



REVIEW ARTICLE

Open Access

# Inadvertent hypothermia: a prevalent perioperative issue that remains to be improved



Jia-feng Wang<sup>1</sup> and Xiao-ming Deng<sup>1\*</sup>

## **Непреднамеренная гипотермия: распространенная периоперационная проблема, которую еще предстоит решить**

*Перевод А.А. Науменко*

*Южно-Сахалинск*

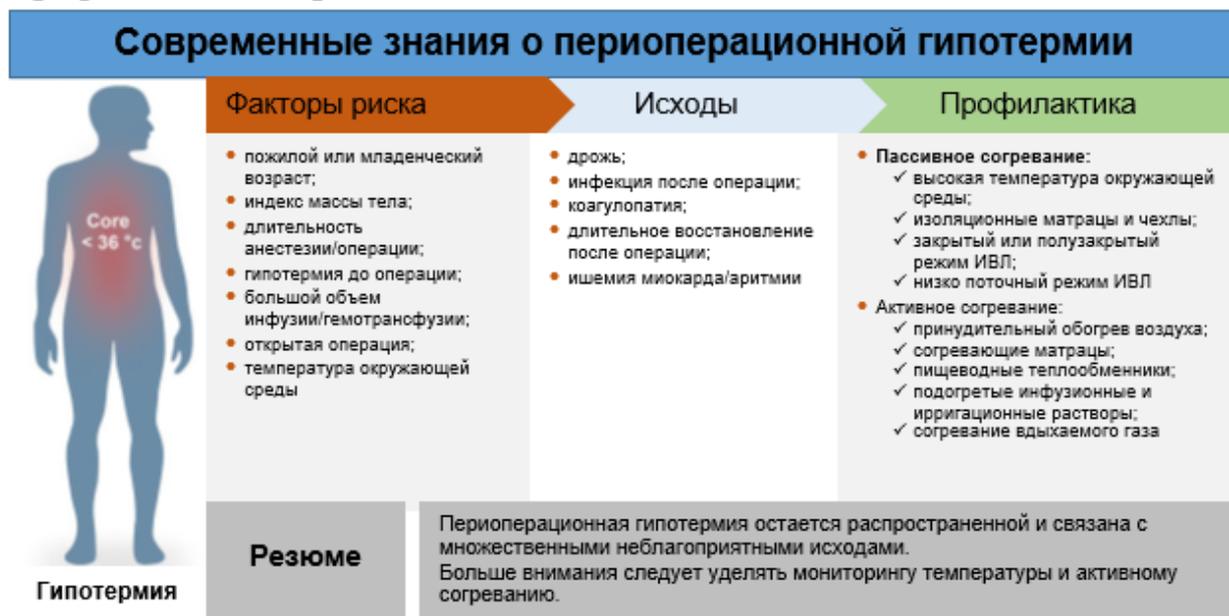
*2024 год*



## Аннотация

Непреднамеренная гипотермия, определяемая как температура тела ниже 36°C, остается критической проблемой в периоперационный период. Несмотря на разработку активных согревающих устройств, частота периоперационной гипотермии, как сообщается, колеблется от 10% до 80%. Пять основных факторов риска периоперационной гипотермии включают пожилой возраст, низкий индекс массы тела, продолжительность анестезии или операции, предоперационную гипотермию и большой объем инфузии или продуктов крови. Шкала прогнозирования может быть полезна для выявления пациентов с высоким риском периоперационной гипотермии. Периоперационная гипотермия связана с дрожью, послеоперационной инфекцией, повышенным объемом интраоперационной кровопотери и инфузией жидкости или продуктов крови, а также задержкой восстановления после анестезии. Наиболее приемлемым согревающим вмешательством являются обогреватели с принудительной подачей воздуха, которые, как сообщается, связаны с повышенной интраоперационной температурой и снижением интраоперационного кровотечения и послеоперационной инфекции. В настоящем обзоре основное внимание будет уделено механизму, частоте возникновения, факторам риска, неблагоприятным исходам, мониторингу и стратегиям согревания при периоперационной гипотермии.

