

Тема: **Адаптация к охлаждающему воздействию**

<http://vmede.org/sait>

<http://newphysio.ru/adaptaciya-k-vysokoy-temperature>

<http://www.studfiles.ru/preview/4166063/>

<http://uchebnik.biz/book/301-yekologiya>



Условия, при которых организм человека должен адаптироваться к холоду: работа в холодных цехах – холод действует не круглосуточно, а чередуясь с нормальным  $t$  режимом или адаптация человек в условия Севера подвергается действию не только низкой  $t$ , но и измененного режима освещенности и уровня радиации.



*Работа в холодных цехах.* Первые дни в ответ на низкую  $t$  теплопродукция нарастает неэкономично, избыточно, теплоотдача ещё недостаточно ограничена. После установления фазы стойкой адаптации процессы теплопродукции интенсифицируются, теплоотдачи – снижаются; устанавливается оптимальный баланс для поддержания стабильной  $t$  тела.

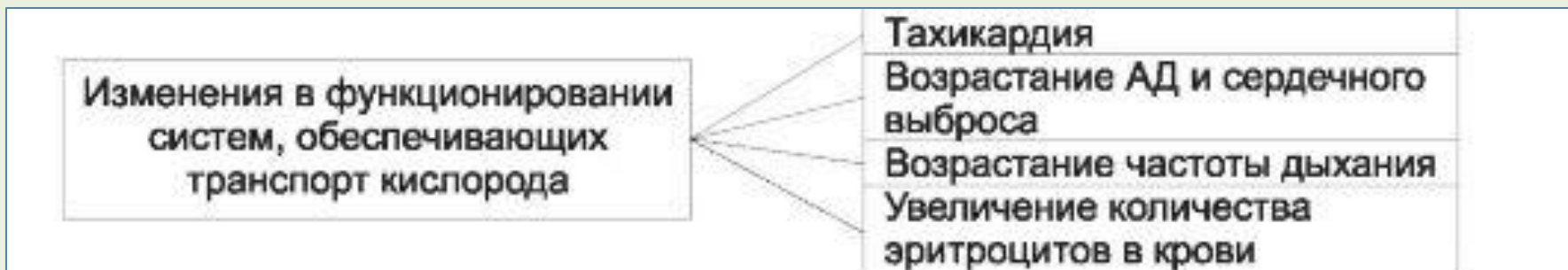


*Адаптация к условиям Севера* – несбалансированное сочетание теплопродукции и теплоотдачи. Снижение эффективности теплоотдачи достигается благодаря уменьшению и прекращению потоотделения, сужению артериальных сосудов кожи и мышц.



Активация теплопродукции вначале осуществляется за счёт увеличения кровотока во внутренних органах и повышения *мышечного сократительного термогенеза*.

**Аварийная стадия.** Включение *стрессорной реакции*: активация ЦНС, повышение электрической активности центров терморегуляции, увеличение секреции либеринов в нейронах гипоталамуса, в аденоцитах гипофиза – адренокортикотропного и тиреотропного гормонов, в щитовидной железе – тиреоидных гормонов, в мозговом веществе надпочечников – катехоламинов, а в их коре – кортикостероидов. Эти изменения существенно модифицируют функцию органов и физиологических систем организма, изменения в которых направлены на увеличение кислородтранспортной функции.



**Рис.** Обеспечение кислород-транспортной функции при адаптации к холоду.

**Стойкая адаптация** – усиление липидного обмена. В крови повышается содержание жирных кислот и снижается уровень сахара, происходит вымывание жирных кислот из жировой ткани за счёт усиления «глубинного» кровотока. В митохондриях, адаптированных к условиям Севера, имеется тенденция к разобщению фосфорилирования и окисления, доминирующим становится окисление. В тканях жителей Севера относительно много свободных радикалов.

**Холодная вода.** При нахождении в холодной воде охлаждение организма происходит быстрее, чем на воздухе (вода обладает в 4 раза большей теплоёмкостью и в 25 раз большей теплопроводностью, чем воздух). Так, в воде,  $t$  которой  $+12^{\circ}\text{C}$ , теряется тепла в 15 раз больше, чем на воздухе при такой же  $t$ .

Только при  $t$  воды  $+33-35^{\circ}\text{C}$  температурные ощущения находящихся в ней людей считают комфортными и время пребывания в ней не ограничено.





При  $t$  воды  $+29,4^{\circ}\text{C}$  люди могут находиться в ней более суток, но при температуре воды  $+23,8^{\circ}\text{C}$  это время составляет 8 ч 20 мин.

