

**ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ОБЩЕСТВА МЕДИЦИНЫ ДИКИХ УСЛОВИЙ (WMS) ПО
ВНЕБОЛЬНИЧНОЙ ОЦЕНКЕ, И ЛЕЧЕНИЮ НЕПРЕДНАМЕРЕННОЙ ГИПОТЕРМИИ:
ОБНОВЛЕНИЕ 2019 ГОДА.**

Jennifer Dow, MD, MHA; Gordon G. Giesbrecht, PhD; Daniel F. Danzl, MD; Hermann Brugger, MD; Emily B. Sagalyn, MD, MPH; Beat Walpoth, MD; Paul S. Auerbach, MD; Scott E. McIntosh, MD, MPH; Mária Némethy, MD; Marion McDevitt, DO, MPH; Robert B. Schoene, MD; George W. Rodway, PhD, APRN; Peter H. Hackett, MD; Ken Zafren, MD; Brad L. Bennett, PhD; Colin K. Grissom, MD

Оригинал статьи - [https://www.wemjournal.org/article/S1080-6032\(19\)30173-5/fulltext](https://www.wemjournal.org/article/S1080-6032(19)30173-5/fulltext)

Перевод - Шишкин К.Г.

Введение

Под непреднамеренной (первичной) гипотермией понимается неумышленное снижение центральной температуры тела до 35°C и ниже. Непреднамеренная гипотермия, вызванная условиями внешней среды, может развиваться в любое время года и в большинстве климатических зон, где холод и высокая влажность окружающей среды определяют наибольший риск. На протяжении всей истории она была медицинской проблемой войн и катастроф, однако лица, работающие или отдыхающие под открытым небом, особенно в условиях дикой природы, также подвергают себя риску развития гипотермии.

Кроме возникновения в условиях дикой природы, гипотермия часто сопряжена с бродяжничеством, особенно на фоне приема алкоголя и других токсичных веществ. Гипотермия может происходить во время интенсивного лечения в условиях оказания экстренной помощи (ятрогенная гипотермия), она значимо связана с травмой, может быть признаком сепсиса, заболеваний, снижающий уровень метаболизма (включая гипоэндокринные состояния), а также болезней, нарушающих терморегуляцию. Терапевтическая гипотермия не входит в сферу интересов данного обзора.

Гипотермия развивается вследствие системной потери тепла телом. Тепло может теряться или возвращаться к телу путем кондукции, конвекции и излучения, а также теряться путем испарения. Кондукция – это прямая передача тепла от теплого объекта холодному при наличии контакта между ними. Конвекция – это обмен теплом с газом или жидкостью, находящимися в движении. Излучение – это передача тепла в форме электромагнитной энергии между двумя объектами, видимыми друг для друга. Испарение – это теплотеря вследствие испарения жидкости (обычно это вода вследствие потоотделения или попавшая извне) с поверхности кожи, одежды, контактирующей с кожей, или при дыхании.

Человеческое тело старается поддерживать свою центральную температуру (температуру ядра) на уровне 37°C или около. Центр терморегуляции в гипоталамусе получает информацию от центральных и периферических терморецепторов. Суммарный сигнал от рецепторов запускает цепь безусловных рефлексов, которые иницируют механизмы охлаждения в виде вазодилатации или потоотделения (для потери тепла), либо механизмы согревания в виде вазоконстрикции (сохранение тепла) или дрожи (выработка тепла) [1]. Периферический кровоток также частично регулируется локальной температурой кожи.

Человек произошел из тропиков, поэтому имеет ограниченные возможности для предотвращения развития гипотермии. Физическая нагрузка и дрожь могут повышать уровень метаболизма для предотвращения гипотермии при наличии энергетических запасов и адекватной теплоизоляции, но эти положительный эффект от них может быть неадекватен условиями окружающей среды. Профилактика гипотермии у человека наибольшим образом зависит от его действий, особенно надевания им теплой одежды и использования укрытия.

Методы

Общество медицины диких условий (Wilderness Medical Society, WMS) собрало экспертную рабочую группу с целью разработки научно-обоснованных рекомендаций по профилактике, а также внебольничной диагностике и лечению пострадавших с гипотермией для обновления опубликованного ранее Практического руководства WMS по внебольничной оценке и лечению непреднамеренной гипотермии, обновления 2014 года [2]. Эксперты были отобраны WMS на основе клинического и/или исследовательского опыта в вопросах гипотермии. Рабочая группа обозначила ряд вопросов (Схема 1) для определения наиболее значимых зон интереса. В рамках

Вопросы, рассматриваемые рабочей группой

ОСМОТР В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

- Как следует классифицировать гипотермию по степеням?
- Какой наилучший метод измерения центральной температуры тела является лучшим?

ДОГОСПИТАЛЬНОЕ ЛЕЧЕНИЕ

- Какое лечение будет наилучшим для замерзшего пациента не в состоянии гипотермии или у пациента с легкой гипотермией в полевых условиях?
- Каковы наиболее безопасные принципы перемещения пострадавшего при среднетяжелой и тяжелой гипотермии?
- Каким лечение будет наилучшим при среднетяжелой и тяжелой гипотермии?
- Когда следует проводить реанимацию пострадавшему с гипотермией без признаков жизни?
- Есть ли какие-то особенности в отношении гипотермии у пациента с травмой?
- Есть ли какие-то особенности в отношении профилактики ожогов у пациента при активном согревании?
- Когда спасателям следует начинать сердечно-легочную реанимацию (СЛР) у пациента с гипотермией?
- Когда и как пациенту с гипотермией следует проводить дефибрилляцию?
- Какова наилучшая методика проведения СЛР у пациента с гипотермией?
- Каковы рекомендации в отношении отсроченной, прерывающейся и пролонгированной СЛР?
- Каков наилучший метод защиты дыхательных путей у пациента с тяжелой гипотермией?
- Каков наилучший путь обеспечения сосудистого доступа у пациента с гипотермией?
- Каков наилучший путь введения жидкости у пациента с гипотермией?
- Какова роль препаратов для расширенных реанимационных мероприятий (Advanced Life Support, ALS) у пациента с гипотермией?
- Есть ли смысл в проведении чрескожной кардиостимуляции у пациента с гипотермией?
- Как следует лечить предсердные аритмии во время согревания пациента с гипотермией?
- Существуют ли простые решения, которые могут быть применены любым спасателем в полевых условиях?

ТРАНСПОРТ/ТРИАЖ

- Как определять, в какое учреждение транспортировать пациента с гипотермией?
- Какова роль методов экстракорпорального поддержания жизни у пациента с гипотермией?
- Как определение уровня калия крови может быть использовано для решения вопроса о продолжении СЛР у пациента с гипотермией?

Схема 1. Вопросы, поставленные авторами при разработке данного руководства.

обновления нынешняя рабочая группа обозначила дополнительные вопросы, не обсуждавшиеся ранее. Литературный поиск в системе MEDLINE по заданным ключевым словам выявил соответствующие теме статьи. Ключевыми словами были hypothermia, accidental hypothermia, wilderness hypothermia, shivering, rewarming, core temperature и resuscitation. Из просмотренных материалов рабочая группа принимала во внимание только рандомизированные контролируемые исследования, наблюдательные исследования, серии случаев и отчеты о клинических случаях, затрагивающие вопросы клинической оценки и лечения первичной гипотермии. Хотя рассматривались все статьи, в данном обзоре акцент сделан на тех, что были опубликованы с 2013 года по март 2019 года.

Рабочая группа оценивала уровень доказательной базы в поддержку каждого диагностического или лечебного метода. Заключение, озвученные в обзорных статьях, не принимались во внимание при формулировании рекомендаций, однако материалы этих обзорных статей, где необходимо, использованы для донесения общей информации.

Рабочая группа использовала консенсусный подход для формулирования рекомендаций в отношении каждого метода с учетом его роли в лечебном процессе. Группа классифицировала каждую рекомендацию в соответствии с ее значимостью и степенью ее доказательности, а также балансом между потенциальной пользой и рисками, используя критерии Американской коллегии врачей-специалистов по заболеваниям грудной клетки (Таблица 1).

ПАТОФИЗИОЛОГИЯ ГИПОТЕРМИИ

Основной физиологический эффект охлаждения тканей – это снижение основного обмена и подавление функции центральной и периферической нервной системы. На начальной стадии охлаждения у неврологически интактного пострадавшего преобладают вторичные реакции в ответ на охлаждение кожи [1]. Дрожательный термогенез, инициируемый охлаждением кожи, приводит к повышению уровня метаболизма вследствие выполнения работы при дрожании, а также усилению легочной вентиляции, увеличению сердечного выброса и среднего артериального давления [4]. Эти показатели возрастают только на начальном этапе, пока центральная температура не снизится до 32°C. Впоследствии эти параметры снижаются вместе с дальнейшим понижением центральной температуры [1]. Дрожь пропадает при уровне центральной температуры около 30°C и ниже [5]. С того момента, как это произошло, уровень метаболизма падает вслед за снижением центральной температуры.

Клинические проявления непреднамеренной гипотермии преимущественно связаны с церебральными и кардиореспираторными ее эффектами. Активность головного мозга начинает снижаться при центральной температуре около 33-34°C и продолжает падать при дальнейшем охлаждении [6,7]. Охлаждение головного мозга проявляется раздражительностью, спутанностью сознания, вялостью, апатией, трудностью принятия решений, сонливостью и, впоследствии, комой. Снижение температуры головного мозга уменьшает его потребность в кислороде [8]. Это обеспечивает временную защиту головного мозга при аноксических состояниях, таких как вызванная холодом временная остановка кровообращения или утопление в холодной воде. Холодовой стресс приводит к уменьшению объема циркулирующей крови за счет сочетания холодового диуреза, экстравазации плазмы крови и неадекватного потребления жидкости [9]. Когда температура сердца снижается ниже 30°C, сердечный выброс значительно падает, и, как правило, развивается брадикардия. Нарушение передачи электрических импульсов приводит к

Таблица 1. Классификационная схема оценки доказательности клинических рекомендаций АССР.

Степень	Описание	Оценка "эффект-риски"	Методологическая основа доказательной базы
1A	Сильная рекомендация, высокий уровень доказательности	Эффект значительно преобладает над рисками и возможными осложнениями или наоборот	РКИ без существенных ограничений или неопровержимые доказательства полученных данных
1B	Сильная рекомендация, средний уровень доказательности	Эффект значительно преобладает над рисками и возможными осложнениями или наоборот	РКИ со значимыми ограничениями или убедительные доказательства полученных данных
1C	Сильная рекомендация, низкий уровень доказательности	Эффект значительно преобладает над рисками и возможными осложнениями или наоборот	Результаты наблюдений или серии случаев
2A	Слабая рекомендация, высокий уровень доказательности	Эффект сопоставим с рисками и возможными осложнениями	РКИ без существенных ограничений или неопровержимые доказательства полученных данных
2B	Слабая рекомендация, средний уровень доказательности	Эффект сопоставим с рисками и возможными осложнениями	РКИ со значимыми ограничениями или убедительные доказательства полученных данных
2C	Слабая рекомендация, низкий уровень доказательности	Эффект сопоставим с рисками и возможными осложнениями	Результаты наблюдений или серии случаев

РКИ - рандомизированные контролируемые исследования

развитию аритмий, таких как предсердная или желудочковая экстрасистолия, фибрилляция предсердий и фибрилляция желудочков (ФЖ) [10]. При температуре ниже 28°C сердечная мышца подвержена развитию ФЖ, которая может быть спровоцирована ацидозом, гипокарбией, гипоксией или перемещением пострадавшего [1]. Ослабленная реакция дыхательной системы на концентрацию двуокси углерода приводит к гиповентиляции и дыхательному ацидозу [11].

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Классификация гипотермии

Большинство современных руководств опирается на стандартную классификацию гипотермии, основанную на степени снижения центральной температуры. Гипотермия определяется как легкая при температуре 35-32°C, среднетяжелая – при 32-28°C, и тяжелая – при температуре <28°C [12, 13, 14]. Некоторые эксперты предлагают выделять еще одну категорию – глубокую гипотермию, соответствующую температуре <24°C [12] или <2°C [1]. Шансы на выживание в последней категории представляются крайне низкими, вероятнее всего, в связи с высоким риском развития остановки кровообращения. В случаях гипотермии, вызванной погружением в холодную воду, нарушение проходимости дыхательных путей и утопление также могут привести к смерти.

Несмотря на то, что для классификации гипотермии используется такой показатель как центральная температура, индивидуальные вариации ее значения широки, аналогично другим физиологическим параметрам. Измерение центральной температуры не всегда применимо во внебольничных условиях [15].

Факторы, влияющие на тактику лечения

Стандартная классификация гипотермии по уровню центральной температуры коррелирует с состоянием системы терморегуляции. От 35°C до 32°C (легкая гипотермия) дрожательный рефлекс постоятелен, и его выраженность возрастает вслед за снижением центральной температуры [16]. При дальнейшем охлаждении дрожь обычно становится менее эффективной, хотя она может быть все еще достаточно сильной и при 31°C [5]. При температуре ниже 32°C (среднетяжелая гипотермия) терморегуляция становится менее эффективной, и согревание становится возможным только с применением внешнего тепла. При падении центральной температуры ниже 32°C уровень сознания снижается. При температуре ниже 28°C (глубокая/тяжелая гипотермия) большинство пациентов не дрожат и находятся в бессознательном состоянии, и у них существует высокий риск развития ФЖ или асистолии [17].

Рекомендация. К ключевым факторам, определяющим тактику оказания помощи при гипотермии, относятся уровень сознания, адекватность пациента, интенсивность дрожания, физическое состояние и стабильность работы сердечно-сосудистой системы, характеризующаяся уровнем артериального давления и сердечным ритмом (Схема 2). Значение центральной температуры может дать дополнительную полезную информацию, но ее трудно точно измерить в полевых условиях, и рабочая группа не рекомендует в лечении опираться только на ее значения (**Уровень доказательности: 1C**).

Упрощенная схема принятия решений для полевых условий

Мы разработали упрощенную инфограмму - «холодовую карту» [18] (Схема 3), соответствующую более сложному алгоритму, представленному на Схеме 2.

Рекомендация. Рабочая группа рекомендует пользоваться данной схемой для принятия решений для облегчения оценки и лечения непреднамеренной гипотермии во внебольничных условиях спасателями с разным уровнем медицинской подготовки.

Некоторые пациенты – замерзшие, но не в гипотермии

Пациенты могут мерзнуть и дрожать, но при этом не находиться в состоянии гипотермии. Дрожь запускается при охлаждении кожи как механизм профилактики гипотермии. Дрожащий пациент с центральной температурой >35°C находится в холодовом стрессе, но не в состоянии гипотермии. Если измерение температуры невозможно, определить, в гипотермии пациент или в холодовом стрессе, может помочь клиническая оценка. Например, пациент, который не был замерзшим до того, как ненадолго окунулся в холодную воду, может дрожать, но гипотермии у него не будет (Схема 2, Схема 3) Многие адекватные пациенты с сохраненной дрожью, сытые и не уставшие, - не в состоянии гипотермии.