## Графическая абстракция



## 1. Введение

Температура тела является одним из важнейших показателей жизнедеятельности, строго регулируемым для поддержания нормальной клеточной и молекулярной ак-



тивности у млекопитающих [1]. Гомеостаз температуры определяется балансом выработки и рассеивания тепла. Однако гомеостаз температуры может быть нарушен анестезией или хирургическими условиями в периоперационный период, и непреднамеренная гипотермия довольно распространена у пациентов, перенесших операцию и анестезию [2,3]. Сообщается, что частота непреднамеренной периоперационной гипотермии варьирует от 10% до 80% у пациентов, перенесших различные виды анестезии и хирургического вмешательства [4,5]. Непреднамеренная периоперационная гипотермия — это не просто явление пониженной температуры тела, но и большое влияние на послеоперационный исход [6]. Хотя непреднамеренная гипотермия обычно бывает легкой в периоперационный период, общепризнано, что легкая гипотермия увеличит риск кровотечения и инфекции в периоперационный период [7,8]. Более того, некоторые другие исследования даже установили связь гипотермии с недостаточностью желудочно-кишечного анастомоза и повреждением миокарда [9,10,11]. Таким образом, непреднамеренная периоперационная гипотермия гораздо сложнее, чем проходящая аномальная температура тела, и ее следует рассматривать так же, как и другие жизненно важные показатели, такие как артериальное давление и дыхание.

К счастью, хирурги и анестезиологи уделяют все больше внимания управлению температурой тела. Национальный институт здравоохранения и совершенствования медицинской помощи (NICE) в Соединенном Королевстве выпустил руководство по улучшению клинического управления периоперационной гипотермией [12]. В новейшем стандарте медицинского контроля качества анестезиологии в Китае в 2022 году есть четыре термина, касающихся управления температурой, включая частоту возникновения гипотермии при поступлении в отделение послеоперационной помощи, частоту мониторинга температуры во время общей анестезии, скорость активного согревания во время операции и частоту возникновения гипотермии во время анестезии и операции [13]. Эти документы показали, что управление температурой подчеркивалось несколькими измерениями, от агентств по управлению здравоохранением до академического сообщества. Целью настоящей статьи был обзор последних достижений в области периоперационного управления температурой тела.

## **2. Терморегуляция во время анестезии и операции**

Гипотермия обычно определяется как температура тела ниже 35°C и может быть разделена на легкую (<35°C, ≥32°C), умеренную (<32°C, ≥28°C), тяжелую (<28°C, ≥20°C), выраженную (<20°C, ≥14°C) и глубокую (<14°C) в зависимости от значения температуры тела. Но критерии гипотермии отличаются для пациентов с травмами, чтобы повысить частоту обнаружения. Гипотермия при травме классифицируется на



легкую ( $<36^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 34^{\circ}\text{C}$ ), умеренную ( $<34^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 32^{\circ}\text{C}$ ), тяжелую ( $<32^{\circ}\text{C}$ ) [14]. В периоперационных условиях гипотермия обычно считается ниже  $36^{\circ}\text{C}$ , поскольку температура ядра тела ниже  $36^{\circ}\text{C}$ , но выше  $35^{\circ}\text{C}$  была достаточной, чтобы вызвать нежелательные побочные эффекты. Поэтому в большинстве периоперационных исследований температура ядра тела ниже  $36^{\circ}\text{C}$  считалась гипотермией, требующей активного вмешательства [15,16].

