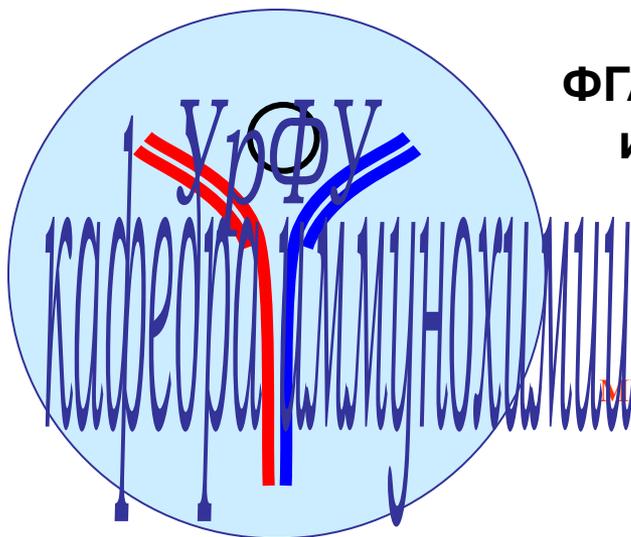


**ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»**



МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Лекция № 9

Медико-биологические особенности воздействия на организм физических факторов окружающей среды

Микроклимат

лектор - к.м.н., доцент Емельянов В.В.

**авторы-составители презентаций –
доценты кафедры иммунохимии УрФУ
к.м.н. Емельянов В.В., к.х.н. Максимова Н.Е., к.х.н. Мочульская Н.Н.**

МИКРОКЛИМАТ

- 1. Введение: понятия о микроклимате, климате и погоде, их типы.**
- 2. Терморегуляция в организме человека.**
- 3. Тепловое состояние организма человека и методы его оценки.**
- 4. Типы микроклимата и их влияние на здоровье человека.**
- 5. Принципы нормирования и меры профилактики.**

МИКРОКЛИМАТ

(метеорологические условия) – комплекс физических факторов окружающей среды*, влияющих на теплообмен организма и его тепловое состояние.

*** - температура, влажность и подвижность воздуха, атмосферное давление, ИК и УФИ, ионизация воздуха, геомагнитное поле.**

**Метеоусловия определяются
климатом и погодой.**

КЛИМАТ

- устоявшееся многолетнее состояние погоды, характерное для данной местности, обусловленное ее географическим положением.

Климат может быть холодным, умеренным и жарким.

С точки зрения влияния на здоровье человека различают климат:

- а) щадящий (климат лесной, средней полосы, курортных зон):** малые колебания метеорологических факторов в течение суток и года (*предъявляет минимальные требования к адаптационным процессам*).
- б) раздражающий (высокогорье, степи, Север):** значительные колебания метеорологических факторов в течение суток и года (*предъявляет повышенные требования к механизмам приспособления*).

ПОГОДА

— временное состояние метеоусловий в данной местности.

Погода может быть солнечной, дождливой, сухой, пасмурной и т.д.

Типы погоды (по Г.П. Федорову)

Тип	Суточные колебания, t° С	Суточные колебания атмосферного давления, мм. рт. ст.	Подвижность воздуха, м/с
<i>Оптимальный</i>	до 2	до 3	до 3
<i>Раздражающий</i>	3 - 4	4 - 6	4 - 9
<i>Острый</i>	5 и более	7 и более	10 и более

Микроклимат производственных помещений

– совокупность составных частей метеоусловий, которая может быть на данном предприятии, в производственном помещении, на рабочем месте.

Показатели микроклимата производственных помещений

- температура воздуха,**
- относительная влажность воздуха,**
- скорость движения воздуха,**
- интенсивность теплового излучения**
- температура поверхностей (стен, оборудования).**

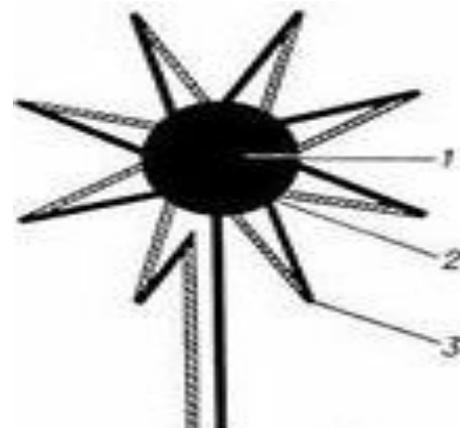
На формирование микроклимата производственных помещений существенно влияют технологический процесс, климат и погода местности.