В воде с  $t$  ниже  $+20^{\circ}\text{C}$  быстро развиваются явления острого охлаждения, а время безопасного пребывания в ней минуты.

Пребывание человека в воде,  $t$  которой  $+10-12^{\circ}\text{C}$ , в течение  $<1$  ч - угрожающие для жизни состояния.

Пребывание в воде при  $t +1^{\circ}\text{C}$  неминуемо ведёт к смерти, а при  $+2-5^{\circ}\text{C}$  уже через 10-15 мин вызывает угрожающие для жизни осложнения.

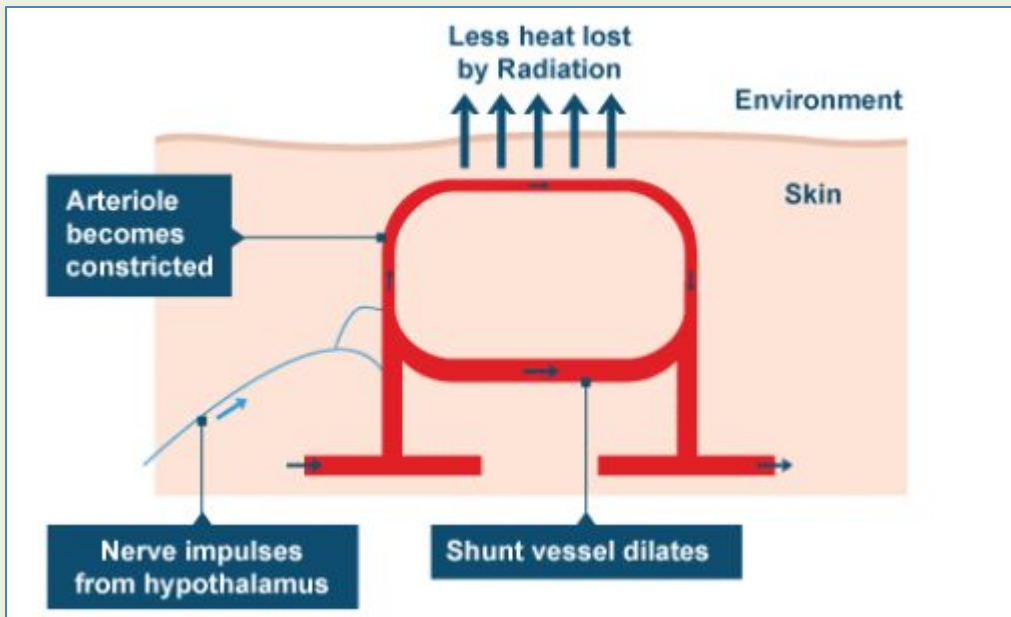
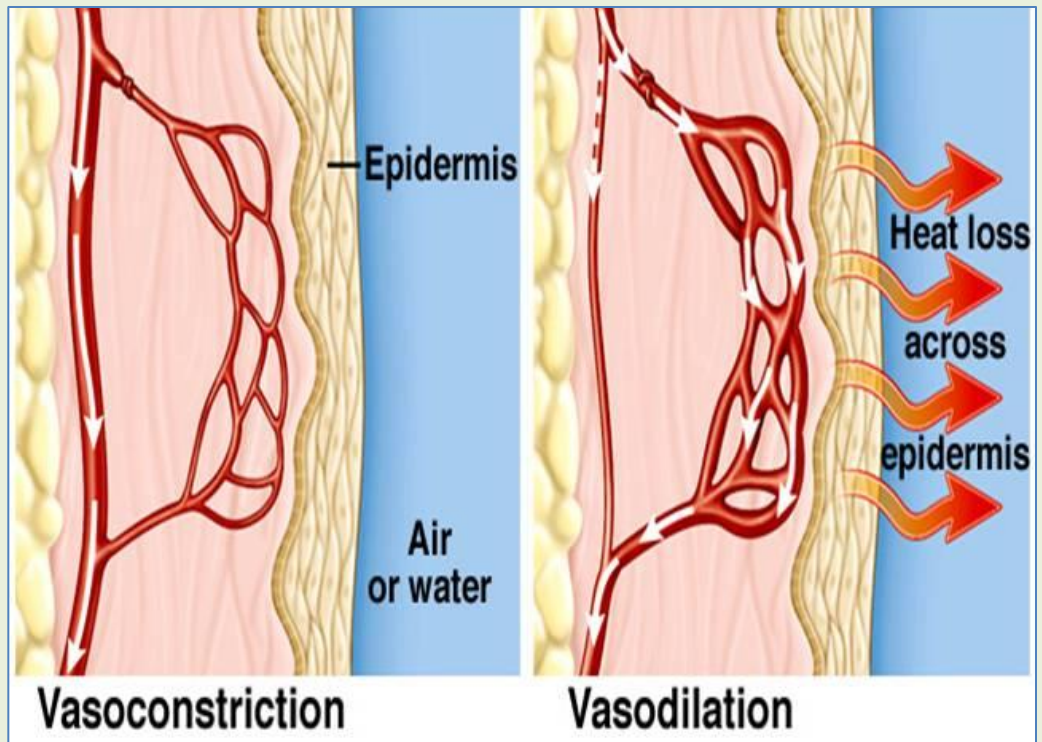
Время безопасного пребывания в ледяной воде составляет не более 30 мин, а в некоторых случаях люди умирают через 5-10 мин.

