

Обмен веществ и энергии



**РОЛЬ БЕЛКОВ, ЖИРОВ И УГЛЕВОДОВ,
ИХ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ОРГАНИЗМЕ.
ВОДНО-СОЛЕВОЙ ОБМЕН.
ФИЗИОЛОГИЯ ПИТАНИЯ.
ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ.**

Обмен веществ и энергии



- это совокупность физических, химических и физиологических превращений, происходящих в живом организме и обеспечивающих его жизнедеятельность во взаимосвязи с внешней средой

Значение обмена веществ



- Обеспечение пластических нужд организма (доставка веществ, необходимых для построения и обновления структур);
- Обеспечение потребностей организма энергией, которая высвобождается при окислении органических веществ.

Этапы обмена веществ



1. Переработка пищевых веществ в органах пищеварения (ферментативное расщепление белков до аминокислот, жиров - до жирных кислот и глицерина, углеводов - до моносахаридов, их всасывание в кровь)
2. Промежуточный обмен (транспорт питательных веществ и кислорода к тканям, химические превращения веществ в клетках)
3. Образование конечных продуктов метаболизма и удаление их из организма через почки, легкие, потовые железы, кишечник.

Обмен веществ



Пластический обмен
(ассимиляция,
анаболизм)

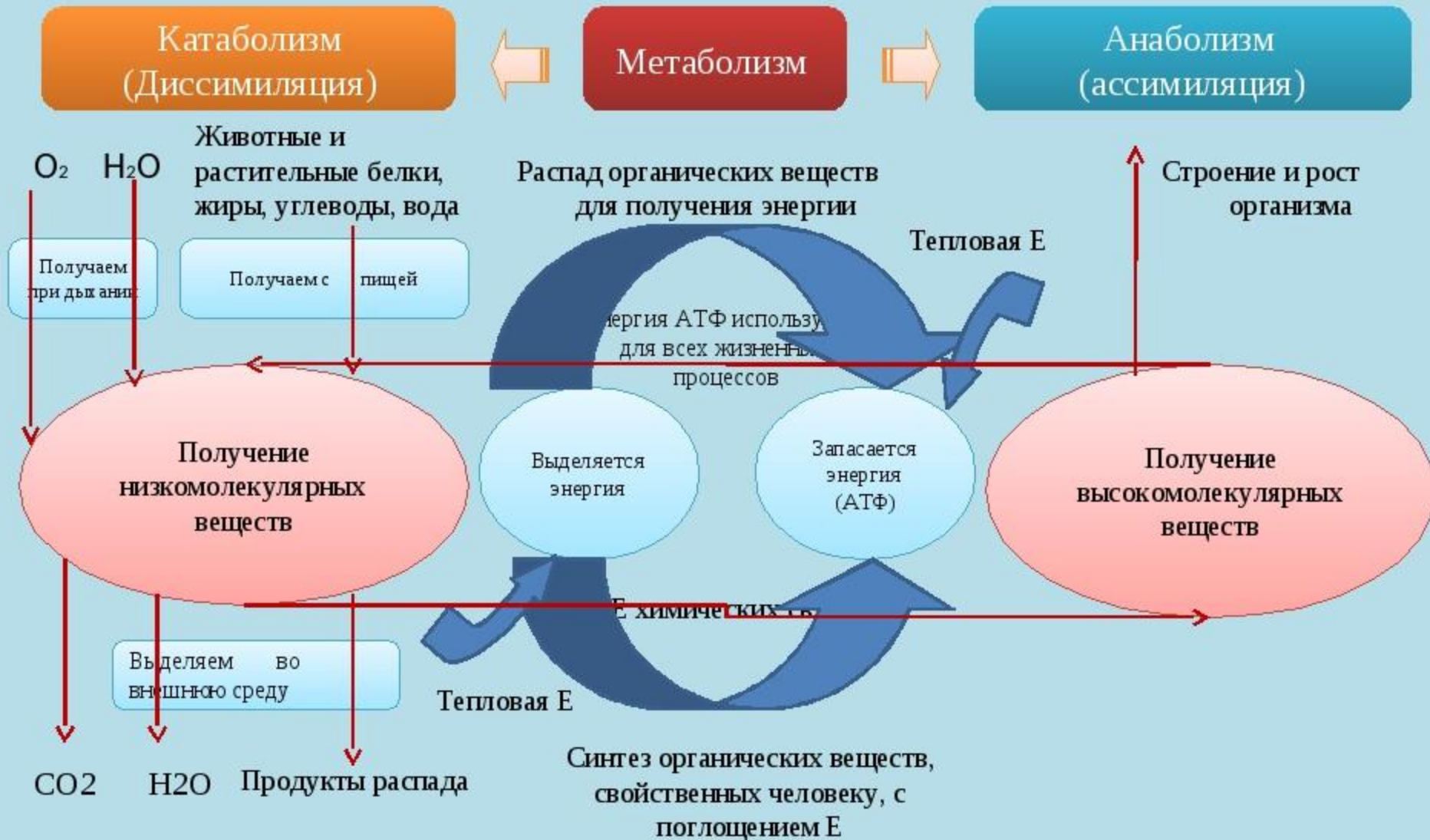
Совокупность реакций расщепления сложных органических веществ (в том числе и пищевых) до более простых, сопровождающихся выделением энергии



Энергетический обмен
(диссимиляция,
катаболизм)

Совокупность реакции синтеза сложных органических молекул из более простых с накоплением энергии

Схема обмена веществ



Обмен белков



Функции белков



1. Пластическая (структурные белки клеток);
2. Каталитическая (ферменты);
3. Защитная (антитела, факторы свертывания крови);
4. Регуляторная (БАВ, рецепторы);
5. Создание онкотического давления (белки плазмы крови);
6. Транспортная (белки плазмы и клеток крови);
7. Хранение наследственной информации
8. Энергетическая (4,1 ккал/1 г)

Белковое питание



Качественная сторона

Определяется
аминокислотным
составом белка.

Различают:

- заменимые аминокислоты (могут синтезироваться в организме в достаточном количестве) ;
- незаменимые аминокислоты (не могут синтезироваться, должны поступать с пищей).

