

Терморегуляция

- **Нормотермия**

- центральная T 36-37,5°C

- **Гипотермия**

- центральная $T < 36^\circ\text{C}$

- **Степень гипотермии:**

- легкая (33-35°C)

- умеренная (28-32°C)

- глубокая ($< 28^\circ\text{C}$)



Нейтральная температура – окружающая T , при которой потребность организма в кислороде минимальная

Критическая температура – пороговая окружающая T , при которой не одетый бодрствующий человек не может поддерживать нормальную центральную T

	Нейтральная температура, °C	Критическая температура, °C
Недоношенный новорожденный	34	28
Доношенный новорожденный	32	23
Взрослый	28	1

Измерение температуры тела

Точное измерение центральной температуры обеспечивают инвазивные методы

легочная артерия

инвазивный мониторинг

дистальная часть пищевода

правильность положения датчика

мочевой пузырь

отсутствие олигурии

Измерение температуры тела

Неинвазивные методы не обеспечивают точного измерения центральной температуры

Temperature Measurement Device	Adult	Adult Febrile	Adult Hypo-Thermic	Adult Critically Ill /Intubated	Pediatrics 0-3 Months	Pediatrics 3 Months – 3 Years	Pediatric 3 Years – 18 Years	Pediatric Febrile	Pediatric Hypo-Thermic	Pediatric Critically Ill /Intubated
Oral	A	A	A	A	N/R	A	A	A	N/E	N/R
Tympanic	I/E	N/R	N/E	I/E	N/R	I/E	N/R	N/R	N/E	I/E
Temporal Artery	A	N/R	N/E	I/E	N/R	I/E	A	A*	N/E	I/E
Chemical Dot	I/E	I/E	N/E	I/E	N/R	N/E	N/R	N/R	N/E	N/E
Axillary	B	N/R	N/E	I/E	N/R	I/E	B	N/R	N/E	I/E

Level A (High) Recommendation: Based on consistent and good quality of evidence; has relevance and applicability to emergency nursing practice.

Level B (Moderate) Recommendation: There are some minor inconsistencies in quality evidence; has relevance and applicability to emergency nursing practice.

Level C (Weak) Recommendation: There is limited or low-quality patient-oriented evidence; has relevance and applicability to emergency nursing practice.

N/R: Not recommended based upon current evidence.

I/E: Insufficient evidence upon which to make a recommendation.

N/E: No evidence upon which to make a recommendation.

