



# Обмен веществ и энергии.

2 м/с 1 до 12.00  
2 м/с 2,3 до 10.30

ГОРБАЧЕВА О.И.


**Обмен веществ (метаболизм)** - совокупность химических реакций в живых организмах, обеспечивающих их рост , развитие, процессы жизнедеятельности

▶ Пластический обмен  
или анаболизм

(ассимиляция )-синтез органических веществ ( углеводы, жиры, белки), с затратой энергии.

▶ Энергетический обмен  
или катаболизм

(диссимиляция)- распад органических веществ, с освобождением энергии. Конечными продуктами распада являются углерод, вода, и АТФ.



Метаболизм СОСТОИТ ИЗ  
процессов  
*анаболизма* И  
*катаболизма*

**Обратите внимание:** не из процессов  
*ассимиляции* и *диссимиляции*

# *Метаболизм*

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



Различают 4 этапа обмена веществ:

1. Гидролиз пищевых веществ в пищеварительном тракте – ферментативное расщепление питательных веществ.
2. Всасывание конечных продуктов гидролиза в кровь и лимфу.
3. Транспорт питательных и  $O_2$  в клетку – внутриклеточный обмен веществ и энергии.
4. Выделение конечных продуктов обмена веществ.

# Клеточная регуляция

- ▶ базируется на особенностях взаимодействия фермента и субстрата. Фермент как биологический катализатор изменяет скорость реакции, соединяясь с субстратом и образуя комплекс фермент - субстрат. После того, как произошли изменения в субстрате, фермент выходит из этого комплекса неповрежденным и начинает новый цикл.

# Гуморальная регуляция

- ▶ Некоторые гормоны непосредственно регулируют синтез или распад ферментов и проницаемость клеточных оболочек, изменяя в клетке содержание субстратов, кофакторов и ионный состав.

# Нервная регуляция

- ▶ осуществляется различными путями:
  - изменением интенсивности функционирования эндокринных желез
- ▶ непосредственной активацией ферментов. Центральная нервная система, действуя на клеточные и гуморальные механизмы регуляции, адекватно изменяет трофику клеток



# Белки (80-100г)

Основной источник белка для организма – белок пищи.

Значение белков :

- ▶ Пластическая роль
- ▶ Энергетическая
- ▶ Двигательная функция ( актин, миозин).
- ▶ Ферментативная функция ( ферменты- белки, обеспечивающие основные функции организма: дыхание, пищеварение, выделение.

Регуляция белкового обмена- Центры регуляции в ядрах гипоталамуса. Симпатическая нервная система усиливает диссимиляцию белка. Парасимпатическая усиливает синтез белки . Усиливают синтез белков – СТГ , трийодтироксин, тироксин .

# Незаменимые аминокислоты

- ▶ Валин (мясо, грибы, молочные и зерновые продукты)
- ▶ Изолейцин (куриное мясо, печень, яйца, рыба)
- ▶ Лейцин (мясо, рыба, орехи)
- ▶ Лизин (рыба, яйца, мясо, фасоль)
- ▶ Метионин (молоко, фасоль, рыба, бобы)
- ▶ Треонин (молочные продукты, яйца, орехи)
- ▶ Триптофан (бананы, финики, курица, молочные продукты)
- ▶ Фенилаланин (говядина, рыба, яйца, молоко)
- ▶ Аргинин (семена тыквы, говядина, свинина, кунжут)
- ▶ Гистидин (говядина, курица, чечевица, лосось)

# Превращение белков в организме



# Регуляция белкового обмена

Центральные механизмы регуляции

Гипоталамус

Гипофиз

Щитовидная железа

Надпочечники

Поджелудочная железа

Глюкокортикоиды

В печени

Мышцы,  
лимфоидная  
ткань

Парасимпатические влияния

Соматотропный  
гормон

Тиреоидные гормоны

Инсулин

Симпатические влияния

Анаболизм

Катаболизм

# Жиры (80-100г)

- ▶ Пластическая,
- ▶ энергетическая роль .

Жиры всасываются из кишечника в лимфу и кровь в виде глицерина и жирных кислот (образуя мицеллы с желчными кислотами).

- ▶ Регуляция осуществляется гипоталамусом. Распад жиров происходит под действием адреналина, норадреналина СТГ, и тироксина. Раздражение симпатической нервной системы – усиливает распад жира . Парасимпатическая – способствует отложению жира.

