

Терморегуляция



Терморегуляция

- Поддержание постоянной внутренней температуры тела, не зависящей от температуры окружающей среды
- **Температура ядра**
 - Органы грудной и брюшной полости, голова
 - $36.6 \pm 0.38^{\circ}\text{C}$ в нормальном состоянии
 - Могут встречаться небольшие вариации
- **Температура периферии**
 - Не столь жёстко контролируется
 - Обычно на $2-4^{\circ}\text{C}$ ниже температуры ядра
 - разница увеличивается в условиях холода
 - снижается в тепле

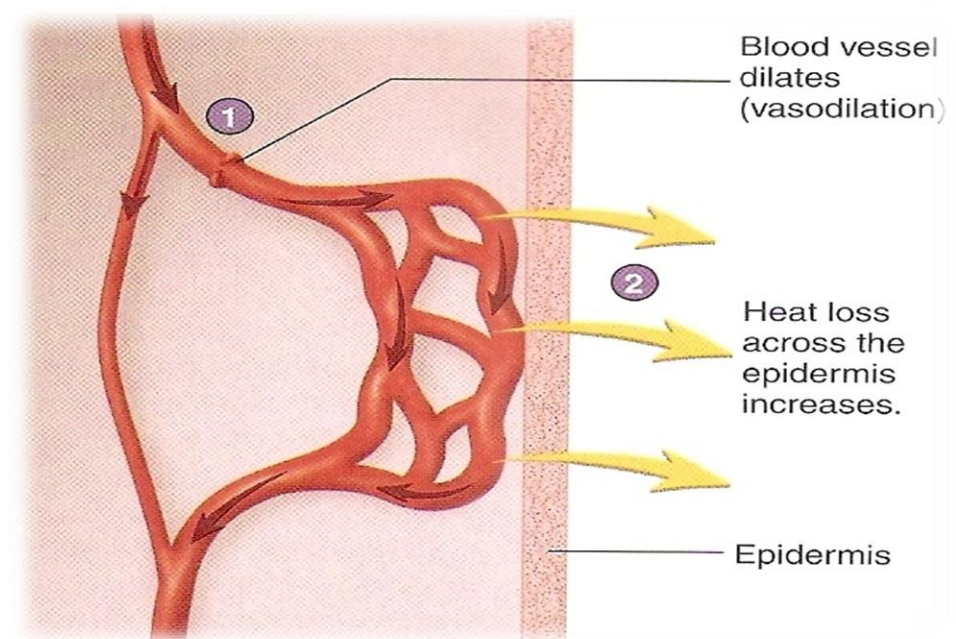
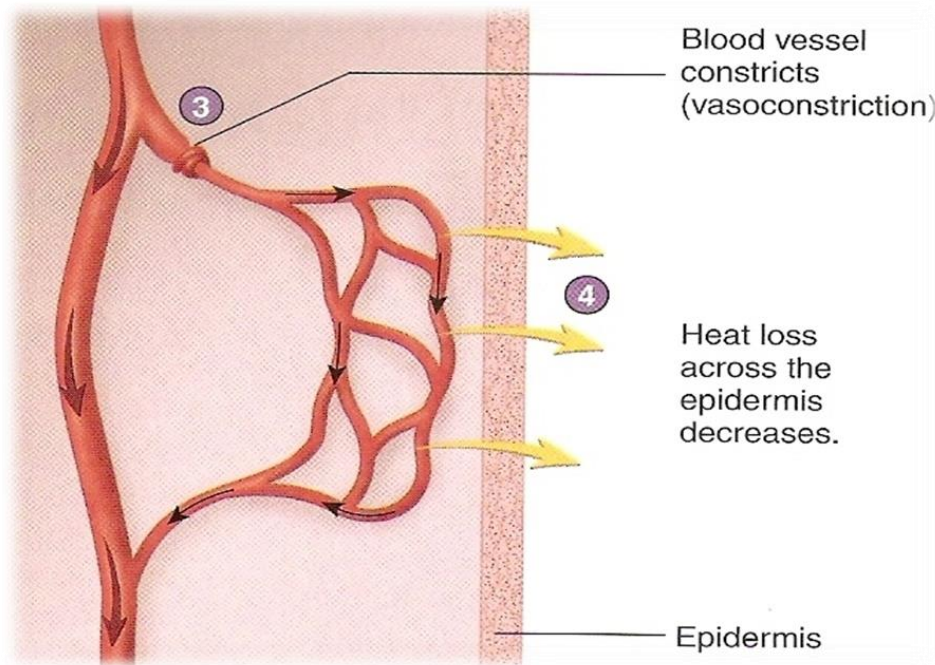


Оценка теплопродукции, теплоотдачи и теплоизоляции человека на модели.
Модификация: ThermoAnalytics, Inc. Human Thermal Simulation