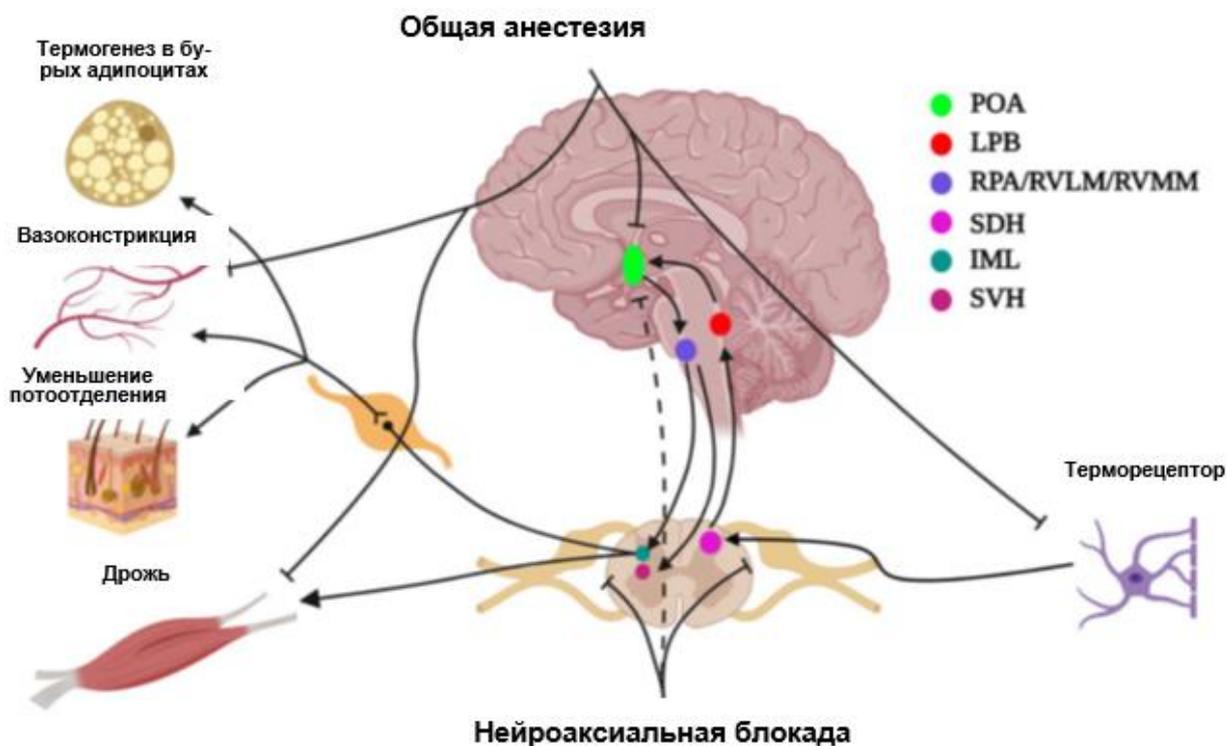
Было сделано заключение, что температура тела контролируется тремя уровнями: температурной чувствительностью, активностью центральной нервной системы и периферическим эффектором [17,18]. Терморцептор, состоящий в основном из белков семейства транзитного рецепторного потенциала (TRP) [19], может активироваться теплом или холодом, а афферентные тепловые сигналы могут передаваться через поверхностные пластинки спинного дорсального рога, латеральное парабрахияльное ядро и, наконец, достигать терморегуляторного центра в преоптической области гипоталамуса [20], где центрально контролируется температура ядра. Термоэффектор будет вызываться терморегуляторным центром по принципу отрицательной обратной связи, чтобы приспособить тело к изменениям температуры в окружающей среде, включая волевые и вегетативные реакции. Волевые реакции включают изменение позы, одежду, движение и даже использование кондиционеров, а автономные реакции включают активацию бурого жира, потоотделение, вазодилатацию, вазоконстрикцию и дрожь [21]. Активация бурых адипоцитов может способствовать долгосрочному термогенезу и редко обсуждается при периоперационной гипотермии. Автономные реакции передаются через бледный шов, рострально-вентролатеральный или рострально-вентромедиальный отделы продолговатого мозга. Затем симпатическая регуляция бурой жировой ткани, сосудов и потовых желез активируется через интермедиолатеральный столб спинного мозга, а дрожь регулируется через вентральный рог спинного мозга [22,23]. Некоторые другие области мозга и ядра также могут участвовать в терморегуляции, но точная центральная регуляция гипотермии выходит за рамки этого обзора.

Несколько факторов могут вызывать гипотермию в периоперационный период. Наиболее очевидным фактором является относительно холодная среда в операционной, особенно в тех случаях, когда используется ламинарный поток [24]. Прямое воздействие холодного воздуха и холодного дезинфицирующего средства на кожу и разрез является еще одним фактором, увеличивающим потерю тепла. Большое количество холодной внутривенной жидкости, ирригационной жидкости и даже ингаляционного газа может увеличить потерю тепла за счет теплопроводности. Но помимо этих физических факторов, сама анестезия является решающим фактором для возникновения гипотермии. *Во-первых*, различные общие анестетики, включая как ингаляционные, так и внутривенные, оказывают ингибирующее действие на



центр терморегуляции и могут снижать тепловой порог в зависимости от концентрации. Порог вазоконстрикции может быть снижен до  $34,5^{\circ}\text{C}$  при общей анестезии. *Во-вторых*, дрожь может быть подавлена или уменьшена анестетиками, особенно нейромышечными блокаторами. *В-третьих*, терморцептор может быть напрямую подавлен ингаляционными анестетиками. *В-четвертых*, афферентные сигналы холода и эфферентные сигналы вазоконстрикции и дрожи могут быть заблокированы нейроаксиальной блокадой [25]. Даже терморегуляторный центр, как сообщается, также подавляется нейроаксиальной блокадой, хотя механизм остается неясным [26].