Рекомендация. Рекомендация рабочей группы такова, что пациент, который дрожит, но способен к каким-либо действиям и может обслуживать себя, должен быть под пристальным наблюдением, поскольку вряд ли страдает гипотермией. Пациент, который дрожит, но становится

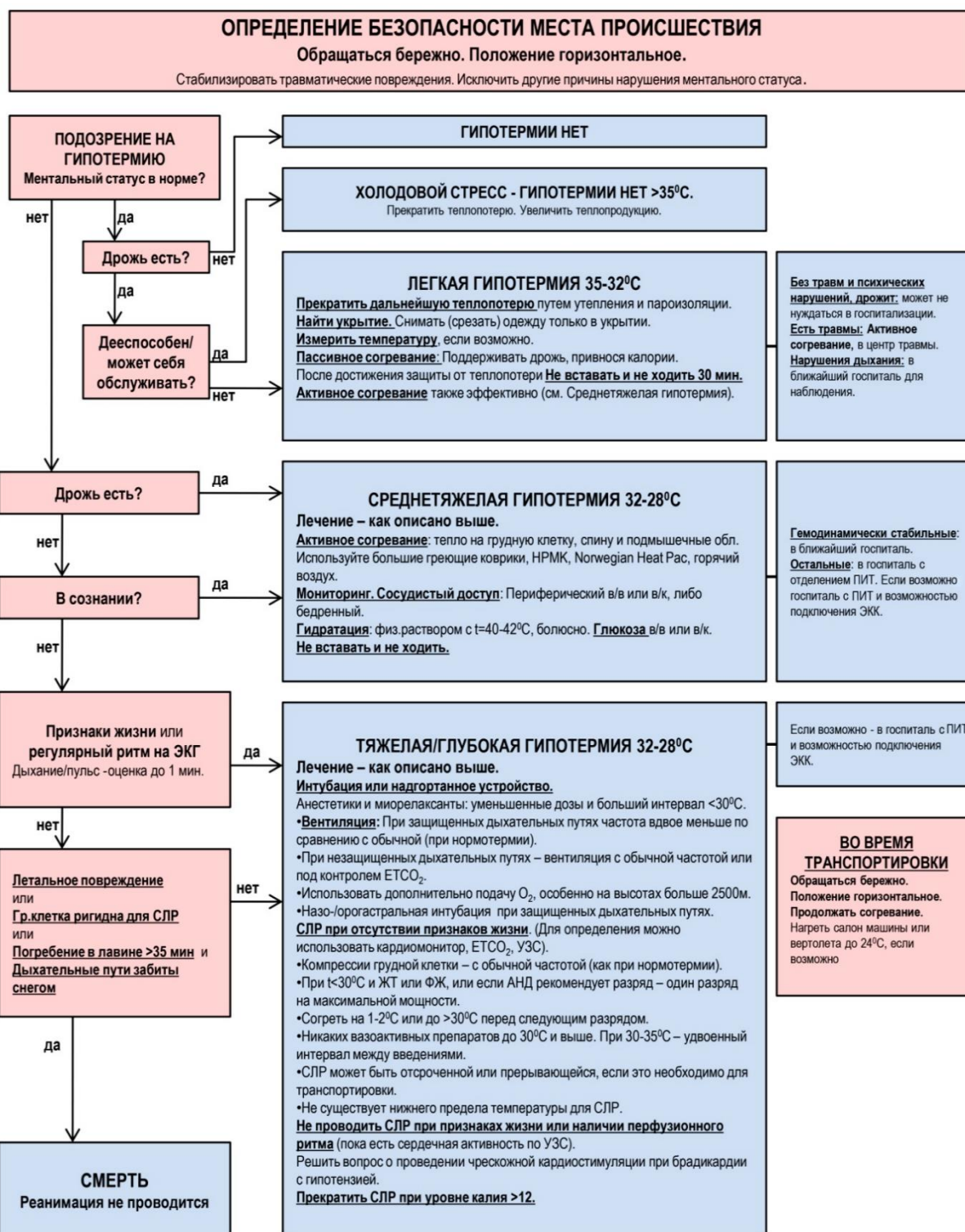


Схема 2. Рекомендации по внебольничной диагностике и лечению непреднамеренной гипотермии. Аббревиатуры: АНД = автоматический наружный дефибриллятор; СЛР = сердечно-легочная реанимация; ЭКК = экстракорпоральное кровообращение; ЭКГ = электрокардиография; ETCO₂ - уровень углекислого газа в конце выдоха; НРМК = Hypothermia Prevention Management Kit; ПИТ = палата интенсивной терапии; в/в = внутривенно; в/к = внутрикостно; O₂ = кислород; ЖТ = желудочковая тахикардия; ФЖ = фибрилляция желудочков; УЗС = ультразвуковое сканирование; ЭКК - экстракорпоральное кровообращение.

ОСМОТР ЗАМЕРЗШЕГО ПАЦИЕНТА

1. От периферии круга к центру: оцени Сознание, Движения, Дрожь, Адекватность
2. Оцените **норму**, **нарушение** или **отсутствие признака**
3. Чем холоднее пациент, тем медленнее вы можете передвигаться, оказав помощь пациенту
4. Проводите активное согревание верхней половины туловища всем замерзшим с травмой
5. Избегайте ожогов: следуйте инструкциям к источникам тепла, проверяйте на покраснение кожи

ХОЛОДОВОЙ СТРЕСС, БЕЗ ГИПОТЕРМИИ

1. Уменьшение теплопотери (напр. надевание сухой одежды)
2. Прием калорийной пищи или питья
3. Передвижение/ физическая активность для согревания

ЛЕГКАЯ ГИПОТЕРМИЯ

1. Обращаться бережно
2. Положение - сидя или лежа как минимум 30 мин.
3. Термо- и пароизоляция
4. Согревать верхнюю часть туловища
5. Дать калорийную пищу/питье
6. Наблюдать как минимум 30 мин.
7. При отсутствии улучшения - эвакуация



ТЯЖЕЛАЯ ГИПОТЕРМИЯ

1. Лечение, как при среднетяжелой гипотермии, плюс:
 - а) **ЕСЛИ** отсутствуют явные признаки жизни, **ТОГДА** оценка дыхания/пульса 60 секунд, либо оценка работы сердца по кардиомонитору
 - б) **ЕСЛИ** нет дыхания/пульса, **ТОГДА** начать СЛР
2. Бережная эвакуация, чем раньше, тем лучше

СРЕДНЕТЯЖЕЛАЯ ГИПОТЕРМИЯ

1. Обращаться бережно
2. Положение горизонтальное
3. Не вставать/не ходить
4. Не давать пищу/питье
5. Термо- и пароизоляция
6. Согревать верхнюю половину туловища
7. Внутривенное восполнение жидкостного объема (40-42°)
8. Бережная эвакуация

Funded by the
Government
of Canada

Canada

BICOrescue.com

Baby It's COLD
OUTSIDE

Схема 3 (А) Лицевая сторона «холодовой карты» - «Осмотр замерзшего пациента». Взято у Giesbrecht [18]. Перепечатано с разрешения Wilderness Medical Society. ©2018 Wilderness Medical Society

ПОМОЩЬ ЗАМЕРЗШЕМУ ПАЦИЕНТУ

ВОЗМОЖНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ОТРЯДОВ В УСЛОВИЯХ ХОЛОДА

1 – Брезент или кусок полиэтилена в качестве паронепроницаемого барьера поверх спальника

1 – Утепленный коврик для сна

1 – Спальный мешок с капюшоном (или эквивалент)

1 – Кусок полиэтилена или фольги (2 х 3 м) в качестве паронепроницаемого барьера внутрь спальника

1 – Источник тепла **у каждого участника команды** (например, химические грелки или теплая вода в бутылке или гидраторе), либо **у каждой команды** (например, угольная грелка, химическое/электрическое греющее одеяло, или военный набор НРМК)

ИНСТРУКЦИЯ ПО ГИПОТЕРМИЧЕСКОМУ ПЕЛЕНАНИЮ (способ «Буррито»)

1. Одежда сухая или сырая

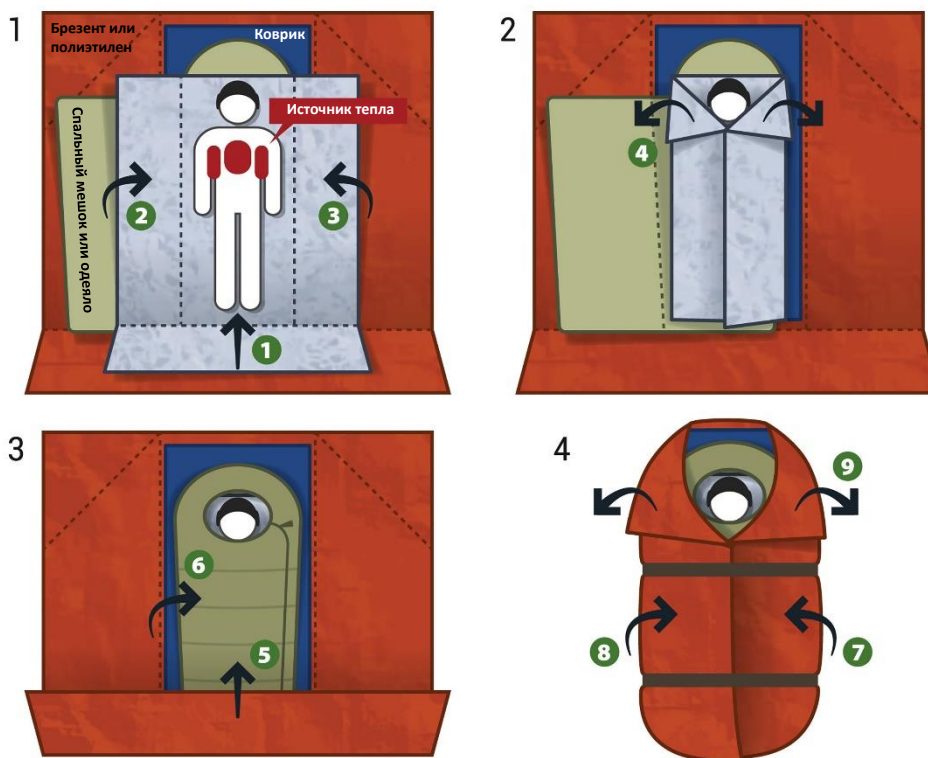
Оставить одежду на пострадавшем

ЕСЛИ укрытие/транспорт доступны **менее** чем через 30 мин.,
ТОГДА пеленание – сразу

2. Одежда очень мокрая

ЕСЛИ укрытие/транспорт доступны **более** чем через 30 мин.,
ТОГДА защитить от холода, удалить мокрую одежду, затем - пеленание

3. Избегайте ожогов: следуйте инструкциям к источникам тепла, прокладывайте тонкую материю между источником тепла и кожей, ежедневно проверяйте кожу на предмет сильного покраснения



Copyright © 2018. Baby It's Cold Outside. All rights reserved. BICOrescue.com
Sources: BICOrescue.com; Zafren, Giesbrecht, Danzl et al. Wilderness Environ Med. 2014, 25:S66-85.

Схема 3 (В) Обратная сторона «холодовой карты» - «Помощь замерзшему пациенту». Взято у Giesbrecht [18]. Перепечатано с разрешения Wilderness Medical Society. ©2018 Wilderness Medical Society

недееспособным и с трудом себя обслуживает, с большей вероятностью находится в гипотермии. Если есть какие-то сомнения, считайте, что пациент страдает гипотермией, и лечите его соответственно.

Альтернативная классификация гипотермии

Американская ассоциация кардиологов (American Heart Association, АНА) в руководстве по реанимации 2010 года предложила альтернативную классификацию гипотермии: легкая ($>34^{\circ}\text{C}$), средней степени тяжести ($34-30^{\circ}\text{C}$) и тяжелая ($<30^{\circ}\text{C}$) [19]. При 30°C и ниже дефибрилляция будет успешна с меньшей вероятностью, чем при температуре $>30^{\circ}\text{C}$.

Рекомендация. Схема, предложенная АНА, не должна применяться в качестве стандартной классификации, поскольку меняет широко распространенное определение гипотермии, а также опирается на вероятный ответ на дефибрилляцию в большей степени, чем на физиологические изменения.

Классификация гипотермии для полевых условий – «Швейцарская» система

«Швейцарская» классификация гипотермии была разработана, чтоб помочь спасателям косвенно оценивать центральную температуру по наблюдаемым клиническим признакам [12]. Поскольку холодовой ответ отличается высокой вариабельностью у разных индивидуумов, определение центральной температуры по клиническим симптомам является весьма приблизительным. Стадии по «Швейцарской» системе градации гипотермии (аббревиатура НТ) с описанием и предполагаемым уровнем центральной температуры будут следующие:

- НТ I – Сознание сохранено, дрожь есть: $35-32^{\circ}\text{C}$
- НТ II – Сознание нарушено, дрожь отсутствует: $32-28^{\circ}\text{C}$
- НТ III – Сознание отсутствует: $28-24^{\circ}\text{C}$
- НТ IV – Мнимая смерть: $24-13,7^{\circ}\text{C}$
- НТ V – Смерть как результат необратимой гипотермии: $<13,7^{\circ}\text{C}$? ($<9^{\circ}\text{C}$?) [12]

Ограниченность этой классификации заключается в том, что у разных индивидуумов физиологический ответ на гипотермию сильно варьирует. Дрожь может быть максимально выражена при температуре $32-33^{\circ}\text{C}$, но продолжаться при 31°C и не исчезать, пока центральная температура не упадет примерно до 30°C . Дрожащие пациенты с нарушением сознания должны получать лечение, как при среднетяжелой, а не легкой гипотермии. Температурные интервалы для стадий гипотермии не должны восприниматься как абсолютные, а скорее как коррелирующие с клиническими наблюдениями. Анализ зарегистрированных случаев гипотермии выявил клинически значимое несовпадение значений температуры со стадиями гипотермии. Самая низкая температура составляла: $28,1^{\circ}\text{C}$ - для НТ I, 22°C - для НТ II и $19,3^{\circ}\text{C}$ - для НТ III [20]. Спасателям рекомендуется ориентироваться на клиническую картину в целом, а не только на дрожь. Существует также множество описаний случаев, когда у пациентов с гипотермией сохранялись витальные признаки при центральной температуре ниже 24°C [21, 22, 23, 24, 25]. У лиц с центральной температурой менее 24°C очень высок риск развития ФЖ. Несмотря на то, что «Швейцарская» система оценки может помочь спасателям в конкретных ситуациях, мы предпочитаем использовать термины легкая, среднетяжелая, тяжелая и глубокая гипотермия.

Рекомендация. Спасателям следует классифицировать гипотермию на легкую, среднетяжелую, тяжелую и глубокую, опираясь на клинические признаки, не забывая при этом, что дрожь может

сохраняться при температуре ниже 32°C, как правило, уже с нарушением ментального статуса, а также то, что у пациентов могут определяться витальные признаки и при центральной температуре ниже 24°C. Кроме того, спасателям следует помнить о наложении температурных интервалов между классификационными категориями [20, 25] (**Уровень доказательности: 1C**).

Сопутствующие состояния, затрудняющие использование классификации гипотермии для полевых условий

Кроме гипотермии, многие состояния могут приводить к нарушению ментального статуса и снижению уровня сознания. Такие состояния, как сепсис или тяжелая травма, могут снижать физиологические резервы организма, а также частично или полностью подавлять дрожательный рефлекс [26]. Многие вещества и лекарственные препараты [27] также подавляют дрожь [28].

Рекомендация: Клиницисты должны оценивать другие возможные причины, кроме гипотермии, для объяснения нарушения ментального статуса и подавления дрожательного рефлекса, которые не коррелируют с измеренной центральной температурой или данными анамнеза, если человек минимально подвергался воздействию холода (**Уровень доказательности: 1B**).

ИЗМЕРЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Внутрипищеводная термометрия

Наиболее точным малоинвазивным методом измерения центральной температуры является внутрипищеводная термометрия с помощью датчика, помещенного в нижнюю треть пищевода [29]. Степень точности измерений при мониторинге внутрипищеводной температуры может быть полезна при коррекции лечения пациентов со среднетяжелой и тяжелой гипотермией. Проведение эзофагеального датчика через глотку может вызвать рвоту и аспирацию. Перед установкой эзофагеального датчика дыхательные пути должны быть защищены с помощью эндотрахеальной трубки или надгортанного устройства, позволяющего провести желудочный зонд. Использование подогретого увлажненного кислорода значимо не завышает значения температуры, измеренной при правильно установленном эзофагеальном датчике [30, 31, 32]. Если эзофагеальный датчик не заведен в нижнюю треть пищевода, в среднем на 24 см ниже гортани для взрослого [1], использование нагретого увлажненного кислорода может привести к ложному завышению значений эзофагеальной температуры. Эзофагеальные датчики, не имеющие меток, могут быть измерены визуально на пациенте до введения и предварительно промаркированы с целью более корректного выбора глубины установки. Полевые условия редко позволяют установить эзофагеальный датчик, однако воздушные и наземные транспортирующие бригады, при наличии у них такой возможности, должны установить датчик как можно раньше.

Рекомендация. Если это доступно, следует установить датчик для измерения эзофагеальной температуры пациенту с защищенными и контролируемыми дыхательными путями. Эзофагеальная термометрия – предпочтительный метод измерения центральной температуры (**Уровень доказательности: 1C**).