# Превращение жиров в организме

**Жир пищи (триглицериды)**

**ПИЩЕВОЙ КАНАЛ**

**Жирные кислоты  
с короткой  
цепочкой**

**Глицерин**

**Жирные кислоты  
с длинной  
цепочкой**

**КРОВЬ**

**ЛИМФ**

**A**

**Триглицериды в  
виде  
хиломикронов**

**ПЕЧЕНЬ**

**СЕРДЦЕ**

**Депозит**

**Жировые  
депозиты**

# Углеводы (400-500г)

- ▶ Основной источник энергии поступают в виде ди-полисахаридов, всасываются в виде моносахаридов. В печени из глюкозы синтезируется гликоген. При уменьшении глюкозы крови – усиливается распад гликогена печени.
- ▶ Регуляция обмен углеводов: Гипергликемия вызывает раздражение гипоталамуса и коры головного мозга, реализация влияния через вегетативные нервы. Симпатическая нервная система усиливает распад гликогена-гликолиз. Парасимпатическая нервная система усиливает синтез гликогена из глюкозы-гликогенез.

# Обмен углеводов в организме





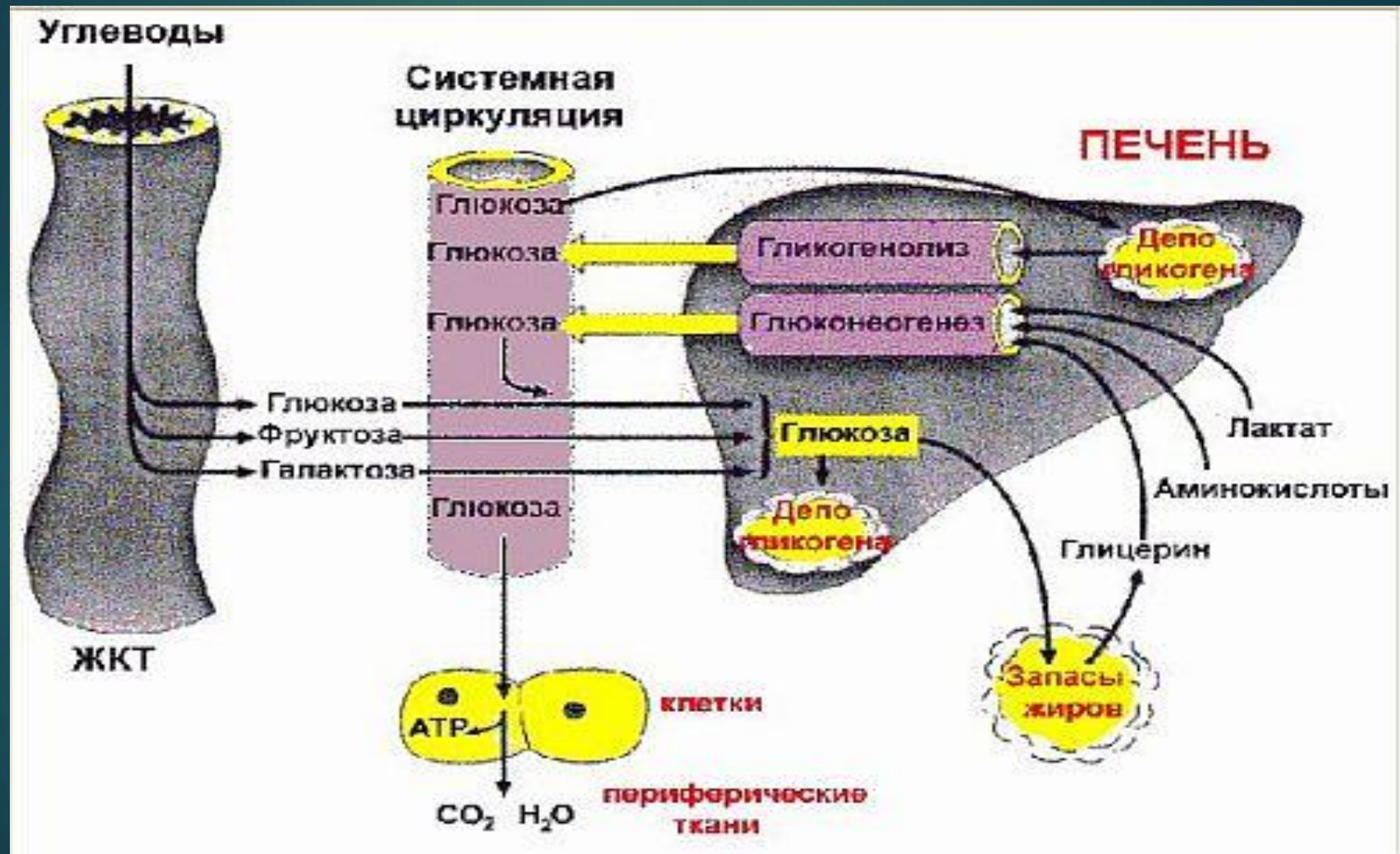
- ▶ При условии, что все энергетические расходы возобновляются за счет углеводов и жиров, то есть при безбелковой диете, за сутки разрушается приблизительно 331 мг белка на 1 кг массы тела. Для человека массой 70 кг это составляет 23,2 г. Эту величину М. Рубнер назвал *«коэффициентом изнашивания»*.