Интраоперационную гипотермию можно разделить на три стадии, включая стадию перераспределения, линейную стадию и стадию плато [16,27]. На стадии перераспределения гипотермия возникает быстро после индукции общей или нейроаксиальной анестезии, поскольку реакции вазоконстрикции подавляются. Тепло из ядра перераспределяется в периферический компартмент с расширением сосудов, где температура обычно на  $2-4^{\circ}\text{C}$  ниже, чем в ядре. Поэтому общая потеря тепла может быть незначительной вскоре после индукции анестезии, но внутренняя температура быстро снижается. На линейной стадии температура тела снижается постепенно из-за градиента между термогенезом и потерей тепла. Тепло вырабатывается в основном за счет энергетического обмена, который снижается на  $15-40\%$  под действием общих анестетиков, в то время как потеря тепла увеличивается за счет излучения, проводимости, конвекции и испарения, в основном вызванных повышенным воздействием кожи и разреза. Стадия плато обычно наступает через  $2-4$  часа после начала анестезии и операции, когда температура ядра поддерживается на относительно стабильном уровне, около  $34,5^{\circ}\text{C}$ . Гомеостаз поддерживается новым балансом генерации и потери тепла. Хотя порог терморегуляции может быть снижен общей анестезией, способность к вазоконстрикции снижается не полностью, и артериовенозный шунт может быть полностью закрыт, когда происходит гипотермия. Таким образом, тепло может хорошо удерживаться в ядре для поддержания температуры плато. Но стадия плато может отсутствовать при нейроаксиальной анестезии, поскольку после нейроаксиальной блокады вазоконстрикцию и дрожь нельзя вызвать в нижних конечностях, которые играют более важную роль в поддержании температуры тела, чем верхние конечности. Поэтому гипотермия будет более тяжелой, если общая анестезия сочетается с нейроаксиальной блокадой [28]. На **Рисунке 1** показана обобщающая диаграмма того, как анестезия влияет на возникновение интраоперационной гипотермии.



**Рисунок 1.** Механизм терморегуляции и механизм интраоперационной гипотермии, вызванный анестезией.

Гипотермия, воспринимаемая терморецепторами, может передаваться в центр терморегуляции преоптической области гипоталамуса (POA) путем афферентной передачи сигналов через спинной рог (SDH) и латеральное парабрахияльное ядро (LPB). Эфферентная сигнализация может передаваться на термоэффектор через бледный шов (RPA), ростральный вентролатеральный мозговой слой (RVLM) или ростральный вентромедиальный мозговой слой (RVMM). Термогенез бурными адипоцитами, вазоконстрикция и снижение потоотделения регулируются симпатическим нервом, иннервируемым интрамедиальной колонной (IML) в спинном мозге. Непроизвольное сокращение скелетных мышц (дрожь) регулируется вентральным рогом в спинном мозге (SVH). Общие анестетики могут воздействовать на центр терморегуляции, снижая пороговую температуру вазоконстрикции и дрожи. Терморецепторы также могут быть напрямую ингибированы ингаляционными анестетиками. Дрожь может быть полностью подавлена миорелаксантами. Нейраксиальная анестезия может подавлять афферентные и эфферентные пути терморегуляции. Терморегуляция также может напрямую ингибироваться нейроаксиальной анестезией.

### 3. Частота и факторы риска периоперационной гипотермии

Проблема непреднамеренной периоперационной гипотермии поднимается уже более 30 лет, и ее частота значительно различается при разных хирургических операциях и среди разных групп пациентов, при этом степень внимания к этой проблеме различается. Для того чтобы рассмотреть заболеваемость и факторы риска периоперационной гипотермии, мы извлекли базу данных Pubmed с «(фактор риска или прогноз) и периоперационная гипотермия» и, наконец, выявили 22 публикации с потенциальными отчетами о факторах риска [4,5,29-48], одна из которых была мета-анализом когортных исследований и исследований случай-контроль [48]. Частота непреднамеренной гипотермии варьировалась от 12% до 81%. Самая низкая частота гипотермии наблюдалась в ретроспективном исследовании, включавшем пациентов,



перенесших тотальную артропластику коленного или тазобедренного сустава, в которых применялся обычный принудительный воздушный обогрев [4]. Но в другом ретроспективном исследовании, проведенном при тотальной артропластике коленного или тазобедренного сустава без обычно используемой стратегии активного обогрева, частота составила 37% [33]. Самая высокая частота, 81%, наблюдалась в исследовании новорожденных [5]. Самая высокая частота гипотермии у взрослых наблюдалась в исследовании, включавшем пациентов, перенесших смешанные типы операций под общим наркозом, с частотой 79% [43]. Было обескураживающе отметить, что частота гипотермии оставалась выше 50%, несмотря на обычное использование активных согревающих устройств в 6 исследованиях [5,35-38,42], среди которых одно исследование было проведено у новорожденных [5].

