

# ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Учебное пособие



Владивосток  
Медицина ДВ  
2019

ISBN 978-5-98301-184-7



9 785983 011847



Издательство «Медицина ДВ»  
690950 г. Владивосток, пр-т Острякова, 4  
Тел.: (423) 245-56-49. E-mail: medicinaDV@mail.ru

Министерство здравоохранения Российской Федерации  
Тихоокеанский государственный медицинский университет

# ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

*Учебное пособие*

*Рекомендовано Координационным советом по области образования  
«Здравоохранение и медицинские науки» в качестве учебного пособия  
для использования в образовательных учреждениях, реализующих  
основные профессиональные образовательные программы высшего  
образования уровня специалитета по направлению подготовки  
32.05.01 «Медико-профилактическое дело».*



Владивосток  
Медицина ДВ  
2019

УДК 613.16  
ББК 51.20  
Г 463

*Издано по рекомендации редакционно-издательского совета  
Тихоокеанского государственного медицинского университета*

**Рецензенты:**

**И. Ю. Тармаева** – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой  
гигиены труда и гигиены питания «Иркутского  
государственного медицинского университета» Министерства  
здравоохранения Российской Федерации

**Д.В. Турчанинов** – д. м. н., профессор, заведующий кафедрой  
гигиены, питания человека «Омский государственный  
медицинский университет» Минздрава России

**Авторы:**

Л.В. Транковская, Е.В. Семанов, Г.А. Тарасенко,  
Е.Б. Анищенко, О.П. Грицина, Д.С. Яровая

Г 463     **Гигиеническая оценка параметров микроклимата среды обитания человека** : учебное пособие / Л.В. Транковская, Е.В. Семанов, Г.А. Тарасенко и др. – Владивосток: Медицина ДВ, 2019. – 148 с.

ISBN 978-5-98301-184-7

Настоящее учебное пособие имеет многоцелевое назначение и направлено на формирование компетенций, изложенных в Федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования по направлениям подготовки по специальности Медико-профилактическое дело.

В пособии отражены методы измерения и методические подходы к гигиенической оценке показателей, определяющих тепловое состояние организма человека, представлены наиболее информативные методы оценки влияния их на организм. Объем и характер аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по усвоению материала определяются в зависимости от контингента обучающихся, особенностей образовательных программ, регламентов времени учебного плана. В каждом конкретном случае календарно-тематические планы практической подготовки приводятся в соответствие с общими регламентами учебных планов.

Учебное пособие базируется на распорядительных, нормативных и методических документах Российской Федерации.

УДК 613.16  
ББК 51.20

ISBN 978-5-98301-184-7

© Транковская Л.В. и коллектив авторов ТГМУ, 2019  
© «Медицина ДВ», 2019

## ВВЕДЕНИЕ

Температура, влажность, подвижность воздуха – основные метеорологические элементы, характеризующие физические свойства воздушной среды, погоду и климат. Человек испытывает постоянное воздействие этих природных факторов. Оно проявляется в формировании соответствующего уровня физиологических процессов организма. Однако естественное физическое состояние воздушной среды бывает далеко не всегда адекватно физиологическим потребностям жизнедеятельности человека. В основу нормирования микроклимата положены условия, при которых организм человека сохраняет нормальный тепловой баланс за счет определенных физиологических процессов (прилив крови, потоотделение и др.), благодаря которым осуществляется терморегуляция, обеспечивающая сохранение постоянной температуры тела путем теплового обмена с внешней средой. На терморегуляцию отрицательно влияют повышенная влажность и скорость движения окружающего воздуха, особенно в сочетании с высокой температурой. При повышенной относительной влажности и снижении скорости воздуха интенсивность испарения влаги (пота) с поверхности тела снижается. Движение воздуха имеет способность усиливать теплообмен, однако в холодный период года оно действует на организм человека неблагоприятно. Вредное воздействие оказывает также чрезмерная сухость воздуха.

Для обеспечения нормального теплообмена между организмом человека и окружающей средой установлены нормативные параметры микроклимата. При отклонении фактических параметров от нормативных происходит нарушение теплообмена, терморегуляции и связанных с ними многих функций организма, что приводит к возникновению ряда заболеваний.

Также нарушение терморегуляции вызывает ухудшение самочувствия, снижение работоспособности и, следовательно, производительности труда, возможно возникновение несчастных случаев.

При изучении влияния метеорологических условий на организм че-

ловека в целях гигиенического обоснования оптимальных и допустимых величин, а также при санитарном надзоре за состоянием микроклимата, врачу требуется определенная методическая подготовка – знание теоретического материала, знание устройства приборов, умение проводить санитарно-гигиенические исследования физических свойств воздуха.

Таким образом, актуальность публикации данного пособия обусловлена следующими причинами.

Изучение гигиенических аспектов воздушной среды, как среды обитания человека, предусмотрено рядом компетенций ФГОС, которыми должны владеть будущие специалисты лечебного, педиатрического, медико-профилактического профилей.

