

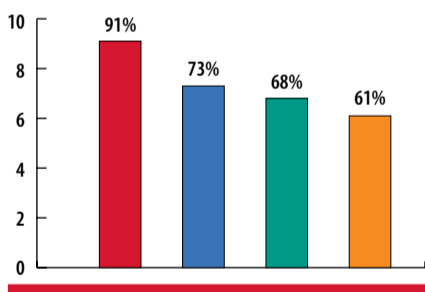
# Новые возможности терморегуляции: контролируемая инвазивная технология

По мнению большинства международных экспертов, занимающихся проблемой температурного контроля, индуцированная гипотермия и индуцированная нормотермия являются эффективными методами коррекции резистентной внутричерепной гипертензии и нейропротекции у определенных групп пациентов с повреждениями мозга.

**Т**ерморегуляция является одним из важнейших регуляторных механизмов в поддержании гомеостаза. Постоянная температура тела человека обеспечивается соотношением теплопродукции и теплоотдачи и может нарушаться при некоторых патологических состояниях. В клинической практике процесс терморегуляции в зависимости от поставленной цели разнонаправлен и подразделяется на терапевтическое охлаждение (гипотермию) и согревание.

## Терморегуляция в нейрореанимации

Идея использовать терапевтическое охлаждение для защиты головного мозга и других жизненно важных органов от повреждения не является новой. Но особенно



### Частота развития лихорадки у пациентов в отделении нейрореанимации.

91% - Внутричерепное кровоизлияние  
 73% - Субарахноидальное кровоизлияние  
 68% - Черепно-мозговая травма  
 61% - Инсульт  
 Клинические исследования показали, что повышенная температура тела у нейрореанимационных пациентов связана с увеличением сроков госпитализации в отделении интенсивной терапии и стационаре, ухудшением исходов заболевания и более высокой смертностью.  
 Diringier MN. Critical Care Medicine 32: 1489-1495, 2004



интерес к этой проблеме возрос в последние 10–15 лет. За этот период проведено большое количество экспериментальных и клинических исследований, в ходе которых выяснилось, что гипотермия может оказывать нейропротективный эффект у пациентов с гипоксически-ишемическим повреждением мозга.

Основными направлениями клинического применения терапевтического охлаждения являются: проведение индуцированной гипотермии для нейропротекции и контроля внутричерепного давления при повреждениях мозга различного генеза и после остановки кровообращения; поддержание нормальной температуры тела у нейрореанимационных пациентов.

Гипертермия (более 38 °С) неинфекционного генеза – типичный симптом, отмечающийся у пациентов неврологических отделений, отягощает течение болезни, приводит к нарушению многих

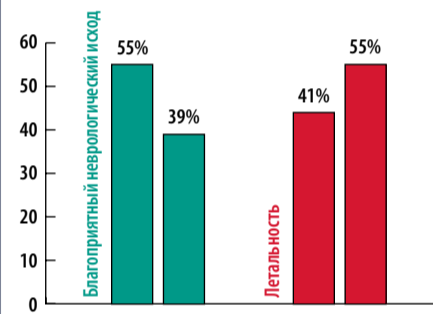
Автор: **С.Н. Абдусаламов**,  
 доцент ФГОУ Института  
 повышения квалификации  
 ФМБА РФ

физиологических функций. Результаты клинических исследований убедительно свидетельствуют о том, что высокая температура во время острой фазы ишемии мозга у пациентов с инсультом, черепно-мозговой травмой и субарахноидальным кровоизлиянием значительно ухудшает исходы заболевания и уменьшает шансы на выживание. Поэтому контроль температуры тела пациента, госпитализированного в отделение нейрореанимации – одна из важнейших задач, стоящих перед медицинским персоналом. В настоящее время согласно рекомендациям большинства медицинских сообществ (American Stroke Association, European Stroke Initiative, American Association of Neurological Surgeons, American Heart Association и др.) терморегуляция входит в стандарты терапии у нейрореанимационных пациентов в качестве меры предупреждения вторичного повреждения головного мозга.