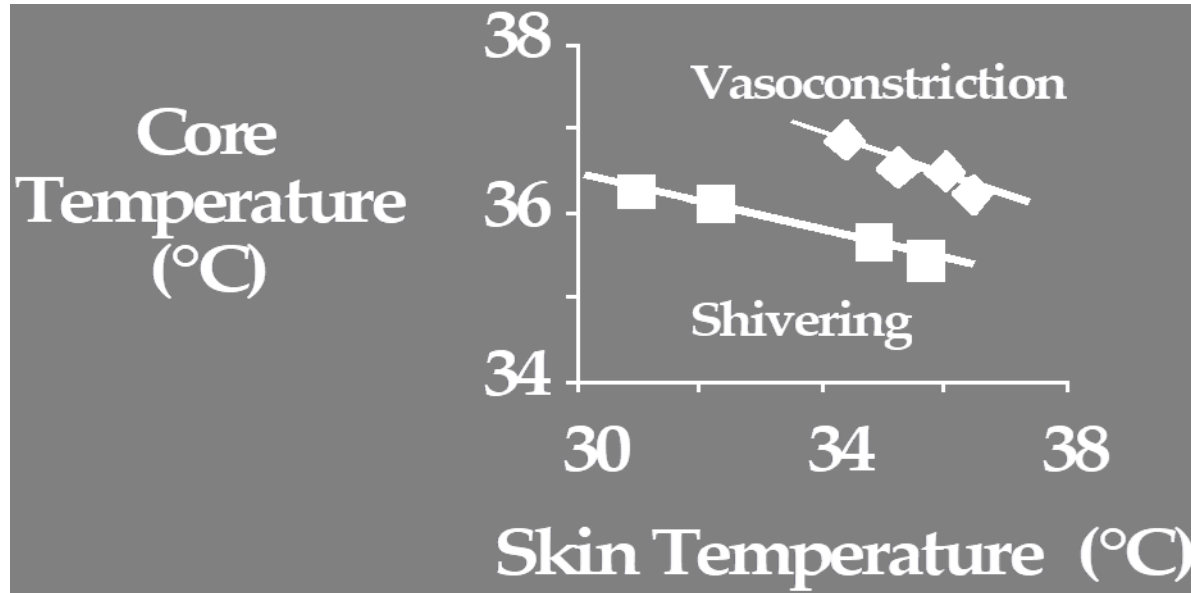
Физиология терморегуляции

Температура ядра регулируется

- Ограничением теплопередачи к периферии через сужение сосудов
- Увеличением теплопередачи к периферии за счет расширения сосудов
- Вазоконстрикция (Температура ядра $<37^{\circ}\text{C}$)
- Ограничивает теплопередачу к периферии
- Вазодилатация (Температура ядра $>37^{\circ}\text{C}$)
- Увеличивает теплопередачу к периферии



Температура кожи и ядра



- Температура ядра на 20% зависит от температуры кожи
- Нагревание кожи на 4°C позволяет снизить температуру ядра на 1°C
- Охлаждение кожи на 4°C повышает температуру ядра на 1°C

Это объясняет, почему поверхностное охлаждение кожи работает против естественного механизма терморегуляции.

Daniel I. Sessler, M.D. Hypothermia

Основные
направления
клинического
применения
системы
контролируемой
терморегуляции



Кому рекомендована терморегуляция?

- Терморегуляция – стандарт клинической практики у пациентов с остановкой кровообращения и прочих критических состояниях, при которых нарушается собственная терморегуляция
 - Рекомендации Международного согласительного комитета по реанимации (ILCOR)
 - Рекомендации Американской ассоциации сердца и Европейского совета по реанимации



American
Association of
Neurological
Surgeons



Рекомендации ERC 2021 по постреанимационной поддержке

- Применение управляемой терморегуляции (ТТМ) для взрослых пациентов после остановки сердца (с любым ритмом), остающихся без сознания после проведения САР.
- Поддержание целевой температуры на постоянном уровне 32 и 36 ° С на протяжении минимум 24 часов.
- Предотвращение лихорадки ($>37.7^{\circ}\text{C}$) на протяжении минимум 72 часов после восстановления спонтанного кровообращения у пациентов, остающихся в коме.

Гипотермия 32°C - 36°C на 24 часа или более

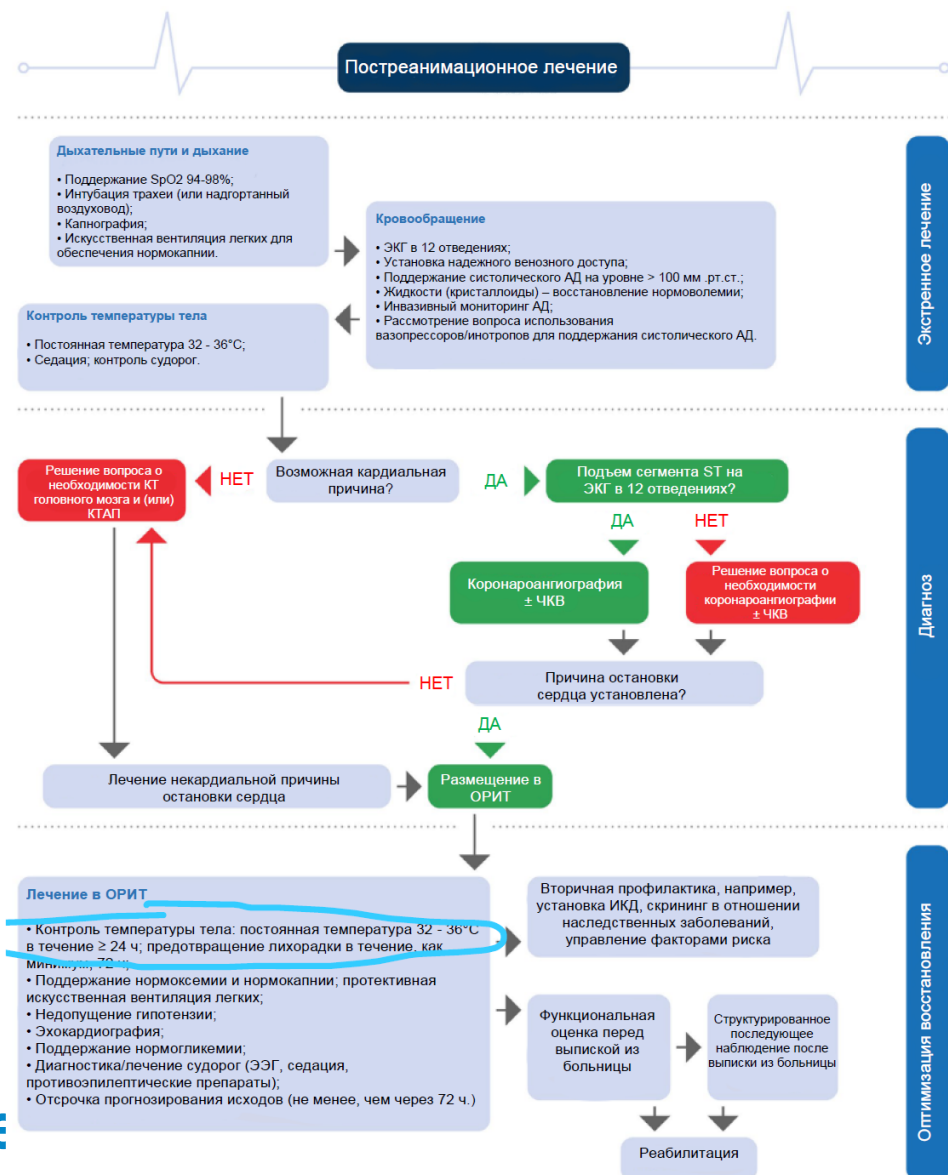


Рис. 1. Алгоритм постреанимационного лечения. САД – систолическое артериальное давление. ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство. КТАП – КТ-ангиопульмонография. ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии. ЭЭГ – электроэнцефалография. ИКД – имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор.