Количественная сторона

Характеризуется
азотистым балансом

Белковое питание (качественная сторона)



Полноценные белки

Биологически полноценные белки содержат весь набор незаменимых аминокислот, которые не могут синтезироваться в организме (белки животного происхождения)



Неполноценные белки

Неполноценные белки - отсутствует одна или несколько незаменимых аминокислот (белки растительного происхождения)



Азотистый баланс



$$\text{Азотистый баланс} = \frac{\text{Кол-во усвоенного азота}}{\text{Кол-во выведенного азота}}$$

(азот пищи – азот кала)

азот мочи

При расчетах азотистого баланса исходят из того факта, что в белке содержится около 16% азота, т.е. каждые 16 г азота соответствуют 100 г белка (100:16 = 6,25)

- Азотистое равновесие - количество поступающего азота равно количеству выведенного (у здорового взрослого человека)
- Положительный азотистый баланс - количество поступающего в организм азота (белка) превышает его потери (детский возраст, беременность, регенерация тканей)
- Отрицательный азотистый баланс - потери биогенного азота (белка) превышают его поступление организм (обширные травмы, голодание)

Белковый минимум

(минимальное количество белка, необходимое для поддержания азотистого равновесия)

30-45 г/сут

Белковый оптимум

(норма белка в питании)

80-100 г/сут

Этапы превращения белков



1. Поступление в организм с пищей;
2. Ферментативное расщепление в ЖКТ до аминокислот;
3. Всасывание мономеров в кровь;
4. Транспорт в ткани;
5. Превращения в тканях:
 - биосинтез индивидуальных белков организма и ряда других веществ;
 - внутритканевые превращения (переаминирование, дезаминирование, декарбоксилирование);
6. Образование конечных продуктов (мочевина, мочевая кислота, креатин, креатинин, свободный аммиак),
7. Выведение продуктов обмена из организма почками (аммиак – потовыми железами).

Регуляция обмена белков



Нервная регуляция

- Активация синтеза белка (анаболическое действие) – парасимпатическая нервная система
- Активация распада белка (катаболическое действие) – симпатическая нервная система

Гуморальная регуляция

- Гормоны анаболического действия (соматотропный гормон, андрогены, тироксин, трийодтиронин)
- Гормоны катаболического действия (глюкокортикоиды, АКТГ, тироксин, трийодтиронин)

Обмен жиров



Функции жиров



1. Энергетическая (при окислении 1 г жира выделяется 9,3 ккал)
2. Пластическая (структурная) - входят в состав клеточной мембраны
3. Защитная (подкожная жировая клетчатка) - защищает организм от переохлаждения, механических воздействий
4. Сохранение тепла в организме
5. Являются резервным источником энергии (нейтральные жиры в жировой ткани)
6. Являются источником эндогенной воды (при окислении 100 г жира выделяется 107 мл воды)
7. Регуляторная: стероидные гормоны регулируют процессы обмена веществ и размножение.

Этапы превращения жиров



1. Поступление в организм с пищей;
2. Расщепление липазами в ЖКТ до глицерина и жирных кислот;
3. Всасывание продуктов гидролиза в лимфу (на 80%) и кровь (на 20%);
4. Синтез триглицеридов и депонирование их в жировой ткани
5. Превращения в печени:
 - синтез липопротеидов, холестерина;
 - окисление с образованием кетоновых тел;
6. Образование конечных продуктов метаболизма (углекислый газ, вода),
7. Выведение продуктов обмена из организма почками, легкими.



- Суточная потребность взрослого человека в жирах – 70-80 г
- С животными жирами в организм поступают жирорастворимые витамины А, D, Е и К,
- С растительными маслами поступают ненасыщенные жирные кислоты (витамин F), которые являются предшественниками биологически активных веществ - простагландинов, а также сходным материалом для синтеза фосфолипидов и других веществ.

Регуляция жирового обмена



Нервная регуляция

- Анаболическое действие (активация синтеза жиров, депонирование в жировой ткани) – парасимпатическая нервная система
- Катаболическое действие (мобилизация жира из жировой ткани, окисление жирных кислот) – симпатическая нервная система

Гуморальная регуляция

- Гормоны анаболического действия:
(инсулин, пролактин)
- Гормоны катаболического действия:
(липокаин, адреналин, глюкокортикоиды, тироксин)

Обмен углеводов



Функции углеводов



1. Энергетическая (при окислении 1 г глюкозы выделяется 4,1 ккал)
2. Пластическая (построение АДФ, АТФ, нуклеиновых кислот, образование структурных компонентов клеточных мембран)
3. Являются резервным источником энергии (накапливаются в скелетных мышцах, печени в виде гликогена)
4. Создают осмотическое давление
5. Образуют сложные соединения со специфическими функциями (мукополисахариды слизистых оболочек, нуклеопротеиды)
6. Участвуют в реакциях иммунитета

Этапы превращения углеводов



1. Поступление в организм с пищей;
2. Расщепление в ЖКТ до моносахаридов (глюкозы и фруктозы);
3. Всасывание продуктов гидролиза в кровь;
4. Превращения в тканях:

В печени:

синтез гликогена,
преобразование в
белки и жиры;
глюконеогенез;
окисление с

В мышцах:

синтез гликогена,
окисление с
образованием
энергии

В ЦНС:

окисление с
образованием
энергии

5. Образование конечных продуктов метаболизма (углекислый газ, вода),
6. Выведение продуктов обмена из организма почками, легкими.

Регуляция углеводного обмена



Нервная регуляция

- Анаболическое действие (синтез гликогена) – парасимпатическая нервная система
- Катаболическое действие (расщепление гликогена, окисление глюкозы) – симпатическая нервная система


Гуморальная регуляция

- Гормоны, снижающие уровень глюкозы в крови (инсулин)
- Гормоны, повышающие уровень глюкозы в крови (глюкагон, адреналин, глюкокортикоиды, йодсодержащие гормоны щитовидной железы)