Факторы риска гипотермии, выявленные в различных исследованиях, также значительно различались из-за больших расхождений в популяции. Но среди факторов риска, выявленных в публикациях с исходными данными, пожилой возраст рассматривался как фактор риска в 12 исследованиях. Вторым по частоте фактором риска является индекс массы тела (ИМТ), о котором сообщалось в 9 исследованиях, а масса тела — в 2 исследованиях. Длительность анестезии или операции была определена как риск гипотермии в 10 исследованиях. Предоперационная температура тела сообщалась в 8 исследованиях, а ранее существовавшая гипотермия до анестезии считалась фактором риска. Большое количество введенной жидкости или продуктов крови отмечено в 7 исследованиях. Активные меры согревания были связаны с более низкой частотой интраоперационной гипотермии в 6 исследованиях. О типе или степени хирургического вмешательства сообщались в 6 исследованиях, и по сравнению с эндоскопической хирургией открытая хирургия была фактором риска гипотермии согласно 3 исследованиям. Температура окружающей среды в операционной была зарегистрирована в 4 исследованиях, а еще одно исследование показало, что операционная с ламинарным потоком воздуха была связана с гипотермией, что также может быть связано с низкой температурой окружающей среды или повышенной конвекцией, вызванной ламинарным потоком воздуха. Предоперационное артериальное давление и частота сердечных сокращений были зарегистрированы в 3 исследованиях, а сопутствующие заболевания, включая ишемическую болезнь сердца, аритмию, легочную недостаточность, диабет, другие хронические заболевания или высокий балл по шкале Американского общества анестезиологов (ASA), были зарегистрированы в качестве факторов риска в 4 других исследованиях. Мужской пол коррелировал с гипотермией в 3 исследованиях. Сочетание общей и эпидуральной или паравертебральной анестезии было связано с гипотермией в 2 исследованиях, но гипотермия была более распространена при общей анестезии по сравнению с одной только нейроаксиальной анестезией в 1 исследовании. Для педиатрических пациен-



тов новорожденные или младенцы были связаны с гипотермией, а гестационная неделя новорожденных была определяющим фактором для интраоперационной гипотермии. Мета-анализ факторов риска далее продемонстрировал связь интраоперационной гипотермии с возрастом, ИМТ, температурой окружающей среды, предоперационным систолическим артериальным давлением, предоперационной частотой сердечных сокращений, продолжительностью анестезии и внутривенным введением жидкости >1000 мл, но значительная гетерогенность может помешать нашей интерпретации результатов [48].

Понимание этих факторов риска интраоперационной гипотермии может быть полезным при скрининге пациентов с высоким риском гипотермии во время операции и с высокой потребностью в активном согревающем лечении. *Yi et al.* [23] разработали шкалу прогнозирования риска интраоперационной гипотермии, включающую факторы риска из двух их независимых исследований, включая объем операции, ИМТ, количество введенной внутривенной жидкости, продолжительность анестезии, режим согревающего вмешательства, базовую температуру тела и температуру окружающей среды в операционной. В когорте проверки они получили площадь под кривой рабочей характеристики приемника 0,771. Но другие важные факторы риска не были включены, такие как возраст, тип операции, сопутствующие заболевания. Клиническую эффективность модели прогнозирования еще предстоит оценить и изменить с помощью более масштабных многоцентровых исследований.

#### **4. Неблагоприятный исход, связанный с интраоперационной гипотермией**

Нормальная температура является основным элементом клеточной активности, а гипотермия может подавлять клеточный метаболизм и снижать потребление глюкозы и кислорода. Поэтому терапевтическая гипотермия широко использовалась при лечении остановки сердца и церебральной ишемии, хотя в нескольких исследованиях не было обнаружено никаких преимуществ для выживания после остановки сердца [49,50]. Однако клиническая ситуация у пациентов в периоперационном периоде полностью отличается от таковой у пациентов с сердечно-сосудистой ишемией, и легкая непреднамеренная периоперационная гипотермия связана с большим количеством неблагоприятных событий, чем преимуществ для снижения клеточного метаболизма. Наиболее определенным событием, вызванным периоперационной гипотермией, должна быть дрожь у бодрствующих пациентов или пациентов под наркозом в период восстановления. Дрожь представляет собой неприятную непроизвольную колебательную мышечную активность, которая также является важным фактором удовлетворенности пациентов [51]. Более того, дрожь увеличивает потребность в кислороде и работу дыхания. Дрожь может вызывать периоперационный дисбаланс между поставкой и потреблением кислорода в миокарде, что в конечном итоге