**Clinical Practice Guideline:
Non-invasive Temperature Measurement
in the Emergency Department**



Термобаланс = метаболизм

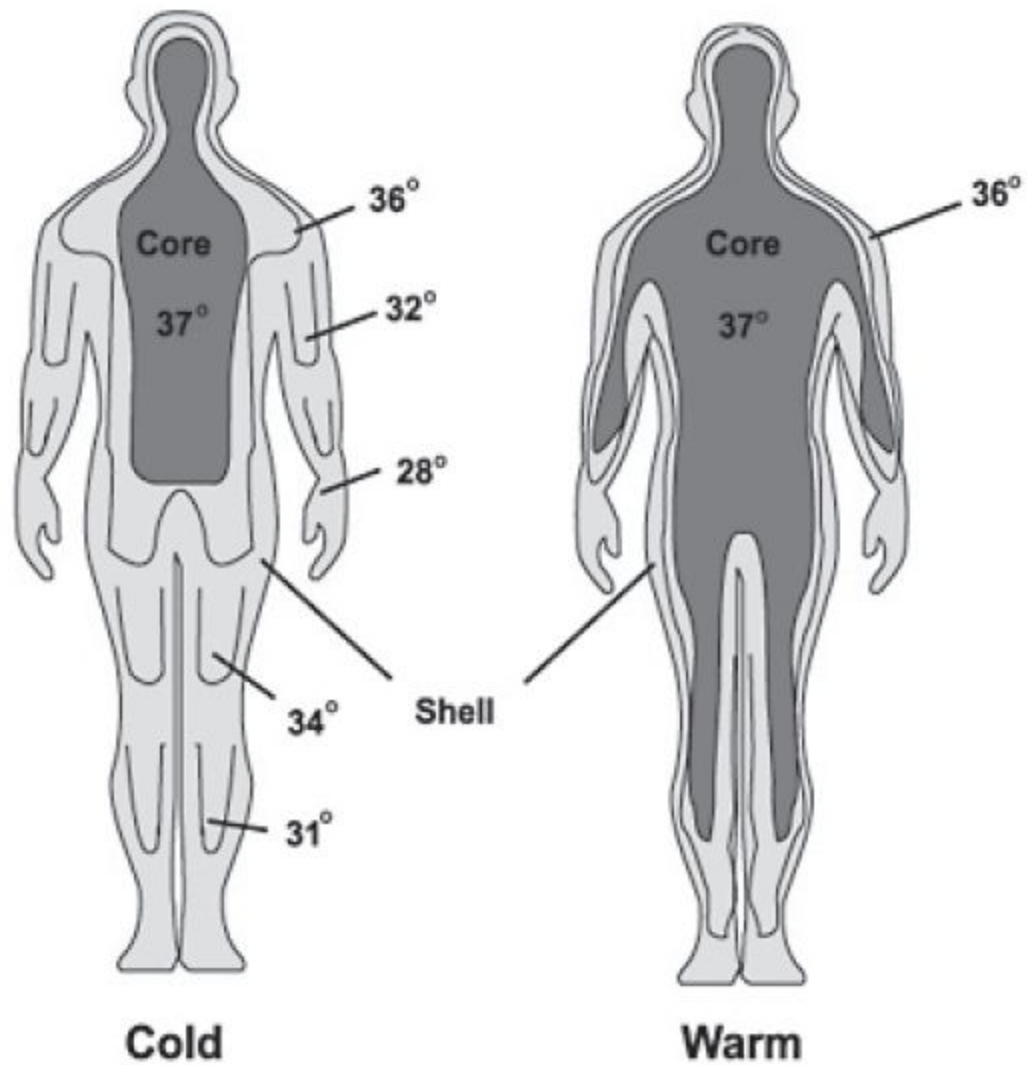
– внешняя работа

– испарение (с дыханием около 10% теплопотери)

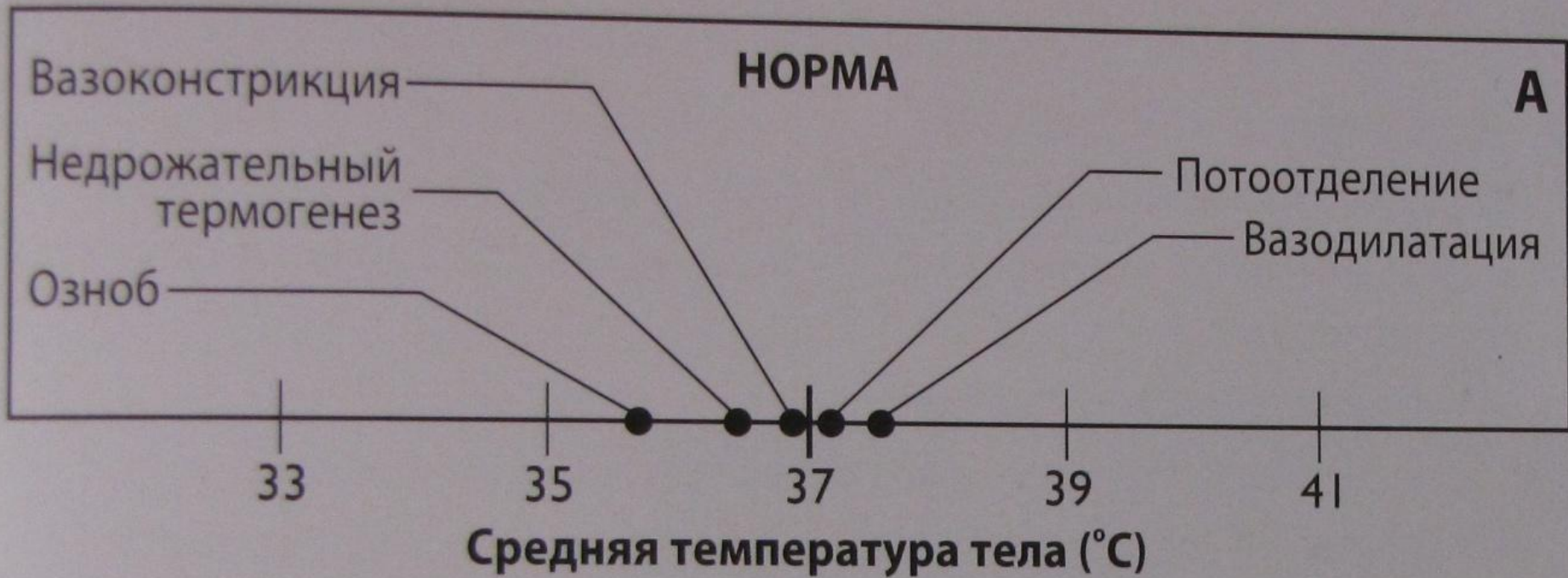
± излучение (до 60%, потеря тепла пропорциональна разнице T между объектами *в четвертой степени*)

