020.

ОҒИР ГИПОТЕРМИЯ: ДИАГНОСТИКА ВА ДАВОЛАШ БЎЙИЧА ЗАМОНАВИЙ ТАСАВВУРЛАР

Д.В. БУЗАНОВ, И.С. ВИННИКОВ, А.Г. МИРОШНИЧЕНКО

И.И. Мечников номидаги Шимоли-Ғарбий давлат тиббиёт университети,
Санкт-Петербург, Россия

Оғир гипотермия (ички ҳароратнинг 28 °C дан пастга тушиши) – ҳаёт учун хавfli ҳолат бўлиб, ўзига хос хусусиятларга эга бўлган босқичма-босқич реанимацион ёрдамни талаб қилади. Ушбу шарҳ ва амалий тажрибани таҳлил қилишдан мақсад – оғир гипотер-

мия ҳолатидаги беморларнинг диагностикаси, клиникаси ва даволашнинг замонавий усуллари бўйича тез тиббий ёрдам бригадалари ва шошилич тиббий ёрдам стационар бўлимлари шифокорларининг билимини оширишдан иборат.

Калит сўзлар: шошилич тиббий ёрдам, оғир гипотермия, таъхис, даволаш.

Сведения об авторах:

Бузанов Дмитрий Владимирович – ассистент кафедры скорой медицинской помощи ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России; врач анестезиолог-реаниматолог СПб ГБУЗ «Александровская больница». E-mail: [dima.buzanov@mail.ru] ORCID: 0000-0003-2884-3125

Винников Иван Сергеевич – врач анестезиолог-реаниматолог СПб ГБУЗ «Александровская больница». E-mail: ivavinn02@gmail.com ORCID: 0000-0001-9681-177X

Мирошниченко Александр Григорьевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой скорой медицинской помощи ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, профессор ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский медицинский университет им. И.П. Павлова» и Санкт-Петербургского научно-исследовательского института скорой помощи имени И.И. Джанелидзе. E-mail: agm0303@mail.ru ORCID: 0000-0002-9235-1910

Поступила в редакцию: 08.10.2025

Information about the authors:

Buzanov Dmitry Vladimirovich – Assistant of the Department of Emergency Medical Care, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Ministry of Health of the Russian Federation; Anesthesiologist-Resuscitator, Aleksandrovskaya Hospital, Saint Petersburg. E-mail: dima.buzanov@mail.ru ORCID: 0000-0003-2884-3125

Vinnikov Ivan Sergeevich – Anesthesiologist-Resuscitator, Aleksandrovskaya Hospital, Saint Petersburg. E-mail: ivavinn02@gmail.com ORCID: 0000-0001-9681-177X

Miroshnichenko Aleksandr Grigorievich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Emergency Medical Care, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Ministry of Health of the Russian Federation; Professor, First Saint Petersburg State Medical University named after I.P. Pavlov and Saint Petersburg Research Institute of Emergency Medicine named after I.I. Dzhanelidze. E-mail: agm0303@mail.ru ORCID: 0000-0002-9235-1910

Received: 08.10.2025