Эпитимпаническая термометрия

Эпитимпаническая (внутри слухового прохода) температура, измеренная с помощью мягкого датчика с термистором на конце, размещенного на барабанной перепонке, отражает температуру в сонной артерии [33]. Эпитимпанические термометры не следует путать с более распространенными, но менее точными инфракрасными «тимпаническими» термометрами. У

пациентов с нормальным сердечным выбросом эптитимпаническая температура отражает реальный уровень центральной температуры тела. Эпитимпаническая температура может быть ниже внутрипищеводной при снижении кровотока (сниженный сердечный выброс) или при его отсутствии (остановка кровообращения) [28]. Во внебольничных условиях следует следить за теплоизоляцией наружного слухового прохода от окружающего холода. При низкой температуре окружающей среды эптитимпаническая термометрия может демонстрировать ложно заниженные значения, особенно если наружный слуховой проход забит серой, заполнен снегом или датчик не прилегает к стенкам канала по всему периметру, либо качественно не закрыт защитным «колпачком» [33]. Эпитимпаническая температура будет значительно ниже эзофагеальной температуры при изначальном охлаждении головы у человека в нормотермии. После 10 мин. изолированного охлаждения головы средняя разница между эптитимпанической и эзофагеальной температурой составляет около 1-2°C [34]. Эпитимпанические термометры для использования в условиях операционной неприменимы в полевых условиях, поскольку не предназначены для работы в условиях холода.

Рекомендация. Используйте эптитимпанический термометр, разработанный для полевых условий, с хорошей изоляцией наружного слухового прохода у пациентов, дыхательные пути которых не защищены с помощью эндотрахеальной трубки или надгортанного устройства, или у пациента с защищенными дыхательными путями, если эзофагеальный датчик недоступен (**Уровень доказательности: 1C**). Инфракрасные тимпанические термометры никогда не должны применяться для измерения центральной температуры у пациентов с гипотермией [15] (**Уровень доказательности: 1A**).

Ректальная термометрия в полевых условиях

Использование ректального термометра не рекомендуется до тех пор, пока пациент не эвакуирован из холодных условий окружающей среды, поскольку при этом пациента придется раздевать, тем самым увеличивая теплопотерю и потенциально утяжеляя гипотермию.

Рекомендация. Ректальная температура не должна измеряться в полевых условиях до тех пор, пока пациент не окажется в условиях теплой окружающей среды (**Уровень доказательности: 1C**).

Ректальная и внутрипузырная термометрия во время отогревания

Ректальная и внутрипузырная термометрия запаздывают по изменению значений центральной температуры более чем на час и могут создавать ложное впечатление, что пациент все еще переохлажден [4, 9, 35]. Ректальная и внутрипузырная термометрия дают ложно завышенные, по сравнению с температурой в области сердца, значения в процессе охлаждения и заниженные - в процессе отогревания.

Рекомендация. Используйте мониторинг ректальной или внутрипузырной температуры при отогревании у пациента без сознания только в том случае, если эзофагеальный или эптитимпанический датчики недоступны. Если для мониторинга температуры при отогревании используется ректальная или внутрипузырная термометрия, следует делать поправку на возможное запаздывание изменения значений по сравнению с истинным уровнем центральной температуры (**Уровень доказательности: 1A**).

Оральная термометрия

Оральная термометрия полезна только для исключения факта гипотермии. Неэлектронные термометры обычно не способны фиксировать температуру ниже 35,6°C. Если для диагностики гипотермии используются ртутные или спиртовые термометры, это должны быть специальные термометры для измерения низких значений температуры [1].

Рекомендация. Оральная термометрия с помощью термометра, не способного фиксировать значения ниже 35°C, не должна применяться для диагностики гипотермии (**Уровень доказательности: 1A**).

Темпоральная термометрия (термометрия на височной артерии)

Так называемые темпоральные термометры, фиксирующие данные с поверхности кожи, не обеспечивают точного измерения температуры при гипотермии.

Рекомендация. Не используйте темпоральный термометр у пациента с подозрением на гипотермию (**Уровень доказательности: 1C**).

Термометрия с помощью градиентного датчика теплового потока

Неинвазивные градиентные датчики теплового потока, или термометры «с двойным сенсором», в настоящее время находятся на стадии разработки [37]. При использовании этой технологии, сочетающей в себе сенсор для определения температуры кожи с сенсором теплового потока, значения хорошо коррелируют с внутрипищеводной температурой в условиях операционной и палаты интенсивной терапии [38, 39].

Рекомендация. Поскольку использование данной технологии в полевых условиях формально никак не одобрено, сформировать рекомендации по ее применению в настоящее время не представляется возможным.

ЛЕЧЕНИЕ ВО ВНЕБОЛЬНИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Безопасность спасателей

Безопасность спасателей является главным приоритетом во время спасения. Место происшествия может быть небезопасно для пребывания в его пределах, либо офицер по безопасности может разрешить войти в опасную зону только на короткое время. Если сразу не обнаружено явных признаков повреждений, не совместимых с жизнью, спасателям, вероятнее всего, придется транспортировать пострадавшего в безопасное место и уже потом принимать решение о проведении реанимационных мероприятий.

Рекомендация. Решение о спасении или проведении реанимации пациента должно приниматься только после того, как обеспечена безопасность места происшествия и отсутствие угрозы для спасателей, входящих в зону и принимающих соответствующие решения (**Уровень доказательности: 1A**). С того момента, как обеспечена безопасность спасателей, приоритетами внебольничного лечения пациентов с гипотермией без остановки кровообращения являются предотвращение сердечно-сосудистого коллапса в время спасения, предупреждение дальнейшего снижения центральной температуры (afterdrop) и безопасное согревание пациента. Если у пострадавшего от гипотермии зафиксирована остановка кровообращения, спасателям следует начинать сердечно-легочную реанимацию, если она показана.

Afterdrop центральной температуры

Термин «afterdrop» означает снижение центральной температуры, продолжающееся после прекращения воздействия холода. Afterdrop развивается вследствие сочетания кондукционной теплопотери от теплого «ядра» к холодным периферическим тканям и конвекционной теплопотери через кровь как результат усиления кровообращения в охлажденных периферических тканях с последующим возвратом охлажденной крови к центральным отделам и сердцу [40, 41, 42]. Конвекционный компонент имеет большее значение для потери тепла, чем кондукционный, и может быть спровоцирован неправильным согреванием пострадавшего. У переохлажденного человека периферические ткани имеют более низкую температуру, чем сердце. Поэтому любое действие, приводящее к усилению кровотока в охлажденных периферических тканях (например, вертикальное положение пациента, разрешение пациенту встать или ходить, активные или пассивные движения конечностей, погружение в теплую воду) будет увеличивать объем охлажденной крови, возвращающейся к сердцу. Это приводит к повышению нагрузки на сердце и дальнейшему снижению центральной температуры.

Afterdrop может иметь клиническое значение у пациентов, которые находятся в переходной стадии от среднетяжелой к тяжелой гипотермии, поскольку у них есть высокий риск возникновения сердечно-сосудистой нестабильности в ответ даже на небольшое снижение центральной (в области сердца) температуры. У пациентов с гипотермией описан afterdrop до 5-6°C [21, 42, 43, 44]. Учитывая это, следует принимать меры по предотвращению увеличения кровотока в конечностях во время и после спасения.

"Спасательный коллапс"

Термин «спасательный коллапс» (circumrescue collapse) обозначает головокружение, коллапс, потерю сознания или внезапную смерть, развившиеся у находящихся в холодной воде пострадавших непосредственно перед, во время или после спасения и извлечения из воды [45]. Спасательный коллапс может быть вызван психическим расслаблением или снижением выброса катехоламинов с последующей жизнеугрожающей гипотензией, а также внезапным развитием сердечной аритмии, чаще всего ФЖ [4].

Процесс извлечения пострадавшего из воды снижает оказываемое на него гидростатическое давление [4], которое в обычных условиях наиболее выражено в области нижних конечностей. Прекращение воздействия гидростатического давления приводит к депонированию в них крови, что уменьшает венозный возврат и, как результат, приводит к гипотензии и сердечно-сосудистому коллапсу. Охлажденное сердце может оказаться неспособно компенсировать снижение давления увеличением сердечного выброса. Кровь, которая возвращается из периферических вен, будучи уже охлажденной, приводит к падению центральной температуры (afterdrop). Afterdrop будет более выражен, если пострадавший сам участвует в собственном спасении, помогая спасателям (например, поднимаясь на лодку по веревочной лестнице) [45, 46]. Механическая стимуляция сердца во время извлечения и спасения в сочетании с развитием гипотензии, ацидоза и afterdrop может провоцировать жизнеугрожающие аритмии [47]

Когда спасение ожидаемо, психическое расслабление пострадавшего, находящегося в сознании, может сопряжено со снижением выброса катехоламинов и, как следствие, снижением артериального давления с потерей сознания и последующим утоплением [47]. Спасательный коллапс также был описан при спасении из-под завалов [23, 48].

Обращение с пациентом с гипотермией во время спасательной операции

Приведение пострадавшего в горизонтальное положение смягчает эффекты уменьшения гидростатического давления во время спасательной операции [45]. Исключение физических усилий защищает от развития afterdrop [46]. Воздержание от психологического успокоения пострадавшего может быть полезной для поддержания стимуляции катехоламинами.

Рекомендация. Спасателям следует поддерживать пострадавшего с гипотермией в горизонтальном положении, особенно при извлечении из воды или ледниковых трещин (**Уровень доказательности: 1B**) и ограничивать физические усилия пациента во время спасения (**Уровень доказательности: 1B**). Если пострадавший в сознании, следует поддерживать его в психологическом тонусе и мотивировать на выживание (**Уровень доказательности: 1C**).

Осторожное обращение с пострадавшим для предотвращения фибрилляции желудочков

Гипотермия снижает пусковой порог для возникновения фибрилляции желудочков, особенно при снижении центральной температуры ниже 28°C [1]. Перемещение или значительное согревание конечностей, например, погружение их в теплую воду, увеличивает кровоток через охлажденные ткани. Кровь уходит на периферию, охлаждается и, возвращаясь к ядру, может охлаждать сердце, увеличивая риск развития ФЖ [17, 49, 50]. Увеличение венозного возврата также может приводить к увеличению нагрузки на сердце, насосная функция которого уже заведомо нарушена.

Рекомендация. С пациентом, страдающим гипотермией, обращайтесь осторожно и поддерживайте его горизонтальное положение (**Уровень доказательности: 1B**). Избегайте резких воздействий, особенно движений в конечностях, которые могут спровоцировать ФЖ (**Уровень доказательности: 1B**). Как только пациент оказывается в тепле, одежду следует срезать с пострадавшего, а не снимать вручную (**Уровень доказательности: 1B**).

Защита от дальнейшей потери тепла

После спасения следующим приоритетом при оказании помощи пациенту с гипотермией на догоспитальном этапе является поддержание центральной температуры путем предотвращения дальнейшей потери тепла.

От потери тепла защищает теплоизоляция. Теплоизолирующие материалы включают в себя дополнительную одежду, одеяла, покрывала, спальные мешки, утепленные коврики и пузырчатую пленку [51, 52]. Спальный мешок не должен использоваться в виде одеяла, пациент должен быть помещен вовнутрь, а молния застегнута полностью. Несколько спальников, если доступны, могут быть помещены один внутри другого для создания многослойного кокона. Любой дополнительный слой (например, запасные куртки) должен помещаться внутрь или снаружи утепляющей конструкции так, чтобы не уменьшать внутреннее пространство. Упаковочная пузырчатая пленка является эффективным паронепроницаемым барьером, но обеспечивает меньшую, чем другие материалы, теплоизоляцию [51, 52]. Большое количество тепла может теряться в землю посредством кондукции [53]. Значительное количество тепла также может теряться с головы и шеи, поскольку лицо приходится держать открытым для обеспечения возможности дыхания.

Паронепроницаемые слои защищают от охлаждения путем конвекции и испарения (уменьшая при этом теплопотерю) и, что немаловажно, поддерживают теплоизолирующие слои в сухом состоянии и обеспечивают большую их эффективность. Такие слои можно сделать из пузырчатой упаковочной пленки, брезента, кусков полиэтилена, отражающего одеяла или мусорных мешков с вырезом для

лица. Паронепроницаемый слой (слои) может быть помещен внутрь утепляющей конструкции (для поддержания слоев в сухом состоянии, если пострадавший мокрый) и/или снаружи для защиты утепляющей конструкции от влажных условий окружающей среды [52, 55].

Дополнительные утепляющие слои могут компенсировать отсутствие ветрозащитного и паронепроницаемого слоев [55]. Комбинированный метод, включающий в себя 2 паронепроницаемых слоя (1 – непосредственно на пациенте, 1 – поверх утепляющих слоев) будет защищать утепляющую конструкцию от намокания со всех сторон [52].

Рекомендация. Защищайте пострадавшего от дальнейшего охлаждения, используя дополнительное утепление и паронепроницаемый барьер, до тех пор, пока пациент не будет перемещен в тепло, например, в нагретый салон машины скорой помощи. Удалите мокрую одежду, лучше путем разрезания, но только если пациент при этом защищен от холода (**Уровень доказательности: 1C**). Обеспечьте теплоизоляцию человека от поверхности земли (например, с помощью туристического коврика) для предотвращения теплопотери путем кондукции. Минимизируйте теплопотерю с головы и шеи путем их укрытия настолько эффективно, насколько это возможно (например, шапкой, кепкой, капюшоном, курткой) (**Уровень доказательности: 1C**).

Защита от ветра

В условиях ветра ветрозащитный слой, в идеале – являющийся и паронепроницаемым барьером, обеспечивает надежную защиту от теплопотери путем конвекции [51].

Рекомендация. Следует использовать внешний ветрозащитный слой для защиты пациента от ветра и особенно от воздушного потока, создаваемого винтом при погрузке и выгрузке из вертолета. При возможности, используйте второй паронепроницаемый барьер непосредственно на пациенте для защиты утепляющих слоев (**Уровень доказательности: 1C**).

ОТОГРЕВАНИЕ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

С того момента, как пациент защищен от дальнейшей потери тепла, следующей приоритетной задачей становится отопгревание пострадавшего. Методы отопгревания, описанные в данном разделе, имеют цель обеспечить безопасную скорость отопгревания от 1 до 2°C/час и минимизировать риск развития afterdrop. Afterdrop может привести к нестабильности гемодинамических показателей и ФЖ. Риск развития afterdrop уменьшается путем ограничения движений конечностей и поддержания горизонтального положения пострадавшего. Большинство пациентов с нарушением сознания будут требовать активного согревания.

Важно понимать, что оптимальная скорость отопгревания может не означать максимально быструю скорость. Даже глубокая гипотермия может требовать медленного контролируемого отопгревания. Только пациенты с нестабильными гемодинамическими показателями должны рассматриваться как кандидаты на быстрое отопгревание с помощью методов экстракорпорального поддержания жизни (ЭКПЖ).

Дрожь

Выраженная дрожь увеличивает может увеличивать теплопродукцию в 5-6 раз по сравнению с уровнем метаболизма в покое до значений, соответствующих 50% его максимума (VO_{2max}) [5, 56]. Дрожь может вызывать прирост центральной температуры со скоростью от 3 до 4°C/час [16, 28, 57],

но при этом требует большого количества энергии, является стрессором сердечно-сосудистой системы и вызывает дискомфорт для пациента [17].

Рекомендация. Дрожь – эффективный метод отогревания для пациента, который находится в холодовом стрессе или в легкой гипотермии. Пациент должен быть адекватно утеплен от окружающей среды для сохранения генерируемого тепла (**Уровень доказательности: 1A**). Адекватный пациент с сохраненной дрожью, у которого нет риска аспирации, должен принимать напитки и/или пищу с высоким содержанием углеводов. Пища и напитки могут быть подогреты, но не настолько, чтобы стать причиной ожогов пищевода (**Уровень доказательности: 1C**).