± конвекция (до 25%, зависит от площади открытой поверхности тела и потока воздуха)

± теплопроводность (1-2%)



Центром терморегуляции является гипоталамус



Увеличение теплопродукции:

- при интенсивных физических упражнениях – до 20 раз
- при дрожании – до 6 раз

Недрожательный термогенез – метаболизм бурой жировой ткани, при котором вся энергия рассеивается в виде тепла, без образования АТФ

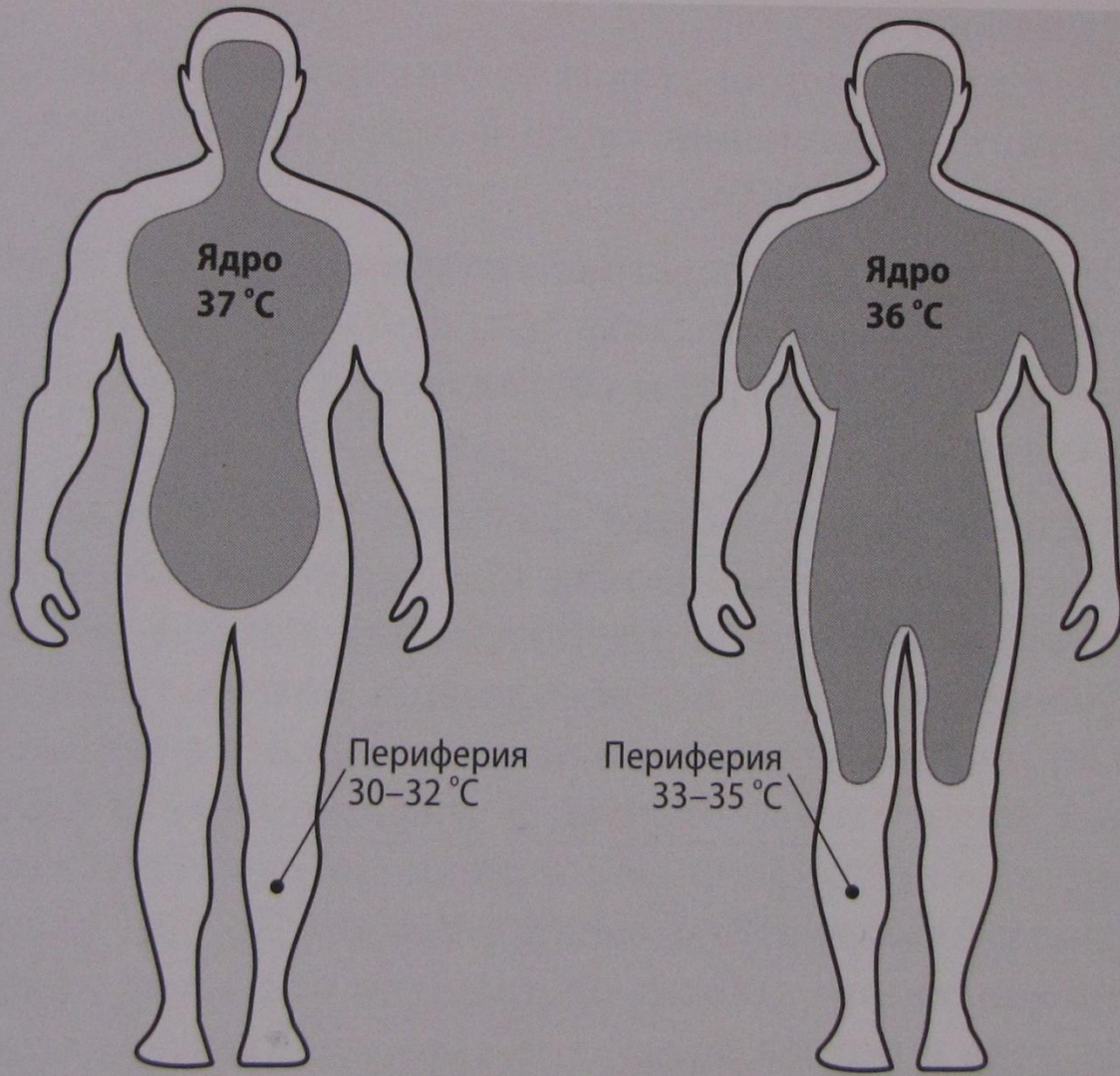
Непреднамеренная периоперационная гипотермия