## Индуцированная гипотермия в постреанимационный период

Международный комитет по взаимодействию в области реанимации (ILCOR) и Европейский совет по реанимации (ERC) рекомендуют проводить терапевтическую гипотермию у взрослых пациентов без сознания с восстановлением самостоятельного кровообращения после внебольничной остановки сердца с начальным ритмом в виде фибрилляции желудочков. В Рекомендациях ERC в редакции от 2010 г. подчеркивается, что индуцированная гипотермия может также быть полезна в случае других видов остановки кровообращения (асистолия, беспульсовая электрическая активность), в том числе внутрибольничных. В по-

стреанимационный период индуцированную гипотермию рекомендуется начинать как можно раньше после восстановления спонтанного кровообращения до достижения целевой температуры тела паци-



### Терапевтическое охлаждение после остановки кровообращения.

Благоприятный неврологический исход:  
 55% - Гипотермия  
 39% - Нормотермия  
 Летальность:  
 41% - Гипотермия  
 55% - Нормотермия  
 Клинические исследования показали, что индуцированная гипотермия в постреанимационном периоде, помогает предотвратить неврологические нарушения и улучшает результаты лечения.  
 The Hypothermia after Cardiac Arrest Study Group. N Engl J Med 2002;346:549-556

ента (32–34 °С). Рекомендуемая продолжительность гипотермии 12–24 часа с последующим контролируемым повышением температуры (0,25–0,5 °С в час).

### Терапевтическое согревание

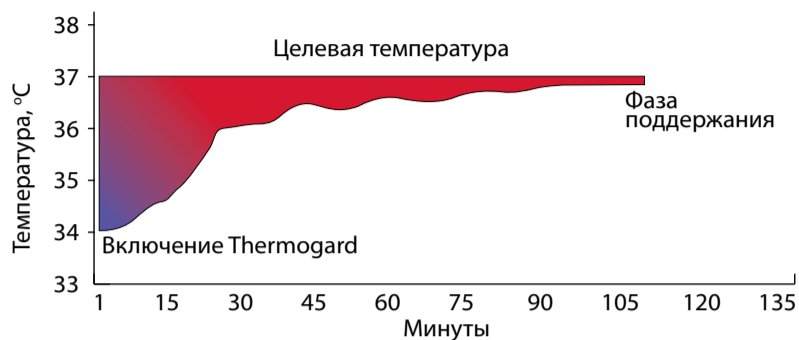
Показания к применению: нормализация температуры при общем переохлаждении, у пациентов ожоговых реанимационных отделений, в ожоговой или сердечно-сосудистой хирургии.

Известно, что у пациентов с ожогами более 20% поверхности тела высокий риск развития перипео-

ративной гипотермии. Негативные последствия неконтролируемой гипотермии у этих пациентов включают иммуносупрессию (увеличение частоты хирургических раневых инфекций), снижение ка-

быть полностью реализованы из-за ряда недостатков, присущих наружным методам охлаждения:

- Охлаждающие одеяла, пакеты со льдом и гелевые прокладки, а также другие наружные мето-



**Терапевтическое согревание.**

Периоперационная гипотермия у хирургических и травмированных пациентов связана с высоким риском инфицирования раны, нарушением метаболизма медикаментов, дополнительной кровопотерей и необходимостью трансфузий, кардиологическими нарушениями и увеличением сроков госпитализации. Doufas AG. Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology 17:535-549, 2003

пиллярного кровотока (проблемы с приживлением трансплантата), нарушение функции тромбоцитов (коагулопатии и кровотечения), возрастает потребность в гемотрансфузиях (выше риски трансфузионных осложнений), увеличение сроков госпитализации (удорожает стоимость лечения). Поддержание нормальной температуры в периоперационном периоде – исключительно труднодостижимая цель в ожоговой хирургии при использовании традиционных методов терморегуляции.