Отсутствие в теоретическом и методическом обеспечении подготовки студентов систематизированного, кратко представленного дидактического материала, способствующего усвоению проблем, связанных с действием на тепловое самочувствие человека температуры, влажности, скорости движения воздуха, являющихся не только факторами естественной среды обитания человека, но и профессиональными.

## Глава 1

# ОСНОВЫ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Сложная система терморегуляции организма человека обеспечивает поддержание теплового равновесия внутренних тканей и органов в пределах ограниченного диапазона их температуры, в среднем около 37°C, при физиологическом пределе колебаний этой температуры около 1,5°C. Изменение температуры крови и внутренних органов на 2-2,5°C от среднего уровня сопровождается нарушением физиологических функций. Температура тела человека выше 43°C практически несовместима с жизнью. Возможность осуществления нормальных физиологических функций в узком диапазоне температур определяет значение терморегуляции для поддержания жизни человека.

Для обеспечения стабильной температуры тела количество тепла, получаемое телом, должно равняться отдаваемому им количеству тепла во внешнюю среду. То есть теплообмен должен в комфортных условиях соответствовать уравнению теплового баланса, в котором учтены главные факторы, оказывающие влияние на изменение содержания тепла в организме человека (А. Gagge, 1936; С. Winslow et al., 1936):

$$\pm Q = M \pm C \pm R - E, \quad (1)$$

где Q – тепловая нагрузка на организм;

M – метаболическое тепло, составляющее от 67-75% от уровня энергозатрат;

C – конвекционный теплообмен организма и окружающего воздуха;

R – лучистый теплообмен организма с окружающей средой;

E – отдача тепла организма с испаряемым потом.

По данному уравнению тепловая нагрузка определяется уровнем метаболизма, интенсивностью потоотделения и метеорологическими и микроклиматическими условиями, от которых в свою очередь зависят характер и степень функциональных сдвигов, предпатологических и патологических изменений в организме.

Тепловой комфорт организма в обычных условиях соответствует нулевому значению  $Q$ . Положительная тепловая нагрузка ( $+Q$ ) способствует развитию теплового напряжения. Физиологическим пределом накопления тепла в организме является 600 кДж. Отрицательная нагрузка ( $-Q$ ) ведет к охлаждению и переохлаждению организма. Теплоотдача свыше 5000 кДж приводит к замерзанию организма.

Терморегуляция организма осуществляется рефлекторными механизмами. Большую роль в процессе терморегуляции играют терморецепторы, передающие информацию об изменениях температуры среды в центр терморегуляции, представляющий собой сложную систему (спинной мозг – гипоталамус – кора головного мозга). Именно функциональная взаимосвязь терморецепторов с центральными регуляторными механизмами обеспечивает возможность приспособления организма человека к изменяющимся тепловым характеристикам внешней среды.

Терморегуляция организма осуществляется уравниванием теплопродукции и теплоотдачи. Теплопродукция предполагает так называемую *химическую терморегуляцию*, теплоотдача – *физическую терморегуляцию*.

**Теплопродукция (химическая терморегуляция)** включает следующие компоненты:

- работа, производимая для поддержания структурной целостности и жизнедеятельности организма;
- работа сокращения поперечнополосатых и гладких мышц;
- работа по перемещению ионов против градиента их концентраций в клеточной мембране, необходимая для сохранения возбудимости клеток;
- работа синтеза различных органических соединений, связанная с постоянным обновлением клеточных структур, образованием секретов, гормонов, ферментов и т. д.

Все указанные виды работы, составляющие химическую терморегуляцию, совершаются за счет химической энергии гидролиза макроэргических соединений, синтез которых происходит за счет свободной энергии ингредиентов пищи, расщепляющихся в процессе обмена веществ (метаболизма). При этом около 40% энергии переходит в тепло и рассеивается в тканях.

Значение химической терморегуляции наглядно демонстрирует уровень основного обмена в зависимости от температуры воздуха (рис. 1). Как видно из рисунка, теплопродукция не меняется при температуре воздуха 15-25°C, повышается при снижении ниже 15°C и уменьшается при подъеме до 25-35°C. При увеличении температуры воздуха выше 35°C

отмечается вторичное возрастание основного обмена, свидетельствующее о нарушении химической терморегуляции. При оценке химической терморегуляции следует учитывать, что в динамику теплопродукции за счет основного обмена могут быть внесены значительные коррективы за счет интенсивности мышечной работы, состояния приспособительных возможностей организма и т. д. В частности, при мышечной работе теплопродукция организма может возрастать в 5-10 раз и более.

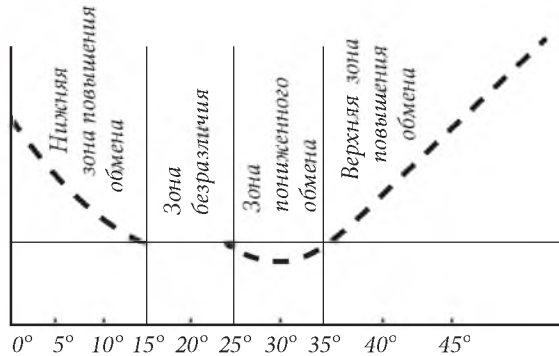


Рис. 1. Основной обмен при различных температурах воздуха.