Негативные эффекты гипотермии

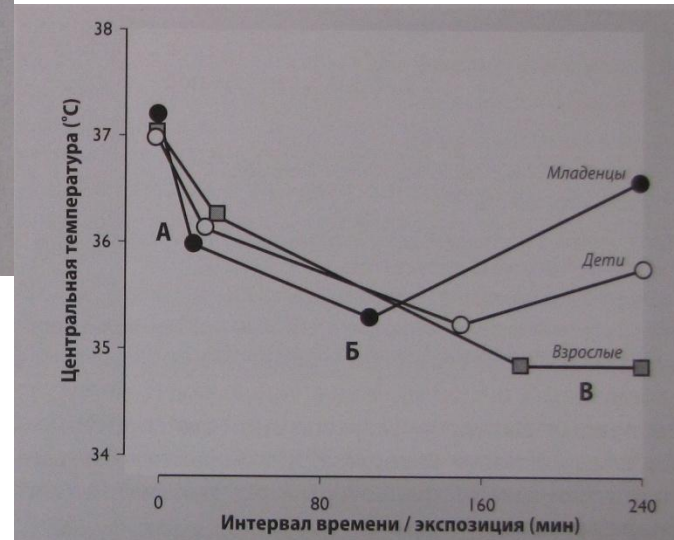
Дрожь	↑ потребление O ₂ и метаболизма
Лекарственный метаболизм	↓ клиренс медикаментов
ЭКГ проявления	удлинение P-R и Q-T, расширение QRS
Аритмии	тахикардия, затем брадикардия, фибрилляция предсердий
Инфекция	↓ провоспалительных цитокинов, ↓ функции нейтрофилов и макрофагов
Коагулопатия	↑ время кровотечения, ↑ АЧТВ, тромбоцитопения
Электролитные нарушения	↓ K, ↓ Mg при охлаждении; ↑ K при согревании
Инсулинорезистентность	гипергликемия