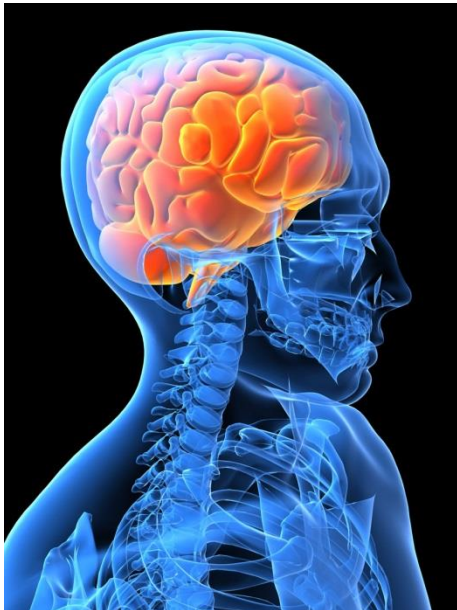
Ключевые области применения

- Остановка сердца, СЛР, бессознательное состояние.
- Контроль лихорадки и повышения внутричерепного давления у пациентов отделения нейрореанимации:
 - Субарахноидальное кровотечение
 - Кровоизлияние в головной мозг
 - Травма головного мозга
 - Ишемический инсульт
- Кардиохирургия:
 - Поддержание нормотермии после отключения от АИК (after- drop эффект)
 - Операции по поводу аневризмы грудной аорты
- Контролируемая нормотермия:
 - у ожоговых пациентов,
 - в торакальной/ абдоминальной хирургии при продолжительности операции более 4 часов.
- Согревание после гипотермии/переохлаждения
- Онкология:
 - HIPEC (гипертермическая интраоперационная химиотерапия)
 - Операции продолжительностью более 4 часов
- Трансплантология (поддержание температуры тела донора до момента забора органов)
- Эпилептический статус

Терапевтическая гипотермия при остановке сердца



Влияние остановки сердца на мозг



Головной мозг и другие жизненно важные органы и системы испытывают

- Гипоксемию: снижение уровня кислорода
- Гипоперфузию: снижение кровотока

Реперфузионная травма

- Реперфузионное повреждение определяется как “повреждение, наблюдаемое после восстановления кровотока в ишемизированных тканях”
- Неврологическая травма после остановки сердца может быть вызвана “ишемией и реперфузионной травмой”
- Неконтролируемая реперфузия может усилить процессы повреждения

Почему именно охлаждение?



- ↓ внутричерепного давления (ВЧД)
- ↓ уровня церебральный метаболизма
- При ↓ температуры на 1°C происходит ↓ скорости метаболизма головного мозга на 6% - 7%
- ↓ потребность мозга в кислороде и потребление кислорода
- ↓ выработка углекислого газа
- Лучшие неврологические результаты!

Schreckinger; Contemporary Management of Traumatic Intracranial Hypertension: Is There a Role for Therapeutic Hypothermia? ; Neurocrit Care (2009); 11:427-436

4 фазы терапевтической гипотермии

1. Фаза индукции (фаза резкого охлаждения)

- Быстрое достижение целевой температуры

2. Фаза поддержки

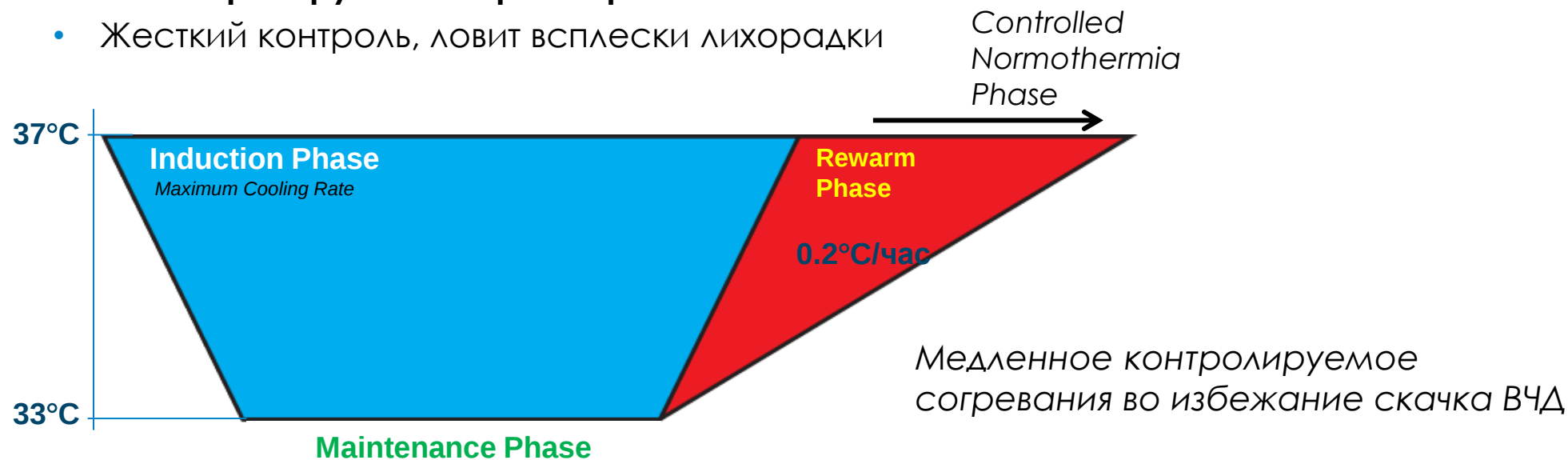
- Жесткий контроль, продолжение лечения при заданной температуре