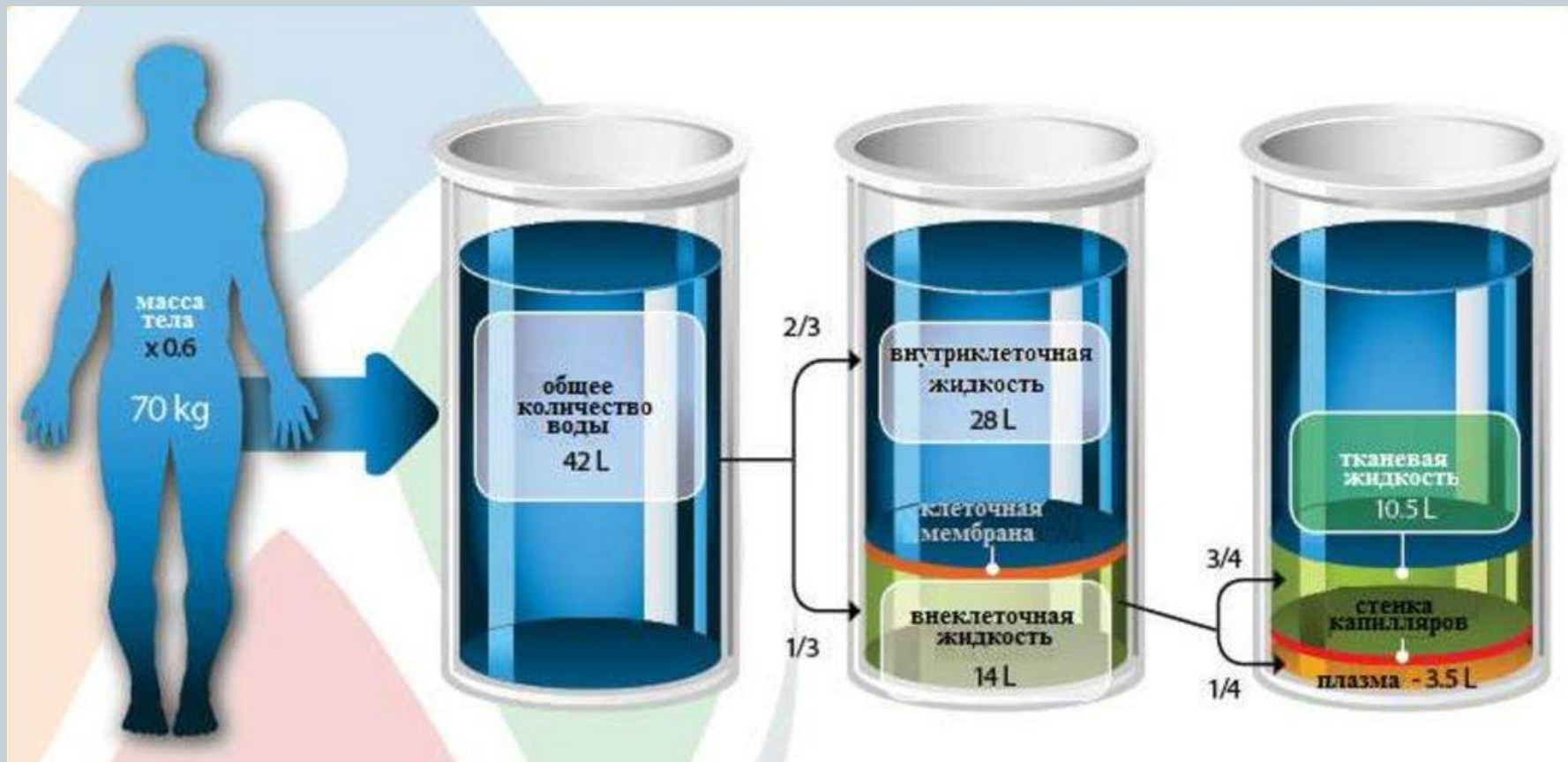
Водно-солевой обмен



Значение воды в организме

- 
- The background of the slide features a vibrant blue color with several clear water droplets and concentric ripples, suggesting fresh water. Green leaves are visible in the upper corners, adding a natural, healthy feel to the design.
- 1. Является растворителем всех веществ в организме;**
 - 2. Является основой внутренней среды организма (крови, лимфы, тканевой жидкости);**
 - 3. Осуществляет гуморальную связь между клетками и тканями;**
 - 4. Участвует в терморегуляции .**

Распределение воды в организме



Водный баланс



объем воды, поступившей в организм/сут

объем воды, выведенной из организма/сут

Питье и жидкая пища
1200 мл
Твердая пища
1000 мл
Эндогенная вода 300 мл

2500 мл

С мочой 1500 мл
С потом 500 мл
С выдыхаемым воздухом
400 мл
С калом 100 мл

2500 мл

Значение минеральных веществ



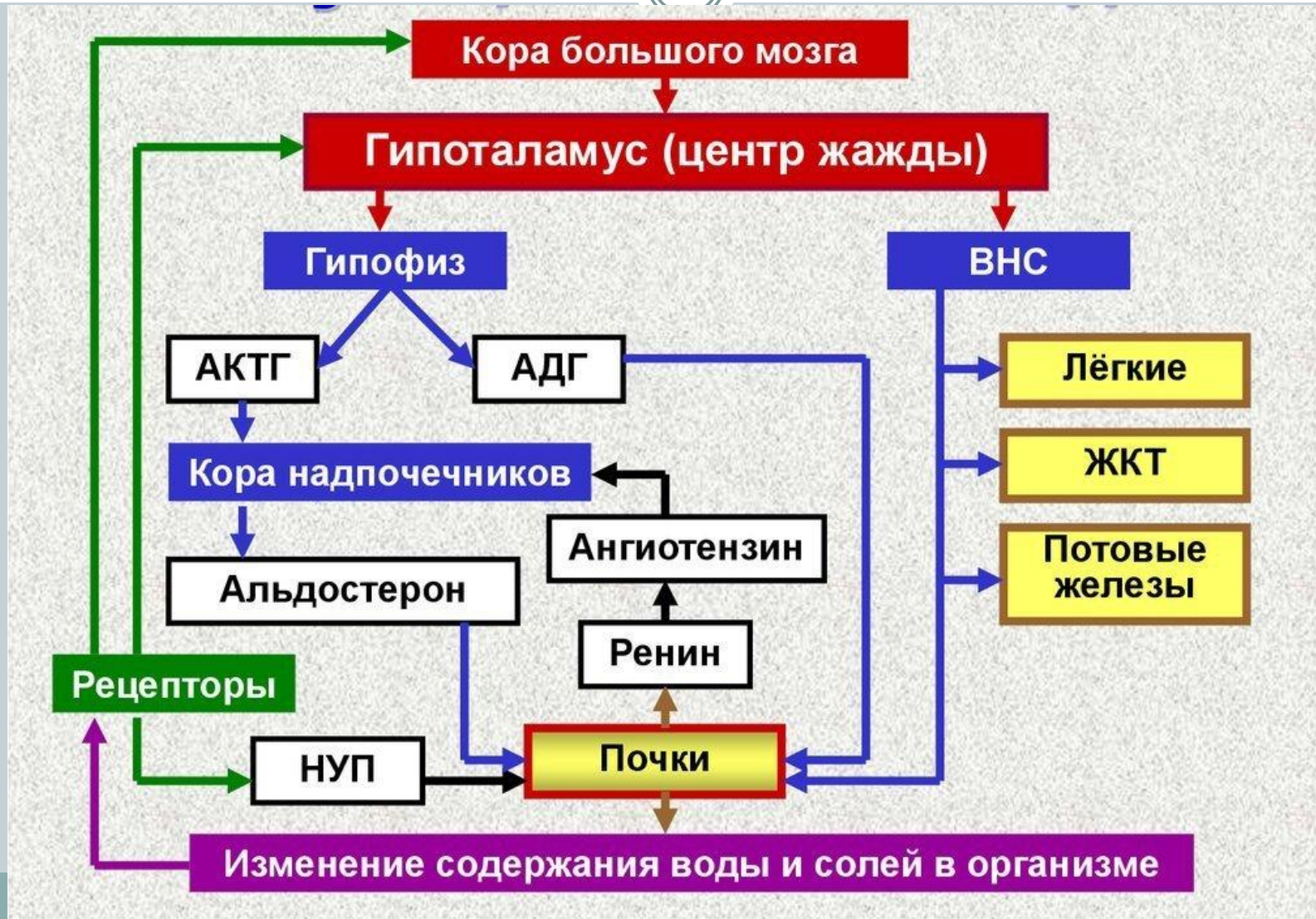
1. Обеспечивают водный баланс и распределение воды в организме
2. Создают осмотическое давление
3. Регулируют кислотно-щелочное равновесие
4. Являются катализаторами химических реакций
5. Обеспечивают работу ЦНС, внутренних органов, скелетных мышц