Другой важный аспект – управляемое согревание после индуцированной гипотермии. Показано, что неуправляемое и интенсивное отогревание не только сводит на нет защитный эффект гипотермического воздействия, но и во многих случаях может усугубить патологические процессы, вызванные повреждением мозга, и их функциональные последствия. Многие клинические исследования свидетельствуют о том, что максимальный эффект от применения индуцированной гипотермии у больных с черепно-мозговой травмой достигается при последующем медленном отогревании.

**Традиционные методы охлаждения пациента**

Физические методы охлаждения обычно основаны на повышении теплоотдачи посредством конвекции и кондукции. Для этого используются пакеты со льдом, обертывание мокрыми полотенцами, обтирание пациента мокрой губкой, обдув вентилятором, ректальный или назогастральный лаваж холодной водой, применяются одеяла с циркуляцией холодной воды или воздуха, гелевые прокладки с циркуляцией воды.

Но все же потенциальные клинические преимущества индуцированной гипотермии не могут

бы клинически недостаточно эффективны, трудоемки, причиняют неудобства пациенту и осложняют работу медицинскому персоналу, затрудняя доступ к тяжело больным пациентам, требующим постоянного ухода.

- В большинстве случаев наружное охлаждение провоцирует мышечную дрожь (которая в свою очередь способствует повышению температуры пациента), что требует назначения седативных препаратов и миорелаксантов для ее предупреждения и купирования.
- Отмечаются сложности в достижении целевой температуры. Например, в исследовании, где индукция гипотермии у пациентов с внутрибольничной остановкой кровообращения проводилась с использованием пакетов со льдом, целевая температура была достигнута только у 30% пациентов.
- При использовании наружных методов охлаждения наблюдается



**Недостаточная управляемость методов наружного охлаждения.**

При использовании методов поверхностного охлаждения, вероятность переохладить пациента составляет 63%, что может привести к серьезным осложнениям, включая аритмии, коагулопатию и высокий риск развития инфекций. Merchant RM. Crit Care Med 34: S490-S494, 2006

**Поверхностное охлаждение после остановки кровообращения.**

При использовании методов внешнего охлаждения у 14% пациентов не удалось достичь целевой температуры. 70% пациентов потребовались дополнительные пакеты со льдом.

The Hypothermia After Cardiac Arrest (HACA) Study Group. N Engl J Med 346:549-556, 2002

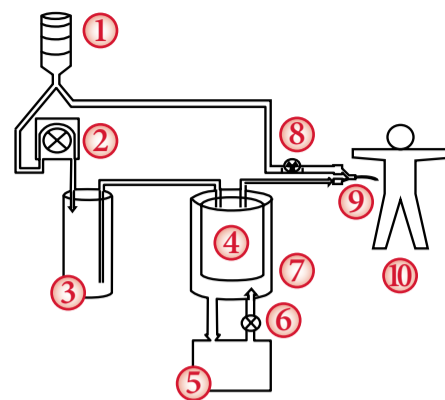
задержка в достижении целевой температуры. В большинстве клинических исследований на взрослой популяции для достижения этого потребовалось не менее 6–12 часов. А в случае дополнительных затрат времени на диагностику состояния, проведение реанимационных мероприятий, транспортировку пациентов с остановкой кровообращения, инсультом или травмой, задержка в достижении целевой температуры с большой вероятностью может привести к вторичному повреждению головного мозга к моменту начала гипотермии.

Таким образом, традиционным наружным методам охлаждения недостает управляемости и мощности, необходимых для реализации современных протоколов терморегуляции.

Традиционным инвазивным методом охлаждения является внутривенная инфузия холодного (4 °C) солевого раствора (физиологического или Хартмана) из расчета 30 мл/кг. Температура снижается на 1,5–2 °C примерно за 30 минут. Данный метод может быть использован для индукции гипотермии. Лимитирующими его использования недостатками являются дополнительная инфузионная нагрузка и невозможность поддержания и управления температурой на протяжении длительного времени.