3. Фаза согревания

- Медленная, контролируемая, чтобы избежать скачка ВЧД

4. Фаза контролируемой нормотермии

- Жесткий контроль, ловит всплески лихорадки



Жесткий контроль в течение 24 часов



Лихорадка и коррекция ВЧД

ZOLL®

Причины лихорадки

- Инфекционные (в т.ч. COVID -19)
- Не инфекционные
 - Инфаркт/ишемия тканей
 - Ишемический инсульт
 - Инфаркты органов
 - Остановка сердца
 - После операции или травмы
 - Нарушение работы центральной нервной системы
 - Ответ на медикаментозную терапию
 - Первичное повреждение головного мозга:
 - Контузия
 - Субарахноидальное кровоизлияние, субдуральная или эпидуральная гематома
 - Диффузное аксональное повреждение
 - Тупая или проникающая травма

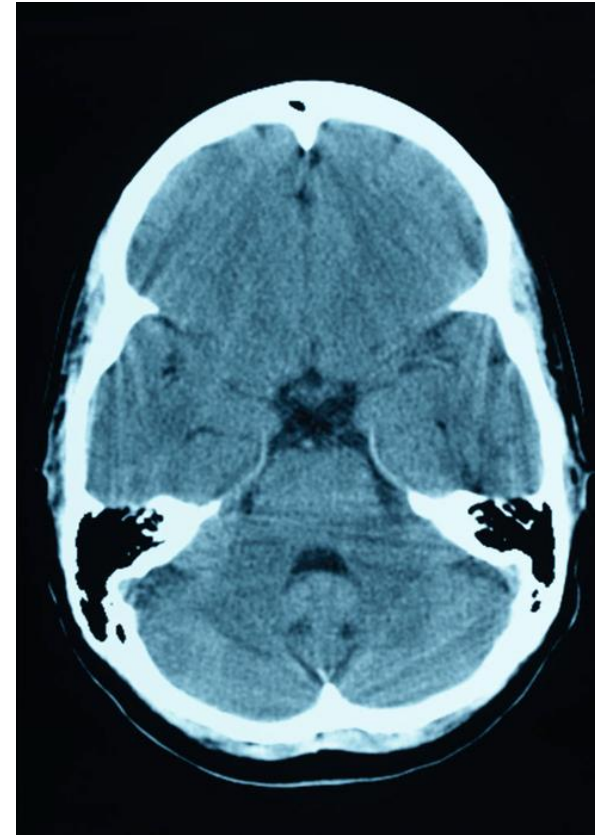


Вторичное повреждение головного мозга

Травмированный мозг более подвержен вторичному повреждению, которое усугубляет тяжесть первичной патологии

- Когда мозг поврежден, он более чувствителен к изменениям окружающей среды (гипоксии, гипогликемии, лихорадке, судорогам, свободным радикалам, электролитным нарушениям)

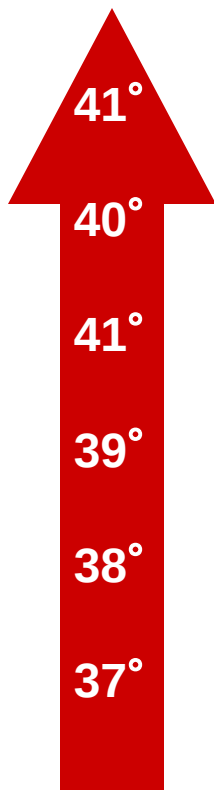
Стратегия: Нейропротекция



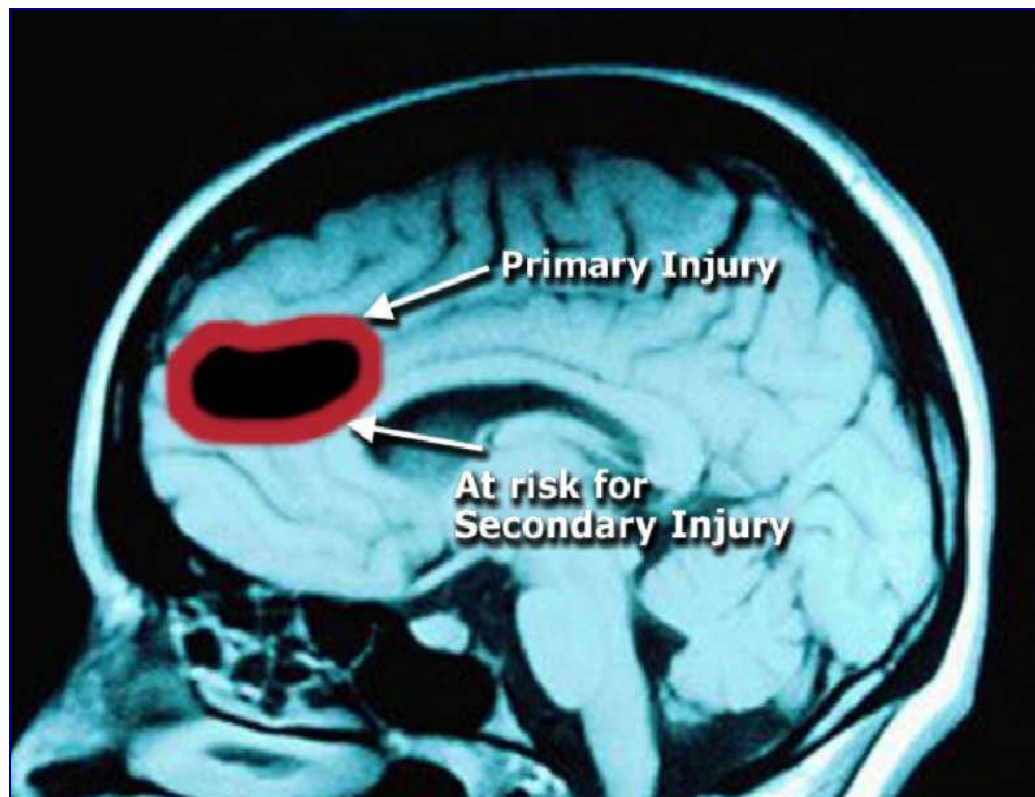
Вторичное повреждение мозга имеет значение

Основная причина смерти и инвалидности пациентов, переживших первичную травму

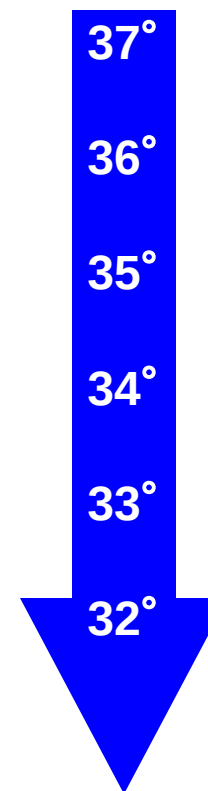
Лихорадка
Усиливает
повреждение



Почему температура имеет значение?