Система регуляции водно-солевого обмена



1. Аfferентное звено - рецепторы ЦНС, сосудистого русла, тканей:
 - Осморепрепторы (чувствительны к изменению осмотического давления);
 - Волюморепрепторы (чувствительны к изменению объема крови);
 - Рецепторы, воспринимающие изменение ионного состава.
2. Центральное звено (центры коры больших полушарий, средняя группа ядер гипоталамуса)
3. Эfferентное звено (ЖКТ, органы выделительной системы)

Регуляция водно-солевого обмена



Обмен энергии



**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ.
ПИТАНИЕ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ.**

Превращение энергии

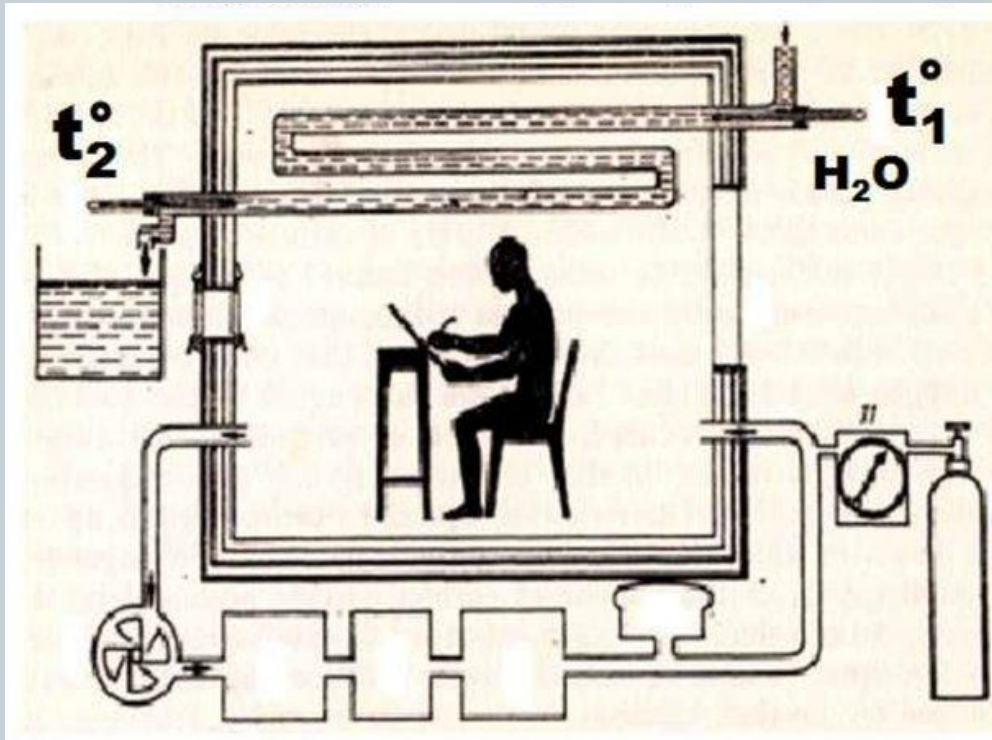


Методы оценки затрат энергии



- 1. Прямая калориметрия** – непосредственное измерение количества выделенного тепла в калориметрической камере
- 2. Непрямая калориметрия** – определение количества энергии по количеству поглощенного кислорода и/или выделенного углекислого газа

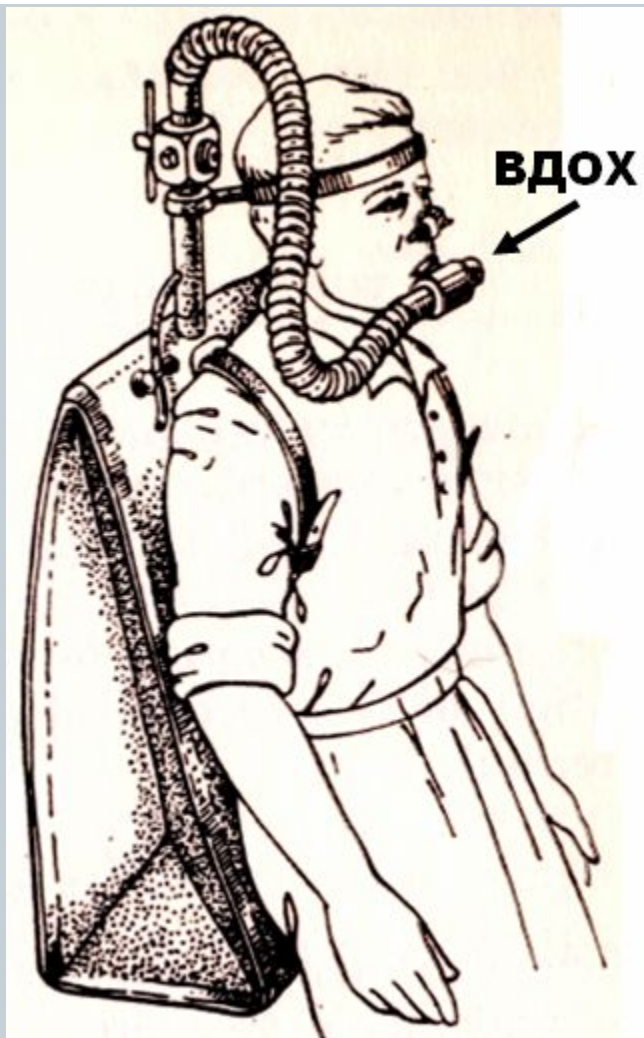
1. Прямая калориметрия



Биокалориметр для исследований расхода энергии у человека

Тепло, выделяемое человеком, нагревает воду, протекающую по трубам, учитывается разница температуры воды

