

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИВАНОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ»
ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА ПО ЗДРАВООХРАНЕНИЮ
И СОЦИАЛЬНОМУ РАЗВИТИЮ

Кафедра нормальной физиологии

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ В ВОПРОСАХ И ОТВЕТАХ

ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

Учебно-методические разработки
для иностранных студентов

Иваново 2008

Составители: А.Н.Булыгин
И.Г.Колодина
С.Б.Назаров

Научный редактор – зав. кафедрой нормальной физиологии ГОУ ВПО ИвГМА Росздрава, доктор медицинских наук, профессор **С.Б.Назаров**

Настоящие методические разработки, как и предыдущие выпуски учебно-методических разработок (2001-2007 гг.), созданы специально для иностранных студентов, изучающих курс нормальной физиологии. Они составлены в строгом соответствии с типовой учебной программой по курсу нормальной физиологии для студентов высших медицинских учебных заведений (Москва, 2006). Настоящий выпуск продолжает блок информации, начатый нами с выпуска «Обмен веществ и энергии» и рассматривает вопросы терморегуляции в организме.

В этом выпуске мы рассматриваем терморегуляцию с точки зрения физиологии и связанный с ней обмен энергии. Мы рекомендуем данные методические разработки как дополнительный материал к учебнику по нормальной физиологии, который поможет при подготовке к занятию по разделу «Физиология обмена веществ и энергии». Обращаем внимание читателя, что вопросы этого раздела тесно связаны с вопросами, рассматриваемыми в курсе физики (теплоотдача и др.). Поэтому при подготовке к занятию следует вспомнить соответствующие вопросы из курса физики.

Как и в предыдущих выпусках, мы рассчитывает не только на иностранных, но и на отечественных студентов, которым, судя по предыдущему опыту, импонирует подобная форма изложения учебного материала.

Как всегда авторы будут благодарны за конструктивную критику, которую мы, безусловно, будем иметь в виду при последующих выпусках подобных учебно-методических разработок.

Терморегуляция

Терморегуляция – это постоянная регуляция температуры нашего тела, как в состоянии покоя, так и при изменении температуры окружающей среды. Вопросы терморегуляции тесно связаны с разделами «Обмен веществ и энергии» и «Выделение» и поэтому в курсе нормальной физиологии рассматриваются в одном блоке лекций и практических занятий. Мы должны понимать, что у человека эти механизмы имеют свои особенности в отличие от животных разных видов. При различной патологии изменяется температура нашего тела, так как изменяется интенсивность обменных процессов, а значит, по изменению температуры тела можно следить за ходом развития заболевания. Однако температура тела в разных его участках меняется по-разному. Поэтому мы будем различать внутреннюю и поверхностную температуру тела.

1. Какая температура называется внутренней? О чем свидетельствует ее величина?

Внутренняя температура – это температура так называемого «ядра» нашего тела, то есть температура внутренних органов и головного мозга. Однако в различных внутренних органах, в различных участках головного мозга она отличается на 0,2-1,2⁰С. Поэтому ученые разных стран договорились принимать за стандарт (норму) внутренней температуры тела человека **температуру артериальной крови, вытекающей из левого желудочка**. Эта норма составляет 37,2-37,5⁰С (для представителей животного мира она колеблется в диапазоне 36-39⁰С). Понятно, что в реальных условиях измерить температуру артериальной крови не представляется возможным. Поэтому в клинических целях внутреннюю температуру измеряют косвенно в определенных легко доступных местах.

Внутренняя температура тела отражает интенсивность обменных процессов. Поэтому при усилении катаболических процессов, сопровождающих инфекционные, воспалительные, онкологические заболевания внутренняя температура тела всегда повышается. Наоборот, понижение ее свидетельствует о снижении интенсивности метаболических процессов.

2. В каких местах проводится измерение внутренней температуры тела?

Общепринятыми являются три участка тела.

Кожные складки. У взрослых это подмышечная впадина. У новорожденных детей – это паховая складка. Это наиболее доступные участки тела, в которых практический врач чаще всего проводит измерение температуры. Следует однако помнить, что здесь температура приблизительно на 0,6⁰С ниже внутренней температуры и не очень стабильна, так как зависит от влажности поверхности кожи.

Полость рта. В этом случае термометр вставляется под язык или за щеку. Здесь температура более стабильна, но ниже «внутренней» приблизи-

тельно на $0,3^{\circ}\text{C}$. (В зарубежных клиниках чаще всего измеряют температуру в полости рта).