Запрещение физической активности для профилактики afterdrop

Когда пострадавший защищен от дальнейшей потери тепла и имеет адекватные энергетические запасы, наиболее эффективной мерой для пострадавшего может быть самостоятельное передвижение. Если дать пострадавшему возможность пошевелиться и согреться, будучи укутанным, до физической активности, это может быть полезно для уменьшения риска развития afterdrop [46]. Этот период должен длиться 30 минут, но это будет зависеть от конкретной ситуации. В положении стоя увеличивается приток крови к нижним конечностям и отток крови от них, что усиливает afterdrop и может снижать артериальное давление [29]. Ходьба или другая физическая нагрузка продуцирует дополнительное тепло, но физическая нагрузка, если она выполняется сразу после спасения, может вызвать большой afterdrop центральной температуры, чем если пациент будет находиться в состоянии отдыха [46]. Могут быть ситуации, когда немедленная двигательная активность необходима для перемещения пострадавшего в более безопасные условия. В случаях, когда это необходимо, решающую важность имеет тщательное наблюдение.

Рекомендация. Пациенту с сохраненной дрожью и с подозрением на гипотермию следует сохранять тепло настолько, насколько это возможно, а также давать ему источники калорий и наблюдать до возобновления физической активности. По прошествии периода наблюдения, адекватному пациенту можно разрешить вставать. Если пациент может стоять без особых затруднений, можно разрешать небольшую физическую активность и далее постепенно увеличивать ее, исходя из переносимости нагрузки пострадавшим. За пациентом необходимо пристально наблюдать. При ухудшении состояния ему следует прекратить физическую нагрузку и начать получать соответствующее лечение (**Уровень доказательности: 1C**).

Активное наружное согревание

Полевые методы наружного согревания применимы как у дрожащих, так и у не дрожащих пациентов. Методы активного (экзогенного) согревания, такие как большие электронагревательные коврики или одеяла [58], большие греющие маты химического действия [59, 60], бутылки с теплой водой [61] и норвежские хит-паки (Heat Pac), работающие на принципе сгорания угля [17, 58, 62], обеспечивают значительное количество тепла. У пострадавшего с сохраненным дрожательным рефлексом дополнительное внешнее тепло ослабляет собственный дрожательный термогенез. В результате скорость прироста центральной температуры будет такая же, как и при согревании только за счет дрожи, но это даст дополнительные преимущества в виде большего комфорта для пострадавшего и меньшего расхода энергетических запасов с уменьшением нагрузки на сердце. У пострадавшего с угнетенным дрожательным рефлексом дополнительное тепло будет, хоть и медленно, нагревать температурное ядро, когда возможности эндогенной теплопродукции у пациента снижены. Хит-паки, работающие на угле следует

использовать с осторожностью, поскольку они могут продуцировать монооксид углерода (CO) в потенциально токсической концентрации [32].

Для увеличения общего прироста тепла в теле активное согревание будет более эффективно сочетать с теплоизолирующим и пароизолирующим слоем (слоями) для создания эффективной закрытой системы для борьбы с гипотермией. Пять таких систем сравнивались с участием лиц с нормотермией в условиях температуры -20°C [63]. Эти системы (состоящие из активного нагревательного элемента и парозащитного слоя) включали 3 коммерческие системы, использующие массивные утепленные чехлы, самодельную импровизированную систему, использующую 3-сезонный спальный мешок и НРМК (Hypothermia Prevention Management Kit – Набор для профилактики и лечения гипотермии) [63]. Первоначально оцененный на предмет эффективности по сравнению с другими согревающими системами, НРМК был разработан для системы оказания помощи при травмах суставов (Joint Trauma System – JTS) Министерства Обороны в качестве легкого и компактного набора, предназначенного для использования в полевых условиях и состоящего и активируемого кислородом самонагревающегося одеяла с пароизолирующим слоем. НРМК был частью общей стратегии JTS для оказания помощи пострадавшим на поле боя и широко использовался в военных операциях для снижения смертности от гипотермии, сопровождающей травму. [65, 66, 67]. Эффективность сравниваемой системы (общий приrost тепла, получаемого телом) обычно зависит от массы утепляющей конструкции [63]. Все 3 коммерческие системы были тяжелыми и громоздкими, поэтому применимы только на этапе пункта оказания помощи, или если они могут быть доставлены на санях или транспортным средством. Самодельная система и НРМК могут транспортироваться в рюкзаке, но НРМК оказался меньше и легче, и поэтому более портативным, но ценой меньшего общего прироста тепла, получаемого телом. Поэтому выбор типа системы для использования в полевых условиях будет зависеть от ее массы, размера, эффективности и стоимости. Поисково-спасательные команды, которые обычно состоят из 2-4 участников, в реальности могут переносить более эффективную самодельную систему, поскольку ее составляющие могут быть разделены и упакованы в несколько рюкзаков (Схема 3). В качестве альтернативы, НРМК может быть дополнен спальным мешком или одеялами поверх нагревающего одеяла и под пароизолирующим слоем.

Рекомендация. Следует использовать активные источники тепла (**Уровень доказательности: 1B**). Согревающие элементы должны применяться в сочетании с пароизоляцией и теплоизоляцией (**Уровень доказательности: 1B**). Хит-паки, работающие на угле, должны применяться только на открытом воздухе или при наличии тщательно контролируемой соответствующей вентиляции для предотвращения накопления CO (**Уровень доказательности: 1B**). Упакованный в один пакет компактный и легкий НРМК представляет собой практичную систему для транспортировки в одном рюкзаке, полезную при проведении военных операций. Он должен по возможности использоваться с дополнительным утепляющим слоем (**Уровень доказательности: 1C**).

Согревание «от тела к телу»

Согревание пациента с сохраненной дрожью «от тела к телу» теплом другого человека, лежащего с ним в одном спальном мешке, притупляет дрожательный термогенез, в результате чего скорость согревания пострадавшего будет не больше, чем в случае, если бы пострадавший согревался только за счет дрожи [57, 58]. Согревание «от тела к телу» может быть более комфортным для пострадавшего, поскольку уменьшает выраженность дрожательного рефлекса, но это достигается ценой задержки эвакуации.

Рекомендация. Согревание «от тела к телу» может использоваться при легкой гипотермии для обеспечения температурного комфорта пострадавшего, но только при наличии достаточного количества спасателей, а также если это не задерживает эвакуацию пациента к месту оказания квалифицированной помощи (**Уровень доказательности: 1B**).

Помещение источников тепла в подмышечные области, на грудную клетку и на спину

Наружное тепло наиболее эффективно, если оно сконцентрировано в области подмышечных впадин, грудной клетки и спины (в такой последовательности), поскольку эти области имеют наибольший потенциал для передачи тепла посредством кондукции [53]. Согревание области торса безопаснее и эффективнее, чем согревание конечностей [68]. В то же время некоторые ситуации могут исключать прямое согревание грудной клетки (например, проведение сердечно-легочной реанимации [СЛР] или оказание помощи при травме грудной клетки). Было показано, что согревание головы, хоть оно и требует более техничных действий для создания утепляющего слоя и наложения источников тепла, одинаково эффективно у лиц как с сохраненной дрожью, так и при ее отсутствии, обеспечивая тем самым альтернативный вариант отогревания при отягощающих обстоятельствах.

Рекомендация. Накладывайте источники тепла в области подмышечных впадин, грудной клетки и спины. Большие нагревательные коврики следует накладывать вокруг грудной клетки, а если позволяет их размер, то с захватом подмышечных областей и под спину (**Уровень доказательности: 1B**). Дополнительные источники можно поместить на область шеи, но при соблюдении всех мер предосторожности, предотвращающих потерю тепла с открытой поверхности шеи (**Уровень доказательности: 1C**). Избегайте наложения наружных источников тепла на конечности, но в то же время нет необходимости специально изолировать руки от грелок, помещенных на грудную клетку (**Уровень доказательности: 1B**). Если наложение источников тепла на грудную клетку противопоказано (например, при СЛР или травме грудной клетки) источники тепла могут также быть наложены под верхнюю часть спины или на область головы (**Уровень доказательности: 1B**). В случае наложения источников тепла на спину спасатели должны иметь возможность регулярно осматривать зону наложения на предмет ожогов (**Уровень доказательности: 1C**).

Защита охлажденной кожи

Охлажденная кожа весьма уязвима для травм вследствие прямого давления или воздействия тепла [70]. Имеются описания случаев ожогов при использовании бутылок с теплой, но не горячей водой, приложенных напрямую к охлажденной коже [71], а также при использовании НРМК [64], водяных проточных греющих одеял, хит-паков, работающих на угле, и греющих ковриков [72]. Ожоги были описаны как в полностью контролируемых условиях, во время исследования эффективности методов отогревания, так и во время спасательных операций у пациентов в гипотермии. Очень важно визуально проверять нагреваемый участок кожи через регулярные промежутки времени (от 20 до 30 мин.) для обнаружения сильного покраснения и других признаков развивающегося ожога. В этих случаях следует прекратить активное согревание через кожу этих областей. Это необходимо делать последовательно и осторожно, чтобы минимизировать потери тепла. Греющие коврики должны с большой осторожностью накладываться на такие области, как спина, которые трудны для визуализации или находятся под постоянным давлением массы тела или иммобилизирующих конструкций.

Рекомендация. Избегайте локального давления на охлажденную кожу. Накладывайте источники тепла в соответствии с инструкцией производителя. Часто прямой контакт с кожей можно

уменьшить путем прокладывания тонкого слоя теплоизолирующего материала между кожей и источником тепла для профилактики ожога кожи (**Уровень доказательности: 1C**). Кожа должна осматриваться каждые 20-30 минут на предмет сильного покраснения или других признаков развивающегося ожога, когда на нее наложен активный источник тепла (**Уровень доказательности: 1C**).

Не используйте химические грелки малого размера для согревания пострадавшего

Малые химические грелки (например, те, что используются для отогревания кистей и стоп) не обеспечивают достаточного количества тепла, способного повлиять на уровень центральной температуры. Кроме того, высокая температура на поверхности таких грелок создает высокий риск возникновения термических ожогов.

Рекомендация. Не используйте химические грелки малого размера для общего согревания пациента в гипотермии (**Уровень доказательности: 1B**). В то же время малые химические грелки могут применяться для профилактики обморожений кистей и стоп во время лечения и транспортировки (**Уровень доказательности: 1C**).

Нагретый увлажненный кислород

В то время как использование нагретого увлажненного кислорода предотвращает потерю тепла посредством дыхания, возможности теплообмена в респираторном тракте ограничены. Нагретый увлажненный кислород неэффективен в качестве самостоятельного метода согревания [30, 31, 32], но может использоваться в сочетании с другими методами [26]. Применение нагретого увлажненного кислорода потенциально опасно развитием ожогов лица [32].

Рекомендация. Нагретый увлажненный кислород может использоваться в сочетании с другими методами согревания (**Уровень доказательности: 2C**), но не может рассматриваться как самостоятельный метод согревания (**Уровень доказательности: 1B**).

Не применяйте для согревания теплый душ или ванну

Теплый душ или ванна значительно увеличивают периферический кровоток, увеличивают afterdrop, и могут вызвать гипотензию [29, 42]. Использование теплого душа или ванны, даже при легкой гипотермии, может вызвать сердечно-сосудистый коллапс. Данный метод может рассматриваться у пациентов, которые находятся в холодовом стрессе или после начального периода отогревания лиц с легкой гипотермией.

Рекомендация. Теплый душ или теплая ванна не должны применяться для согревания на начальном этапе, даже если у пациента только легкая степень гипотермии (**Уровень доказательности: 1C**).

Согревание дистальных отделов конечностей

Согревание дистальных отделов конечностей в воде с температурой 42-45°C до уровня локтевых и коленных суставов эффективно при согревании адекватных пациентов, страдающих легкой гипотермией [9]. Этот метод работает за счет открытия артериовенозных шунтов кистей и стоп, способствующего повышению возврата теплой крови от конечностей напрямую к ядру. Это является исключением из общего правила о том, что согревание периферических тканей при гипотермии противопоказано. Поскольку нагретая кровь в поверхностных венах протекает вблизи холодных артерий, при этом происходит небольшой теплообмен. В рамках одного лабораторного

исследования при использовании данного метода выявлено, что afterdrop, развивающийся при использовании этого метода, был ниже, чем при обычном дрожании [8]. Методика согревания дистальных отделов конечностей в воде была разработана для использования на кораблях затруднительна для применения при транспортировке во внебольничных условиях.

Рекомендация. Согревание дистальных отделов до уровня локтевых и коленных суставов в воде с температурой 42-45°C может применяться для отогревания пациента при легкой гипотермии при наличии подходящих условий (**Уровень доказательности: 1C**).

Отогревание во время транспортировки

Постоянное отогревание пациента во время его транспортировки затруднительно. Рандомизированное контролируемое исследование по изучению оказания помощи в условиях вертолета и наземного транспорта для обеспечения расширенного комплекса поддержания жизни (Advanced Life Support, ALS) показало небольшое увеличение центральной температуры при использовании химических нагревательных ковриков, но снижение ее при пассивном согревании, применении отражающих одеял, инфузии теплых растворов, а также при сочетании инфузии теплых растворов в сочетании с отражающими одеялами [60].

Конвекционное согревание теплым воздухом, обычно при помощи объемного пластикового одеяла, в котором обеспечивается постоянный поток нагретого воздуха через перфорации в нижней его части, является эффективным методом для отогревания пациента при гипотермии [30, 73, 74]. В одном исследовании было продемонстрировано, что afterdrop при согревании с помощью конвекционного воздушного одеяла ниже, чем при обычном дрожании [75]. Использование таких воздушных одеял эффективнее и практичнее, чем проточных греющих одеял, наполненных жидкостью.

Рекомендация. При транспортировке наземным или воздушным путем следует использовать согревание конвекционным потокам теплого воздуха, если оно доступно (**Уровень доказательности: 1A**). Если такой способ согревания недоступен, может быть продолжено использование других источников тепла. Особое внимание следует уделять профилактике повышения содержания в воздухе СО при использовании хит-паков, работающих на угле, в наземном транспорте. Это может быть достигнуто его активацией вне автомобиля с последующим перемещением внутрь после прекращения начального дымообразования, обеспечением качественной вентиляции салона автомобиля и постоянного контроля уровня СО (**Уровень доказательности: 1C**). Не следует использовать хит-паки, работающие на угле, в условиях воздушного судна (**Уровень доказательности: 1C**).

Температура в салоне наземного или воздушного транспортного средства

В идеале температура в отсеке салона для пациента должна быть не менее 28°C; это температура, при которой раздетый неподвижный человек в нормотермии не будет ни терять тепло, ни перегреваться [1]. Нагревание салона будет защищать его от потери тепла в ситуациях, когда необходимо открывать его тело для осмотра или других процедур. В то же время температура 28°C обычно некомфортна для пилотов, водителей и медицинских работников. Несколько более низкая температура 24°C все так же будет предотвращать потерю тепла, но гораздо лучше переноситься персоналом.

Рекомендация. Для уменьшения дальнейшей теплопотери температура в отсеке салона для пациента в наземном и воздушном транспорте должна поддерживаться, если возможно, на уровне не менее 24°C. (**Уровень доказательности:** 1C)

Лечение пациентов в холодовом стрессе, без гипотермии

Замерзший пациент с сохраненным сознанием и дрожью, имеющий адекватные энергетические запасы и не находящийся в состоянии гипотермии, имеет крайне низкий риск развития afterdrop или спасательного коллапса.

Рекомендация. Имеется консенсусное решение рабочей группы, что пациента, находящегося в холодовом стрессе, но не в гипотермии, нет необходимости держать в горизонтальном положении. Если необходимо, пациенту можно позволить самостоятельно заменить мокрую одежду на сухую, не прибегая к использованию какого-либо укрытия. Пациенту также можно позволить сидеть, есть и пить для поддержания энергетических резервов и уровня гидратации, он может передвигаться или поддерживать двигательную активность, если это необходимо. Такие пациенты будут требовать тщательного наблюдения для уверенности, что у них не развивается гипотермия.

РЕАНИМАЦИЯ ПАЦИЕНТОВ ПРИ ГИПОТЕРМИИ

Принятие решения о проведении реанимации у пациента в гипотермии без признаков жизни

Пациенты при гипотермии выживали без развития неврологического дефицита даже после остановки кровообращения [23, 76, 77, 78]. Многие из обычных признаков биологической смерти, такие как расширенный зрачок, отсутствие его реакции на свет, значительное окоченение, не показательны при гипотермии [76, 77]. «Трупные» пятна - ненадежный индикатор биологической смерти при гипотермии.