Организм человека в воде, испытывает перегрузки в связи с поддержанием постоянной  $t$  «ядра тела» из-за высокой теплопроводности воды и отсутствия вспомогательных механизмов термоизоляции человека (теплоизоляция одежды резко снижается за счёт её намокания, исчезает тонкий слой нагретого воздуха у кожи). В холодной воде у человека остаются только два механизма для поддержания постоянной  $t$  «ядра тела»: увеличение производства тепла и ограничение поступления тепла от внутренних органов к коже.

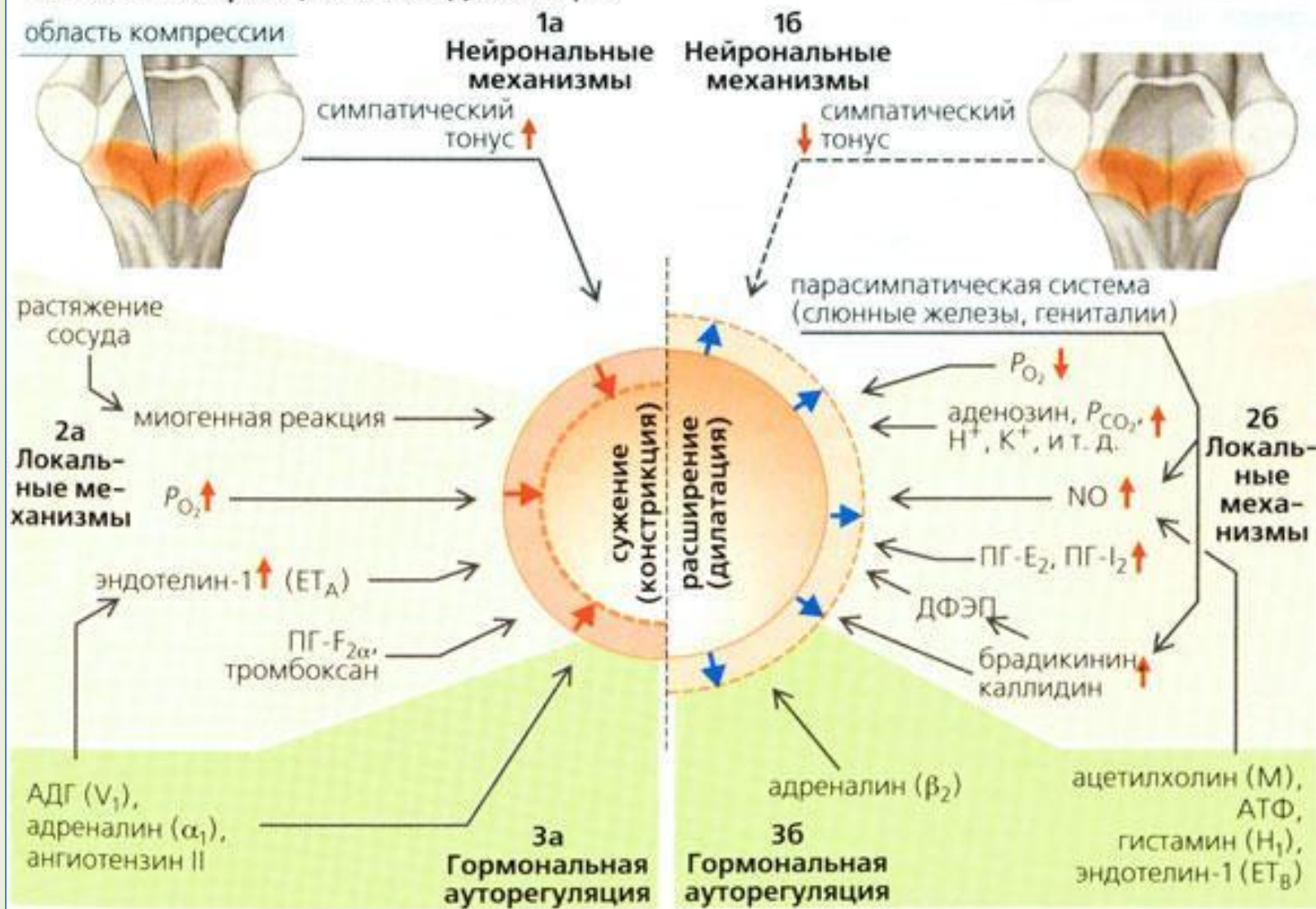




Ограничение поступления тепла от внутренних органов к коже (и от кожи в окружающую среду) обеспечивается *периферической вазоконстрикцией*, максимально выраженной на уровне кожного покрова, и *внутримышечной вазодилатацией*, степень которой зависит от локализации охлаждения. Эти вазомоторные реакции, перераспределяя объём крови по направлению к центральным органам, способны поддерживать  $t$  «ядра тела». Одновременно происходит уменьшение объёма плазмы повышением проницаемости капилляров, клубочковой фильтрации и снижением канальцевой реабсорбции.