Прямая кишка. Здесь температура тела практически не отличается от «внутренней». Однако в широкой практике измерение температуры в прямой кишке проводится только в тех случаях, когда достоверность измерения ее в других участках тела подвергается сомнению.

3. Как проводится измерение температуры тела?

При измерении температуры тела надо стремиться соблюдать строго определенные условия, которые напоминают стандартные условия, при которых происходит определение основного обмена.

В клинических условиях (за исключением особых медицинских показаний) **измерение температуры проводят дважды в день: утром**, до подъема с постели, когда интенсивность обменных процессов наименьшая и **вечером** (18-19 часов), когда интенсивность метаболизма наивысшая. Разность между этими показателями составляет $0,5-0,6^{\circ}\text{C}$.

Измерение температуры следует проводить в условиях физического и умственного покоя. Это условие значительно легче соблюдать при утреннем измерении температуры.

Измерение температуры следует проводить при комнатной температуре в диапазоне $20-22^{\circ}\text{C}$. Несоблюдение этого условия приведет к повышению внутренней температуры из-за повышения интенсивности обменных процессов

Если измерение температуры проводится в подмышечной впадине, то необходимо следить за тем, чтобы кожа была сухой (в случае необходимости следует протереть кожу сухой салфеткой).

4. Какая температура называется поверхностной? О чем свидетельствует ее величина?

Поверхностной называется температура поверхности тела (*оболочки тела*), то есть температура кожи. Она существенно различается в различных участках тела человека и является наиболее низкой в акромиальных участках (кончик носа, уши, пальцы рук и ног). Поверхностная температура является отражением внутренней температуры тела, но в значительной степени она зависит и от температуры окружающей среды.

Поверхностная температура отражает интенсивность процессов теплоотдачи. Чем интенсивнее идет теплоотдача, тем выше поверхностная температура тела!

В клинике поверхностная температура тела определяется реже по сравнению с внутренней, но в ряде случаев является важным показателем течения той или иной патологии (сосудистые заболевания, патология нервной системы и др.).

Таким образом, внутренняя температура тела является более стабильной, по сравнению с поверхностной температурой тела и именно она, ее изменения чаще всего находится в поле зрения врача! Однако

поддержание ее на стабильном уровне выражено в разной степени у людей разного возраста, у здоровых и больных людей, у разных представителей животного мира.

5. Как можно классифицировать представителей животного мира по способности поддерживать внутреннюю температуру тела?

Всех представителей животного мира по способности поддерживать внутреннюю температуру тела можно отнести к одной из ниже приведенных групп:

- **пойкилотермные (холоднокровные)** – не способны поддерживать внутреннюю температуру тела на постоянном уровне (например: рыбы, земноводные, насекомые), так как производят мало тепла; температура их тела меняется в соответствии с изменением температуры внешней среды;

- **гомойотермные** – поддерживают внутреннюю температуру тела при значительных колебаниях ее во внешней среде (человек и высшие животные), так как «вырабатывают» много тепла и имеют хороший термоизоляционный слой. Например, раздетый человек может достаточно долго поддерживать стабильную внутреннюю температуру (суточные колебания ее не превышают $0,5^{\circ}\text{C}$) при колебаниях внешней температуры в диапазоне от $15,5$ до 55°C ;

- **гетеротермные** – к ним относят организмы, у которых колебания внутренней температуры тела превышают границы, характерные для гомойотермных организмов (то есть $0,5^{\circ}\text{C}$); это характерно для детей на ранних этапах онтогенеза, для взрослых в состоянии парадоксальной фазы сна, для животных, находящихся в состоянии зимней спячки.

В дальнейшем нас будут интересовать вопросы, связанные с регуляцией внутренней температуры тела у гомойотермных организмов и, прежде всего, у человека.

6. Какие процессы обеспечивают постоянство внутренней температуры тела у гомойотермных организмов?

Постоянство внутренней температуры тела у гомойотермных организмов обеспечивается соотношением (балансом) двух процессов – теплопродукции и теплоотдачи. Если начинают преобладать процессы теплопродукции, то внутренняя температура тела повышается (в медицине повышенную температуру тела обозначают термином *лихорадка*). Наоборот, если процессы теплопродукции «отстают» от процессов теплоотдачи, то внутренняя температура тела понижается.