# АЗОТИСТЫЙ БАЛАНС

Соотношение количества азота, поступившего с пищей и выделенного с мочой и потом, называется азотистым балансом.

- ▶ Белковый коэффициент - это то количество белка, при расщеплении которого образуется 1 грамм азота. Он равен 6,25 г.
- ▶ Позитивный азотистый баланс - когда белков поступает больше чем выводится.
- ▶ Негативный азотистый баланс - когда белков поступает меньше чем выводится.
- ▶ Азотистое равновесие - когда азота с белками поступает столько же, сколько и выводится.

# Схема гомеостаза ГЛЮКОЗЫ



# СТАНДАРТНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНОГО ОБМЕНА:

Основной обмен – минимальный уровень энергозатрат для поддержания жизнедеятельности организма в условиях относительно полного физического и эмоционального покоя.

- ▶ Утром, натощак.
- ▶ При температуре 25-28 градусов по Цельсию.
- ▶ В состоянии полного физического и психического покоя, лежа на спине.

# Методы определения основного обмена

- ▶ Метод прямой калориметрии с полным газовым анализом.
- ▶ Метод непрямой калориметрии с полным газовым анализом.
- ▶ Метод непрямой калориметрии с неполным газовым анализом.

# Значение воды для организма

- ▶ Участие в обменных процессах (реакции гидролиза, окисления и т.д.);
- ▶ Способствует выведению конечных продуктов обмена;
- ▶ Обеспечивает поддержку температурного гомеостаза;
- ▶ Механическая роль (уменьшает трение между внутренними органами, суставными поверхностями и т.д.);
- ▶ Универсальный растворитель.

# Витамины (vita - жизнь)

- ▶ Биологически активные вещества, синтезирующиеся в организме или поступающие с пищей, которые в малых количествах необходимы для нормального обмена веществ и жизнедеятельности организма

**Гиповитаминоз** – нехватка витамина

**Гипервитаминоз** – избыток витамина

**Авитаминоз** – отсутствие витамина в организме

# Витамины

Жирорастворимые

A  
D  
E  
K

Водорастворимые

C  
Витамины  
группы  
B



Витамин	Функции	Проявление гипо- или авитаминоза	Источники получения
А	Необходим для нормального роста и развития эпителиальной ткани, улучшает зрение в сумерках	<i>Куриная слепота</i> - нарушение сумеречного зрения. Кожа становится сухой	Печень трески, окуня, сливочное масло, морковь, помидоры, абрикосы
D	Участвует в кальциевом обмене. Необходим для образования костей и зубов	<i>Рахит</i> – деформация костей, нарушения нервной системы, раздражительность, слабость	Рыбий жир, яичный желток, сливочное масло, молоко. Синтезируется в коже под действием УФ лучей

Группа В	Влияют на работу мышечной и нервной системы	При недостатке В <sub>1</sub> – бери-бери (судороги и паралич)	Хлеб, фрукты, пивные дрожжи, мясо, печень, молоко
С (аскорбиновая кислота)	Участвует в обменных процессах, образовании здоровой кожи, укреплении сосудов	Цинга – набухают и кровоточат дёсны, выпадают зубы, слабость, головокружения, подверженность инфекциям	Овощи, фрукты, ягоды, квашеная капуста

# ПРИХОД И РАСХОД ЭНЕРГИИ

- ▶ Приход энергии определяют сжиганием пищевых веществ и определением содержания в пищевых продуктах белков, жиров и углеводов.
- ▶ Энергетическая ценность питательных веществ.

При сжигании в калориметрической бомбе Бергло:

- ▶ 1 г белка выделяется 5,6 ккал тепла;
- ▶ 1 г углеводов – 4,1 ккал тепла;
- ▶ 1 г жиров – 9,3 ккал тепла.