Рекомендация. Расширенный зрачок, отсутствие его реакции на свет, «трупное» окоченение, «трупные» пятна не являются противопоказанием для реанимации пациента с тяжелой гипотермией (**Уровень доказательности:** 1A для зрачковых симптомов и «трупного» окоченения). Если нет противопоказаний для проведения сердечно-легочной реанимации (СЛР), спасателям следует не терять надежду и начинать реанимацию (**Уровень доказательности:** 1A).

Противопоказания для реанимации при гипотермии

Афоризм «никто не может быть признан мертвым, пока не согрет и не признан мертвым» основан на трудностях диагностики биологической смерти у пациентов с гипотермией в полевых условиях. Тем не менее, некоторые пациенты действительно холодны и мертвы. Общие противопоказания для проведения реанимации включают в себя явные не совместимые с жизнью повреждения, такие как декапитация, открытая травма головы с потерей ткани мозга, рассечение туловища, полное сгорание тела, а также ригидность грудной клетки, выраженная настолько, что проведение компрессий невозможно [79].

Рекомендация. Не начинайте реанимацию пациента с явными не совместимыми с жизнью повреждениями, а также если ригидность его грудной клетки слишком значительна, чтобы проводить компрессии (**Уровень доказательности:** 1A).

Показания для сердечно-легочной реанимации

СЛР показана только при остановке кровообращения и противопоказана, если есть признаки жизни. У пациента при гипотермии во внебольничных условиях выявить признаки жизни бывает очень трудно. Частота сердечных сокращений может быть очень низкой, а пульс очень слабым и с трудом определяться при пальпации. Традиционный метод определения пульса путем попытки почувствовать его пальцем, помещенным на определенную область, ограничен из-за холода. В холодных пальцах снижается тактильная чувствительность. Дыхание может быть очень медленным и поверхностным, но может определяться при отсутствии пальпируемого пульса [22]. При отсутствии кардиомониторинга диагностика остановки кровообращения может быть затруднена.

Рекомендация. Спасатели должны использовать любую возможность для перемещения пациента в теплое место, как-то наземное или воздушное транспортное средство «скорой помощи» или медицинское учреждение, где доступен кардиомониторинг, для решения вопроса о проведении реанимации и начала согревания пострадавшего (**Уровень доказательности: 1C**). До начала реанимации проверяйте пульс на сонной артерии в течение 1 минуты. При отсутствии определяемого пульса в течение 1 минуты начинайте СЛР с искусственным дыханием (**Уровень доказательности: 1C**).

Не существует нижнего порога температуры для реанимации

Самая низкая из известных температура тела при непреднамеренной гипотермии, при которой реанимация имела успех, составила 13,7°C [80]. Самая низкая из когда-либо зафиксированных температура при терапевтической индуцированной гипотермии составила 9°C [81]. В обоих случаях пациенты выжили без неврологического дефицита. Индуцированная гипотермия в сердечно-сосудистой хирургии обычно доводится до 18°C и, в отличие от непреднамеренной гипотермии, является хорошо контролируемой ситуацией. Самое низкое значение температуры, при котором возможно успешное оживление человека при непреднамеренной гипотермии, не известно, и отчеты о полном восстановлении после экстремально низких значений центральной температуры делают определение критического температурного порога для проведения реанимации затруднительным.

Рекомендация. Реанимацию следует пытаться проводить вне зависимости от значений измеренной температуры тела (**Уровень доказательности: 2C**).

Электрокардиографический мониторинг

Электрокардиография является наилучшим методом диагностики остановки кровообращения в полевых условиях. Организованный ритм при отсутствии определяемого пульса может быть электрической активностью без пульса (ЭАБП) или перфузионным ритмом с очень слабым пульсом. У пациентов в гипотермии амплитуда комплексов QRS может быть снижена [10].

Инициация СЛР у пациента в гипотермии с сохраненной электрической активностью несет риск развития ФЖ, которая может перевести перфузионный ритм в неперфузионный. Если доступен мониторинг содержания CO₂ в конце выдоха (ETCO₂), снижение волн будет означать недостаточность кровообращения и отсутствие метаболизма [13]. Если доступно ультразвуковое исследование, эхокардиография может использоваться для определения наличия сердечных сокращений в соответствии с его электрической активностью [13].

Рекомендация. СЛР должна быть начата при выявлении неперфузионного ритма, включая желудочковую тахикардию, ФЖ или асистолию. При наличии сердечного ритма с организованными QRS-комплексами (даже при ЖТ), СЛР проводиться не должна (**Уровень доказательности:** 1C), пока ETCO₂-мониторинг не выявит снижение перфузии или эхокардиография не покажет отсутствие сердечных сокращений в ответ на его электрическую активность (**Уровень доказательности:** 1B). Используйте максимальный уровень усиления на кардиомониторе для определения наличия QRS-комплексов (**Уровень доказательности:** 1C)

Отсроченная СЛР, прерывающаяся СЛР и продолжительная СЛР

Охлаждение снижает потребность в кислороде большинства тканей в состоянии покоя примерно на 6% на каждый 1°C снижения температуры, с еще большим снижением этого показателя в ткани головного мозга. Гипотермия в большей степени защищает от гипоксии головной мозг. При центральной температуре 28°C общее потребление кислорода телом составляет около 50% от нормальных значений [1], в то время как потребность головного мозга в кислороде может снижаться до 35% от нормальной [8]. Хирургические процедуры, проводимые в условиях глубокой гипотермической остановки кровообращения (ГГОК), показали снижение потребности головного мозга в кислороде на 7% на каждый 1°C падения центральной температуры. Шестьдесят процентов пациентов с центральной температурой ниже 18°C демонстрируют изоэлектрическую электроэнцефалограмму. ГГОК заключается в быстром контролируемом снижении центральной температуры до 18-20°C. Пациенты старше 60 лет, подвергавшиеся ГГОК, переносили такую остановку кровообращения в течение только примерно 25 минут, исходя из частоты постпроцедурных когнитивных осложнений. Дети переносят ее в течение большего периода времени, но имеет место недостаток такой информации в отношении молодых людей и людей среднего возраста [82, 83]. Существует множество задокументированных случаев полного неврологического восстановления даже после продолжительных периодов остановки кровообращения, вплоть до 9 часов [84, 85] у пострадавших, у которых не было асфиксии до развития гипотермии. Пациентов с тяжелой гипотермией удавалось реанимировать с хорошим неврологическим исходом в процессе длительной СЛР, с продолжительностью до 6 часов 30 минут [23, 86, 97, 88]. Длительная остановка кровообращения у пациентов в тяжелой гипотермии не обязательно приводит к повреждению головного мозга, как это происходит у пациентов в нормотермии.

Классический подход к проведению СЛР при остановке кровообращения требует незамедлительного ее начала и постоянного и непрерывного ее проведения, пока не будет зафиксировано восстановление спонтанного кровообращения. Следование такой стратегии СЛР применительно к пациентам в тяжелой гипотермии может быть невозможно или неоправданно. Множество отчетов описывают случаи выживания с неврологическим восстановлением, когда начало СЛР было отсрочено, и СЛР проводилась с перерывами [85, 89]. В одном отчете описывается случай успешной реанимации пациента с гипотермией, извлеченного из лавины, с полным неврологическим восстановлением, несмотря на то, что СЛР была начата лишь спустя 15 минут после зарегистрированной кардиомонитором остановки кровообращения [23]. В другом отчете пострадавший в лавине был извлечен без определяемого пульса и дыхания после 5-часового погребения в ледниковой трещине. Попытки реанимации не предпринимались, но пациент был доставлен по воздуху в ближайшую больницу, где по ЭКГ была зафиксирована асистолия. СЛР была начата через 70 минут после спасения. Пациент выжил с полным неврологическим восстановлением [48]. Третий отчет о клиническом случае описывает пример успешной реанимации переохлажденного пациента с хорошим неврологическим восстановлением, который

получал лечение во время эвакуации в виде периодической СЛР, проводимой на неподвижных носилках в течение 1 минуты, а затем в течение 1 минуты транспортировался без СЛР [70].

Непрерывное проведение компрессий является идеальным вариантом, однако прерывающиеся компрессии могут быть необходимы для успешной и безопасной эвакуации пациента. При правильно проводимых компрессиях проходит около 5 минут до того, как церебральная оксигенация начинает превышать ишемический порог [90].

Рекомендация. У переохлажденного пациента с остановкой кровообращения следует немедленно начинать высококачественную сердечно-легочную реанимацию. Если проведение незамедлительной и постоянной СЛР невозможно или небезопасно, спасателям следует проводить отсроченную или прерывающуюся СЛР. В идеале, проведение компрессий не должно откладываться более, чем на 10 минут – традиционный интервал, основанный на неконтролируемости внебольничной гипотермической остановки кровообращения. (**Уровень доказательности:** 1C). Если СЛР не может проводиться непрерывно, компрессии могут выполняться периодами по 5 минут с перерывами между компрессиями, которые не должны превышать 5 минут (**Уровень доказательности:** 1C)

Техника СЛР при гипотермии

Грудная стенка у пациента при гипотермии обладает повышенной ригидностью, что ограничивает эффективность компрессий или вентиляции с помощью дыхательного мешка. Комплаенс легочной ткани и миокарда при тяжелой гипотермии также значительно снижены. При СЛР, проводимой на фоне гипотермической остановки кровообращения у свиней [91], показатели сердечного выброса, мозгового кровотока и миокардиального кровотока составили 50%, 55% и 31% соответственно от этих же показателей при компрессиях грудной клетки, выполняемых при нормотермии. В то же время метаболические потребности также снижены. Несмотря на то, что нет достаточного количества данных в поддержку увеличения выживаемости при использовании механических устройств [92], механические устройства для реанимации снижают вероятность утомления спасателя и могут обеспечивать более долгие периоды непрерывающихся компрессий, особенно если применяются как временная мера перед ЭКПЖ.

Рекомендация. Пациентам с остановкой кровообращения следует выполнять компрессии грудной клетки с той же частотой, что и при нормотермии (**Уровень доказательности:** 1C). Использование механических устройств для реанимации может уменьшать перерывы между компрессиями и замедлять развитие усталости спасателя (**Уровень доказательности:** 1C).

Автоматический наружный дефибриллятор (АНД)

Если доступен автоматический наружный дефибриллятор (АНД), оборудованный функцией мониторингирования ритма, он может быть использован для кардиомониторинга. АНД без функции кардиомонитора также может использоваться для диагностики. Патологические сердечные ритмы, которые могут быть купированы путем кардиоверсии или дефибрилляции (дефибриллируемые ритмы) – это ЖТ и ФЖ. ЖТ редко развивается при среднетяжелой и тяжелой гипотермии. Если АНД определяет ситуацию как «разряд показан», это означает, что зафиксированный ритм – это ЖТ или ФЖ. Если АНД без возможности мониторинга определяет, что «разряд не показан», это может означать асистолию или организованный ритм, которым может быть электрическая активность без пульса. Современное руководство АНА рекомендует давать разряд однократно [19]

Рекомендация. Если АНД определяет, что показан разряд, спасатели должны произвести попытку дефибрилляции и приступить к СЛР. Если, согласно инструкциям АНД, разряд не показан, пульс на сонной артерии не определяется в течение 1 минуты, нормальное дыхание или другие признаки жизни не определяются, а ультразвуковое исследование для верификации активности сердца и пульса недоступно, начинайте СЛР (**Уровень доказательности: 1C**).

Первая дефибрилляция при гипотермии

Дефибрилляция показана только при наличии дефибриллируемых ритмов (ЖТ без пульса или ФЖ). АНД произведет разряд только в том случае, если зарегистрированный им ритм будет соответствовать ЖТ или ФЖ. Современный подход к реанимации в отношении пациентов с центральной температурой менее 30°C рекомендует производить однократный разряд максимальной силы [13, 17, 94].

Рекомендация. Если у пациента с центральной температурой ниже 30°C кардиомонитор/дефибриллятор регистрирует ЖТ или ФЖ, произведите однократный разряд максимальной силы (**Уровень доказательности: 1C**).

Повторные попытки дефибрилляции при гипотермии

В литературе описаны случаи успешной дефибрилляции при центральной температуре ниже 26°C [95, 96, 97, 98]. Если попытка дефибрилляции при температуре ниже 30°C не успешна, отложите другие попытки дефибрилляции, пока температура тела не будет выше 30°C. Ниже 30°C дефибрилляция, вероятнее всего, будет безуспешна. Дефибрилляция у пациентов, центральная температура у которых достигла значений выше 30°C, должна проводиться согласно рекомендациям для пациентов с нормальной температурой [13].

Рекомендация. Дождитесь, пока пациент будет отогрет до температуры 30°C, прежде чем произвести следующий разряд (**Уровень доказательности: 2C**). Как только центральная температура достигла 30°C, следуйте рекомендациям по дефибрилляции для пациентов с нормальной температурой (**Уровень доказательности: 1C**).

Защита дыхательных путей при гипотермии

Принципы обеспечения проходимости дыхательных путей у пациентов при гипотермии аналогичны таковым у пациентов с нормотермией. У пациентов, у которых отсутствует спонтанное дыхание, либо спонтанное дыхание есть, но дыхательные пути не защищены ввиду снижения уровня сознания, показана защита дыхательных путей путем эндотрахеальной интубации или установки надгортанного устройства с целью обеспечения адекватной вентиляции и профилактики аспирации [13, 99]. Несмотря на то, что существуют описания случаев развития ФЖ во время эндотрахеальной интубации у пациента с [21, 50, 100, 101], данное осложнение встречается нечасто. В одном мультицентрическом исследовании 117 пациентам с гипотермией выполнялась эндотрахеальная интубация после предварительной оксигенации 100%-ным кислородом, и при этом не было отмечено ни одного случая индуцированной аритмии [102].

Рекомендация. Преимущества защиты дыхательных путей превышают риск развития ФЖ (**Уровень доказательности: 1C**). После того, как дыхательные пути защищены, должен быть установлен назогастральный или орогастральный зонд для декомпрессии желудка (**Уровень доказательности: 1C**).

Практическое обсуждение. Быстрая последовательная интубация трахеи с использованием миорелаксантов может быть затруднена, если миорелаксантами не удастся купировать тризм, развившийся вследствие глубокой гипотермии. Если холодовой тризм препятствует проведению ларингоскопии, может потребоваться интубация под контролем волоконной оптики или проведение коникотомии. В этих условиях установка надгортанного устройства может быть предпочтительнее эндотрахеальной интубации. Не следует допускать избыточного нагнетания холодного воздуха в манжетку эндотрахеальной трубки или надгортанного устройства, поскольку воздух внутри манжеты по мере согревания пострадавшего расширяется, что может привести к сужению просвета трубки или разрыву манжеты.

Легочная вентиляция при гипотермии при незащищенных дыхательных путях

Гипервентиляция имеет много потенциально вредных эффектов при гипотермии, включая снижение мозгового кровотока. Как было показано в исследованиях на свиньях, возможности вентиляции при незащищенных дыхательных путях ограничены из-за сниженного комплаенса грудной клетки [91, 103]. Для предупреждения гипервентиляции можно использовать мониторинг ETCO_2 , если он доступен.

Рекомендация. При отсутствии мониторинга ETCO_2 вентиляцию следует проводить с той же частотой, что рекомендована для пациентов в нормотермии [13, 19], до тех пор, пока дыхательные пути не будут защищены (см. ниже) (**Уровень доказательности: 2C**).

Легочная вентиляция при гипотермии при защищенных дыхательных путях

Если пациент интубирован, или установлено надгортанное устройство, легочная вентиляция гораздо более эффективна, чем при незащищенных дыхательных путях.

Рекомендация. У пациентов с защищенными дыхательными путями, если отсутствует мониторинг ETCO_2 , вентиляция должна проводиться с частотой, вдвое меньшей, чем рекомендовано для пациентов в нормотермии, во избежание гипервентиляции (**Уровень доказательности: 1C**).

Поддержание уровня ETCO_2

Мониторинг ETCO_2 может быть использован для поддержания нормальных значений ETCO_2 . Нормальные значения его зависят от высоты над уровнем моря.