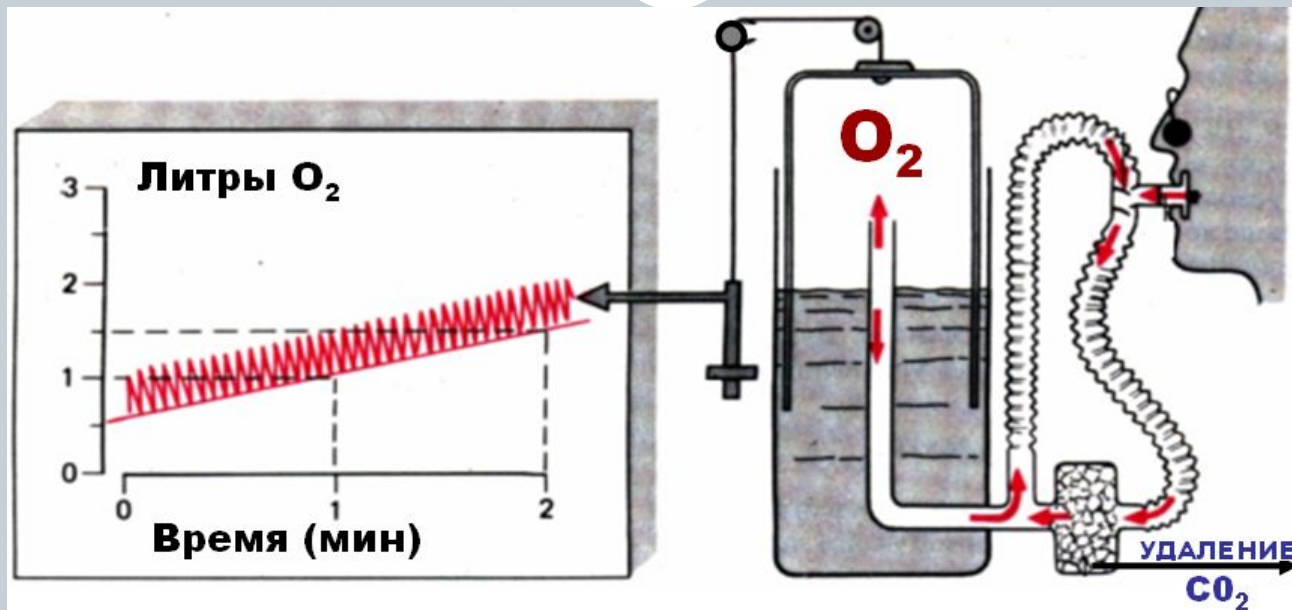
2. Непрямая калориметрия



Метод Дугласа

- В течение 10 - 15 минут сбор выдыхаемого воздуха в специальный мешок.
- Полный газовый анализ выдыхаемого воздуха
- Расчёт дыхательного коэффициента (ДК)
- С помощью ДК по таблице определение калорического эквивалента кислорода (КЭК)
- Расчёт энерготрат (исследование рабочего обмена): $\text{КЭК (ккал/л)} \times \text{объём O}_2 \text{ (л)}$

2. Непрямая калориметрия



Метод А. Крога с неполным газовым анализом

- В течение 2-3 мин измеряется потребление O_2 за минуту, умножается на средний КЭЖ, определяется величина основного обмена

2. Непрямая калориметрия

- **Дыхательный коэффициент (ДК)** — отношение объема выделенного организмом углекислого газа к объему поглощенного за это же время кислорода

При окислении углеводов дыхательный коэффициент равен 1,0, при окислении белка равен 0,8, при окислении жиров — 0,7, средняя величина для смешанной пищи — 0,82 .

- **Калорический эквивалент кислорода (КЭК)**— количество тепла, высвобождающегося в организме при потреблении 1 л кислорода.

| Пищевые вещества | ДК | Энергетические эквиваленты | |
|------------------|------|----------------------------|-------------------------|
| | | кДж /л O ₂ | ккал / л O ₂ |
| Углеводы | 1,00 | 21,1 | 5,05 |
| Жиры | 0,70 | 19,6 | 4,69 |
| Белки | 0,81 | 18,8 | 4,48 |

Баланс энергии



приход энергии/сут

расход энергии/сут

Расход энергии

Общий обмен =
основной обмен +
+ рабочая прибавка

Основной обмен



– минимальное количество энергии, необходимое для обеспечения жизнедеятельности организма.

Эта энергия расходуется на процессы клеточного метаболизма, кровообращение, дыхание, выделение, поддержание температуры тела, функционирование мозга, секрецию эндокринных желез.

Условия определения ОО:

- 1) утро, состояние бодрствования, эмоциональный и физический покой (положение лежа, мышцы расслаблены);
- 2) натощак (через 12-16 часов после приема пищи);
- 3) температура среды около 22 °С (зона температурного комфорта).

Величина основного обмена зависит от пола, возраста, роста, массы тела и составляет **1700 ккал/сут (муж) 1500 ккал/сут (жен)**.

Рабочая прибавка



- это увеличение энергетических затрат организма сверх основного обмена
- Мышечная работа
- Специфически-динамическое действие пищи (увеличение энергозатрат и интенсивности обмена веществ под влиянием приема пищи)
- Эмоциональное возбуждение
- Изменение температуры окружающей среды (энергозатраты на процессы терморегуляции)

Принципы составления пищевого рациона



1. Сбалансированность по калорийности

Калорийность пищевого рациона должна соответствовать энергетическим затратам организма на все виды жизнедеятельности.

Расчет калорийности пищевого рациона с использованием калорических коэффициентов питательных веществ:

Белки: $4,1 \text{ ккал} \times 100\text{г} = 410 \text{ ккал}$

Жиры: $9,3 \text{ ккал} \times 80 \text{ г} = 744 \text{ ккал}$

Углеводы: $4,1 \text{ ккал} \times 400 = 1640 \text{ ккал}$

Итого 2794 ккал



Принципы составления пищевого рациона

2. Сбалансированность по составу

В пищевом рационе должно содержаться оптимальное количество белков, жиров и углеводов, минеральных веществ, витаминов и воды.