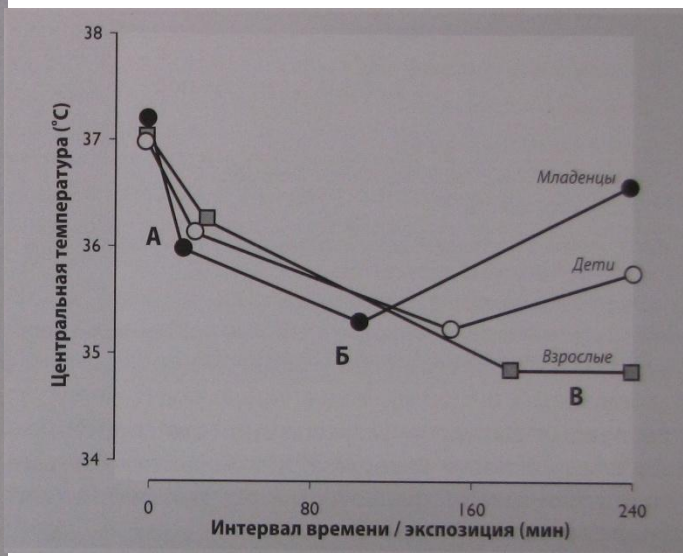
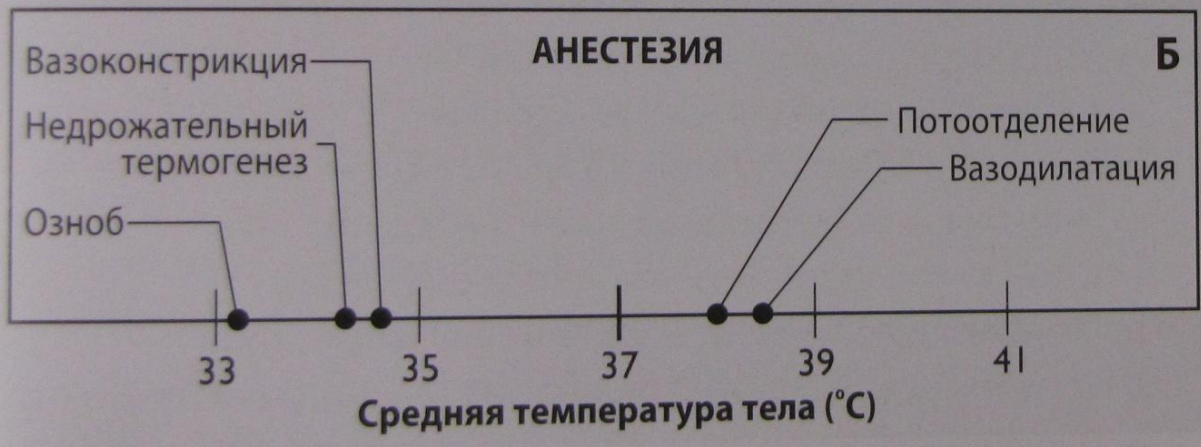
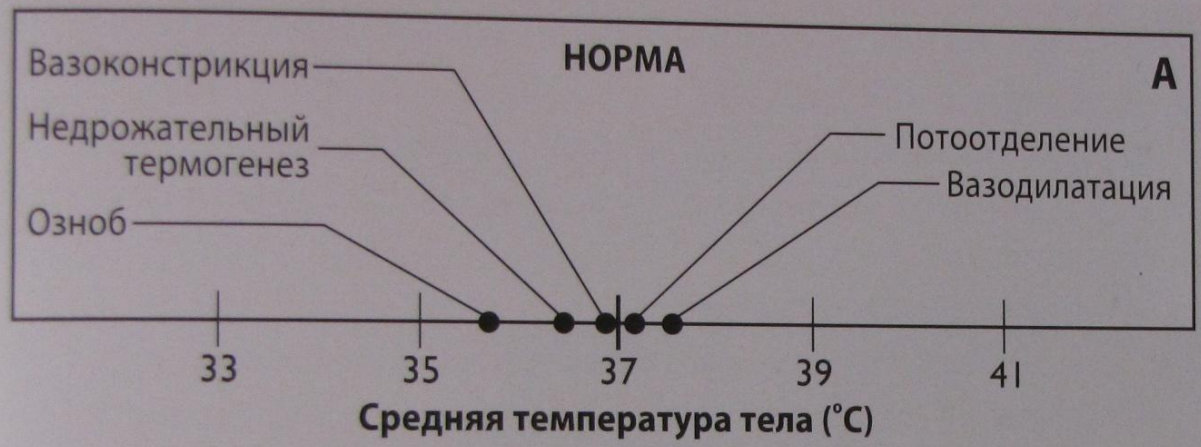
Анестезия и потеря тепла