психрометр



БИТ-1



актинометр



анемометр



***Средства измерений
параметров
микроклимата***

2. Терморегуляция в организме человека

Терморегуляция – сочетание процессов теплопродукции и теплоотдачи, регулируемых нейро-эндокринным путем.

Пути теплопродукции:

- **химический (несократительный) термогенез – метаболизм;**
- **физический (сократительный) термогенез – мышечный тонус, мышечная работа, мышечная дрожь.**

Теплопродукцию повышают тиреоидные гормоны и адреналин

Пути теплоотдачи:

- **в основном с поверхности кожи**

конвекция (15%) – тело согревает слой воздуха (воды), непосредственно контактирующий с кожей. Нагретый таким образом воздух поднимается вверх;

теплопроводение (мало) – передача тепла предметам, с которыми тело соприкасается непосредственно;

излучение (50-60%) – все предметы, имеющие $T > 0 \text{ K}$, излучают инфракрасные лучи;

испарение пота и трансэпидермальная потеря воды (20-25%);

- **испарение жидкости со слизистых оболочек верхних дыхательных путей;**
- **потеря тепла с экскрементами.**

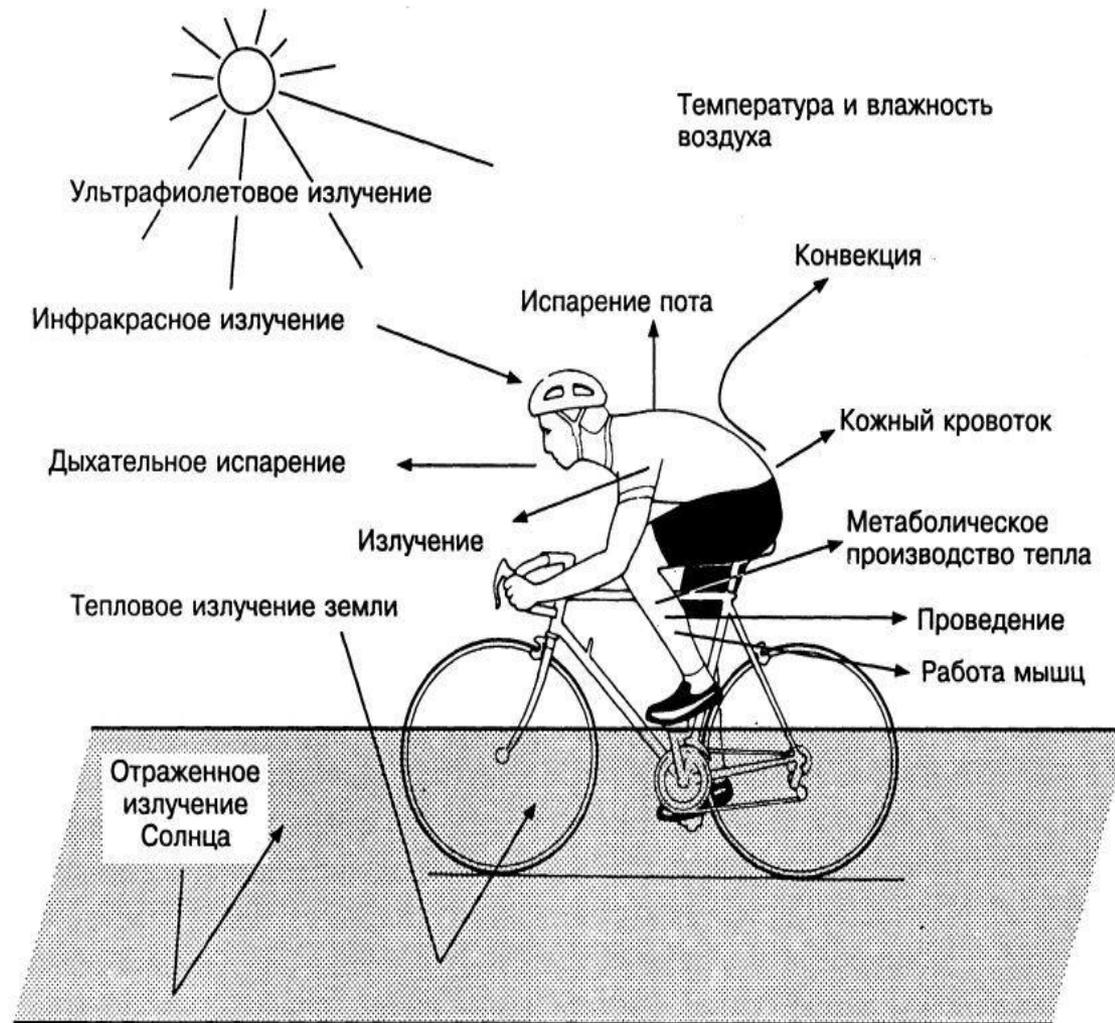


Рис. 6.1. Взаимодействие между механизмами теплового равновесия в организме и условиями окружающей среды (Уилмор, Костилл, 2001)

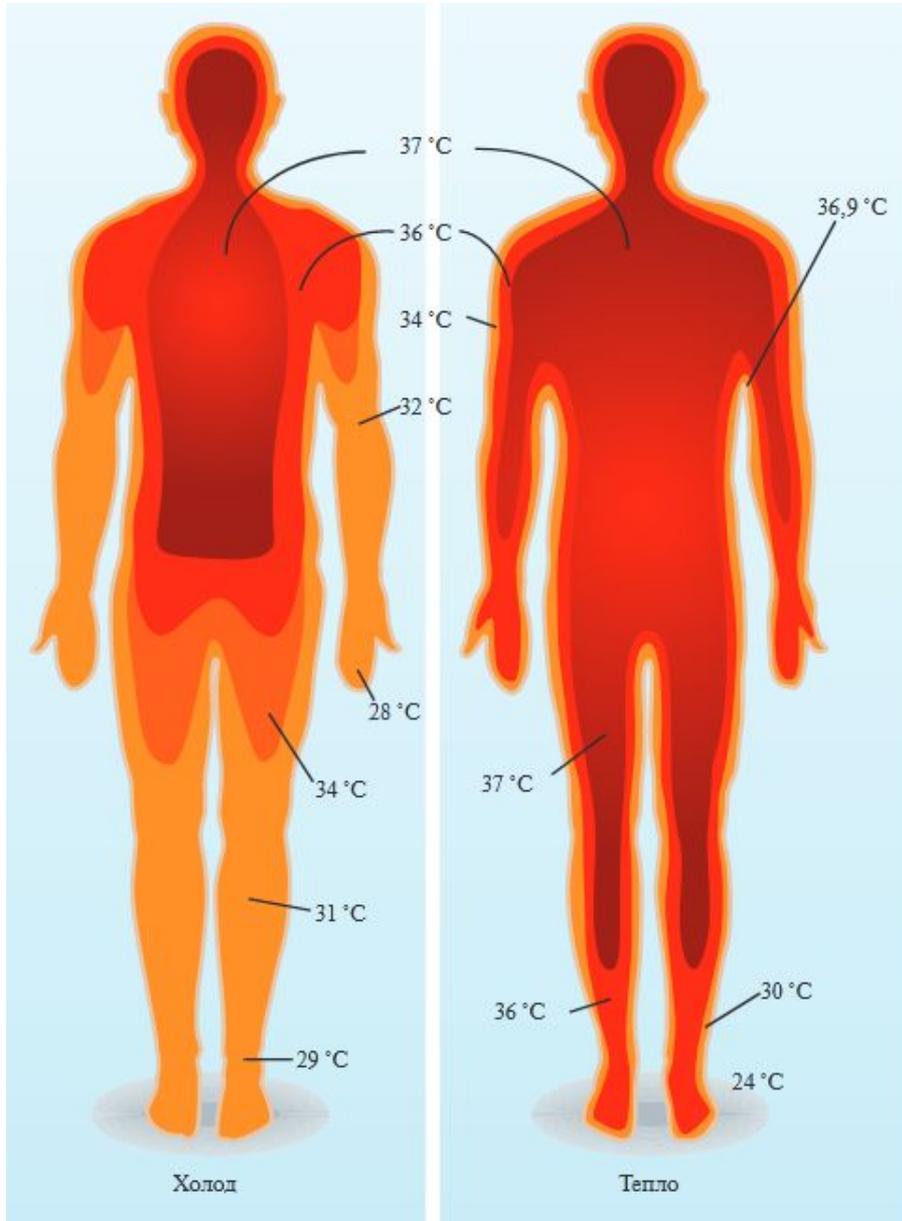
Соотношение различных видов теплоотдачи

Теплоотдача	Доля в общих теплопотерях, %	
	при 21 °С	при 35 °С
Излучение	50	~ 0
Конвекция	15	~ 0
Испарение	15	100