Принципы составления пищевого рациона

3. Соблюдение правильного режима приема пищи

Важно правильное
распределение
калорийности рациона
по отдельным приемам
пищи в течение суток в
соответствии с
биоритмами, режимом и
характером труда

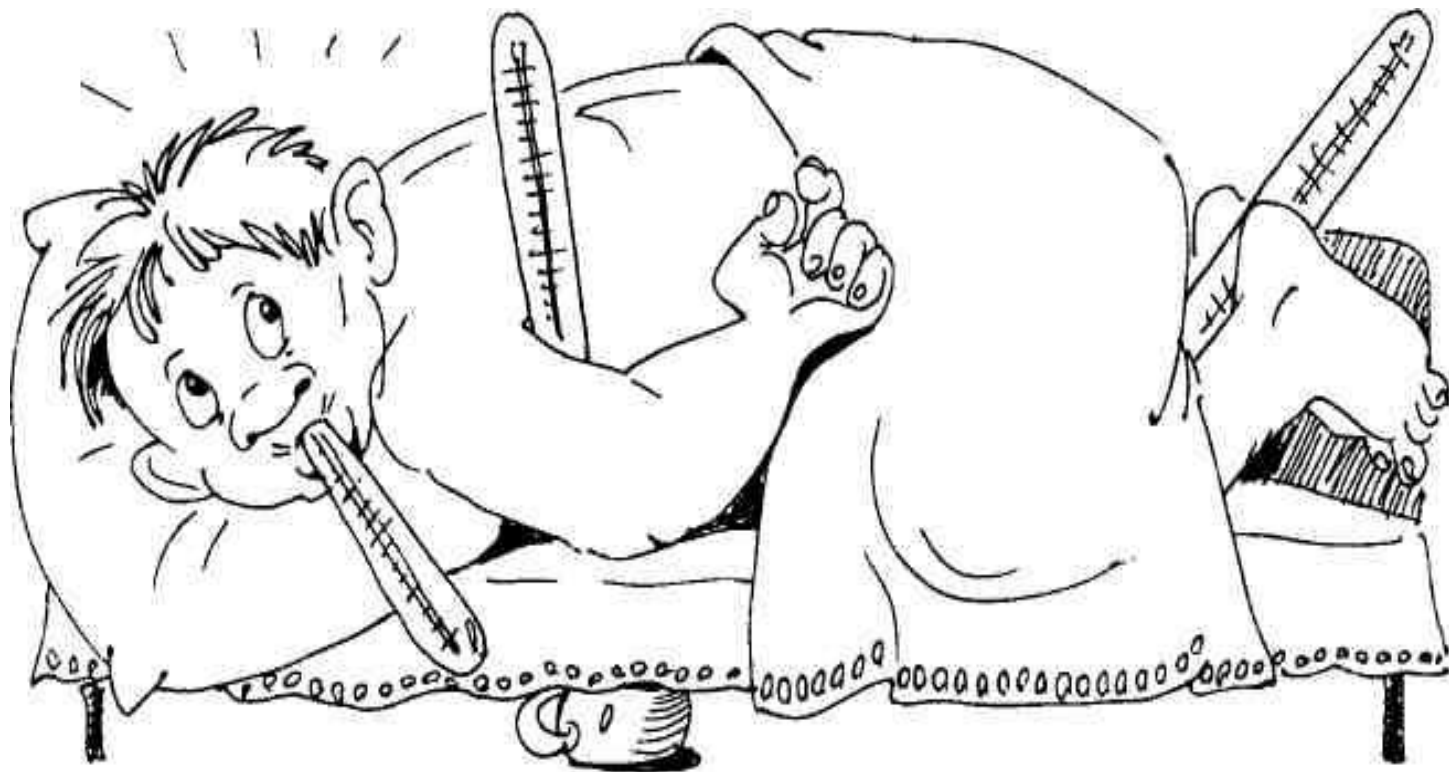


Терморегуляция

— совокупность физиологических процессов, обеспечивающих поддержание относительного постоянства температуры тела в условиях изменения температуры среды.



Температура тела человека 36,5 – 36,9 °C

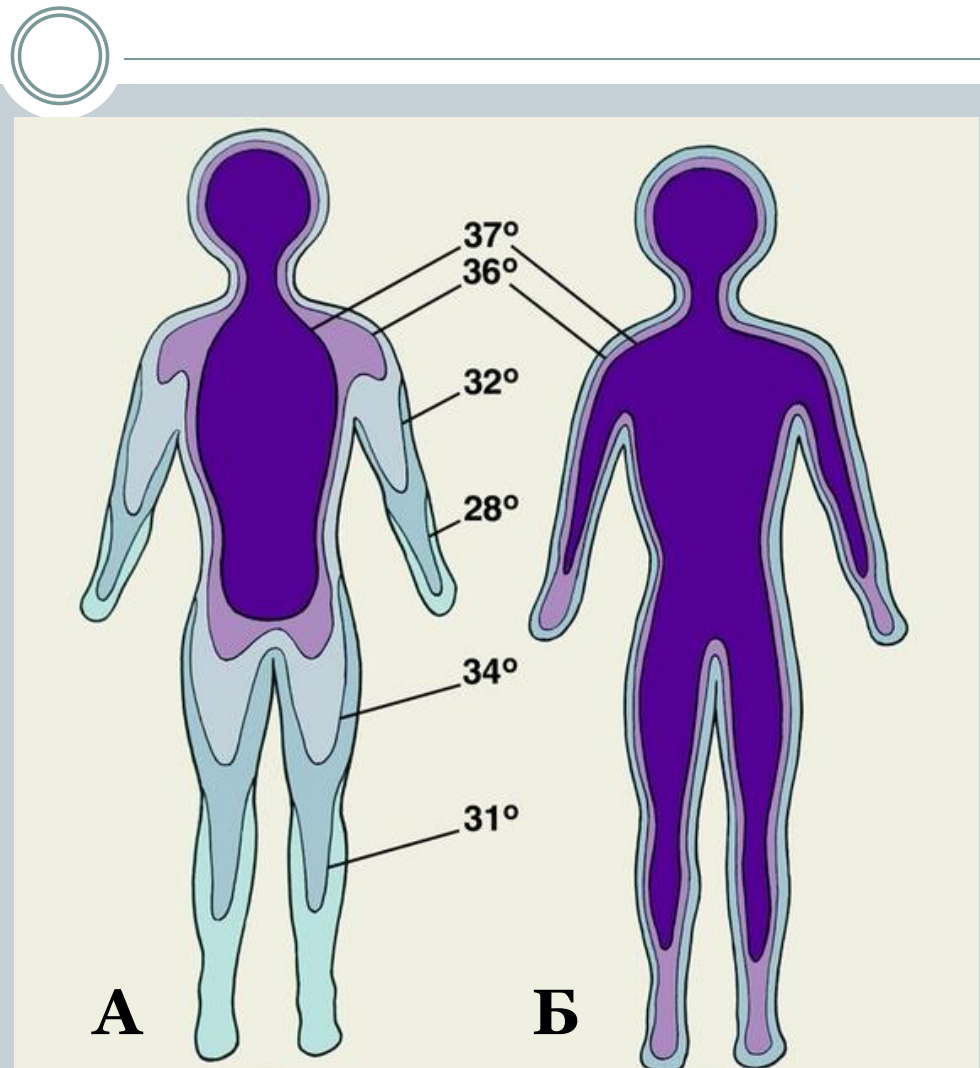


Температура разных участков тела

Распределение температурных зон тела человека:

А - температура среды 20°C

Б - температура среды 35°C



Химическая и физическая терморегуляция

- **Химическая терморегуляция** определяется интенсивностью процессов теплопродукции в тканях организма
- **Физическая терморегуляция** обеспечивается изменением уровня теплоотдачи



Теплопродукция

осуществляется за счёт изменения уровня обмена веществ и образования тепла в организме:

- Мышечная холодовая дрожь (непроизвольная ритмическая активность мышц) - ускоряются окислительные процессы в мышцах, увеличивается теплопродукция.
- Ускорение катаболических процессов обмена веществ - регулируются симпатической нервной системой, гормонами щитовидной железы (тироксин) и мозгового слоя надпочечников (адреналин).



Механизмы теплоотдачи



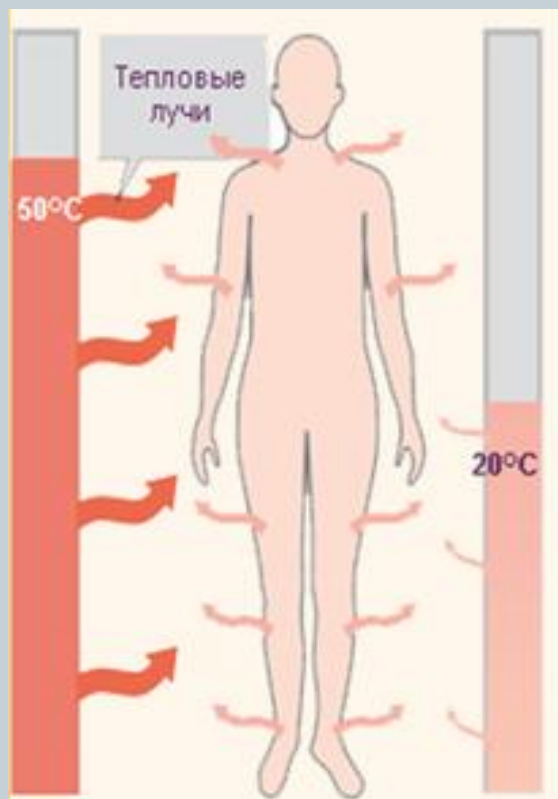
- **Излучение** – отдача тепла в виде инфракрасных волн. Количество тепла зависит от площади поверхности тела и градиента температуры (50–60% тепла).
- **Теплопроводение** – отдача тепла при непосредственном соприкосновении тела с другими объектами. Количество тепла пропорционально разности температур контактирующих тел, площади соприкасающихся поверхностей, времени контакта и теплопроводности.
- **Конвекция** – теплоотдача за счет переноса тепла движущимися частицами воздуха (воды). Количество тепла зависит от разности температур и скорости движения (до 15% тепла).
- **Испарение** – отдача тепловой энергии в окружающую среду за счёт испарения пота или влаги с поверхности кожи и слизистых дыхательных путей (20% тепла).