**При аэробном окислении в организме:**

- ▶ 1 г белка выделяется 4,1 ккал тепла, т.к. окисляются в организме не полностью;
- ▶ 1 г углеводов – 4,1 ккал тепла;
- ▶ 1 г жиров – 9,3 ккал тепла.

# Расчет потребляемой энергии

$$Q = 4,1 \text{ (ккал/г)} \cdot \text{Б (г)} \cdot 1 + 9,3 \text{ (ккал/г)} \cdot \text{Ж (г)} \cdot 1 + 4,1 \text{ (ккал/г)} \cdot \text{У (г)} \cdot 4$$

\*В рационе должны быть сбалансированы **белки, жиры и углеводы**. Среднее соотношение их массы составляет **1 : 1,2 : 4,6** или **1:1:4**

\*Полученный результат следует оценивать с поправкой на усвоение, в среднем составляющей 90%.

# Сбалансированное питание

- ▶ Сбалансированное питание характеризуется оптимальным соответствием количества и соотношений всех компонентов пищи физиологическим потребностям организма.
- ▶ 1. В рационе должны быть сбалансированы **белки, жиры и углеводы**. Среднее соотношение их массы составляет **1:1,2:4,6**
- ▶ **или 1:1:4**
- ▶ У детей: 3 мес – 1:**3:6**, 6 мес – 1:2:5, старше 1 года – 1:1,2:4,6
- ▶ У пожилых – 1:0,8:3,5
- ▶ 2. Наличие витаминов, минералов.
- ▶ 3. Регулярный прием в одно и тоже время суток дробно. Завтрак –30%, обед – 50%, ужин – 20%. Более рационально 5-6 разовое питание.

# Должная масса тела

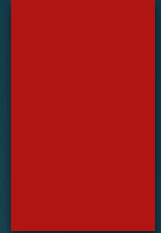
у людей в возрасте от 20 до 60 лет

Характеризуется индексом массы тела  
(ИМТ) = индекс Кетле

$$\text{ИМТ} = \text{Масса тела (кг)} / \text{рост}^2 \text{ (м)}$$

*Норма ИМТ = 18,5 - 25,0*

# Терморегуляция



- ▶ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ – физиологический процесс, обеспечивающий поддержание постоянной температуры в организме теплокровных животных и человека.
- ▶ Постоянство температуры – результат саморегуляции организма, необходимой для нормальной жизнедеятельности. Температура тела зависит от теплопродукции и теплоотдачи.

# Типы терморегуляции

## Гомойотермные

способность живого существа сохранять постоянную температуру тела, независимо от температуры окружающей среды.

## Пойкилотермные

эволюционная адаптация вида или (в медицине и физиологии) состояние организма, при котором температура тела живого существа меняется в широких пределах в зависимости от температуры внешней среды.

## Гетеротермные

Гомойотермные животные, температура тела которых может понижаться при впадении в спячку или оцепенение



# Механизмы Терморегуляции

## Химическая терморегуляция

- ▶ 1) повышение процессов тканевого обмена, интенсивное окисление белков, жиров и углеводов с образованием тепла
- ▶ 2) повышение уровня гормонов щитовидной железы и надпочечников, усиливающих основной обмен и теплообразование

## Физическая терморегуляция


- ▶ 1) расширение кровеносных сосудов кожи
- ▶ 2) увеличение притока крови в сосуды кожи
- ▶ 3) усиление потоотделения
- ▶ 4) учащение дыхания и испарение воды через легкие, что позволяет организму отдавать излишек тепла

# Химическая терморегуляция

- ▶ Теплообразование связано с обменом веществ, с окислением белков, жиров и углеводов. Это экзотермические реакции.
- ▶ Образование тепла в разных органах:
- ▶ В мышцах – 60-70%.
- ▶ В печени, органах ЖКТ – 20-30%.
- ▶ В почках и других органах – 10-20%.

# Физическая терморегуляция

- ▶ Пути теплоотдачи:
- ▶ Теплопроводение (при соприкосновении с другими предметами).
- ▶ Конвекция – перенос тепла циркулирующим воздухом.
- ▶ Теплоизлучение (радиация) – излучение тепла инфракрасного диапазона.
- ▶ Испарение (со слизистых, через легкие, потоотделение)



Изотермия – постоянство температуры тела и внутренней среды организма.

Изотермия является одним из важнейших показателей гомеостаза

- ▶ Постоянство температуры тела обеспечивается функциональной системой, включающей ряд органов продуцирующих тепло, так и структуры, обеспечивающие теплоотдачу, а также механизмы, регулирующие их деятельность.