Нормотермия
Предохраняет
ткани



Масштабы проблемы жара : в нейро реанимации лихорадка остаётся частой проблемой

□ Ишемические события с лихорадкой выше 38°C¹

- Субарахноидальное кровоотечение: 73%
- Кровоизлияние в головной мозг: 91%
- Травма головного мозга: 68%
- Ишемический инсульт: 61%

□ Лихорадка опасна

- Повышение температуры после ишемии мозга ухудшает результирующую степень повреждения
- Лихорадка вызывает увеличение числа летальных исходов и ухудшение результатов лечения
- Увеличение температуры на 1 °C увеличивает риск неблагоприятного исхода в 2.2 раза²
- Летальность больных инсультом, обследованных через 3 месяца, составила 1% в группе с нормотермией против 16% в группе с гипертермией³

1. Diring, et al., Critical Care Medicine 32:1489, 2004

2. Henker, Brown, Marion; Neurosurgery 42:1071, 1998

3. Andrews, et al., J Neurosurg 97:326, 2002

Роль лихорадки в длительности пребывания пациентов в нейро реанимации

- Лихорадка является мощным фактором, влияющим на продолжительность пребывания пациента в больнице и нейро реанимации¹.

Уровень лихорадки Увеличение числа к/д в ОРИТ

- | | |
|------------------------------|----------|
| □ Высокая (>39.6°C) | 10 дней |
| □ Средняя (38.5-39.5°C) | 5.5 дней |
| □ Низкая (до 38.5°C) | 1.7 дней |

Лихорадка увеличивает среднюю стоимость пребывания в стационаре в среднем на \$17,270 ²

1. Diring M, et al. Crit Care Med 2004 Vol.32, No7

2. Reaven NL, et al. J of Intensive Care Med. 2009 Vol. 24 No. 2

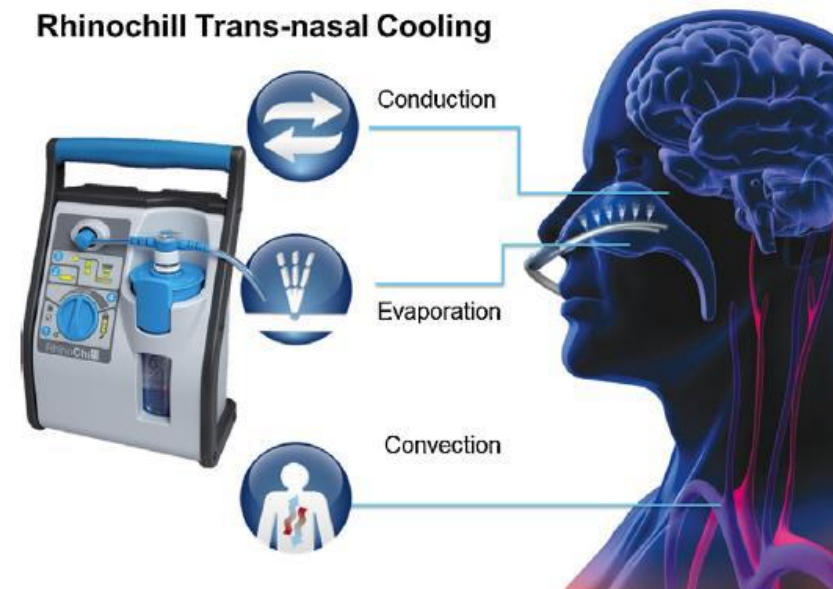
Методы управляемой терморегуляции



Поверхностные методы терморегуляции



Rhinochill Trans-nasal Cooling



Система
инвазивной
терморегуляции
Thermogard XR



Thermogard XR - система инвазивной терморегуляции

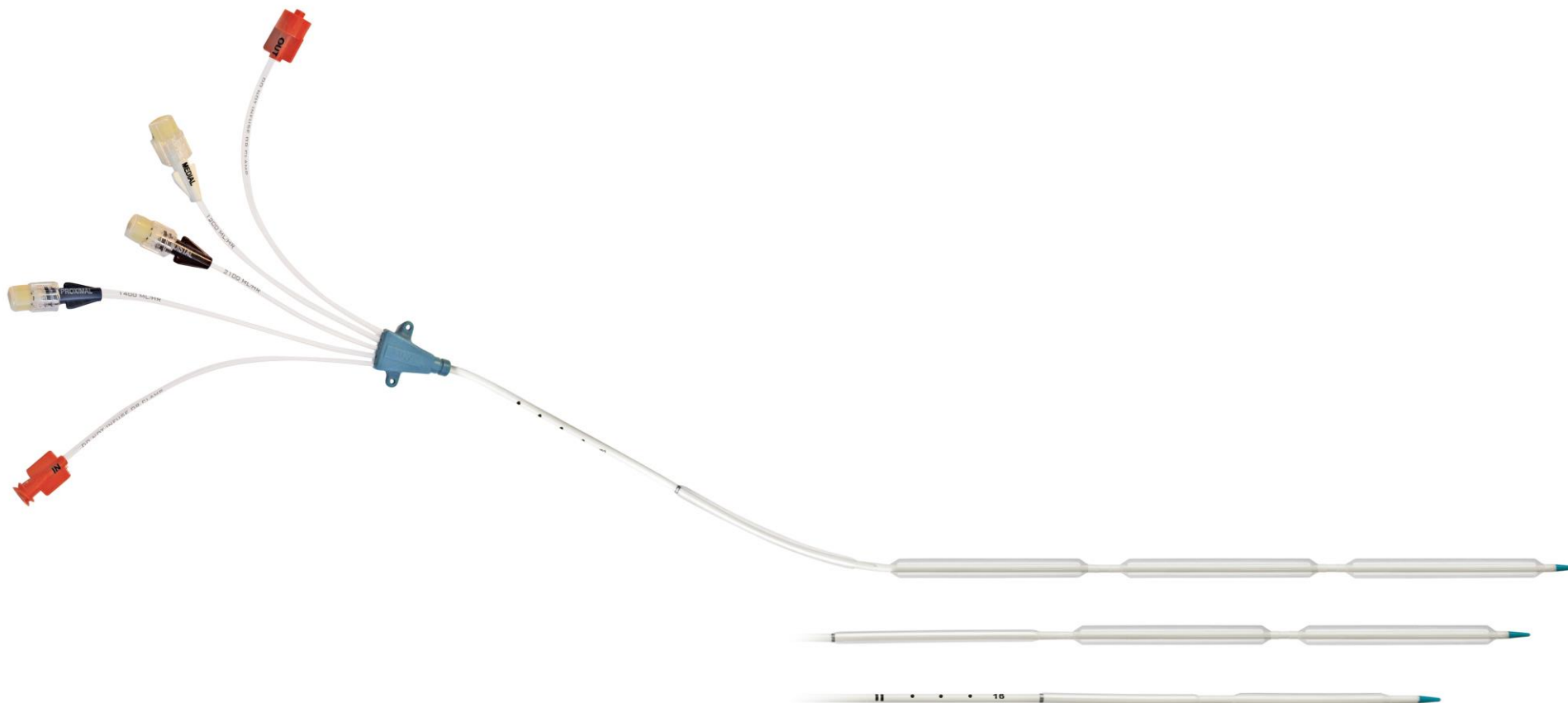
Консоль с охлаждающим/согревающим раствором, который через поверхностный баллон 3-х просветного катетера отдает свою температуру циркулирующей в организме крови.