приводит к сердечно-сосудистым осложнениям [52]. Иммунная система также страдает от гипотермии, которая, как было показано, подавляет экспрессию HLA-DR в моноцитах. Способность миграции и фагоцитоза лейкоцитов может быть нарушена в условиях гипотермии [53,54]. Плохая перфузия операционного поля также может задержать восстановление анастомоза и разреза, что может увеличить риск инфекционных осложнений. Таким образом, риск послеоперационной инфекции может увеличиться у пациентов с периоперационной гипотермией. Гипотермия может вызывать коагулопатию с дисфункцией тромбоцитов и снижением активности факторов свертывания крови. Сообщалось, что даже снижение температуры тела на 1°C увеличит объем кровотечения примерно на 20% [7,55]. Активность множества ферментов будет подавляться гипотермией, включая те, которые отвечают за метаболизм лекарственных препаратов, поэтому выведение анестетиков может быть более продолжительным, а выход из анестезии может быть продлен [56]. Гипотермия также вызывает вазоконстрикцию, которая важна для снижения потери тепла и поддержания температуры тела. Вазоконстрикция во время гипотермии может быть вредной для сердечно-сосудистой системы, увеличивая риск ишемии миокарда и аритмии [57]. Другие потенциальные эффекты периоперационной гипотермии включают нарушение электролитного баланса и замедленное восстановление функции желудочно-кишечного тракта [58,59].

Неблагоприятные эффекты периоперационной гипотермии были подтверждены многими клиническими исследованиями, сравнивающими клинические результаты при использовании активного согревающего вмешательства или без него. Мета-анализ РКИ, включавших 54 статьи и 6557 пациентов, перенесших несердечную операцию, сравнивал послеоперационную боль, использование опиоидов, продолжительность операции, интраоперационное кровотечение, общий объем инфузии, оценку удовлетворенности пациента, послеоперационную дрожь, периоперационное переливание крови, послеоперационную инфекцию, 24-х часовые серьезные неблагоприятные сердечно-сосудистые события и 3-х месячную смертность [60]. Было показано, что активное согревающее вмешательство повышало температуру тела на 0,28 (0,2–0,35), 0,38 (0,27–0,49), 0,8 (0,59–1,01), 1,07 (0,86–1,28), 0,87 (0,62–1,11) и 0,34 (0,19–0,49) °C через 30 мин, 60 мин, 2 ч после индукции анестезии, в конце операции, через 60 мин и 4 ч после операции соответственно. Повышение периоперационной температуры было связано со снижением на 80%, 36%, 66% и 79% случаев послеоперационной дрожи, переливания крови, раневой инфекции и основных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий в течение 24 ч. Удовлетворенность пациентов также повышалась за счет активных согревающих вмешательств. Другой мета-анализ Кокрейна показал схожие результаты: активное согревание поверхности тела снижает частоту послеоперационной инфекции хирургического



участка, озноба и повышает удовлетворенность пациентов [61]. Но в этом исследовании предполагаемая потеря крови и внутривенное введение жидкости были снижены за счет согревающей терапии, но не объем переливания.

Существуют также некоторые наблюдательные исследования, предполагающие, что интраоперационная гипотермия связана с более длительной госпитализацией, аритмией, увеличенным объемом предполагаемой кровопотери, внутривенным введением жидкости и повторной госпитализацией в течение 30-ти дней [62]. Некоторые ретроспективные исследования даже предполагали, что непреднамеренная периоперационная гипотермия коррелировала с послеоперационным делирием [63]. Однако недавнее крупномасштабное многоцентровое международное РКИ, в котором приняли участие 5056 пациентов и сравнивалось агрессивное интраоперационное согревающее вмешательство и обычная стратегия лечения, не обнаружило никакой разницы в результатах при поддержании температуры тела 37°C или 35,5°C, включая сердечно-сосудистые события, такие как повреждение миокарда после не-сердечной операции, нефатальная остановка сердца, смертность и инфекция в месте операции, необходимость переливания крови и повторная госпитализация [64]. Таким образом, клиническое воздействие интраоперационной гипотермии может определяться степенью тяжести гипотермии.