**Теплоотдача (физическая терморегуляция)** представляет собой совокупность следующих механизмов:

- теплопроводение – прямое проведение тепла через ткани, соответственно их теплопроводности;
- кондукция – непосредственная передача тепла предметам и поверхностям, с которыми контактирует тело человека;
- конвекция – перенос тепла движущимся у поверхности тела воздухом;
- радиация – инфракрасное излучение тела (может быть и приток тепла за счет радиации от нагретых поверхностей к телу человека);
- испарение воды (пота) с поверхности тела и слизистых оболочек дыхательных путей.

При температуре воздуха 20°C теплоотдача проведением и конвекцией составляет примерно 31%, радиацией – 44%, испарением пота – 21%. Остальное тепло может поглощаться пищей и водой, поступающей в организм, за счет разниц в температуре. При изменениях температуры окружающей среды и различных ее сочетаниях с другими факторами (влажность, скорость движения воздуха, лучистое тепло) указанное соотношение путей теплоотдачи может меняться в значительных преде-



лах. Так например, при повышенных температурах воздуха ведущим, а зачастую единственным путем теплоотдачи, является испарение пота (рис. 2).

Важнейшим механизмом теплоотдачи является вазомоторная реакция. Благодаря понижению тонуса сосудов кровотоков в коже человека может возрасти от 1 до 100 мл/мин на 100 см<sup>2</sup> ткани. Теплоотдача при этом увеличивается за счет повышения теплопроводности кожи и усиленного переноса тепла кровью от глубоко расположенных тканей к поверхности тела.

Особенности терморегуляции организма при различных температурах воздуха и характер влияния на нее других метеорологических и микроклиматических факторов представлены в соответствующих разделах пособия.

Так как количество тепла, получаемого или отдаваемого организмом, изменяется в широких пределах в зависимости от энерготрат и теплового состояния окружающей среды, то терморегуляторная система организма должна быть весьма гибкой и эффективной. На экстремальные тепловые или холодовые воздействия организм отвечает напряжением терморегуляторных механизмов, а при дальнейшем нарастании теплового или холодового стресса патологическими реакциями и поражениями.

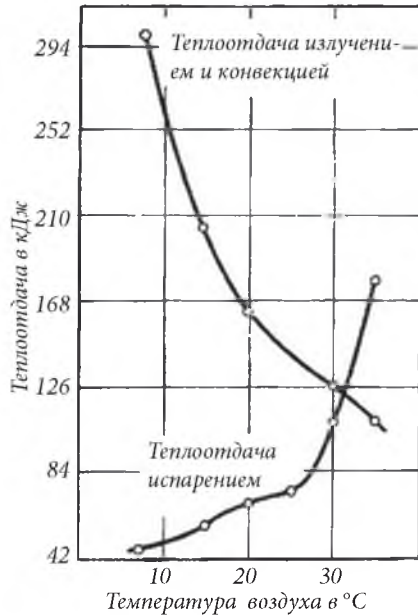


Рис. 2. Изменение интенсивности теплоотдачи различными способами при изменении температуры воздуха.

## Глава 2

# ОСНОВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ И ИХ ПРОФИЛАКТИКА

### 2.1. ПЕРЕГРЕВАНИЕ ОРГАНИЗМА

Перегревание организма возникает под влиянием высокой температуры окружающей среды, а также факторов, затрудняющих отдачу в окружающую среду тепла, постоянно образующегося в организме или поступающего в него извне. Основной путь теплоотдачи при перегревании организма – испарение влаги с поверхности тела и дыхательных путей. Перегревание организма не связано с первичным нарушением функции терморегуляции.

Перегревание организма человека наблюдается на производствах с высокой температурой производственной среды или в условиях, затрудняющих теплоотдачу с поверхности тела, а также в районах с жарким климатом. При высокой температуре окружающей среды перегреванию организма способствует рост теплопродукции при мышечной работе, особенно в непроницаемой для водяных паров одежде, высокая влажность и неподвижность воздуха. В трудных для теплоотдачи условиях легко перегреваются дети, у которых недостаточно сформирована система терморегуляции, а также взрослые с нарушенной функцией теплоотделения, больные и ослабленные.

Механизм действия на организм различных видов тепла (конвекционного, кондукционного, радиационного) не одинаков. Конвекционное и кондукционное тепло, передаваясь от молекулы к молекуле, вызывает поверхностное нагревание тканей и циркулирующей в них крови, которая переносит тепло в более глубокие ткани и органы. Радиационное тепло (инфракрасное излучение различного спектрального состава и интенсивности) может проникать глубоко в ткани человека. Пусковым механизмом реакций физической и химической терморегуляции служит термическое раздражение кожных и сосудистых терморепцепторов с последующей ответной реакцией центра терморегуляции. При значительном перегревании организма изменение физиологических функций происходит также вследствие действия нагретой крови на центральную