Система терморегуляции:

- а) **афферентное звено:** тепловые и холодовые рецепторы кожи и подкожных тканей.
- б) **центральное звено:** центры гипоталамуса. Гипоталамические центры терморегуляции оценивают температуру омывающей их крови и интегрируют эту информацию с сигналами от кожных терморецепторов. Интегрированная оценка сравнивается с «установочной точкой гипоталамического термостата» (~ 37,5 °С) и, в зависимости от результата усиливается либо теплопродукция, либо теплоотдача.
- в) **эфферентное звено:** через вегетативные и эндокринные механизмы достигается изменение **метаболизма** (направлено главным образом на увеличение теплопродукции), **частоты дыхания** («тепловая одышка»), **кровотока** в тканях оболочки, потоотделения.

«Ядро» и «оболочка»



Человек поддерживает постоянство $T_{\text{тела}}$ только в **центральных частях тела** — «**ядре**» (где расположены *мозг, сердце и печень*);

«**Оболочка**» (*кожа, подкожная клетчатка, поверхностный слой мышц*) легко переносит изменения температуры.

Границы между «ядром» и «оболочкой» непостоянны: в холодной среде «ядро» суживается (А), в жаркой расширяется (Б)

Формула для расчета средней температуры тела

$$T_{\text{тела}} = \frac{2}{3}T_{\text{ядра}} + \frac{1}{3}T_{\text{оболочки}}$$

Уравнение теплового баланса

$$Q_1 + \dots + Q_n + D = Q_{\text{продукция}} + Q_{\text{поступление извне}},$$

где $Q_1 \dots Q_n$ - пути теплоотдачи, D – тепловой дефицит

*С точки зрения теплового баланса тело человека можно разделить на **ядро** (внутренние органы) и **оболочку** (поверхностные ткани на глубину до 2,5 см).*

Задача системы терморегуляции – поддержание постоянства температуры ядра человеческого тела.

Функция оболочки – теплоизолирующая, изменение температуры ядра достигается изменением кровоснабжения тканей оболочки.

3. Тепловое состояние организма человека

– функциональное состояние, которое характеризуется содержанием и распределением тепла в глубоких («ядро») и поверхностных («оболочка»), а также степенью напряжения аппарата терморегуляции*.

** Напряжение механизмов терморегуляции – активация реакций различных систем организма, направленных на сохранение температурного гомеостаза, оцениваемых по степени их выраженности.*

Оценка теплового состояния

Тепловое состояние можно оценить по субъективным и объективным показателям.

- **Субъективная оценка** отражает личную характеристику работником своего теплового состояния – теплоощущения (7 характеристик)

Теплоощущение связано с работой тепловых рецепторов кожи и подкожных вен. Комфорт достигается при разнице температур открытых и закрытых участков тела не более 3-5 °С.

- **Объективная оценка** фактического теплового самочувствия человека.

Расчетный метод определения теплового состояния, основанный на сопоставлении величин теплопродукции и теплоотдачи в реальных или предполагаемых условиях.

Субъективная оценка

очень холодно

холодно

прохладно

комфортно

тепло

жарко

очень жарко



Исходные показатели для объективной оценки теплового состояния человека

- **Показатели, характеризующие человека, вырабатывающего теплоту** (T тела ректальная, T кожи локальная и средневзвешенная, величина потоотделения, теплосодержание и тепловой дефицит, показатели гемодинамики, дыхания, водно-солевого обмена и метаболизма)
- **Показатели, характеризующие микроклимат помещения, в котором находится человек**

4.3. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания

МУК 4.3.1895-04

содержат классификацию теплового состояния человека, разработанную на основе комплекса показателей и критериев, а также методики их определения.

Тепловое состояние человека:

- *оптимальное,*
- *допустимое,*
- *предельное,*
- *недопустимое*

Патологические реакции на температурный дискомфорт

**Перегревание
(гипертермия)**

**Переохлаждение
(гипотермия)**

**Вызывают многочисленные нарушения
физиологических функций**

4. Типы микроклимата и их влияние на здоровье человека

По влиянию на тепловое состояние микроклимат подразделяют на

- *нагревающий,*
- *охлаждающий;*

а также

- *оптимальный,*
- *допустимый,*
- *предельный.*

Типы микроклимата

Оптимальный – сохранение нормального теплового состояния без напряжения аппарата терморегуляции, ощущение теплового комфорта и высокий уровень работоспособности.