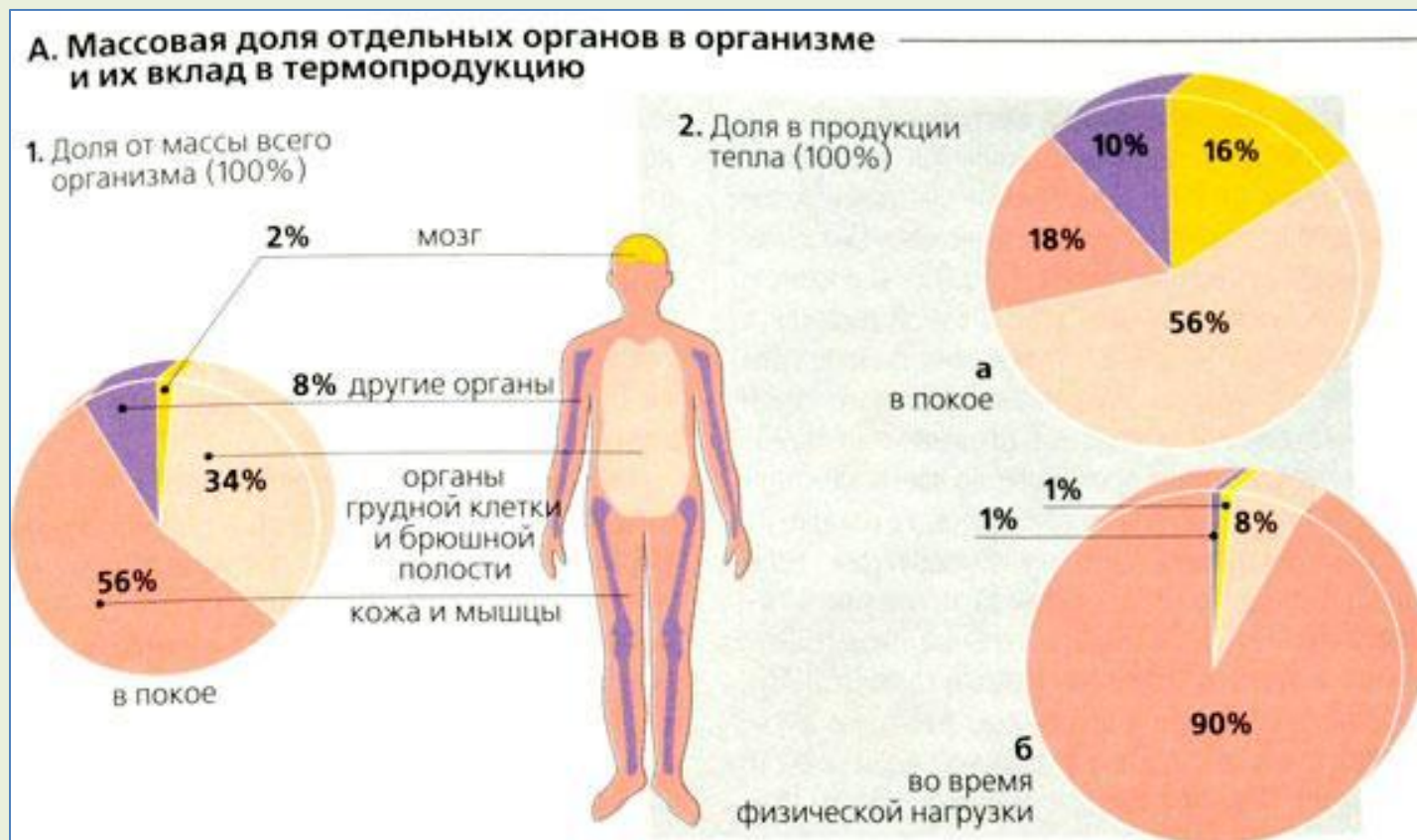
## Б. Вазоконстрикция и вазодилатация



Увеличение производства тепла (*химический термогенез*) происходит повышением мышечной активности – дрожь. При  $t$  воды  $+25^{\circ}\text{C}$  дрожь наступает, когда  $t$  кожи падает до  $+28^{\circ}\text{C}$ . В развитии этого механизма различают фазы:

1. начальное снижение  $t$  «ядра»;
2. резкое её возрастание, иногда превышающее  $t$  «ядра тела» до охлаждения;
3. снижение до уровня, зависящего от  $t$  воды. В очень холодной воде (ниже  $+10^{\circ}\text{C}$ ) дрожь начинается весьма резко, очень интенсивна, сочетается с учащённым поверхностным дыханием и ощущением сжатия грудной клетки.