7. Где и как происходит процесс теплопродукции?

В основе *теплопродукции* (термогенеза) лежат метаболические процессы, постоянно протекающие в различных органах и тканях и, прежде всего, в мышцах, печени и почках. Поэтому ее часто называют *химической терморегуляцией*.

Различают два вида термогенеза:

- *сократительный*
- *несократительный*

Сократительный термогенез связан с мышечными сокращениями, которые могут быть *непроизвольными* и *произвольными*.

Непроизвольный термогенез имеет место при охлаждении организма. Выделяют два вида непроизвольного термогенеза:

1) наблюдается при незначительном снижении температуры внешней среды по сравнению с зоной температурного комфорта (не более чем на 2⁰С). При этом происходит *повышение тонуса мышц спины, шеи, конечностей (мышцы-сгибатели)*, и, как следствие, изменение позы человека. При этом теплопродукция возрастает на 40-50%. Этот термогенез осуществляется за счет медленных моторных единиц и при многократном повторении действия холода количество медленных моторных единиц возрастает (за счет уменьшения числа переходных – см. раздел «Физиология мышц»);

2) наблюдается при более значительном снижении температуры окружающей среды. При этом возникает *мышечная дрожь*, которая усиливает теплообразование в несколько раз (данный вид теплопродукции является весьма экономным, так почти вся энергия мышечного сокращения переходит в тепловую энергию).

Произвольный термогенез может быть реализован как в условиях понижения температуры окружающей среды, так и при обычных температурных условиях. Он связан с произвольным усилением мышечной активности, что значительно повышает теплопродукцию, но увеличивает и теплоотдачу. Поэтому данный способ усиления теплопродукции не считается экономичным.

Несократительный термогенез имеет место в других тканях (не только в мышцах) и развивается наряду с сократительным, повышая теплопродукцию на 50-70%. Наиболее эффективно он протекает в **бурой жировой ткани**. У взрослого человека эта ткань составляет около 1-2% от массы тела и располагается преимущественно в межлопаточной и подмышечной области, в области шеи и в некоторых других местах. В холодное время года объем бурой жировой ткани увеличивается и может достигать 5% от массы тела. Относительно большую массу эта ткань занимает у детей раннего возраста, обеспечивая им оптимальную терморегуляцию. Особенностью бурой жировой ткани является то, что в ней энергообмен протекает значительно интенсивнее, чем в других тканях. Это обусловлено тем, что в бурой жировой ткани очень высокая скорость окисления жирных кислот (в 20 больше, чем в обычной жировой ткани!). *Следует отметить, что некоторые вопросы физиологии и биохимии бурой жировой ткани еще окончательно не выяснены.*

8. Где и как происходит теплоотдача?

Процессы теплоотдачи получили название – **физическая терморегуляция**. **Основной путь отдачи тепла** (80-85%) – через кожу, то есть через поверхность нашего тела, куда тепло от внутренних органов распределяется с

помощью циркулирующей по сосудистой системе крови. Незначительная часть тепла теряется через легкие, а также с мочой, калом и другими выделениями. Выделяют 4 способа отдачи тепла во внешнюю среду:

- излучение (радиация);
- испарение;
- конвекция;
- проведение.

Излучение обеспечивается инфракрасными лучами, которые распространяются от тела, имеющего более высокую температуру, к менее нагретым телам. Обнаженный человек при **температуре комфорта** в условиях физического покоя теряет таким способом 50-60% тепла. В реальных условиях излучение осуществляется с открытых участков тела человека (голова, шея, лицо, кисти рук).

Следует, однако, иметь в виду, что посредством излучения человек может не только отдавать тепло, но и нагреваться (например, за счет солнечной радиации, от радиатора парового отопления и др.).

Испарение является вторым по значению способом отдачи тепла. Обнаженный человек в условиях температуры комфорта отдает в окружающую среду таким образом около 20% тепла. Роль испарения существенно возрастает при повышении температуры окружающей среды, а *при уравнивании внешней температуры с температурой тела этот способ остается единственным*. Поэтому у жителей жарких стран скорость потоотделения существенно превышает таковую у людей, проживающих в средних широтах. Роль испарения достаточно велика при работе в горячих цехах, в банях и др. Описываются два способа испарения жидкости с поверхности тела:

- **ощутимое испарение** – испарение выделившегося мерокриновыми железами пота (на испарение 1 литра воды требуется 580 ккал);
- **неощутимое испарение** – испарение воды через кожу помимо потовых желез (таким способом организм теряет около 700 мл воды ежедневно) или испарение со слизистых оболочек воздухоносных путей (ежесуточная потеря около 400-500 мл воды).