Допустимый – изменение теплового состояния организма и напряжение терморегуляции, не выходящее за пределы возможностей организма, без нарушения здоровья, но с дискомфортным тепловым ощущением.

Предельный – микроклимат, угрожающий здоровью и жизни.

Нагревающий микроклимат

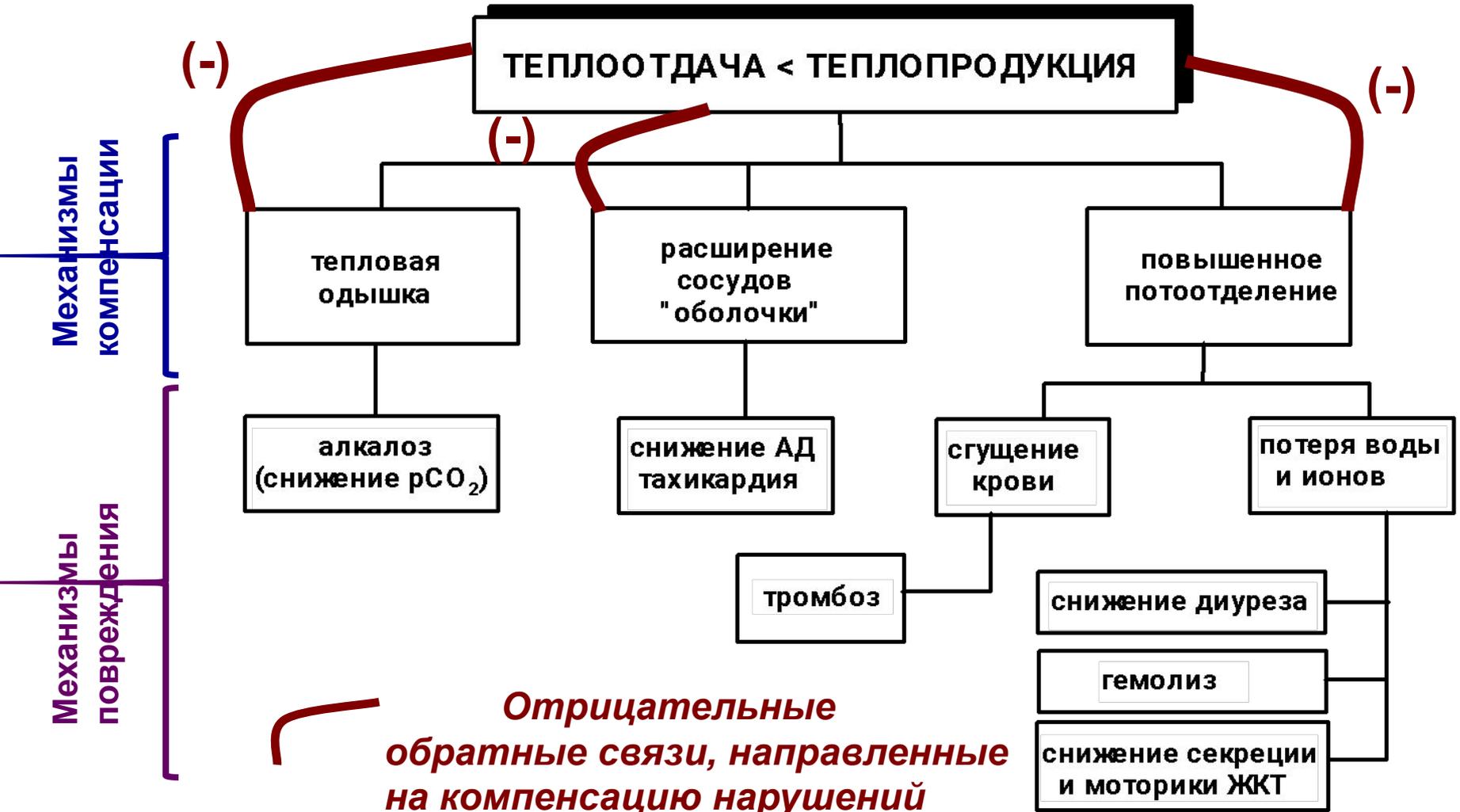
- сочетание параметров микроклимата, при котором имеет место нарушение теплообмена с окружающей средой, выражающееся в накоплении тепла в организме выше верхней границы оптимальной величины ($> 0,87$ кДж/кг) и/или увеличение доли потерь тепла испарением пота ($> 30\%$) в общей структуре теплового баланса.