**Термогенез** – тепло, которое вырабатывает организм для обеспечения работы всех своих систем: функционирование внутриклеточных процессов, кровообращения, переваривания пищи и т.д.





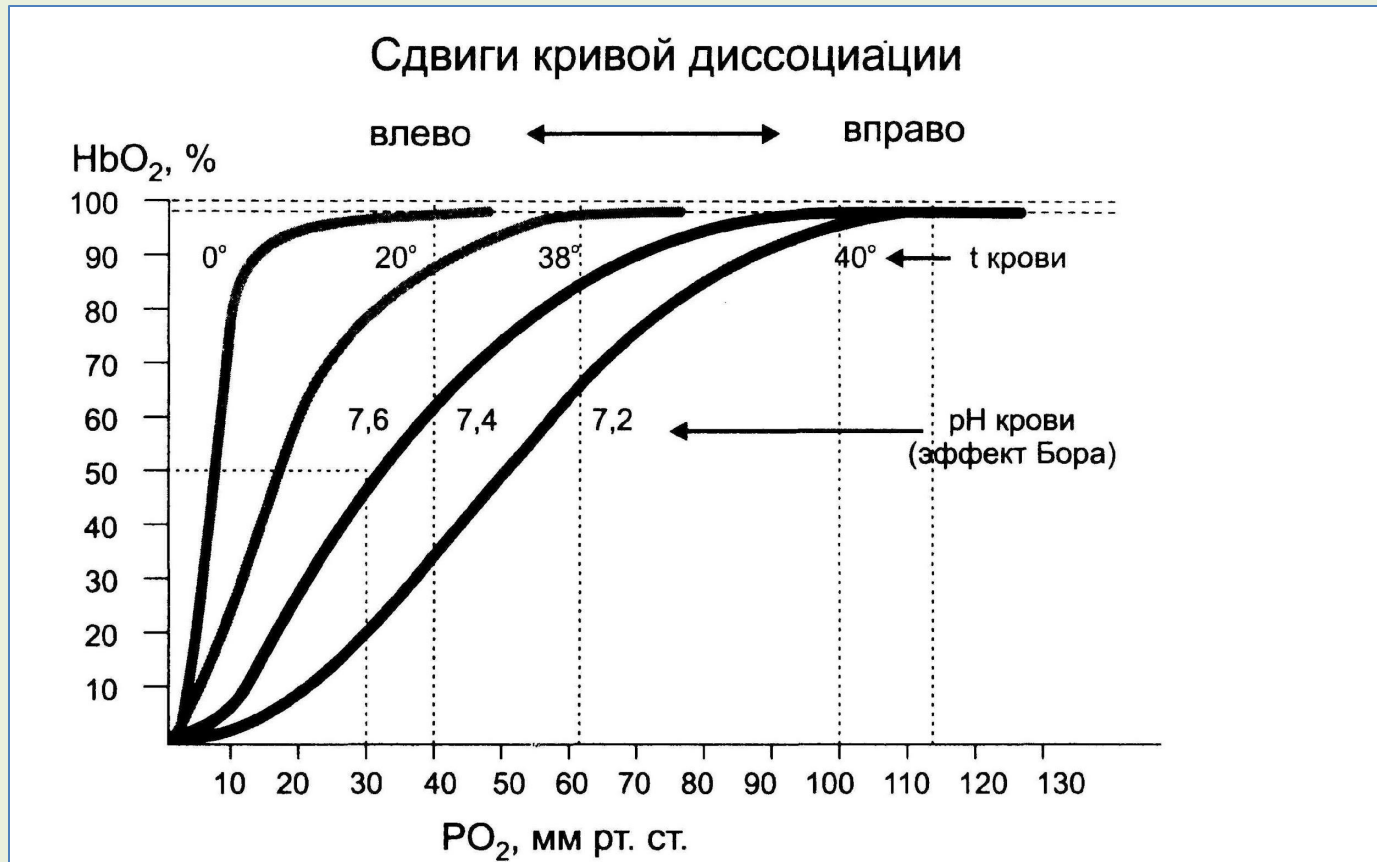
Активация хим. термогенеза не предотвращает охлаждения, а рассматривается как «аварийный» способ защиты от холода. Падение  $t$  «ядра» тела человека ниже  $+35^{\circ}\text{C}$  – компенсаторные механизмы терморегуляции не справляются с разрушающим действием низких  $t$ , наступает глубокое переохлаждение. *Гипотермия* изменяет все важнейшие жизненные функции организма, так как замедляет скорость протекания хим. реакций в клетках.