Конвекция заключается в том, что наше тело (если его температура выше окружающей среды) нагревает воздух, который перемещается выше, а на его место приходят новые (холодные) массы воздуха. Такое перемещение воздушных масс обеспечивает обнаженному человеку в условиях комнатной температуры отдачу 15-16% тепла, но при усиленном движении воздушных масс (ветер, работа вентилятора и др.) этот процент может быть гораздо выше.

Проведение – это прямая передача тепла от более нагретого тела к менее нагретому (при их непосредственном контакте). Так мы нагреваем свою одежду, стул, на котором сидим, предметы, которые держим в руках и др. В условиях комнатной температуры таким способом человек отдает до 15% тепла. Резко возрастает отдача тепла способом проведения при погружении

человека в воду; причем тем больше, чем более низкая будет температура воды.

Таким образом, именно благодаря балансу между процессами теплопродукции и теплоотдачи поддерживается внутренняя температура тела. Наиболее эффективно (с наименьшими энергозатратами!) это происходит в состоянии покоя, когда организм находится в условиях температурного комфорта. Баланс между процессами теплопродукции и теплоотдачи контролируется механизмами терморегуляции!

Температурой комфорта называется температура внешней среды, при которой человек не испытывает чувства «холода» или «тепла», то есть механизмы теплопродукции и теплоотдачи уравновешены и находятся на уровне своей минимальной активности. Температура комфорта зависит от того, как одет человек. Для одетого человека она составляет 20-22⁰С (комнатная температура), для легко одетого (трусы, майка, рубашка, брюки) – 25-26⁰С, а для обнаженного – 27-28⁰С

9. Что собой представляют механизмы терморегуляции?

Механизмы терморегуляции (нервные и гуморальные) представляют собой 4 блока:

- *температурный анализатор* (структура и функция его рассматривалась ранее в методической разработке «Анализаторы»);
- *центр терморегуляции;*
- *структуры, контролирующие процессы теплопродукции;*
- *структуры, контролирующие процессы теплоотдачи.*

10. Где расположен центр терморегуляции? Приведите доказательства.

Центр терморегуляции расположен в гипоталамусе. Это было доказано в следующих экспериментах. Мезенцефальные животные (*поперечная перерезка мозга произведена между средним и промежуточным мозгом*) не могли поддерживать постоянную внутреннюю температуру тела при изменяющихся температурных условиях внешней среды. В отличие от них диэнцефальные животные (*животные с сохраненным промежуточным мозгом*) благополучно переносили как понижение, так и повышение температуры окружающей среды, сохраняя при этом стабильную внутреннюю температуру тела.

11. Какова структурно-функциональная организация центра терморегуляции?

В центре терморегуляции выделяют *сенсорный* и *контролирующий* отделы.

Сенсорный отдел располагается в переднем отделе гипоталамуса и состоит из нейронов «установочной точки» («точки отсчета»), то есть нейронов, запрограммированных на строго определенное «заданное значение»

температуры, являющееся интегральным показателем соответствия внутренней и поверхностной температуры тела. Это «заданное значение» индивидуально для каждого организма и колеблется у взрослого человека в диапазоне 37,1-37,2⁰С.

Если приходящая афферентная информация свидетельствует о том, что реальная интегральная величина внутренней и поверхностной температуры тела соответствует запрограммированной, то степень напряжения механизмов теплопродукции и теплоотдачи минимальна. При таком состоянии человек испытывает «температурный комфорт» (см. вопрос 8). Если же, например, температура окружающей среды повышается (или понижается), то это является сигналом к активации работы *контролирующего отдела* центра терморегуляции. В результате усиливаются процессы теплоотдачи или теплопродукции.

11. Какие структуры, участвуют в контроле над процессами теплоотдачи?