## **5. Интраоперационный мониторинг температуры тела**

Руководство NICE рекомендует контролировать температуру тела до анестезии, каждые 30 минут во время операции, в конце операции и по прибытии в палату восстановления, а также каждые 15 минут в палате восстановления. К пациентам, у которых следует контролировать температуру, относятся пациенты с общей анестезией более 30 минут и пациенты, перенесшие серьезную операцию под нейроаксиальной анестезией [12]. Место контроля температуры важнее, чем устройства. Температура ядра считается целевой температурой, которую мы стремились поддерживать во время операции, и для контроля температуры во время операции использовались несколько мест, включая легочную артерию, дистальный отдел пищевода, носоглотку с датчиком, введенным на 10–20 см, и барабанную перепонку. Другие места включают подъязычную область, подмышечную впадину, мочевого пузырь, прямую кишку и боковую часть лба. Неинвазивный мониторинг температуры лба (например, устройство 3 M™ Bair Hugger™) продемонстрировал сопоставимость с другими подходами мониторинга температуры ядра, такими как барабанная перепонка [65], кровь, мочевого пузырь [66], пищевод или прямая кишка [67] и может быть клинически удобным, поскольку этот метод мониторинга является неинвазивным и непрерывным. Мониторинг температуры трахеи с использованием датчика, встроенного в манжету интубации трахеи, также был оценен, но результат остается



спорным. *Matsukawa et al.* обнаружили, что точность температуры трахеи была недостаточной по сравнению с дистальной температурой пищевода [68,69]. Но некоторые другие авторы показали, что температура трахеи хорошо коррелирует с температурой крови и может быть подходящей для интубированных пациентов [70-72].

## **6. Активное согревание против периоперационной гипотермии**

Для профилактики или лечения периоперационной гипотермии применялись различные методы согревания. Методы согревания можно разделить на пассивные и активные. Первое включает поддержание относительно высокой температуры окружающей среды, изоляционные матрасы и чехлы, закрытый или полузакрытый контур вентиляции с низким потоком воздуха, а второе включает в себя обогреватели с принудительной подачей воздуха, подогреваемые матрасы с электрическим устройством или теплой циркулирующей водой, пищеводные теплообменники, подогрев внутривенных и ирригационных жидкостей и инспираторного газа [73]. В некоторых исследованиях обогреватели жидкости или газа рассматривались как пассивные методы согревания. Большинство РКИ продемонстрировали, что устройство для активного согревания поверхности тела способно повышать внутреннюю температуру во время операции. Было показано, что агрессивное активное согревание способно поддерживать температуру тела выше 37°C, хотя в этом исследовании не было показано никаких улучшений в отношении основных сердечно-сосудистых, инфекционных и геморрагических осложнений по сравнению с поддержанием температуры тела на уровне 35,5°C [64]. Но следует отметить, что это РКИ *Sessler et al.* [64] не отрицало использование активного согревающего устройства для предотвращения интраоперационной гипотермии.

Наиболее широко распространенным устройством для активного согревания является устройство для обогрева с принудительной подачей воздуха, которое, как было продемонстрировано в большинстве клинических исследований, обладает наивысшей эффективностью поддержания надлежащей внутренней температуры во время операции. Несколько РКИ, сравнивающих матрасы с принудительной подачей воздуха и подогреваемые матрасы, показали, что принудительная подача воздуха повышает интраоперационную внутреннюю температуру и снижает частоту интраоперационной гипотермии [74,75]. Но эффекты различных стратегий активного согревания, включая устройство с принудительной подачей воздуха, электрическое устройство для обогрева, устройство с сопротивлением, устройство с циркуляцией теплой воды и лучистое отопление, не показали существенных различий согласно мета-анализу РКИ [61]. Методы активного согревания можно выбирать на основе стоимости медицинских услуг и устройств, доступных в учреждениях. Место обогрева также является определяющим фактором эффективности согревания, и



было интересно обнаружить, что обогрев нижней части тела был более эффективным для поддержания температуры тела, чем обогрев верхней части тела у пациентов в положении лежа на боку [76]. Согревание жидкости также широко использовалось у пациентов, получавших большое количество инфузии. Было показано, что большое количество не подогретых инфузионных растворов (1 л/ч) было фактором риска интраоперационной гипотермии. Но руководство NICE предполагало, что внутривенное введение жидкости объемом более 500 мл должно быть подогрето до 37°C [12]. Мета-анализ Кокрейна продемонстрировал, что согревание инфузионных растворов было связано с повышением температуры примерно на 0,5°C, и все еще не было достаточных доказательств в поддержку того, что согревание жидкости в ходе операции может улучшить результат, за исключением дрожи, включая кровотечение, инфекцию и другие нежелательные явления [77].