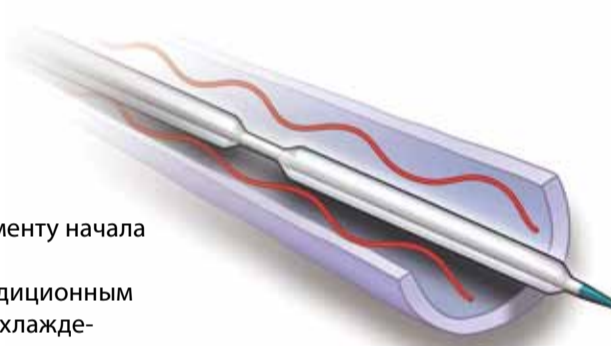
**Технология контролируемой инвазивной терморегуляции**

Принципиально новым решением, лишенным большинства недостатков, которые присущи традиционным методам охлаждения и согревания, является технология контролируемой инвазивной терморегуляции, представленная в России системой ZOLL Cool Gard/Thermogard XP®. Ключевое звено здесь – применение специального термостабилизирующего катетера, сочетающего в себе функции теплообмена и массивной инфузионно-трансфузионной терапии. При его использова-



**Инвазивная терморегуляция: замкнутая система – отсутствует дополнительная инфузионная нагрузка.**

1. Пакет с физраствором 500 мл
2. Роликовый насос
3. Воздушная ловушка
4. Теплообменник
5. Охладитель и нагреватель
6. Насос для охладителя
7. Резервуар для охладителя
8. Индикатор потока
9. Катетер
10. Пациент



**Принцип работы термостабилизирующего катетера.**

Внутри баллонов катетера циркулирует физиологический раствор заданной температуры. Изменение температуры тела пациента достигается посредством теплообмена через тонкую мембрану баллонов между солевым раствором и обтекающей баллоны венозной кровью

нии нет необходимости в дополнительном сосудистом доступе для проведения медикаментозной терапии. Два порта катетера предназначены для подачи и забора теплоносителя (солевой раствор), циркулирующего в замкнутом контуре, а три дополнительных порта обеспечивают стандартные функции центрального венозного катетера.

Регуляция температуры тела достигается охлаждением или нагреванием венозной крови посредством теплообмена через тонкую мембрану баллонов с циркулирующим теплоносителем – физиологическим раствором заданной температуры. По мере прохожде-

Характеристики катетеров

Наименование катетера	Cool Line®	ICY®	Quattro™	Solex™
Количество теплообменных баллонов	2	3	4	Спиральный баллон
Количество портов для инфузии	3	3	3	3
Место постановки	Подключичная, внутренняя яремная, бедренная вена	Бедренная вена	Бедренная вена	Внутренняя яремная вена
Наружный диаметр катетера	9,3F	9,3F	9,3F	9,3F
Длина	22 см	38 см	45 см	25 см



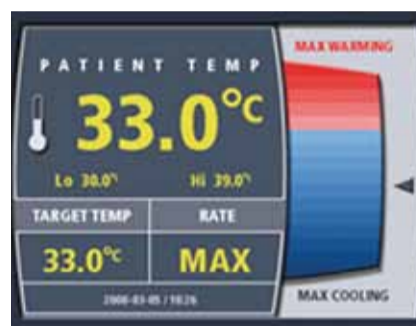
Разновидности термо-стабилизирующих катетеров

ния венозной крови по поверхности каждого баллона температура пациента повышается или понижается. Система является замкнутой, пациент не получает дополнительной инфузионной нагрузки.

Катетеризация магистральной вены (подключичная, внутренняя яремная и бедренная вены) производится по стандартной методике (обычные точки доступа). Порядок работы с катетером осуществляет-

ся на основании тех же принципов и имеющихся рекомендаций, как и с центральными венозными катетерами.

Рекомендуемая длительность нахождения катетера в венозном русле – до 7 суток. Клинические исследования показали, что использование термостабилизирующих катетеров не приводит к достоверному увеличению риска, связанного с катетеризацией, а частота осложнений сопоставима с таковой при использовании стандартных магистральных катетеров.