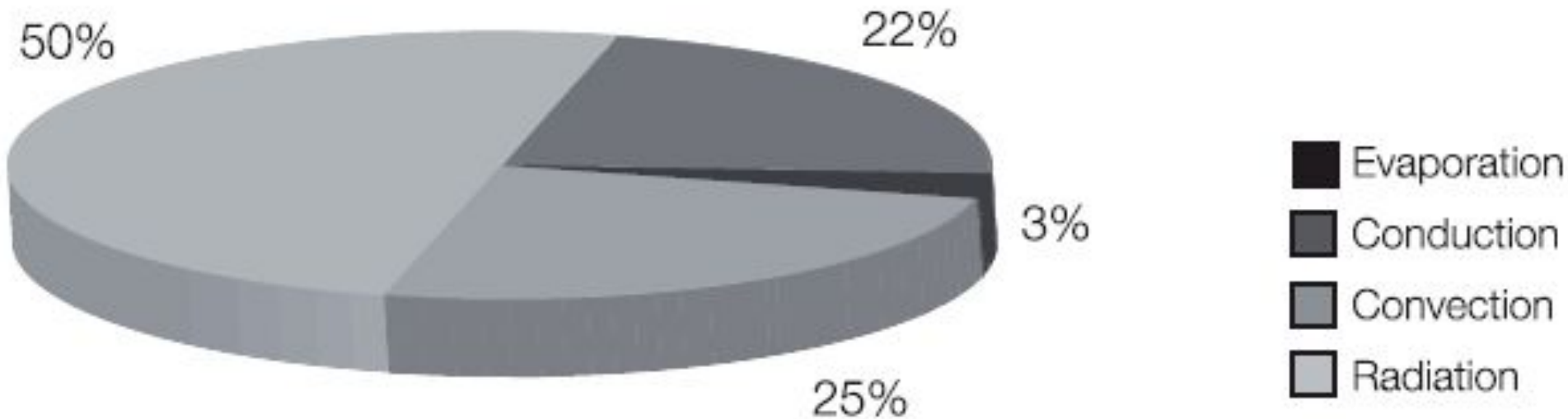
Вазоконстрикция → АНЕСТЕЗИЯ → Вазодилатация





- симпатическая блокада и ингаляционные анестетики блокируют недрожательный термогенез
- скорость основного обмена во время анестезии уменьшается на 20-40%
- регионарная анестезия блокирует вазоконстрикцию

Потеря тепла при анестезии



- **ИЗЛУЧЕНИЕ** (температура операционной)
- **КОНВЕКЦИЯ** (площадь открытой поверхности тела, вентиляция операционной, холодный газ при эндоскопии)
- **ИСПАРЕНИЕ** (растворы для обработки кожи, открытые полостные операции, высокопоточная анестезия в полуоткрытом контуре)

Последствия гипотермии

- Увеличение кровопотери (\downarrow функции тромбоцитов, активности факторов свертывания 10% / 1°C) ↓
- Дрожь в палате посленаркозного наблюдения (боль, дискомфорт)
- Кардиальные осложнения (катехоламины, вазоспазм)
- Плохое заживление раны, инфекция (вазоконстрикция, уменьшение доставки кислорода к тканям и угнетение иммунитета)
- Отсроченное посленаркозное пробуждение (замедление метаболизма препаратов)

Предотвращение и лечение гипотермии

Предоперационный период

Согревание периферического пространства:

- теплая окружающая среда
- закутанный пациент
- анестезия не должна начинаться, пока T тела $< 36^{\circ}\text{C}$ (кроме ургентных случаев)

Один слой изоляции уменьшает теплопотерю на 30%, но усиление пассивной изоляции (дополнительные покрывала) незначительно повышают эффективность сохранения тепла.