Общий контроль над механизмами теплоотдачи осуществляется из контролирующего отдела центра терморегуляции. Согласно принципу подчинения подключаются к работе следующие структуры и механизмы:

- **сосудодвигательный центр;**
например, при снижении температуры окружающей среды его активность повышается, что приводит к сужению сосудов кожи и уменьшению теплоотдачи (кожа бледнеет, снижается ее поверхностная температура);
- **дыхательный центр;**
например, при повышении температуры окружающей среды активизируется работы дыхательного центра, и дыхание учащается (при этом усиливается теплоотдача);
- **центр потоотделения;**
например, при повышении температуры окружающей среды усиливается потоотделение, а значит, усиливается теплоотдача;
- **пиломоторный центр** практического значения для человека не имеет, но наблюдения над животными показывают, что при понижении температуры окружающей среды у них увеличивается толщина волосяного покрова, что создает дополнительную воздушную прослойку и уменьшает теплоотдачу (подобная реакция сохранилась и у человека!)

12. Какие структуры, участвуют в контроле над процессами теплопродукции?

Процесс теплопродукции, как мы уже отмечали выше (см. вопрос 7) складывается из сократительного и несократительного термогенеза.

Чтобы включить механизмы *сократительного термогенеза* контролирующий отдел центра терморегуляции подключает к работе следующие структуры и механизмы:

- **непроизвольный сократительный термогенез контролируется экстрапирамидной системой**, которая подключается согласно врожденным

механизмам в ответ на снижение температуры окружающей среды; наиболее активными элементами в этом механизме являются *красное ядро*, благодаря активации которого повышается тонус мышц сгибателей и принимается соответствующая поза тела, а также *стриопаллидарная система*, обеспечивающая дрожь;

- ***произвольный сократительный термогенез контролируется пирамидной системой***, то есть человек по своему желанию может усилить свою мышечную активность и таким образом «согреться».

Чтобы включить механизмы ***несократительного термогенеза*** контролирующей отдел центра терморегуляции активирует:

- ***симпато-адреналовую систему***; известно, что симпатический отдел вегетативной нервной системы оказывает выраженное трофическое влияние на ткани нашего организма, а значит, повышает интенсивность метаболических процессов; подобным действием обладают и катехоламины (адреналин, норадреналин), относящиеся к катаболическим гормонам, активирующим термогенез во всех тканях, в том числе в жировой (и особенно в бурой жировой ткани);

- ***гипоталамо-гипофизарную систему***; в результате события разворачиваются в следующей последовательности: усиливается выработка ТТГ-РФ в гипоталамусе → аденогипофизе увеличивается вырабатывается ТТГ → в крови возрастает концентрация тиреоидных гормонов (T_3 , T_4) → увеличивается интенсивность метаболизма → возрастает теплопродукция.

13. Какова роль коры головного мозга в регуляции температуры тела?

В регуляции температуры тела, безусловно, принимает участия кора больших полушарий. Во-первых, сенсорная кора анализирует температуру внешней среды и участвует в формировании ощущения «температурного комфорта». Во-вторых, ассоциативная кора «соизмеряет» «температурные ощущения» с другими условиями окружающей среды, в которой находится человек, и формирует соответствующую программу действия (одеться, если холодно или раздеться, если жарко). Наконец, моторная кора реализует соответствующую программу (одеться или раздеться, включить вентилятор или калорифер и др.) и человек приближается к условиям температурного комфорта.

14. Каковы особенности терморегуляции в раннем детском возрасте?

У ребенка ***все терморегуляторные реакции*** (усиление теплопродукции, вазомоторные реакции, выделение пота, поведенческие реакции) ***могут включаться сразу после рождения!***

Для новорожденного характерны следующие особенности терморегуляции:

- 1) ***достаточно интенсивная теплопродукция*** (в расчете на 1 кг массы тела она на 40% превышает таковую у взрослого). В случае необходимости возможно усиление теплопродукции следующими способами:

- увеличение тонуса мышц сгибателей (характерна поза новорожденного!);
- за счет несократительного термогенеза (в основном за счет бурого жира).

Выработка тепла у новорожденного может повышаться без участия механизма дрожи в 2-3 раза по сравнению с ее уровнем в условиях покоя. Только в случае сильного холодого воздействия включается механизм дрожательного термогенеза.