**Гипотермия**, *переохлаждение* – состояние организма, при котором температура тела падает ниже, чем требуется для поддержания нормального обмена веществ и функционирования.

Фактор, сопровождающий гипотермию, *гипоксия*. Результат гипоксии – функциональные и структурные нарушения, которые при отсутствии необходимого лечения приводят к смерти.

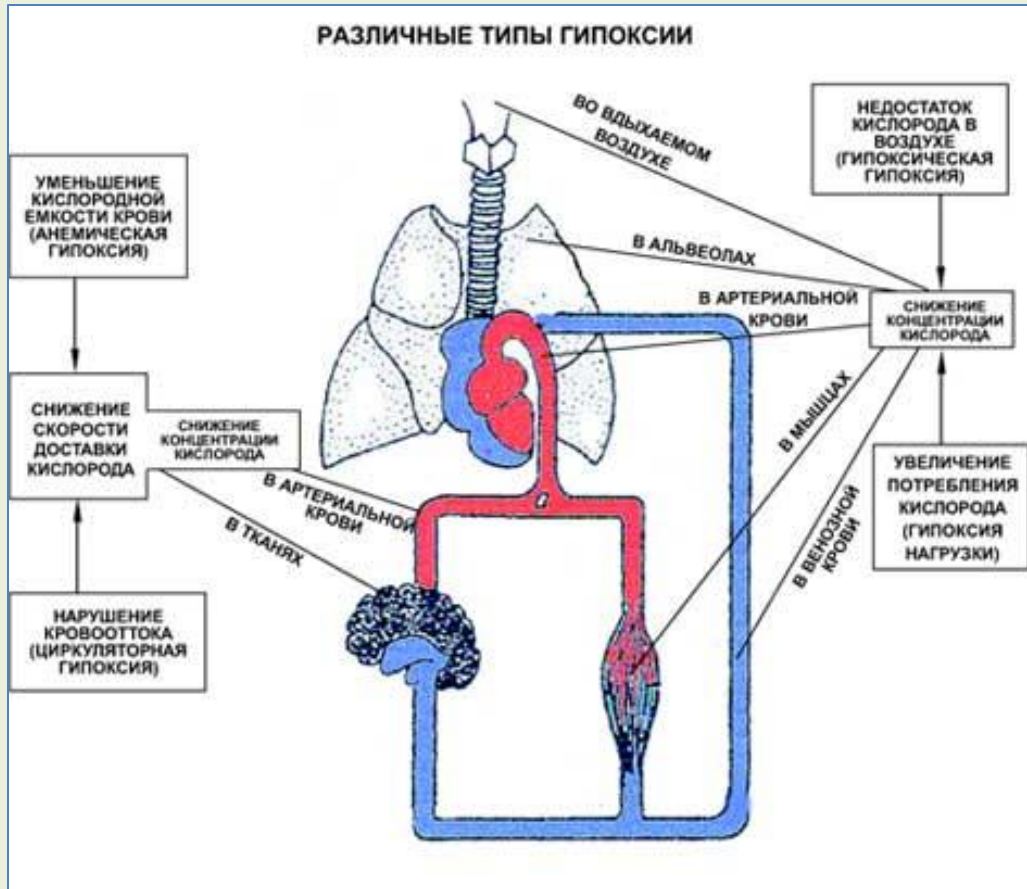
Гипоксия имеет сложное и многообразное происхождение