Интраоперационный период

- Т операционной ≥ 21 °С (? рост микрофлоры, комфорт работы)
 - закутанный пациент
 - принудительное воздушное согревание (!!!)
 - матрас с циркулирующей теплой водой
 - подогретые в/в растворы и препараты крови при большом объеме инфузии
- 1 л в/в раствора комнатной температуры ↓ центральную температуру на $0,25^{\circ}\text{C}$
- 1 ед. ЭМ 4°C ↓ центральную температуру на $0,25^{\circ}\text{C}$
- промывание операционного поля подогретыми жидкостями $38-40^{\circ}\text{C}$



Послеоперационный период

- принудительное воздушное согревание
- матрас с циркулирующей теплой водой в ОИТ
- лечение дрожи
- пациент не должен переводиться из палаты пробуждения, пока $T \text{ тела} < 36^{\circ}\text{C}$

Новорожденные и грудные дети - очень высокий риск развития периперационной гипотермии

- Повышенное соотношение площади поверхности тела к его объему
- Тонкая кожа с минимальным изолирующим слоем жировой клетчатки и менее эффективными эфферентными реакциями на холод
- Потеря тепла за счет испарения у недоношенных новорожденных выражена больше вследствие повышенной проницаемости кожи.
- Грудные дети до 3 месяцев не могут дрожать
- Недрожательный термогенез, являющийся основным механизмом теплопродукции, увеличивает скорость метаболизма и потребление кислорода
- Высокая критическая температура
- Потеря тепла становится значимой при использовании высокого потока свежего газа, особенно у маленьких детей

Терапевтическая нормотермия при повреждении головного мозга

- У большинства пациентов с повреждением головного мозга возникает лихорадка центрального генеза
- Гипертермия (центральная температура более 38°C) усугубляет повреждение ЦНС. Необходимо стремиться нормализовать температуру тела
- Скорость метаболизма снижается на 5-7% / 1°C
- Исключить или начать лечение инфекционной причины лихорадки

Шкала оценки дрожи

The Bedside Shivering Assessment Scale (BSAS)

Баллы	Степень	Описание
0	Нет	Отсутствие дрожи при пальпации шейных или грудных мышц
1	Легкая	Дрожь локализована на шее и/или грудной клетке Может определяться только при пальпации
2	Умеренная	Вовлечены верхние конечности с или без шейных или грудных мышц
3	Тяжелая	Генерализованная дрожь, вовлечено все тело

Пошаговый протокол лечения дрожи

The Columbia Anti-Shivering Protocol

Цель – поддержание BSAS ≤ 1

0 Исходно	Парацетамол Буспирон (анксиолитик, агонист серотониновых рецепторов) MgSO ₄ Контрсогревание	650-1000 мг * 4-6 ч 30 мг * 8 ч 0,5-1 г/ч в/в 43°C
1 Легкая седация	Дексмедетомидин или опиоид	0,2-1,5 мкг/кг/ч фентанил с 25 мкг/ч меперидин 50-100 мг
2 Умеренная седация	Дексмедетомидин и опиоид	Дозы те же
3 Глубокая седация	Пропофол	50-75 мкг/кг/мин
4 Миорелаксация	векуроний	0,1 мг/кг в/в