2) **относительно высокая теплоотдача.** С точки зрения терморегуляции неблагоприятными являются *малые размеры* новорожденного ребенка: соотношение между поверхностью и объемом тела у новорожденного примерно в три раза превышает соответствующее соотношение у взрослого. Кроме того, поверхностный слой тела имеет небольшую толщину и изолирующая прослойка подкожной жировой клетчатки очень тонка. При этом кожа интенсивно кровоснабжается. Такой способ теплоотдачи, как потоотделение, у новорожденных не проявляется. Возможно, это биологически целесообразно, так как при интенсивном потоотделении может возникнуть угроза нарушения водно-электролитного гомеостаза.

Следствием этих особенностей является то, что для новорожденного температурой комфорта является более высокая температура окружающей среды (32-34⁰C). Однако, в пределах *ограниченного температурного диапазона* (который значительно уже, чем у взрослого) температура тела новорожденного регулируется также точно, как и у взрослого человека.

Нарушение температурного гомеостаза ребенок переносит легче, чем, например, чувство голода, и некоторое время может не проявлять беспокойства (*родители и врач обязаны знать это и следить за температурой тела ребенка!*).

Ребенок легче переносит понижение температуры окружающей среды, так как интенсивность теплопродукции может быть повышена (см. выше). Повышение температуры окружающей среды переносится хуже, так как масса тела новорожденного невелика и требуется меньше времени на разогрев его тела. При этом следует иметь в виду, что «температура комфорта» очень приближена к температуре тела. Поэтому даже при незначительном повышении температуры окружающей среды (выше температуры комфорта) возникает напряжение механизмов терморегуляции и возможно перегревание (одним из признаков перегревания ребенка служит его поза – он лежит, раскинув ручки и ножки, как бы стремясь отдать больше тепла).

У новорожденного в течение первого года жизни отсутствуют суточные колебания температуры тела и только к 1,5 годам эти колебания становятся достаточно хорошо выраженными.

Естественно, что у ребенка отсутствует корковый (сознательный) анализ температуры окружающей среды. И даже в более старшем возрасте (до 15-16 лет) ребенок не может правильно выбрать соответствующую погоде одежду, что часто является причиной острых респираторных заболеваний.

15. Каковы особенности терморегуляции в пожилом и старческом возрасте?

У пожилых людей в связи со снижением функции щитовидной и половых желез постепенно снижается интенсивность обменных процессов, а значит, уменьшается активность процессов теплопродукции. Уменьшается и теплоотдача в связи с возрастными изменениями кровоснабжения кожи. Кроме того, уменьшается количество потовых желез и снижается их активность. Внутренняя температура тела постепенно снижается до 34-35⁰С в связи с тем, что происходит возрастная перестройка «температурной нормы» для нейронов «установочной точки» центра терморегуляции.

Пожилые люди хуже реагируют на изменение температуры окружающей среды, особенно в сторону ее понижения, так как у них снижается реактивность систем, усиливающих метаболизм и своевременно обеспечивающих сосудосуживающие реакции.

Таким образом, основная задача центра терморегуляции – поддерживать нормальную для конкретного человека внутреннюю температуру тела, как в состоянии покоя, так и при различных изменениях функционального состояния, а также при изменении температуры окружающей среды. Вместе с тем, эта задача не всегда может быть реализована, и в результате у человека развивается гипо- или гипертермия.

16. Что называется гипотермией? Каковы условия ее возникновения? Каково ее физиологическое значение?

Гипотермия – это снижение внутренней температуры тела ниже 35⁰С. Различают умеренную гипотермию, при которой температура тела понижается до 32-28⁰С, и глубокую гипотермию, когда температура тела снижается до 20-15⁰С.

Причиной гипотермии в естественных условиях является понижение температуры окружающей среды. В этом случае механизм развития гипотермии развивается по следующей схеме:

- *низкая температура окружающей среды* →
- *понижение поверхностной температуры тела* (вплоть до отморожения) →
- *понижение внутренней температуры тела* →
- *снижение интенсивности метаболических процессов* в соответствии с законом Вант-Гоффа (известно, что понижение температуры тела на 1⁰С приводит к снижению скорости метаболических реакций на 5-6%) →
- *понижение теплопродукции* →
- *еще большее снижение внутренней температуры тела.*

Развитию гипотермии способствует *расширение сосудов кожи*, которое значительно увеличивает теплоотдачу, а значит, приводит к снижению внутренней температуры тела.