Преимущества Thermogard XR

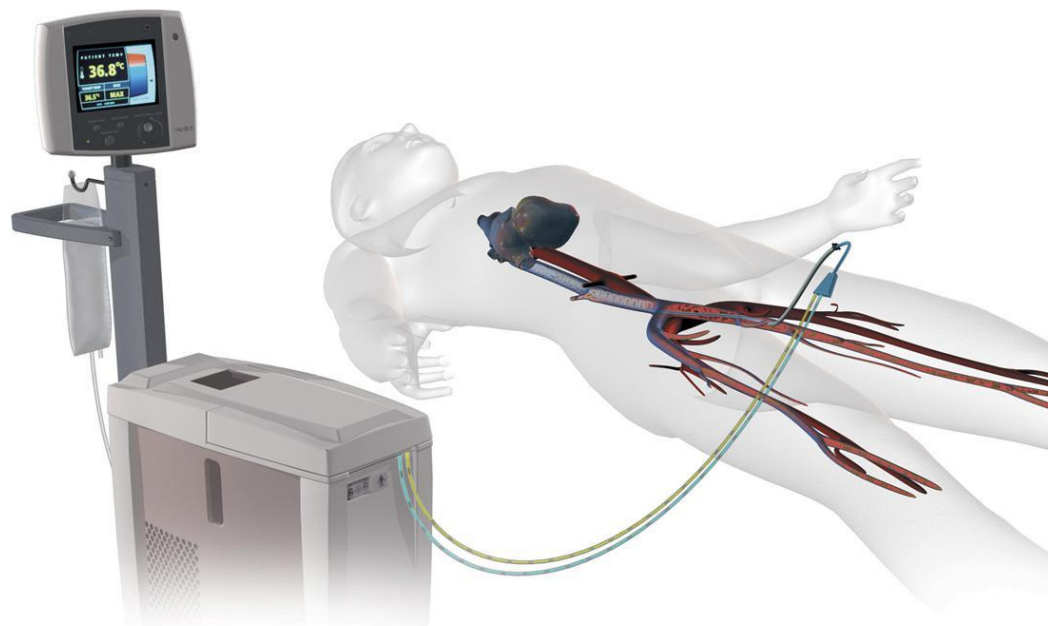
- Точно поддерживает целевую температуру $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$
- Быстрое время достижения целевой температуры – 64 мин.
- Простые в применении многофункциональные центральные венозные катетеры
- Минимизируют дрожь при процедуре гипотермии



Теплообменный катетер – ЦВК + баллон



Принцип работы



- Холодный или теплый физиологический раствор циркулирует по баллонам катетера системы IVTM ZOLL с замкнутым контуром.
- Понижение или повышение температуры тела пациента осуществляется изнутри по мере того, как венозная кровь проходит по поверхности баллонов.