Кетамин и ондансетрон уменьшают дрожь за счет снижения порога дрожи

Пошаговый протокол лечения дрожи при индуцированной нормотермии

Показание	Вмешательство	Механизм действия
Исходно	Парацетамол 1г 4 р/д	Минимизирует пирогенную реакцию
	Согревание лица, шеи, конечностей и охлаждение туловища	Импulseация от конечностей ↓ дрожательную реакцию на охлаждение, вызывает вазодилатацию и парадоксальное охлаждение
	MgSO₄ болюс 4 гр в/в + инфузия 1 гр/час	Вазодилатация сосудов кожи, ↑ температуры кожи и комфорта
	Седация бензодиазепинами	Комфорт пациента
Шаг 1 (если BSAS>0)	Промедол 20-40 мг в/в	↓ порог возникновения дрожи
	Клофелин 0,1-0,3 мг 3р/сут	↓ порог возникновения дрожи, синэргизм с промедолом, препятствует вазоконстрикции
Шаг 2 (если BSAS>1)	При неэффективности мероприятий - вопрос о прекращении индуцированной нормотермии (вред дрожи превышает пользу нормотермии). При решении продолжить нормотермию назначается миорелаксация (ИВЛ) и глубокая седация (дормикум 4 мг/ч или пропофол 2-6 мг/кг/ч).	

Индукцированная гипотермия после СЛР

Исследования:

- Т 32-34 °С 12-24 ч улучшает неврологический исход
- Нет различий в исходе при Т 33°С и 36 °С

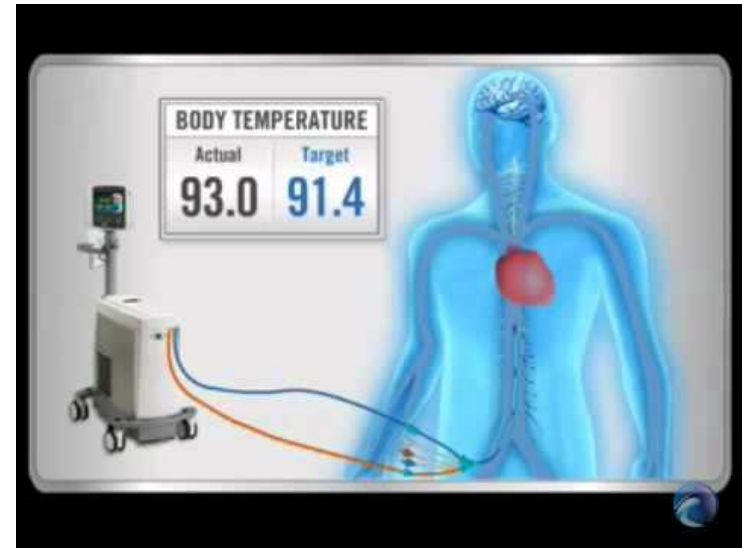


Взрослым пациентам в коме после восстановления кровообращения следует проводить целевое управление температурой тела – **достичь и поддерживать 32-36 °С не менее 24 ч**

Охлаждение на догоспитальном этапе не рекомендовано – нет преимуществ, больше осложнений

Методы охлаждения

- Поверхностное охлаждение
 - не инвазивный
 - легко использовать
 - медленное $\downarrow T$ (до $1,5^{\circ}\text{C}/\text{ч}$)
- Инвазивное охлаждение
 - быстрое болюсное в/в введение $30 \text{ мл/кг } 4^{\circ}\text{C}$ кристаллоидного раствора ($\downarrow T 1^{\circ}\text{C}$ на 1 л)
 - внутрисосудистое охлаждение (до $4^{\circ}\text{C}/\text{ч}$)



Создание гипотермии:

- Индукция холодным раствором
- Физическое охлаждение
- Профилактика и активное устранение дрожи
- Коррекция ВЭБ - при индукции гипотермии высока вероятность развития гипокалиемии

Поддержание гипотермии:

- Поддержание церебрального перфузионного давления
- ИВЛ, поддержание нормокапнии
- Электролиты – риск гипокалиемии и гипомагниемии
- Гликемия на уровне 4-10 ммоль/л
- Коррекция дозы препаратов (↓ метаболизм)
- Агрессивное лечение дрожи

Согревание:

- Скорость согревания $0,3^{\circ}\text{C}/\text{час}$
- Коррекция нарушений гемодинамики, связанных с согреванием (высокая вероятность гипотонии), поддержание церебрального перфузионного давления
- Поддержание нормотермии не менее 72 ч
- Лечение дрожи