Тот факт, что гипотермия снижает интенсивность метаболических процессов, находит реальное применение в клинике в виде **управляемой гипотермии**, применяемой при операциях, когда на определенное время (15-20 мин) требуется отключить кровообращение. В этом случае обычно используют дополнительные фармакологические препараты, снижающие интенсивность процессов теплопродукции, а значит, ускоряющие развитие гипотермии. Примером таких препаратов могут быть **миорелаксанты**, выключающие из работы скелетные мышцы, и **ганглиоблокаторы**, снижающие активность симпатической нервной системы.

17. Что называется гипертермией? Каковы условия ее возникновения? Каково ее физиологическое значение?

Гипертермия – это повышение внутренней температура тела выше верхнего предела нормы. Причиной гипертермии у здорового человека может быть длительное или значительное повышение температуры и влажности окружающей среды, интенсивная физическая нагрузка, бурные эмоциональные переживания, слишком теплая одежда или любое сочетание этих факторов.

Гипертермия может привести к нежелательным последствиям: **тепловому обмороку** или **тепловому удару**. Наиболее легким из них является **тепловой обморок**, возникающий при незначительном или кратковременном перегреве организма. Способствующими факторами является сосудистая дистония и прием алкоголя. При этом происходит резкое расширение сосудов, падение артериального давления и кратковременная потеря сознания. Более серьезным последствием является **тепловой (солнечный) удар**. Он возникает при существенном и длительном повышении температуры окружающей среды. При этом температура тела повышается до 41⁰С и более. *В таких условиях отмечается отек мозга, гибель нейронов, человек теряет ориентацию в пространстве, появляется бред, потеря сознания, судороги и может наступить смерть, если своевременно не оказать соответствующую медицинскую помощь.*

18. Что называется лихорадкой? Каковы условия ее возникновения? Каково ее физиологическое значение?

От гипертермии следует отличать лихорадку. **Лихорадка** – это типовое неспецифическое патологическое состояние, являющееся характерным признаком целого ряда заболеваний, при которых в крови появляется повышенная концентрация **пирогенных веществ**. Подобные вещества могут быть **эндогенного происхождения**, то есть появляются при распаде клеток и тканей, при злокачественных новообразованиях (цитокины, фактор некроза опухолей – ФНО, простагландины). Пирогенные вещества могут быть и **экзогенного происхождения** (бактериальные и вирусные агенты, появляющиеся при инфекционных и воспалительных заболеваниях).

Пирогенные вещества вызывают смещение «**заданного значения**» температуры тела в сторону более высокого значения. Температура тела повы-

шается в результате усиленной выработки тепла за счет дрожи и максимального сужения сосудов в периферических частях тела.

В реальной жизни случается так, что человек вынужден длительно находиться в иных температурных условиях по сравнению с теми, к которым он привык в повседневной жизни. Так происходит при акклиматизации (пассивная адаптация) к другим климатическим условиям и при закаливании организма (активная адаптация). В том и в другом случае в процессе адаптации в нейронах «установочной точки» происходит сдвиг «заданного значения» температуры в ту или другую сторону, а значит, происходит соответствующая коррекция механизмов терморегуляции.

19. Каковы половые особенности терморегуляции?

У женщин ниже интенсивность метаболических процессов, а значит, менее активно идут процессы теплопродукции. В связи с этим у женщин более развита подкожная жировая клетчатка, которая увеличивает (по сравнению с мужчинами) термоизоляционный слой, а значит, уменьшает процессы теплоотдачи. Поэтому внутренняя температура тела у женщин не отличается от таковой у мужчин. Вместе с тем следует отметить, что многие женщины в погоне за модой стараются похудеть. Безусловно, это может быть полезным при избыточной массе тела, но при нормальной массе тела стремление «похудеть» нельзя рассматривать как положительное явление.

Булыгин Алексей Николаевич
Колодина Ирина Геннадьевна
Назаров Сергей Борисович

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ
В ВОПРОСАХ И ОТВЕТАХ

ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

Учебно-методические разработки
для иностранных студентов

Лицензия № 00637 от 05.01.2000 года

Формат 60×841/16. П. л. 0,8

Усл.п.л. 0,8

Заказ

Тираж 350 экз.

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования «Ивановская государственная медицинская академия»

Росздрава

153462, г. Иваново, пр.Ф.Энгельса,

Отпечатано в ООО «ПолиПринт»

Россия, 153032, г. Иваново, ул. Станкостроителей, 12, офис 23.
тел.: 8-902-241-88-08, (0932) 45-38-71, факс: (0932) 29-48-35