*Циркуляторная* (гемодинамическая) гипоксия возникает из-за брадикардии и нарушений периферического кровообращения. Кривая диссоциации оксигемоглобина перемещается влево.



Сдвиг влево - легче насыщение кислородом: <t; <Pco<sub>2</sub>; <2,3-ДФГ; >pH  
Сдвиг вправо - легче отдача кислорода: >t; >Pco<sub>2</sub>; >2,3-ДФГ; <pH,

*Гипоксическая гипоксия* наступает при торможении дыхательного центра и судорожного сокращения дыхательных мышц.



## Гипоксия

— пониженное содержание кислорода в организме или отдельных органах и тканях.

Ответная реакция на холод развивается стадийно и практически во всех системах организма. Ранняя стадия адаптации к холоду может сформироваться при  $t\ 3^{\circ}\text{C}$  в течении 2 мин., а при  $10^{\circ}\text{C}$  за 7 мин.

Со стороны ССС выделяют 3 фазы адаптационных реакций. 2 первые являются оптимальными (желательными) при воздействии холодом с целью закаливания. Они проявляются в включении, посредством нервной и эндокринной системы, механизмов *несократительного термогенеза*, на фоне сужения сосудистого русла в коже, результатом чего является теплопродукция и повышение  $t$  «ядра», что приводит к рефлекторному увеличению кровотока в коже и повышенной теплоотдаче, в том числе посредством включения резервных капилляров. Внешне это выглядит равномерной гиперемией кожи, приятным ощущением тепла и бодрости.

**Несократительный термогенез** проявляется увеличением интенсивности обменных процессов и теплопродукции в различных тканях, особенно бурой жировой ткани и печени

**3** фаза развивается при перегрузке холодным агентом по интенсивности или длительности. Активная гиперемия сменяется на пассивную (*застойную*), ток крови замедляется, кожа приобретает синюшный оттенок (*венозная застойная гиперемия*), появляется тремор мышц, «гусиная кожа». Эта фаза ответной реакции не желательна – истощение компенсаторных возможностей организма, их недостаточности для восполнения теплопотери и переходе на **сократительный термогенез** – теплообразование обусловлено сокращениями скелетных мышц.

Реакции ССС складываются не только из перераспределения кровотока в кожном депо. Сердечная деятельность урежается, фракция выброса становится больше. Происходит снижение показателей вязкости крови и повышение АД. При передозировке фактором происходит повышение вязкости крови с компенсаторным перемещением межтканевой жидкости в сосуды, что приводит к дегидратации тканей.

## Регуляция дыхания

Умеренная гипотермия возбуждающе действует на дыхательные центры и угнетающе на рН чувствительные хеморецепторы. При длительном холоде присоединяется спазм бронхиальной мускулатуры, что увеличивает сопротивление дыханию и газообмену, а также снижается хемочувствительность рецепторов. Происходящие процессы – основе *холодовой гипоксии*, а при срыве адаптации к «полярной» одышке. На лечебные холодовые процедуры органы дыхания реагируют задержкой в первый момент с последующим учащением на короткое время. В дальнейшем дыхание замедляется и становится глубоким. Происходит усиление газообмена, окислительных процессов, основного обмена.

**Холодовая гипоксия** – усиленное потребление кислорода при повышении обмена веществ, связанное с сократительным и несократительным термогенезом (дрожью).

## Метаболические реакции

Реакции метаболизма охватывают все стороны обмена. Основным направлением является увеличение теплопродукции.

1. Активация несократительного термогенеза мобилизацией метаболизма липидов (концентрация в крови свободных жирных кислот под действием холода возрастает на 300%) и углеводов. Активация потребления тканями кислорода, витаминов, макро- и микроэлементов.

2. При некомпенсированных тепловых потерях, включается дрожательный термогенез. Термогенная активность дрожи выше таковой при производстве произвольных сократительных движений, т.к. не совершается работа, а вся энергия превращается в тепло. В эту реакцию включаются все мышцы, даже дыхательная мускулатура грудной клетки.