В сравнении с наружными методами охлаждения система инвазивной терморегуляции обеспечивает более быстрое достижение и точный контроль за целевой температурой. Diringer MN. Critical Care Medicine 32: 559-564, 2004

Система инвазивной терморегуляции обеспечивает клинически эффективное управляемое понижение, повышение и стабилизацию температуры тела пациента, работая по принципу обратной связи.

Данные о температуре пациента каждые 60 секунд поступают с уретральных, ректальных или чреспищеводных термодатчиков, ее изменение даже на 0,01 °C приводит к коррекции температуры теплоносителя. Ручные настройки позволяют устанавливать не только целевую температуру, но и скорость ее изменения, все данные автоматически заносятся в память системы.

В клиническом исследовании (Hoedemaekers CW. Critical Care 2007, 11: R91) сравнение эффективности наружных методов и системы инвазивной терморегуляции ZOLL ThermoGard XP продемонстрировало преимущество последней в достижении целевой температуры и поддержании ее в необходимых пределах.

Резюме

При выборе метода проведения индуцированной гипо- или нормотермии система контролируемой инвазивной терморегуляции имеет множество преимуществ в сравнении с традиционными методами охлаждения: эффективность, быстрое достижение и точность в поддержании целевой температуры.

Сравнительная оценка способов терморегуляции

	ZOLL Система инвазивной терморегуляции	Medivance Arctic Sun	Cincinnati Subzero Blanketrol II	Medeco Caircooler	Традиционный
Метод охлаждения	Внутрисосудистый теплообмен	Внешние гелевые прокладки	Внешние одеяла с циркуляцией воды	Внешние одеяла с циркуляцией воздуха	Холодный физиологический раствор, пакеты со льдом и т.п.
Скорость охлаждения (°C/ч)	1,46	1,04	1,33	0,18	0,32
% времени поддержания у пациента целевой температуры (+/- 0,2°C)	96,8	55,8	49,5	25,9	30,2

Мнение эксперта

Попугаев К.А., врач высшей категории, к.м.н., отделение реанимации и интенсивной терапии НИИ Нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко РАМН

Повышение температуры тела выше 38,3 °C, являясь доказанным фактором вторичного повреждения головного мозга, ухудшает исходы у нейрореанимационных пациентов. Индуцированная гипотермия (ИГ) - это один из наиболее эффективных методов коррекции резистентной внутричерепной гипертензии. Нейропротективное действие ИГ доказано у пациентов с остановкой сердечной деятельности и новорожденных с перинатальным гипоксически-ишемическим повреждением мозга.

Индуцированная нормотермия (ИН) улучшала исходы у пациентов с субарахноидальным кровоизлиянием, если проводилась в течение всего острого периода заболевания. В настоящее время продолжают исследования, анализирующие применение ИГ/ИН для нейропротекции у пациентов с повреждением мозга различного генеза.

В отделении реанимации и интенсивной терапии Института нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко методики ИГ и ИН стали использоваться с 2005 г. Сегодня температурная коррекция является таким же базовым направлением интенсивной терапии, как проведение ИВЛ или стабилизация гемодинамики.

До появления в нашем отделении системы Cool Gard/Cool Line мы были вынуждены применять методы наружного охлаждения. У всех без исключения пациентов возникал выраженный дискомфорт и мышечная дрожь, требовавшие для их купирования использования не только седативных препаратов и наркотических анальгетиков, но и мышечных релаксантов. При проведении ИГ дольше двух суток в большинстве наблюдений развивалась пневмония. Это удлиняло время пребывания пациента в отделении реанимации, увеличивало затраты на лечение, повышало риск развития неблагоприятного исхода и отчасти нивелировало положительные эффекты самой гипотермии на поврежденный мозг. С появлением в нашем распоряжении системы Cool Gard/Cool Line необходимость седатировать пациентов существенно уменьшилась, а частота пневмоний и других воспалительных осложнений при использовании ИГ/ИН не возросла.