Что может иметь значение в клинических эффектах активного согревающего вмешательства, так это время начала согревающей терапии. Из-за перераспределения тепла при индукции анестезии многие исследования показали, что активное согревающее вмешательство следует начинать до индукции анестезии. В руководстве NICE по периоперационной гипотермии рекомендовалось, чтобы каждый пациент был оценен на предмет риска периоперационной гипотермии и была измерена базовая температура. Активное согревающее вмешательство следует начинать для поддержания предоперационной температуры выше 36°C, за исключением экстренных операций. *Wetz et al.* [44] обнаружили, что предоперационная гипотермия присутствовала у 21% пациентов, перенесших несердечную операцию, а *Alfonsi et al.* [29] показали, что предоперационное использование согревающего вмешательства перед анестезией было связано с более низкой частотой гипотермии в послеоперационной палате. РКИ, проведенное *Horn et al.* показало, что даже короткое время предварительного согревания в течение 10 или 20 минут значительно снижает частоту гипотермии (с 69% без предварительного согревания до 13% с предварительным согреванием в течение 10 минут, 7% в течение 20 минут и 6% в течение 30 минут) [78]. Предварительное согревание также было предложено в руководстве NICE, но следует учитывать экономическую выгоду от принудительного воздушного согревания, если индукция анестезии начиналась в предоперационной.

Следует помнить, что профилактика периоперационной гипотермии — это системный проект, требующий межпрофессионального сотрудничества анестезиологов, хирургов, медсестер и персонала отделения. Условия работы хирургов всегда зависят от температуры окружающей среды, и руководство NICE рекомендует использовать уникальное оборудование для охлаждения хирургической бригады [12]. Температура ирригационных жидкостей должна быть предметом пристального внимания хирургов и медсестер. Поэтому анестезиологи должны работать на основе



консенсуса командной работы по поддержанию нормальной периоперационной температуры.

Стоимость активного обогрева может быть проблемой для некоторых стационаров из-за одноразового использования одеял для принудительного воздушного обогрева. Анализ затрат и выгод показал, что стоимость интраоперационной гипотермии составила 363,8 долл. США, а использование активного обогревающего устройства может сэкономить 152,8 долл. США [79]. Вопрос стоимости активного обогрева различается в разных странах или регионах, и, например, одноразовое одеяло для принудительного воздушного обогрева не может быть платным из-за политики комитета по здравоохранению в Шанхае. Анализ затрат и выгод должен быть дополнительно оценен для использования активных согревающих вмешательств.

При использовании методов поверхностного нагревания тела следует соблюдать осторожность, чтобы температура нагревательного устройства не превышала 41°C. Высокая температура может привести к термическому повреждению кожи, а периферическая гипоперфузия, вызванная гипотермией, может еще больше ухудшить состояние. Поэтому все еще имеются сообщения о случаях возникновения язв при использовании устройств для поверхностного согревания тела [80].

## 7. Выводы

Непреднамеренная периоперационная гипотермия — это не только явление пониженной температуры тела, но и нежелательное неблагоприятное событие, которое может привести к ухудшению периоперационного результата, включая дискомфортную дрожь, инфекцию, кровотечение, задержку восстановления и даже неблагоприятные сердечно-сосудистые события. Пациенты, находящиеся под общим наркозом более 30 минут или подвергающиеся серьезной операции под нейроаксиальной анестезией, должны контролироваться по центральной температуре, а активное согревающее вмешательство должно применяться с момента предварительной индукции до периода восстановления для поддержания надлежащей цели, что еще предстоит изучить в будущих исследованиях. Одно из недавних крупномасштабных многоцентровых РКИ показало, что температура ядра 35,5°C может быть достаточной для предотвращения осложнений, связанных с гипотермией. Доступны различные активные согревающие вмешательства, и наиболее эффективным из них, по-видимому, является устройство для обогрева с принудительной подачей воздуха, согласно текущим исследованиям, основанным на фактических данных. Несмотря на использование активных мер по обогреву, частота гипотермии остается неожиданно высокой в некоторых исследованиях. На эффективность согревающего устройства с активным обогревом могут влиять несколько факторов, включая время обогрева, целевую температуру, место обогрева. Будущие исследования должны установить стандартную стратегию согревания против периоперационной гипотермии. Тем не



менее, текущие данные говорят нам, что периоперационная гипотермия довольно распространена, и мы должны уделять больше внимания и усилий для предотвращения этой периоперационной проблемы.

**Библиография доступна в оригинальной англоязычной версии данной статьи по адресу:**

*Wang and Deng* Anesthesiology and Perioperative Science (2023) 1:24

<https://doi.org/10.1007/s44254-023-00022-6>