Физиологические изменения

- увеличение потоотделения,
- потеря воды и электролитов,
- гемоконцентрация,
- гемолиз,
- гиперкоагуляция,
- катаболизм белка,
- мышечная слабость и судороги,
- перераспределение крови в подкожную клетчатку,
- тахикардия,
- артериальная гипотензия – за счет расширения сосудов (но при значительном перегреве – гипертензия центрального генеза),
- тахипноэ и газовый алкалоз,
- снижение секреции и моторики ЖКТ.

*Крайнее проявление – **гипертермия (общее перегревание)** – организм перестает поддерживать постоянную температуру ядра – до 38-39 °С, при 40-41°С – тепловой удар. Потеря сознания, судороги, смерть от паралича дыхательного центра.*

Нагревающий микроклимат



Способствуют перегреванию:

- повышенная влажность,
- отсутствие подвижности воздуха,
- наличие нагретых поверхностей,
- избыточная инсоляция (*прямое воздействие солнечного излучения на тело человека*),
- неадекватная одежда,
- тяжелый физический труд, утомление.

Производственная травма (несчастный случай) – тепловой или солнечный удар.

Производственно обусловленная заболеваемость – болезни ЖКТ, мочеполовой системы, органов дыхания.

Профессиональные заболевания – катаракта от ИК-излучения.

Охлаждающий микроклимат

– сочетание параметров микроклимата, при котором имеет место превышение суммарной теплоотдачи в окружающую среду над величиной теплопродукции организма, приводящее к образованию общего и/или локального дефицита тепла в теле человека.

Физиологические изменения

- спазм периферических сосудов (сначала преходящий, потом стойкий), ишемия периферических тканей и централизация кровообращения, увеличение ударного объема сердца и АД.
- повышение потребления кислорода, активизация химической терморегуляции (разобщение дыхания и фосфорилирования), сократительный термогенез (дрожь), снижение частоты и увеличение глубины дыхания, но при интенсивном действии – наоборот.
- возбуждение ЦНС сменяется торможением.
- холодовой диурез (почки).

Крайнее проявление – гипотермия (общее переохлаждение) – организм перестает поддерживать постоянную температуру ядра - вплоть до замерзания. Снижается мышечная дрожь, потребление кислорода и обмен веществ, расширяются сосуды кожи, угнетение ЦНС, смерть от паралича дыхательного центра.

Охлаждающий микроклимат



Отрицательные обратные связи, направленные на компенсацию нарушений

Способствуют переохлаждению:

- повышенная влажность и подвижность воздуха,
- отсутствие инсоляции,
- неадекватная одежда,
- малая физическая активность,
- прием алкоголя (*неадекватное расширение сосудов*),
- курение (*патологический спазм сосудов*).

Производственная травма (несчастный случай) – обморожение.

Производственно обусловленная заболеваемость – ИБС, ГБ, болезни легких и ЛОР-органов.

Профессиональные заболевания - облитерирующий эндартериит, вегетативно-сенсорная полинейропатия.

5. Принципы нормирования и меры профилактики

СанПиН 2.2.4.548-96

«Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»

изложены оптимальные и допустимые параметры показателей микроклимата рабочих мест производственных помещений, время пребывания в помещении с учетом тяжести труда, времени года, нормируются методы измерения.

Показатели микроклимата должны обеспечить сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Меры профилактики

- 1. Строительно-планировочные:** учет розы ветров, инсоляции и т.п.
- 2. Технологические:** замена технологических процессов.
- 3. Санитарно-технические:** вентиляция общая и местная (воздушный душ – в горячем цехе и тепловая завеса – в холодном), отопление, устройство теплозащитных экранов (теплоотводящих, теплоотражательных, теплопоглощающих), помещения для обогрева.
- 4. Организационные:** подготовка к зиме и лету, перерывы для обогрева (записано в Трудовом кодексе!), нормирование продолжительности рабочих смен в зависимости от температуры в помещении.
- 5. Лечебно-профилактические:** предварительные и периодические медосмотры (противопоказания к допуску – заболевания периферических сосудов и нервной системы, ИБС, ГБ); обеспечение питьем, обогащенным витаминами и микроэлементами.
- 6. Средства индивидуальной защиты:** спецодежда, каски, очки (нормируются их тепло- и лучезащитные свойства, масса).