Механизмы теплоотдачи



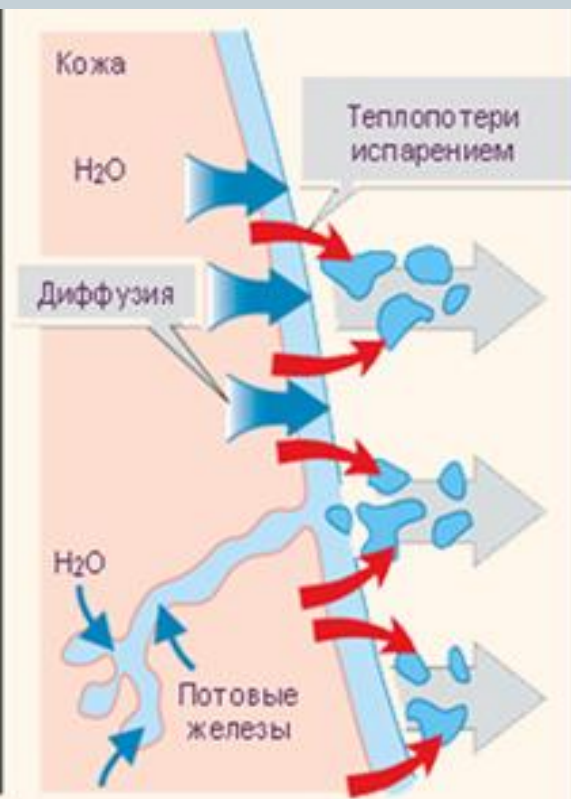
Излучение



Проведение и конвекция

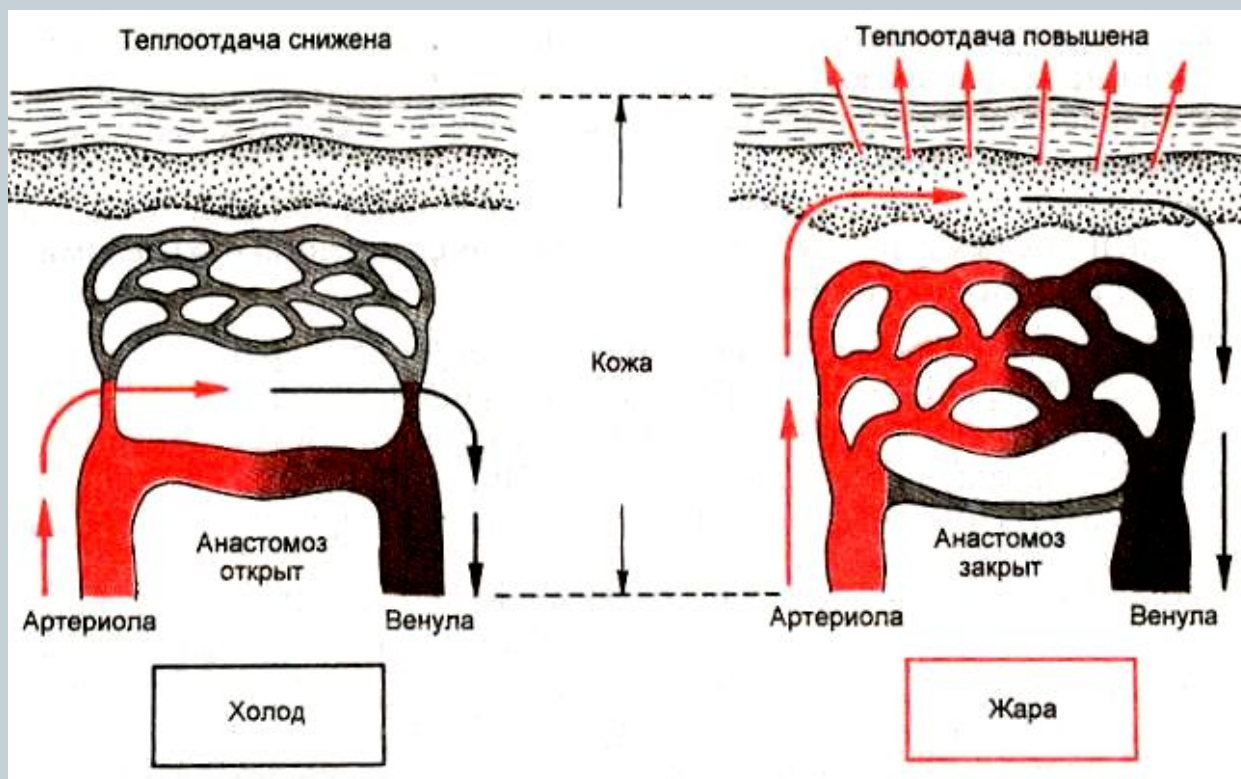


Испарение



Регуляция теплоотдачи

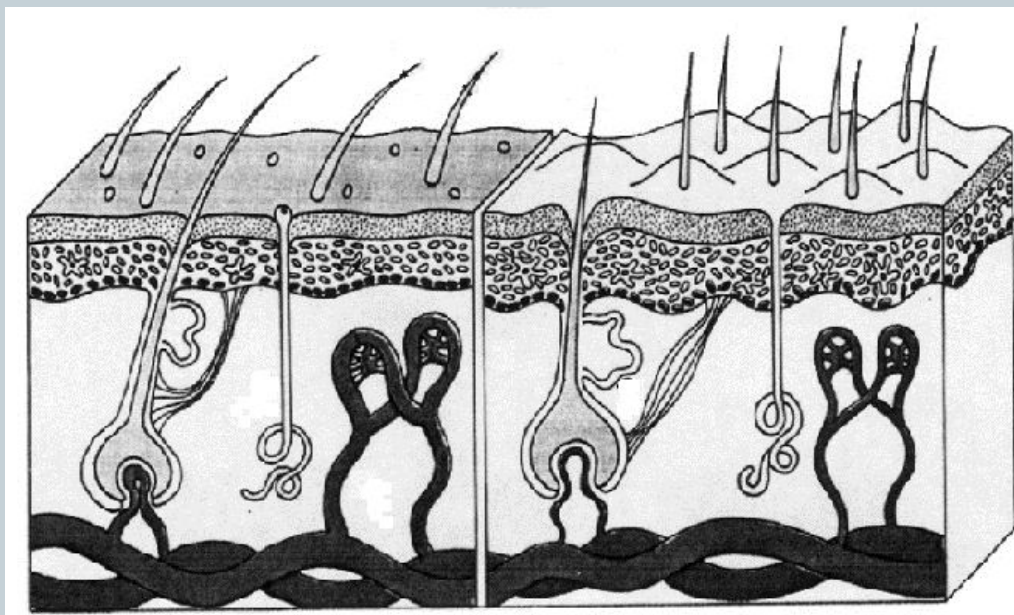
Под влиянием температуры окружающей среды изменяется просвет поверхностных сосудов кожи. При действии высокой температуры сосуды расширяются, при действии низкой - суживаются.



Регуляция теплоотдачи



Процессы конвекции, излучения и испарения зависят от свойств кожного покрова, процесс испарения - от деятельности потовых желез и легочной вентиляции.



А

Б

А - при высокой
окружающей
температуре
Б - при низкой
температуре

Система терморегуляции



1. Терморецепторы

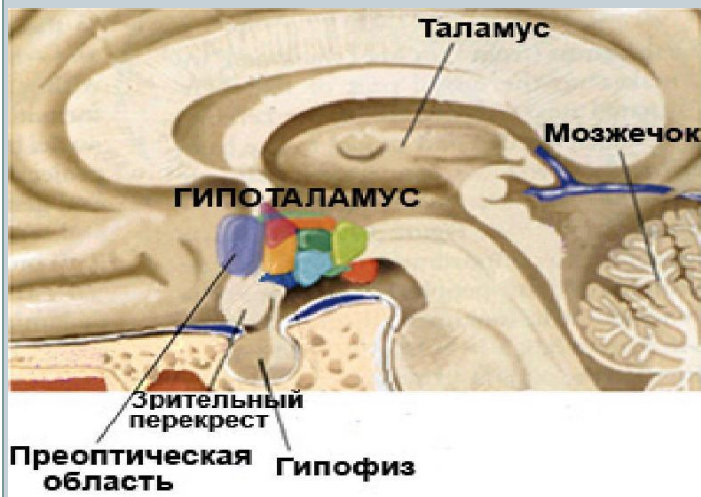
- Периферические - поверхность тела, кровеносные сосуды, внутренние органы, слизистая оболочка полости рта;
 - холодовые
 - тепловые
- Центральные - гипоталамус, ретикулярная формация среднего мозга, шейный и грудной отделы спинного мозга.

2. Центр терморегуляции (гипоталамус):

- Центр теплопродукции
- Центр теплоотдачи

3. Исполнительные органы

Центр терморегуляции



Центр теплопродукции

расположен в ядрах заднего отдела гипоталамуса. Через симпатическую нервную систему, с участием гормонов (адреналина, норадреналина, тироксина) обеспечивает повышение метаболизма, сужение сосудов кожи, терморегуляцию скелетных мышц.

Центр теплоотдачи

содержится в ядрах переднего отдела гипоталамуса. Отсюда идут импульсы, которые расширяют сосуды кожи, повышают потоотделение, снижают теплопродукцию.

Общая схема терморегуляции