Теплообменные катетеры ZOLL



Quattro



Icy



Cool Line



Solex 7

Обзор консоли TGXR и расходных материалов



Target Temp

Rate Deg/Hr

Standby

Enter

ZOLL

9% Sodium Chloride
Injection USP

18001

500 mL

PULL

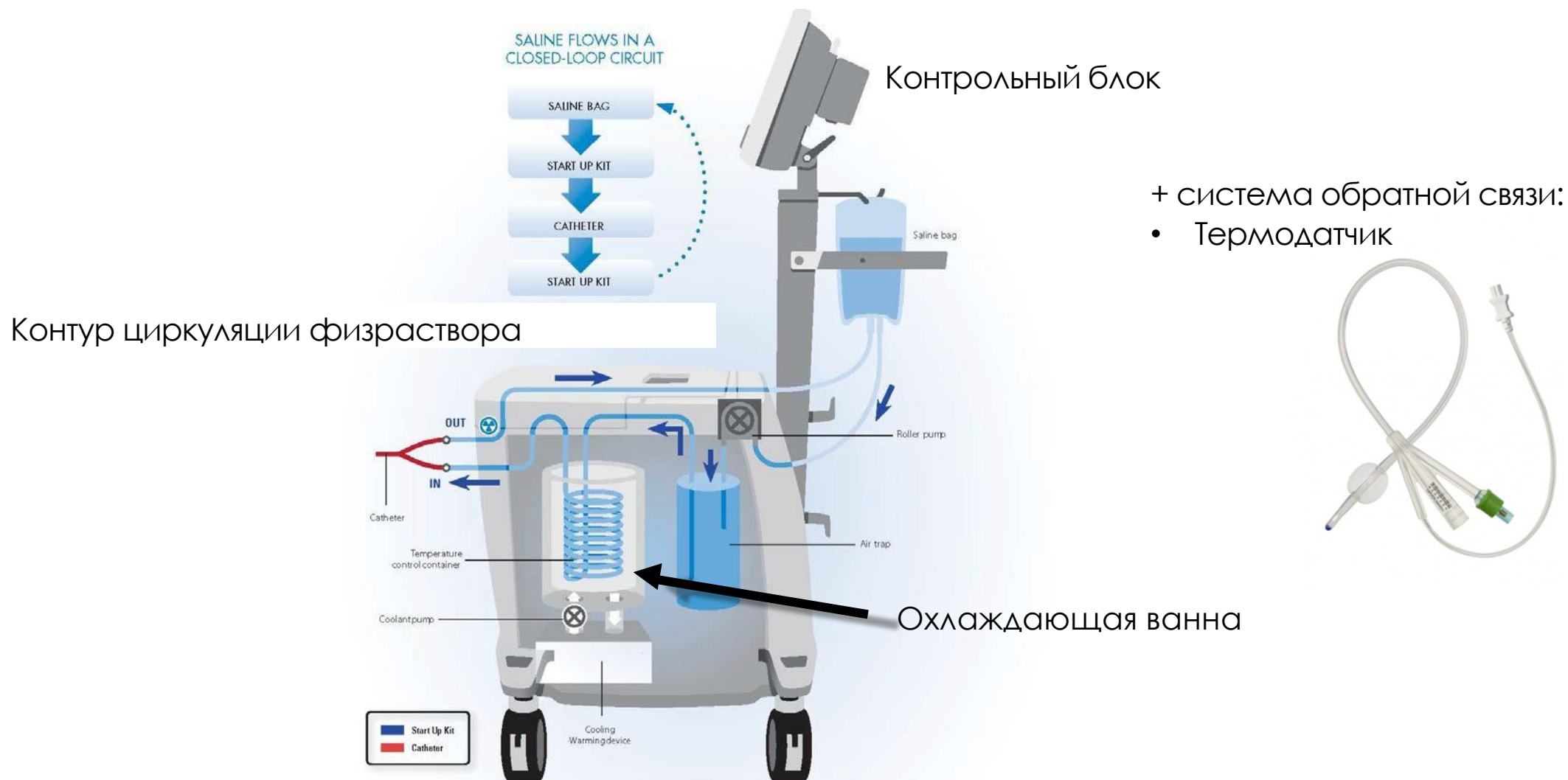
For THERMAL PROTECTION

Основные компоненты Thermogard XP

- Контрольный блок/Графический дисплей
 - Со встроенным программным обеспечением
- Охлаждающая ванна
 - Со схемой контроля температуры
- Контур циркуляции физраствора
 - Емкость с физраствором
 - Шланги
 - Теплообменная катушка из нержавеющей стали
 - Роликовый насос



Основные компоненты Thermogard XP



Контур циркуляции физраствора

Start-Up Kit – Стартовый набор

NaCl 0,9% - 1000 мл

Теплообменный катетер



- 6" или 9" трубки
- совместимы со всеми катетерами
- одноразовые



Набор расходных материалов на 1 пациента

1. Теплообменный катетер

- ICY – для бедренного доступа

или

- Solex – для подключичного/яремного

Зависит от предпочтений врача и предполагаемой длительности лечения.

2. Стартовый набор (Start-Up kit)

3. Термодатчик

- Пищеводный/прямокишечный
- Мочепузырный (типа катетера Фолея)

Важно! Термодатчики Smith, Rusch, Covidien одноразовые.
Есть многоразовые Philips (могут быть в больнице).



Охлаждающая ванна

- Основные функции
 - Охлаждает (или нагревает) смесь 50:50 пропиленгликоля и дистиллированной воды (она же “хладагент”)
 - Алгоритм управления диктует температуру охлаждающей ванны
 - Температура ванны колеблется от 0,5°C до 42,0°C



Контрольный блок



Основные функции:

- Программное обеспечение
- Ручка меню и кнопка управления пользовательским интерфейсом
- Графическое считывание всех параметров пациента
 - Включая график Температурного Тренда ° и тревожные сообщения