Рекомендация. Если мониторинг ETCO_2 доступен, ETCO_2 должен поддерживаться в пределах нормальных значений. При спасательных операциях на высотах свыше 1200 метров над уровнем моря медицинский персонал должен быть осведомлен о нормальных значениях ETCO_2 на данной высоте (**Уровень доказательности: 1C**).

Анестетики и нейромышечные блокаторы при гипотермии.

При низких значениях центральной температуры метаболизм лекарственных препаратов в организме замедляется, поэтому анестезия и нейромышечный блок пролонгируются [104, 105, 106].

Рекомендация. У пациентов с центральной температурой ниже 30°C дозы анестетиков и нейромышечных блокаторов должны быть снижены, а интервал между введениями продлен соответственно степени гипотермии. Существующих на настоящий момент данных недостаточно для рекомендации конкретных протоколов (**Уровень доказательности: 1C**).

Оксигенотерапия

Доставка кислорода к тканям не является лимитирующим фактором для выживания при гипотермии на уровне моря [107].

Рекомендация. Пациенту с гипотермией может проводиться оксигенотерапия, особенно на высотах, превышающих 2500 метров, так как потенциально может принести положительный эффект и не наносит какого-либо известного вреда (**Уровень доказательности: 1C**).

Сосудистый доступ при гипотермии

Обеспечение венозного доступа у пациентов с гипотермией часто затруднено. Внутрикостный доступ прост и доступен. Поскольку миокард при гипотермии весьма чувствителен к раздражителям, катетеры, устанавливаемые к сердцу, могут вызвать нарушения ритма. Установка во внутреннюю яремную или подключичную вену катетера, достигающего правого предсердия, противопоказана, за исключением случаев введения катетера малой длины. Существует риск провоцирования ФЖ, если проводник, используемый для установки катетера по методике Сельдингера, доходит до сердца. Следует следить, чтобы проводник при установке катетера не заходил слишком далеко. Пункция бедренной вены позволяет обеспечить центральный венозный доступ без риска спровоцировать аритмии, но может быть трудноосуществима в полевых условиях. Безуспешные попытки часто приводят к образованию гематом.

Рекомендация. Если венозный доступ не может быть незамедлительно осуществлен с помощью периферического венозного катетера, должен быть применен внутрикостный доступ (**Уровень доказательности: 1C**). Центральный венозный доступ может быть осуществлен через бедренную вену, если другие варианты недоступны (**Уровень доказательности: 1C**).

Восполнение жидкостного объема при гипотермии

Объем циркулирующей крови при средней и тяжелой степенях гипотермии снижен [9, 107]. В процессе согревания вазоконстрикция, которая до этого ограничивала сосудистый объем, ослабляется. Этот объем должен быть восполнен во избежание развития тяжелой гиповолемии с последующим развитием шока, но в то же время объем инфузии не должен достигать значений, способных вызвать объемную перегрузку. Для предотвращения дальнейшего снижения центральной температуры вливаемые внутривенно или внутрикостно растворы должны быть нагреты до температуры хотя бы 40°C, а лучше 42°C. В полевых условиях мешки и трубки систем для внутривенного или внутрикостного вливания должны быть термоизолированы. Следует использовать устройства для согревания растворов, предпочтительно коммерческие их варианты с доказанной эффективностью. Поскольку объем эффективно перфузируемых тканей (температурное ядро) при гипотермии снижается в результате выраженной периферической вазоконстрикции [9], вливание нагретых до 40-42°C растворов может способствовать увеличению центральной температуры. Поскольку общий метаболизм снижен, нет необходимости в использовании глюкозосодержащих растворов. Препаратом выбора для возмещения объема является физиологический раствор. Раствор Рингера лактата не должен применяться у пациентов с гипотермией, поскольку охлажденная печень не может метаболизировать лактат [1]. Некоторые клиницисты применяют смешанные схемы с использованием коллоидов и кристаллоидов [1].

Рекомендация. Используйте для восполнения объема у пациента с гипотермией физиологический раствор, нагретый до температуры 40-42°C, внутривенно или внутрикостно. Соблюдайте меры предосторожности, чтоб не допустить объемную перегрузку (**Уровень доказательности: 1B**).

Введение жидкостей при гипотермии

Болюсное введение растворов с максимально возможной скоростью вливания, в противовес длительной инфузии, позволяет избежать проблем, связанных с охлаждением растворов или замерзания трубок систем для инфузии, которое может иметь происходить, даже если они тщательно теплоизолированы. Идеальным методом будет оставление в катетере замка из физраствора во время долгого перерыва между болюсами. Болюсы объемом по 500 мл могут титроваться для поддержания адекватного систолического артериального давления, в зависимости от степени гипотермии. Нет доступных доказательных данных для определения целевого уровня систолического артериального давления.

Рекомендация. На практике растворы следует вводить скорее болюсно, чем в виде длительной инфузии (**Уровень доказательности:** 1C). Целью введения растворов должно быть поддержание систолического артериального давления на уровне, необходимом для обеспечения адекватной перфузии, в зависимости от степени гипотермии (**Уровень доказательности:** 1C).

Использование экзогенной глюкозы и инсулина при гипотермии

При гипотермии описаны случаи развития гипогликемии и гипергликемии [96, 108]. Такой элемент помощи, как исследование уровня глюкозы крови, является рутинным методом у пациентов с нарушением сознания, но может быть недоступен во внебольничных условиях. Гипергликемия у пациентов с гипотермией в описанных случаях не достигала опасного уровня [96].

Рекомендация. Глюкозу следует применять у пациентов с гипотермией при гипогликемии (**Уровень доказательности:** 1A). Инсулин не показан в качестве первого средства при гипергликемии (**Уровень доказательности:** 1B). Если исследование уровня глюкозы крови недоступно, внутривенное введение глюкозы может эмпирически применяться у пациентов с гипотермией и нарушенным сознанием (**Уровень доказательности:** 1C).

Эффективность вазоактивных и антиаритмических препаратов при гипотермии

Существует ограниченное количество доказательных данных относительно эффективности лекарственных препаратов при гипотермической остановке кровообращения у людей. Большинство имеющихся данных получены в исследованиях на животных [109]. Долгое время считалось, что охлажденное сердце невосприимчиво к воздействию вазопрессоров и антиаритмических препаратов, несмотря на то, что некоторые исследования на животных доказывали обратное. В исследовании на собаках в состоянии гипотермии введение эпинефрина (адреналина) увеличивало коронарное перфузионное давление (КПД) и частоту восстановления спонтанного кровообращения после дефибрилляции [11]. В исследовании на свиньях в состоянии гипотермии вазопрессин повышал коронарную перфузию при активной компрессионно-декомпрессионной СЛР при использовании импедансного порогового устройства, но не при стандартной СЛР [111]. Вазопрессин увеличивал вероятность восстановления спонтанного кровообращения и 1-часовую выживаемость после дефибрилляции в исследованиях на свиньях, подверженных гипотермии [112]. Существует описание случая восстановления спонтанного кровообращения на фоне действия вазопрессина после безуспешного применения адреналина (2 мг) у пациента с гипотермией, однако пациент в итоге погиб от полиорганной недостаточности [113].

Идеальная медикаментозная тактика при желудочковых аритмиях остается нерешенным вопросом. Препараты III класса, такие как бретилий или амиодарон, теоретически являются

идеальным решением, поскольку их действие напрямую направлено против фибрилляции. Амiodарон менее эффективен при гипотермии, чем при нормотермии, и несет риск возникновения пируэтной тахикардии [114]. Не известно, является ли безопасным применение амиодарона при гипотермии. В исследованиях на собаках, подверженных гипотермии, сочетание эпинефрина и амиодарона больше способствовало восстановлению спонтанного кровообращения после дефибрилляции, чем изолированное введение эпинефрина [110]. Бретилий не показал положительного влияния на восстановление спонтанного кровообращения в исследовании на собаках [115]. В другом исследовании на собаках ни амиодарон, ни бретилий не способствовали восстановлению спонтанного кровообращения [116]. Существует 2 описания клинических случаев купирования ФЖ на фоне инфузии бретилия [117, 118].

Рекомендация. Рабочая группа согласна с тем, что в настоящее время не может быть вынесено никаких рекомендаций ввиду ограниченности имеющихся данных.

Дозы препаратов при гипотермии

При гипотермии скорость метаболизма препаратов снижается, а связывание их с белками возрастает [11]. Применяемые препараты имеют низкую активность, пока пациент находится в состоянии гипотермии, но могут достигать токсических концентраций по мере согревания.

Рекомендация. Не применяйте какие-либо вазоактивные препараты до тех пор, пока пациент не согрет до температуры 30°C (*Уровень доказательности: 1C*). Если значение центральной температуры находится в пределах от 30 до 35°C, во избежание возможной токсической аккумуляции препаратов, можно использовать обычные их дозы, но интервалы между введениями следует увеличить вдвое по сравнению с обычными (**Уровень доказательности: 2C**).

Чрескожная кардиостимуляция при гипотермии

В двух имеющихся отчетах о клинических случаях авторы полагают, что чрескожная стимуляция может иметь положительный эффект у пациентов при гипотермии [119]. В обоих случаях чрескожная кардиостимуляция была применена скорее с целью увеличения артериального давления для обеспечения артериовенозого согревания, нежели для контроля за частотой сердечных сокращений.

Рекомендация. Консенсусное решение рабочей группы - Чрескожная кардиостимуляция может иметь положительный эффект при гипотермии в условиях брадикардии и гипотензии, не соответствующих уровню центральной температуры (**Уровень доказательности: 2C**).

Лечение предсердных аритмий во время согревания пациента с гипотермией

Предсердные аритмии в процессе согревания у пациентов с гипотермией являются характерным явлением и проходят самостоятельно, как только пациент окончательно отогревается [120].

Рекомендация. Лечение по поводу предсердных аритмий у гемодинамически стабильного пациента в процессе согревания не показано (**Уровень доказательности: 1B**).

ТРАНСПОРТИРОВКА И ТРИАЖ

Тяжелая травма

Значения температуры тела 35°C и ниже сопряжена с низкой выживаемостью пациентов с тяжелой травмой [121, 122]. Тяжелая травма может приводить к ацидозу и коагулопатии. У пациентов с травмой, сопровождающейся геморрагическим шоком, «триада смерти», включающая ацидоз, коагулопатию и гипотермию, приводит к полиорганной системной дисфункции [123] и крайне высокой летальности [124].

Рекомендация. С целью профилактики гипотермии пациент с серьезной травмой должен получать раннее и агрессивное лечение в виде активного согревания на всех этапах оказания внебольничной помощи (**Уровень доказательности: 1B**).

Транспортная иммобилизация

Транспортная иммобилизация у пациента с гипотермией аналогична таковой у пациента при нормотермии.

Рекомендация. При подготовке пострадавшего к транспортировке потенциальные повреждения позвоночника должны быть стабилизированы [125] (**Уровень доказательности: 1C**). Переломы и вывихи следует по возможности привести к наиболее нормальному анатомическому положению (**Уровень доказательности: 1C**). Открытые раны должны быть закрыты повязкой (**Уровень доказательности: 1C**).

Пациенты с легкой степенью гипотермии, которые в сознании и адекватны

Пациенты в сознании с легкой гипотермией, которые в сознании и адекватны, могут быть излечены в полевых условиях.

Рекомендация. Пациенты без травматических повреждений, без каких-либо нарушений сознания, адекватные и с сохраненным дрожательным рефлексом могут быть излечены, не прибегая к транспортировке в медицинское учреждение (**Уровень доказательности: 1B**).

Выбор лечебного учреждения для транспортировки пациентов с гипотермией

Пациенты в глубокой гипотермии (<28°C) и с нестабильностью гемодинамических показателей или засвидетельствованной внебольничной остановкой кровообращения могут иметь шансы на положительный исход при транспортировке в центры, имеющие возможности для ЭКПЖ. ЭКПЖ включает методики обеспечения экстракорпорального кровообращения, экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) и аппарат искусственного кровообращения (АИК). ЭКПЖ обеспечивает как оксигенацию, так и гемодинамическую поддержку нестабильных пациентов, позволяя проводить контролируемое отогревание.

Пациенты, которые не находятся в глубокой гипотермии или не имеют гемодинамических нарушений, должны транспортироваться в ближайшее лечебное учреждение [87, 126, 127, 128, 129, 130, 131].

Пациенты с гипотермией и с нестабильными гемодинамическими показателями

Гемодинамически нестабильные пациенты требуют лечения в условиях палаты интенсивной терапии и могут демонстрировать положительный эффект на фоне ЭКПЖ с ЭКМО или АИК. ЭКМО

будет предпочтительнее, чем АИК [127], однако оба метода успешно применяются для отогревания пациентов при тяжелой гипотермии. Пациенты в глубокой гипотермии с засвидетельствованной остановкой кровообращения, вне зависимости от того, удалось ли восстановить спонтанное кровообращение на догоспитальном этапе, имеют большие шансы выжить, если будут транспортированы в центр с возможностью подключения ЭКПЖ [87, 126, 127, 128, 129, 130, 131].

Многие географические регионы не имеют госпиталей с возможностями ЭКПЖ. Плохие погодные условия или другие факторы могут препятствовать транспортировке пациента в учреждение с ЭКПЖ. Гемодинамически нестабильные пациенты с гипотермией, включая пациентов с остановкой кровообращения, могут быть успешно реанимированы с полным неврологическим восстановлением и без использования ЭКПЖ [88, 132, 133, 134].

Рекомендация. Пациенты со среднетяжелой и тяжелой гипотермией, которые гемодинамически стабильны, могут транспортироваться в ближайший госпиталь или другое соответствующее медицинское учреждение, такое как, например, районная больница (**Уровень доказательности:** 1C). Пациент, который гемодинамически нестабилен или имеет центральную температуру $<28^{\circ}\text{C}$, должен транспортироваться в медицинское учреждение с возможностью проведения интенсивной терапии и ЭКПЖ. Если это требует значительного дополнительного времени – обычно более одного часа – транспортировки в условиях не реанимационной машины скорой помощи, пациент сначала должен быть стабилизирован в ближайшем медицинском учреждении (**Уровень доказательности:** 1C). Пациент с остановкой кровообращения должен по возможности транспортироваться в медицинское учреждение с возможностью для ЭКПЖ. При прочих равных условиях, ЭКМО предпочтительнее, чем АИК (**Уровень доказательности:** 1C).

В географических регионах, где нет учреждений с возможностями для ЭКПЖ, или если госпиталь с имеющимися возможностями для ЭКПЖ недоступен, следует транспортировать пострадавшего в ближайший госпиталь, где может быть исследован уровень калия в сыворотке крови и могут проводиться попытки реанимации без использования ЭКПЖ, если уровень калия составит <12 ммоль/л (**Уровень доказательности:** 1C). (Пожалуйста, ознакомьтесь с разделом по использованию биохимических маркеров)

Пациенты с гипотермией, в сознании и адекватные, но с сопутствующими патологическими состояниями, включая травму или асфиксию

Пациенты с гипотермией и с травматическими повреждениями или другими сопутствующими медицинскими проблемами должны транспортироваться в медицинское учреждение, способное обеспечить необходимое пациенту лечение. Сопутствующие состояния могут ухудшать клиническое течение гипотермии и потенциально способны затруднить своевременное распознавание тяжелой гипотермии. Пациенты после асфиксии (из лавин или утонувшие) могут выглядеть стабильными, но они имеют риск развития отсроченных осложнений и в большей степени требуют более высокого уровня помощи [127].

Рекомендация. Пациент, имеющий повреждения, попадающие под критерии травмы, должен транспортироваться в центр травмы (**Уровень доказательности:** 1B). Пациента после асфиксии следует транспортировать в лечебное учреждение для наблюдения (**Уровень доказательности:** 1B).

Использование биохимических маркеров для определения целесообразности продолжения реанимации у пациента с гипотермией без признаков жизни

Повышение сывороточного уровня калия у пациента с гипотермией обычно свидетельствует, что развитию гипотермии предшествовала гипоксия. По сути, это маркер лизиса и гибели клеток. Наибольший уровень калия, выявленный у пациента, реанимированного после гипотермии, составил 11,8 ммоль/л у 31-месячного ребенка. Это значение является спорным, поскольку повторное исследование калия через 25 минут показало уровень 4,8 ммоль/л, без указаний на какие-либо имевшие место терапевтические манипуляции [136]. При более старшем возрасте наибольшие зафиксированные значения у реанимированных пациентов были следующими: 9,5 ммоль/л в возрасте 13 лет [137] и 7,9 ммоль/л в возрасте 34 года [138].