## **Водно-солевой обмен**

При остром действии холода первоначально активируется симпатико-адреналовая система и увеличивается секреция щитовидной железы. Повышается выработка антидиуретического гормона, который уменьшает реабсорбцию натрия в почечных канальцах и увеличивает экскрецию жидкости. Это приводит к развитию дегидратации, гемоконцентрации и повышению осмолярности плазмы. Выведение воды служит защитным действием для тканей, которые могут повреждаться кристаллизацией под действием холода.



## Основные стадии адаптации к холоду

(Н.А. Барбараш, Г.Я. Двуреченская)

### 1. *Аварийная* – неустойчивой адаптации к холоду

Резкая реакция ограничения теплоотдачи в виде спазма периферических сосудов. Увеличение теплопродукции происходит за счет распада запасов АТФ и сократительного термогенеза. Развивается дефицит богатых энергией фосфатов. Возможно развитие повреждений (отморожения, ферментемия, некротизация тканей).

**2. Переходная** – срочной адаптации  
Уменьшение стресс-реакции при сохранении  
гиперфункции симпатико-адреналовой системы и  
щитовидной железы. Активизируются процессы синтеза  
нуклеиновых кислот и белков, ресинтез АТФ. Уменьшается  
вазоконстрикция периферических тканей, а, следовательно,  
риск развития повреждения.

**3. Устойчивости** – долгосрочной адаптации  
Формируется при периодическом действии холода. При  
его непрерывном воздействии она менее вероятна.  
Гипертрофия симпатико-адреналовой системы, щитовидной  
железы, усиление окислительно-восстановительных реакций,  
что приводит как к прямой адаптации к холоду (стационарное  
увеличение теплопродукции для сохранения гомеостаза), так  
и положительной перекрестной – атеросклерозу, солевой  
гипертонии, гипоксии. Более устойчивы к стрессу становятся  
регуляторные системы, включая высшие.

#### **4. Истощения**

Развивается при непрерывном длительном или интенсивном периодическом воздействии холода. Она характеризуется явлениями негативной перекрестной адаптацией, с развитием хронических заболеваний и дистрофических процессов со снижением функции в ряде внутренних органов.

# Закаливание

**Закаливание** – ряд приемов и способов воздействия на организм, которые повышают его возможности адаптироваться к неблагоприятному воздействию внешней среды.

**Закаливание** – часть физического воспитания, повышение сопротивляемости организма к низким температурам.

**Закаливание** (из толкового словаря Даля) – приучать человека ко всем лишениям, нуждам, непогоде, воспитывать в суровости.

**Цель:** выработать способность организма быстро изменять работу органов и систем в связи с постоянно меняющейся внешней средой.

## Принципы закаливания

- 1.** *Постепенное* увеличение дозировки раздражителя. Начинать лучше в летнее время.
- 2.** *Последовательность* - к воде через воздух, от меньшего к большему.
- 3.** *Систематичность* - нельзя прерывать закаливание.
- 4.** *Комплексность* - сочетать с подвижными играми, массажем, работой в саду.
- 5.** *Учет индивидуальных особенностей* (группы здоровья I - здоровые, закаленные; II - здоровые, незакаленные; III - хронически больные).
- 6.** *Активное и положительное отношение* к закаливанию.
- 7.** *Учет процесса закаливания* – следует завести специальную карту (дата, температура, продолжительность, реакция организма).

# Профилактика отморожений

## 1. Факторы способствующие отморожениям:

- неблагоприятные метеорологические условия (сырость, низкая температура)
- тесная обувь и одежда
- малоподвижное состояние
- пониженная сопротивляемость организма (ранение, перетренировка, голодание, опьянение, перенесенные заболевания)

## 2. Меры профилактики:

- Обувь не должна быть тесной, стелька.
- Одежда легкая и свободная
- Занятия физкультурой и спортом регулярны, закаливание - систематично.
- Применение жира и мази не целесообразно
- Горячая пища не реже 2-х раз в день (t кожи ног после горячего обеда повышается на 3-10°).
- Чистая кожа

### 3. Первая помощь при отморожениях

- Сгреть, при первой степени – растереть, но не снегом! Перевязать.
- Теплое помещение и ванна с  $t$  не ниже  $18^{\circ}\text{C}$ , затем за 20-30 мин. до  $37^{\circ}\text{C}$ , мыть с мылом и легким массажем, пораженное место спиртом и теплой повязкой, вызвать врача.
- Горячая пища, чай, немного вина.