Кривая температуры в реальном времени

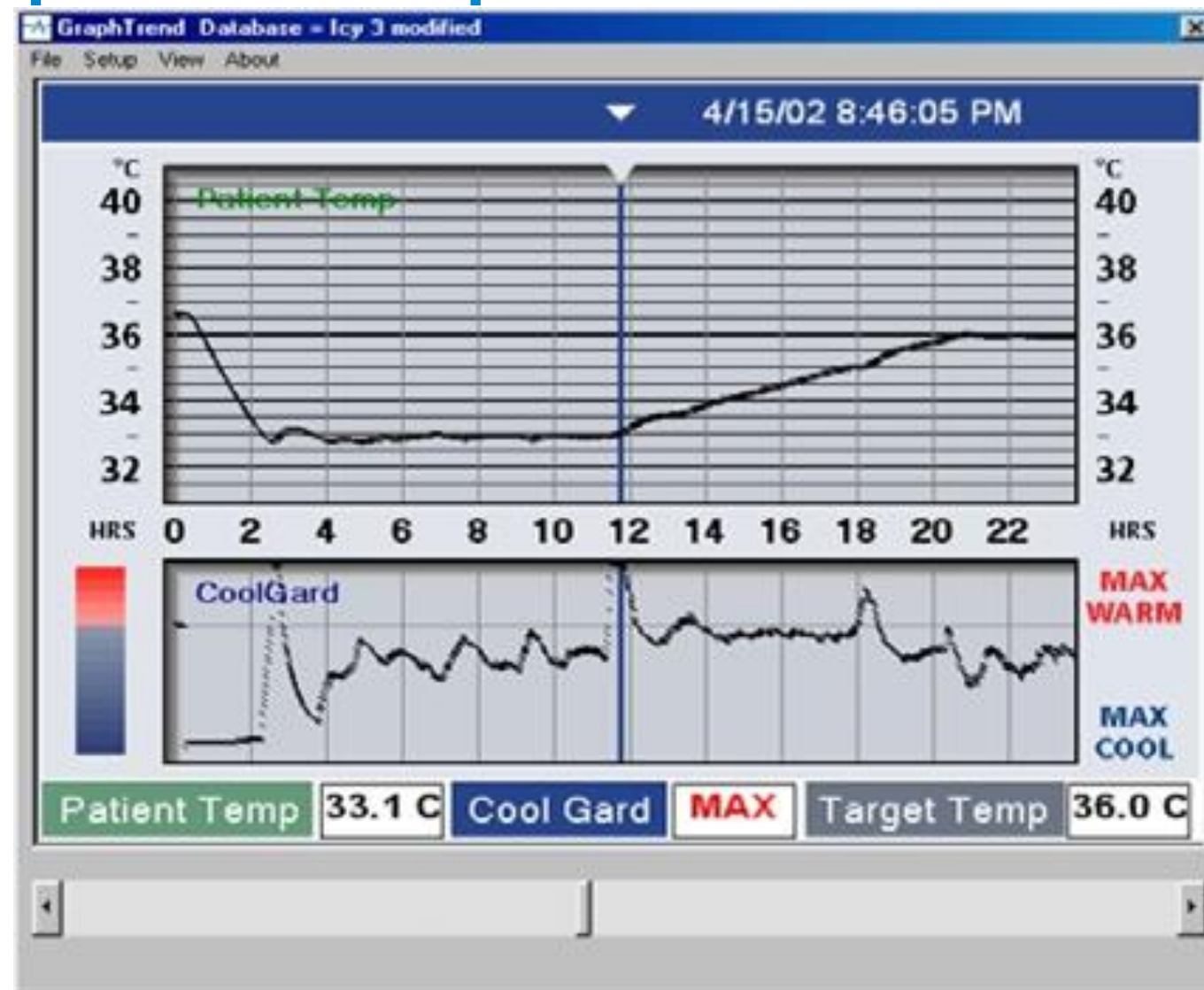


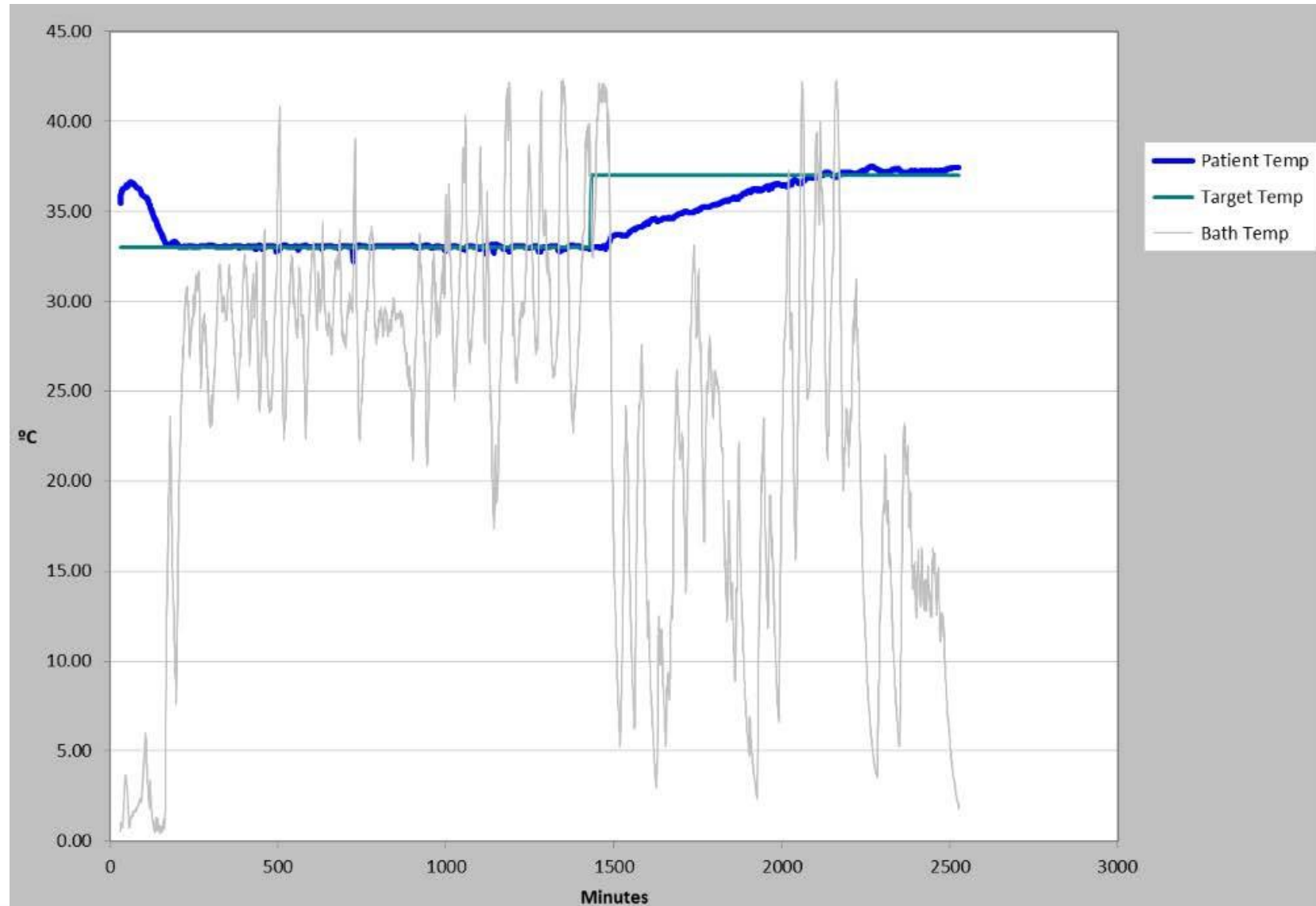
График TempTrend™ отображает температуру пациента, целевую температуру и температуру охлаждающей жидкости.

- Прокручивает данные до 21 дня
- Может загружать данные на ноутбук через стандартный последовательный порт RS - 232C

Загрузка данных

TempTrend™ CSV - собственное программное обеспечение ZOLL

- Загружает данные в стандартный ноутбук
- Программное обеспечение, входящее в состав каждой системы



Независимо от причины, вызвавшей нарушение терморегуляции, система ZOLL IVTM способна быстро, точно, безопасно и физиологично восстановить и поддерживать температуру, необходимую для лечения пациента в критическом состоянии.