Рекомендация. Если у взрослого пациента с гипотермией уровень сывороточного калия превышает 12 ммоль/л, СЛР следует прекратить (**Уровень доказательности: 1B**).

Заключения

Чтобы помочь медицинским работникам, оказывающим помощь пациентам с непреднамеренной гипотермией во внебольничных условиях, мы разработали доказательно обоснованные рекомендации по клинической оценке, и лечению таких пациентов. Остается некоторой количество неясных аспектов, которые должны стать объектом дальнейших исследований. Эти аспекты включают в себя оптимальные методы клинической оценки пациентов с непреднамеренной гипотермией, разработку лучших методик лечения при легкой и среднетяжелой гипотермии и поиск оптимальных методов реанимации пациентов с гипотермией и остановкой кровообращения.

Финансовая/материальная поддержка: отсутствовала.

Раскрытие информации: отсутствовало.

ЛИТЕРАТУРА

1. Danzl, D.F. Accidental hypothermia. in: P.S. Auerbach, T.A. Cushing, N.S. Harris (Eds.) Auerbach's Wilderness Medicine. 7th ed. Elsevier, Philadelphia, PA; 2017: 135–162
2. Zafren, K., Giesbrecht, G.G., Danzl, D.F., Brugger, H., Sagalyn, E.B., Walpoth, B. et al. Wilderness Medical Society practice guidelines for the out-of-hospital evaluation and treatment of accidental hypothermia: 2014 update. Wilderness Environ Med. 2014; 25: S66–S85
3. Guyatt, G., Gutterman, D., Baumann, M.H., Addrizzo-Harris, D., Hylek, E.M., Phillips, B. et al. Grading strength of recommendations and quality of evidence in clinical guidelines: report from an American College of Chest Physicians task force. Chest. 2006; 129: 174–181
4. Giesbrecht, G.G. Cold stress, near drowning and accidental hypothermia: a review. Aviat Space Environ Med. 2000; 71: 733–752
5. Bristow, G.K. and Giesbrecht, G.G. Contribution of exercise and shivering to recovery from induced hypothermia (31.2°C) in one subject. Aviat Space Environ Med. 1988; 59: 549–552
6. FitzGibbon, T., Hayward, J.S., and Walker, D. EEG and visual evoked potentials of conscious man during moderate hypothermia. Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1984; 58: 48–54
7. Giesbrecht, G.G., Arnett, J.L., Vela, E., and Bristow, G.K. Effect of task complexity on mental performance during immersion hypothermia. Aviat Space Environ Med. 1993; 64: 206–211
8. Michenfelder, J.D. and Milde, J.H. The relationship among canine brain temperature, metabolism, and function during hypothermia. Anesthesiology. 1991; 75: 130–136

9. Vanggaard, L., Eyolfson, D., Xu, X., Weseen, G., and Giesbrecht, G.G. Immersion of distal arms and legs in warm water (AVA rewarming) effectively rewarms mildly hypothermic humans. *Aviat Space Environ Med.* 1999; 70: 1081–1088
10. Duguid, H., Simpson, R.G., and Stowers, J.M. Accidental hypothermia. *Lancet.* 1961; 2: 1213–1219
11. Giesbrecht, G.G. The respiratory system in a cold environment. *Aviat Space Environ Med.* 1995; 66: 890–902
12. Durrer, B., Brugger, H., Syme, D., and International Commission for Mountain Emergency Medicine. The medical on-site treatment of hypothermia: ICAR-MEDCOM recommendation. *High Alt Med Biol.* 2003; 4: 99–103
13. Soar, J., Perkins, G.D., Abbas, G., Alfonzo, A., Barelli, A., Bierens, J.J. et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 8. Cardiac arrest in special circumstances: electrolyte abnormalities, poisoning, drowning, accidental hypothermia, hyperthermia, asthma, anaphylaxis, cardiac surgery, trauma, pregnancy, electrocution. *Resuscitation.* 2010; 81: 1400–1433
14. Zafren, K. and Giesbrecht, G.G. State of Alaska Cold Injury Guidelines. Juneau: State of Alaska, ; 2014
15. Strapazzon, G., Procter, E., Paal, P., and Brugger, H. Pre-hospital core temperature measurement in accidental and therapeutic hypothermia. *High Alt Med Biol.* 2014; 15: 104–111
16. Tikuisis, P. and Giesbrecht, G.G. Prediction of shivering heat production from core and mean skin temperatures. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1999; 79: 221–229
17. Giesbrecht, G.G. Emergency treatment of hypothermia. *Emerg Med (Fremantle).* 2001; 13: 9–16
18. Giesbrecht, G.G. “Cold Card” to guide responders in the assessment and care of cold-exposed patients. *Wilderness Environ Med.* 2018; 29: 499–503
19. Vanden Hoek, T.L., Morrison, L.J., Shuster, M., Donnino, M., Sinz, E., Lavonas, E.J. et al. Part 12: cardiac arrest in special situations: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation.* 2010; 122: S829–S861
20. Deslarzes, T., Rousson, V., Yersin, B., Durrer, B., and Pasquier, M. An evaluation of the Swiss staging model for hypothermia using case reports from the literature. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2016; 24: 16
21. Baumgartner, F.J., Janusz, M.T., Jamieson, W.R., Winkler, T., Burr, L.H., and Vestrup, J.A. Cardiopulmonary bypass for resuscitation of patients with accidental hypothermia and cardiac arrest. *Can J Surg.* 1992; 35: 184–187
22. Feiss, P., Mora, C., Devalois, B., Gobeaux, R., and Christides, C. [Accidental deep hypothermia and circulatory arrest. Treatment with extracorporeal circulation]. *Ann Fr Anesth Reanim.* 1987; 6: 217–218
23. Oberhammer, R., Beikircher, W., Hormann, C., Lorenz, I., Pycha, R., Adler-Kastner, L. et al. Full recovery of an avalanche victim with profound hypothermia and prolonged cardiac arrest treated by extracorporeal re-warming. *Resuscitation.* 2008; 76: 474–480
24. Papenhausen, M., Burke, L., Antony, A., and Phillips, J.D. Severe hypothermia with cardiac arrest: complete neurologic recovery in a 4-year-old child. *J Pediatr Surg.* 2001; 36: 1590–1592
25. Pasquier, M., Zurrón, N., Weith, B., Turini, P., Dami, F., Carron, P.N. et al. Deep accidental hypothermia with core temperature below 24°C presenting with vital signs. *High Alt Med Biol.* 2014; 15: 58–63
26. Stoner, H.B. Thermoregulation after injury. *Adv Exp Med Biol.* 1972; 33: 495–499
27. Jain, A., Gray, M., Slisz, S., Haymore, J., Badjatia, N., and Kulstad, E. Shivering treatments for targeted temperature management: a review. *J Neurosci Nurs.* 2018; 50: 63–67

28. Giesbrecht, G.G., Goheen, M.S., Johnston, C.E., Kenny, G.P., Bristow, G.K., and Hayward, J.S. Inhibition of shivering increases core temperature afterdrop and attenuates rewarming in hypothermic humans. *J Appl Physiol* (1985). 1997; 83: 1630–1634
29. Hayward, J.S., Eckerson, J.D., and Kemna, D. Thermal and cardiovascular changes during three methods of resuscitation from mild hypothermia. *Resuscitation*. 1984; 11: 21–33
30. Goheen, M.S., Ducharme, M.B., Kenny, G.P., Johnston, C.E., Frim, J., Bristow, G.K. et al. Efficacy of forced-air and inhalation rewarming by using a human model for severe hypothermia. *J Appl Physiol* (1985). 1997; 83: 1635–1640
31. Mekjavic, I.B. and Eiken, O. Inhalation rewarming from hypothermia: an evaluation in -20°C simulated field conditions. *Aviat Space Environ Med*. 1995; 66: 424–429
32. Sterba, J.A. Efficacy and safety of prehospital rewarming techniques to treat accidental hypothermia. *Ann Emerg Med*. 1991; 20: 896–901
33. Walpoth, B.H., Galdikas, J., Leupi, F., Muehlemann, W., Schlaepfer, P., and Althaus, U. Assessment of hypothermia with a new “tympanic” thermometer. *J Clin Monit*. 1994; 10: 91–96
34. Skaiaa, S.C., Brattebø, G., Aßmus, J., and Thomassen, Ø. The impact of environmental factors in pre-hospital thermistor-based tympanic temperature measurement: a pilot field study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2015; 23: 72
35. Grissom, C.K., Harmston, C.H., McAlpine, J.C., Radwin, M.I., Ellington, B., Hirshberg, E.L. et al. Spontaneous endogenous core temperature rewarming after cooling due to snow burial. *Wilderness Environ Med*. 2010; 21: 229–235
36. Kimberger, O., Cohen, D., Illievich, U., and Lenhardt, R. Temporal artery versus bladder thermometry during perioperative and intensive care unit monitoring. *Anesth Analg*. 2007; 105: 1042–1047
37. Gunga, H.C., Werner, A., Stahn, A., Steinach, M., Schlabs, T., Koralewski, E. et al. The double sensor - a non-invasive device to continuously monitor core temperature in humans on earth and in space. *Respir Physiol Neurobiol*. 2009; 169: S63–S68
38. Kimberger, O., Thell, R., Schuh, M., Koch, J., Sessler, D.I., and Kurz, A. Accuracy and precision of a novel non-invasive core thermometer. *Br J Anaesth*. 2009; 103: 226–231
39. Dahyot-Fizelier, C., Lamarche, S., Kerforne, T., Benard, T., Giraud, B., Bellier, R. et al. Accuracy of zero-heat-flux cutaneous temperature in intensive care adults. *Crit Care Med*. 2017; 45: e715–e717
40. Giesbrecht, G.G. and Bristow, G.K. A second postcooling afterdrop: more evidence for a convective mechanism. *J Appl Physiol* (1985). 1992; 73: 1253–1258
41. Golden, F.S. and Hervey, G.R. The mechanism of the after-drop following immersion hypothermia in pigs [proceedings]. *J Physiol*. 1977; 272: 26P–27P
42. Romet, T.T. Mechanism of afterdrop after cold water immersion. *J Appl Physiol* (1985). 1988; 65: 1535–1538
43. Fox, J.B., Thomas, F., Clemmer, T.P., and Grossman, M. A retrospective analysis of air-evacuated hypothermia patients. *Aviat Space Environ Med*. 1988; 59: 1070–1075
44. Stoneham, M.D. and Squires, S.J. Prolonged resuscitation in acute deep hypothermia. *Anaesthesia*. 1992; 47: 784–788
45. Golden, F.S., Hervey, G.R., and Tipton, M.J. Circum-rescue collapse: collapse, sometimes fatal, associated with rescue of immersion victims. *J R Nav Med Serv*. 1991; 77: 139–149
46. Giesbrecht, G.G. and Bristow, G.K. The convective afterdrop component during hypothermic exercise decreases with delayed exercise onset. *Aviat Space Environ Med*. 1998; 69: 17–22
47. Giesbrecht, G.G. and Hayward, J.S. Problems and complications with cold-water rescue. *Wilderness Environ Med*. 2006; 17: 26–30

48. Althaus, U., Aeberhard, P., Schubach, P., Nachbur, B.H., and Muhlemann, W. Management of profound accidental hypothermia with cardiorespiratory arrest. *Ann Surg.* 1982; 195: 492–495
49. Lee, C.H., Van Gelder, C., Burns, K., and Cone, D.C. Advanced cardiac life support and defibrillation in severe hypothermic cardiac arrest. *Prehosp Emerg Care.* 2009; 13: 85–89
50. Osborne, L., Kamal El-Din, A.S., and Smith, J.E. Survival after prolonged cardiac arrest and accidental hypothermia. *Br Med J (Clin Res Ed).* 1984; 289: 881–882
51. Henriksson, O., Lundgren, J.P., Kuklane, K., Holmer, I., and Bjornstig, U. Protection against cold in prehospital care-thermal insulation properties of blankets and rescue bags in different wind conditions. *Prehosp Disaster Med.* 2009; 24: 408–415
52. Thomassen, Ø., Faerevik, H., Osteras, Ø., Sunde, G.A., Zakariassen, E., Sandsund, M. et al. Comparison of three different prehospital wrapping methods for preventing hypothermia--a crossover study in humans. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2011; 19: 41
53. Hayward, J.S., Collis, M., and Eckerson, J.D. Thermographic evaluation of relative heat loss areas of man during cold water immersion. *Aerosp Med.* 1973; 44: 708–711
54. Pretorius, T., Bristow, G.K., Steinman, A.M., and Giesbrecht, G.G. Thermal effects of whole head submersion in cold water on nonshivering humans. *J Appl Physiol* (1985). 2006; 101: 669–675
55. Henriksson, O., Lundgren, P., Kuklane, K., Holmer, I., Naredi, P., and Bjornstig, U. Protection against cold in prehospital care: evaporative heat loss reduction by wet clothing removal or the addition of a vapor barrier--a thermal manikin study. *Prehosp Disaster Med.* 2012; 27: 53–58
56. Iampietro, P.F., Vaughan, J.A., Goldman, R.F., Kreider, M.B., Masucci, F., and Bass, D.E. Heat production from shivering. *J Appl Physiol.* 1960; 15: 632–634
57. Giesbrecht, G.G., Sessler, D.I., Mekjavic, I.B., Schroeder, M., and Bristow, G.K. Treatment of mild immersion hypothermia by direct body-to-body contact. *J Appl Physiol* (1985). 1994; 76: 2373–2379
58. Hultzer, M.V., Xu, X., Marrao, C., Bristow, G., Chochinov, A., and Giesbrecht, G.G. Pre-hospital torso-warming modalities for severe hypothermia: a comparative study using a human model. *CJEM.* 2005; 7: 378–386
59. Watts, D.D., Roche, M., Tricarico, R., Poole, F., Brown, J.J. Jr., Colson, G.B. et al. The utility of traditional prehospital interventions in maintaining thermostasis. *Prehosp Emerg Care.* 1999; 3: 115–122
60. Lundgren, P., Henriksson, O., Naredi, P., and Bjornstig, U. The effect of active warming in prehospital trauma care during road and air ambulance transportation - a clinical randomized trial. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2011; 19: 59
61. Lundgren, J.P., Henriksson, O., Pretorius, T., Cahill, F., Bristow, G., Chochinov, A. et al. Field torso-warming modalities: a comparative study using a human model. *Prehosp Emerg Care.* 2009; 13: 371–378
62. Giesbrecht, G.G., Bristow, G.K., Uin, A., Ready, A.E., and Jones, R.A. Effectiveness of three field treatments for induced mild (33.0°C) hypothermia. *J Appl Physiol* (1985). 1987; 63: 2375–2379
63. Dutta, R., Kulkarni, K., Gardiner, P., Steinman, A., and Giesbrecht, G. PW 2321 Human responses to five heated hypothermia enclosure systems in a cold environment. (A216.1–A) *Injury Prevention.* 2018; 24
64. Allen, P.B., Salyer, S.W., Dubick, M.A., Holcomb, J.B., and Blackburne, L.H. Preventing hypothermia: comparison of current devices used by the US Army in an in vitro warmed fluid model. *J Trauma.* 2010; 69: S154–S161
65. Arthurs, Z., Cuadrado, D., Beekley, A., Grathwohl, K., Perkins, J., Rush, R. et al. The impact of hypothermia on trauma care at the 31st combat support hospital. *Am J Surg.* 2006; 191: 610–614

66. Palm, K., Apodaca, A., Spencer, D., Costanzo, G., Bailey, J., Blackbourne, L.H. et al. Evaluation of military trauma system practices related to damage-control resuscitation. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012; 73: S459–S464
67. Bennett, B.L. and Holcomb, J.B. Battlefield trauma-induced hypothermia: transitioning the preferred method of casualty rewarming. *Wilderness Environ Med.* 2017; 28: S82–S89
68. Ducharme, M.B. and Tikuisis, P. Role of blood as heat source or sink in human limbs during local cooling and heating. *J Appl Physiol* (1985). 1994; 76: 2084–2094
69. Kulkarni, K., Hildahl, E., Dutta, R., Webber, S.C., Passmore, S., McDonald, G.K. et al. Efficacy of head and torso rewarming using a human model for severe hypothermia. *Wilderness Environ Med.* 2019; 30: 35–43
70. Steinman, A.M. Cardiopulmonary resuscitation and hypothermia. *Circulation.* 1986; 74: IV29–IV32
71. Giesbrecht, G.G. Immersion into cold water. in: Auerbach's Wilderness Medicine. Vol 1. 7th ed. Elsevier, Philadelphia, PA; 2017: 162
72. Giesbrecht, G.G. and Walpoth, B. Risk of burns during active external rewarming for accidental hypothermia. *Wilderness Environ Med.* 2019; 30: 431–436
73. Ducharme, M.B., Giesbrecht, G.G., Frim, J., Kenny, G.P., Johnston, C.E., Goheen, M.S. et al. Forced-air rewarming in -20°C simulated field conditions. *Ann NY Acad Sci.* 1997; 813: 676–681
74. Steele, M.T., Nelson, M.J., Sessler, D.I., Fraker, L., Bunney, B., Watson, W.A. et al. Forced air speeds rewarming in accidental hypothermia. *Ann Emerg Med.* 1996; 27: 479–484
75. Giesbrecht, G.G., Schroeder, M., and Bristow, G.K. Treatment of mild immersion hypothermia by forced-air warming. *Aviat Space Environ Med.* 1994; 65: 803–808
76. Ko, C.S., Alex, J., Jeffries, S., and Parmar, J.M. Dead? Or just cold: profoundly hypothermic patient with no signs of life. *Emerg Med J.* 2002; 19: 478–479
77. Leitz, K.H., Tsilimingas, N., Guse, H.G., Meier, P., and Bachmann, H.J. [Accidental drowning with extreme hypothermia--rewarming with extracorporeal circulation]. *Chirurg.* 1989; 60: 352–355
78. Walpoth, B.H., Walpoth-Aslan, B.N., Mattle, H.P., Radanov, B.P., Schroth, G., Schaeffler, L. et al. Outcome of survivors of accidental deep hypothermia and circulatory arrest treated with extracorporeal blood warming. *N Engl J Med.* 1997; 337: 1500–1505
79. Paal, P., Milani, M., Brown, D., Boyd, J., and Ellerton, J. Termination of cardiopulmonary resuscitation in mountain rescue. *High Alt Med Biol.* 2012; 13: 200–208
80. Gilbert, M., Busund, R., Skagseth, A., Nilsen, P.A., and Solbo, J.P. Resuscitation from accidental hypothermia of 13.7°C with circulatory arrest. *Lancet.* 2000; 355: 375–376
81. Niazi, S.A. and Lewis, F.J. Profound hypothermia in man; report of a case. *Ann Surg.* 1958; 147: 264–266
82. Englum, B.R., Andersen, N.D., Husain, A.M., Mathew, J.P., and Hughes, G.C. Degree of hypothermia in aortic arch surgery - optimal temperature for cerebral and spinal protection: deep hypothermia remains the gold standard in the absence of randomized data. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013; 2: 184–193
83. Svensson, L.G., Crawford, E.S., Hess, K.R., Coselli, J.S., Raskin, S., Shenaq, S.A. et al. Deep hypothermia with circulatory arrest. Determinants of stroke and early mortality in 656 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1993; 106: 19–28
84. Meyer, M., Pelurson, N., Khabiri, E., Siegenthaler, N., and Walpoth, B.H. Sequela-free long-term survival of a 65-year-old woman after 8 hours and 40 minutes of cardiac arrest from deep accidental hypothermia. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014; 147: e1–e2

85. Forti, A., Brugnaro, P., Rauch, S., Crucitti, M., Brugger, H., Cipollotti, G. et al. Hypothermic cardiac arrest with full neurologic recovery after approximately nine hours of cardiopulmonary resuscitation: management and possible complications. *Ann Emerg Med.* 2019; 73: 52–57
86. Boue, Y., Lavolaine, J., Bouzat, P., Matraxia, S., Chavanon, O., and Payen, J.F. Neurologic recovery from profound accidental hypothermia after 5 hours of cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med.* 2014; 42: e167–e170
87. Hilmo, J., Naesheim, T., and Gilbert, M. “Nobody is dead until warm and dead”: prolonged resuscitation is warranted in arrested hypothermic victims also in remote areas -- a retrospective study from northern Norway. *Resuscitation.* 2014; 85: 1204–1211
88. Lexow, K. Severe accidental hypothermia: survival after 6 hours 30 minutes of cardiopulmonary resuscitation. *Arctic Med Res.* 1991; 50: 112–114
89. Gordon, L., Paal, P., Ellerton, J.A., Brugger, H., Peek, G.J., and Zafren, K. Delayed and intermittent CPR for severe accidental hypothermia. *Resuscitation.* 2015; 90: 46–49
90. Imberti, R., Bellinzona, G., Riccardi, F., Pagani, M., and Langer, M. Cerebral perfusion pressure and cerebral tissue oxygen tension in a patient during cardiopulmonary resuscitation. *Intensive Care Med.* 2003; 29: 1016–1019
91. Maningas, P.A., DeGuzman, L.R., Hollenbach, S.J., Volk, K.A., and Bellamy, R.F. Regional blood flow during hypothermic arrest. *Ann Emerg Med.* 1986; 15: 390–396
92. Pietsch, U., Lischke, V., Pietsch, C., and Kopp, K.H. Mechanical chest compressions in an avalanche victim with cardiac arrest: an option for extreme mountain rescue operations. *Wilderness Environ Med.* 2014; 25: 190–193
93. Wik, L. and Kiil, S. Use of an automatic mechanical chest compression device (LUCAS) as a bridge to establishing cardiopulmonary bypass for a patient with hypothermic cardiac arrest. *Resuscitation.* 2005; 66: 391–394
94. Ujhelyi, M.R., Sims, J.J., Dubin, S.A., Vender, J., and Miller, A.W. Defibrillation energy requirements and electrical heterogeneity during total body hypothermia. *Crit Care Med.* 2001; 29: 1006–1011
95. DaVee, T.S. and Reineberg, E.J. Extreme hypothermia and ventricular fibrillation. *Ann Emerg Med.* 1980; 9: 100–102
96. Koller, R., Schnider, T.W., and Neidhart, P. Deep accidental hypothermia and cardiac arrest--rewarming with forced air. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1997; 41: 1359–1364
97. Thomas, R. and Cahill, C.J. Successful defibrillation in profound hypothermia (core body temperature 25.6°C). *Resuscitation.* 2000; 47: 317–320
98. Mair, P., Gasteiger, L., Mair, B., Stroehle, M., and Walpoth, B. Successful defibrillation of four hypothermic patients with witnessed cardiac arrest. *High Alt Med Biol.* 2019; 20: 71–77
99. Morrison, L.J., Deakin, C.D., Morley, P.T., Callaway, C.W., Kerber, R.E., Kronick, S.L. et al. Part 8: Advanced life support: 2010 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Circulation.* 2010; 122: S345–S421
100. Binnema, R., van der Wal, A., Visser, C., Schepp, R., Jekel, L., and Schroder, P. Treatment of accidental hypothermia with cardiopulmonary bypass: a case report. *Perfusion.* 2008; 23: 193–196
101. Hauty, M.G., Esrig, B.C., Hill, J.G., and Long, W.B. Prognostic factors in severe accidental hypothermia: experience from the Mt. Hood tragedy. *J Trauma.* 1987; 27: 1107–1112
102. Danzl, D.F., Pozos, R.S., Auerbach, P.S., Glazer, S., Goetz, W., Johnson, E. et al. Multicenter hypothermia survey. *Ann Emerg Med.* 1987; 16: 1042–1055
103. Deal, C.W., Warden, J.C., and Monk, I. Effect of hypothermia on lung compliance. *Thorax.* 1970; 25: 105–109

104. Caldwell, J.E., Heier, T., Wright, P.M., Lin, S., McCarthy, G., Szenohradszky, J. et al. Temperature-dependent pharmacokinetics and pharmacodynamics of vecuronium. *Anesthesiology*. 2000; 92: 84–93
105. Heier, T. and Caldwell, J.E. Impact of hypothermia on the response to neuromuscular blocking drugs. *Anesthesiology*. 2006; 104: 1070–1080
106. Leslie, K., Sessler, D.I., Bjorksten, A.R., and Moayeri, A. Mild hypothermia alters propofol pharmacokinetics and increases the duration of action of atracurium. *Anesth Analg*. 1995; 80: 1007–1014
107. Kondratiev, T.V., Flemming, K., Myhre, E.S., Sovershaev, M.A., and Tveita, T. Is oxygen supply a limiting factor for survival during rewarming from profound hypothermia?. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2006; 291: H441–H450
108. Strapazzon, G., Nardin, M., Zanon, P., Kaufmann, M., Kritzing, M., and Brugger, H. Respiratory failure and spontaneous hypoglycemia during noninvasive rewarming from 24.7°C (76.5°F) core body temperature after prolonged avalanche burial. *Ann Emerg Med*. 2012; 60: 193–196
109. Wira, C.R., Becker, J.U., Martin, G., and Donnino, M.W. Anti-arrhythmic and vasopressor medications for the treatment of ventricular fibrillation in severe hypothermia: a systematic review of the literature. *Resuscitation*. 2008; 78: 21–29
110. Wira, C., Martin, G., Stoner, J., Margolis, K., and Donnino, M. Application of normothermic cardiac arrest algorithms to hypothermic cardiac arrest in a canine model. *Resuscitation*. 2006; 69: 509–516
111. Raedler, C., Voelckel, W.G., Wenzel, V., Bahlmann, L., Baumeier, W., Schmittinger, C.A. et al. Vasopressor response in a porcine model of hypothermic cardiac arrest is improved with active compression-decompression cardiopulmonary resuscitation using the inspiratory impedance threshold valve. *Anesth Analg*. 2002; 95: 1496–1502
112. Schwarz, B., Mair, P., Raedler, C., Deckert, D., Wenzel, V., and Lindner, K.H. Vasopressin improves survival in a pig model of hypothermic cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med*. 2002; 30: 1311–1314
113. Sumann, G., Krismer, A.C., Wenzel, V., Adelsmayr, E., Schwarz, B., Lindner, K.H. et al. Cardiopulmonary resuscitation after near drowning and hypothermia: restoration of spontaneous circulation after vasopressin. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2003; 47: 363–365
114. Khan, J.N., Prasad, N., and Glancy, J. Amiodarone use in therapeutic hypothermia following cardiac arrest due to ventricular tachycardia and ventricular fibrillation. *Europace*. 2009; 11: 1566–1567
115. Elenbaas, R.M., Mattson, K., Cole, H., Steele, M., Ryan, J., and Robinson, W. Bretylium in hypothermia-induced ventricular fibrillation in dogs. *Ann Emerg Med*. 1984; 13: 994–999
116. Stoner, J., Martin, G., O'Mara, K., Ehlers, J., and Tomlanovich, M. Amiodarone and bretylium in the treatment of hypothermic ventricular fibrillation in a canine model. *Acad Emerg Med*. 2003; 10: 187–191
117. Danzl, D.F., Sowers, M.B., Vicario, S.J., Thomas, D.M., and Miller, J.W. Chemical ventricular defibrillation in severe accidental hypothermia. *Ann Emerg Med*. 1982; 11: 698–699
118. Lloyd, E.L. Accidental hypothermia. *Resuscitation*. 1996; 32: 111–124
119. Ho, J.D., Heegaard, W.G., and Brunette, D.D. Successful transcutaneous pacing in 2 severely hypothermic patients. *Ann Emerg Med*. 2007; 49: 678–681
120. Rankin, A.C. and Rae, A.P. Cardiac arrhythmias during rewarming of patients with accidental hypothermia. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1984; 289: 874–877

121. Jurkovich, G.J., Greiser, W.B., Luterman, A., and Curreri, P.W. Hypothermia in trauma victims: an ominous predictor of survival. *J Trauma*. 1987; 27: 1019–1024
122. Martin, R.S., Kilgo, P.D., Miller, P.R., Hoth, J.J., Meredith, J.W., and Chang, M.C. Injury-associated hypothermia: an analysis of the 2004 National Trauma Data Bank. *Shock*. 2005; 24: 114–118
123. Beilman, G.J., Blondet, J.J., Nelson, T.R., Nathens, A.B., Moore, F.A., Rhee, P. et al. Early hypothermia in severely injured trauma patients is a significant risk factor for multiple organ dysfunction syndrome but not mortality. *Ann Surg*. 2009; 249: 845–850
124. Mitra, B., Tullio, F., Cameron, P.A., and Fitzgerald, M. Trauma patients with the 'triad of death'. *Emerg Med J*. 2012; 29: 622–625
125. Quinn, R., Williams, J., Bennett, B., Stiller, G., Islas, A., McCord, S. et al. Wilderness Medical Society practice guidelines for spine immobilization in the austere environment. *Wilderness Environ Med*. 2013; 24: 241–252
126. 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
127. Ruttman, E., Weissenbacher, A., Ulmer, H., Muller, L., Hofer, D., Kilo, J. et al. Prolonged extracorporeal membrane oxygenation-assisted support provides improved survival in hypothermic patients with cardiocirculatory arrest. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2007; 134: 594–600
128. Ruttman, E., Dietl, M., Kastenberger, T., El Attal, R., Strohle, M., Ulmer, H. et al. Characteristics and outcome of patients with hypothermic out-of-hospital cardiac arrest: experience from a European trauma center. *Resuscitation*. 2017; 120: 57–62
129. Khorsandi, M., Dougherty, S., Young, N., Kerslake, D., Giordano, V., Lendrum, R. et al. Extracorporeal life support for refractory cardiac arrest from accidental hypothermia: a 10-year experience in Edinburgh. *J Emerg Med*. 2017; 52: 160–168
130. Darocha, T., Kosinski, S., Jarosz, A., Sobczyk, D., Galazkowski, R., Piatek, J. et al. The chain of survival in hypothermic circulatory arrest: encouraging preliminary results when using early identification, risk stratification and extracorporeal rewarming. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2016; 24: 85
131. Jarosz, A., Darocha, T., Kosinski, S., Galazkowski, R., Mazur, P., Piatek, J. et al. Profound accidental hypothermia: systematic approach to active recognition and treatment. *ASAIO J*. 2017; 63: e26–e30
132. Gruber, E., Beikircher, W., Pizzinini, R., Marsoner, H., Pornbacher, M., Brugger, H. et al. Non-extracorporeal rewarming at a rate of 6.8°C per hour in a deeply hypothermic arrested patient. *Resuscitation*. 2014; 85: e119–e120
133. Roggero, E., Stricker, H., and Biegger, P. [Severe accidental hypothermia with cardiopulmonary arrest: prolonged resuscitation without extracorporeal circulation]. *Schweiz Med Wochenschr*. 1992; 122: 161–164
134. Turtiainen, J., Halonen, J., Syvaioja, S., and Hakala, T. Rewarming a patient with accidental hypothermia and cardiac arrest using thoracic lavage. *Ann Thorac Surg*. 2014; 97: 2165–2166
135. Woehrle, T., Lichtenauer, U., Bayer, A., Brunner, S., Angstwurm, M., Schafer, S.T. et al. Misleading symptoms and successful noninvasive rewarming of a patient with severe hypothermia (23.1°C). *Anaesthesist*. 2018; 67: 931–935
136. Dobson, J.A. and Burgess, J.J. Resuscitation of severe hypothermia by extracorporeal rewarming in a child. *J Trauma*. 1996; 40: 483–485
137. von Segesser, L.K., Garcia, E., and Turina, M. Perfusion without systemic heparinization for rewarming in accidental hypothermia. *Ann Thorac Surg*. 1991; 52: 560–561

138. Farstad, M., Andersen, K.S., Koller, M.E., Grong, K., Segadal, L., and Husby, P. Rewarming from accidental hypothermia by extracorporeal circulation. A retrospective study. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2001; 20: 58–64