# Регуляция изотермии

Терморепцепторы:

- ▶ Периферические (кожа, слизистые, органы ЖКТ).
  - холодовые рецепторы (колбочки Краузе)
  - тепловые рецепторы (тельца Руффини)
- ▶ Центральные (гипоталамус, средний мозг, кора больших полушарий)

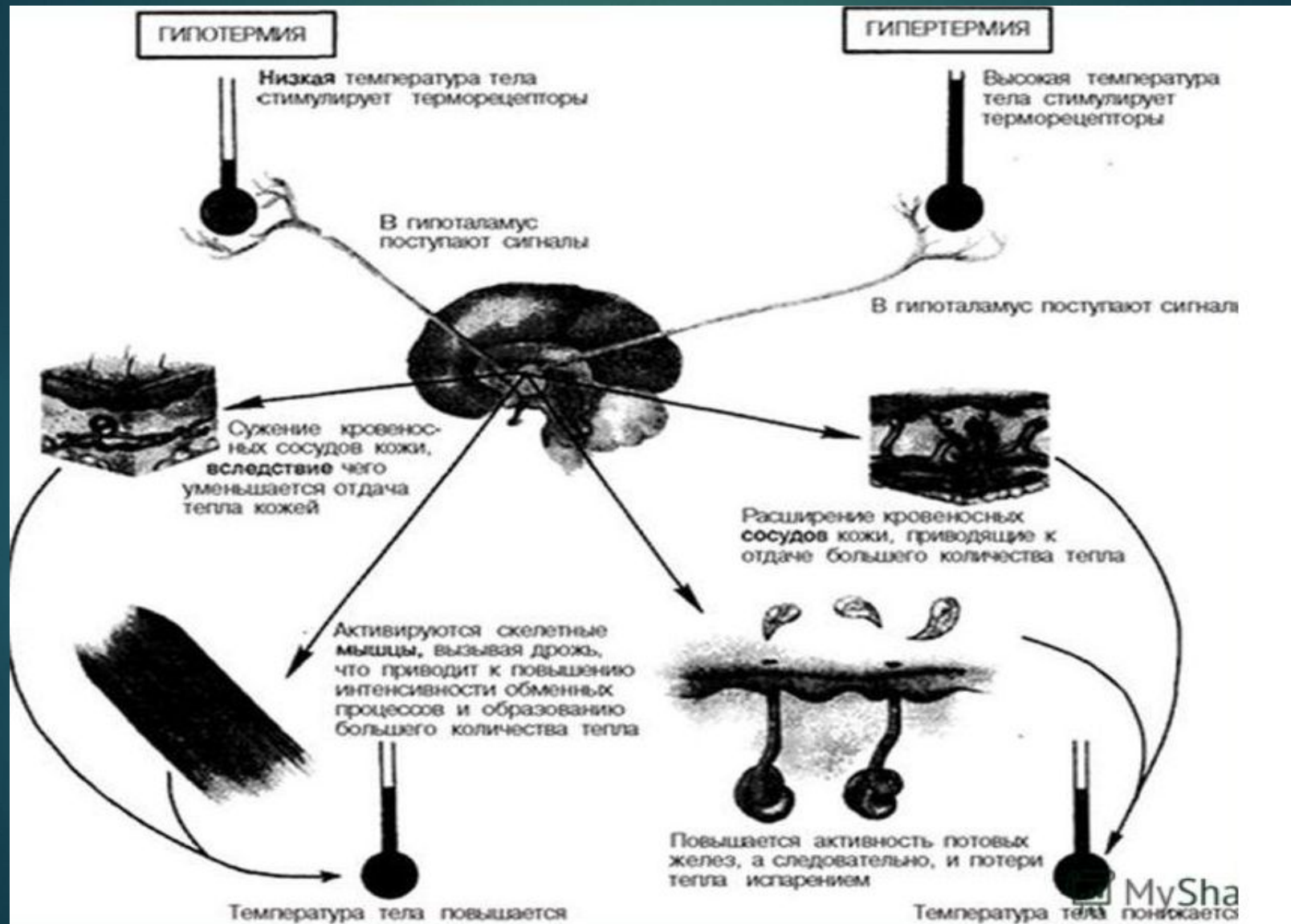
Передние ядра гипоталамуса контролируют физическую терморегуляцию.

Задние ядра гипоталамуса контролируют химическую терморегуляцию.

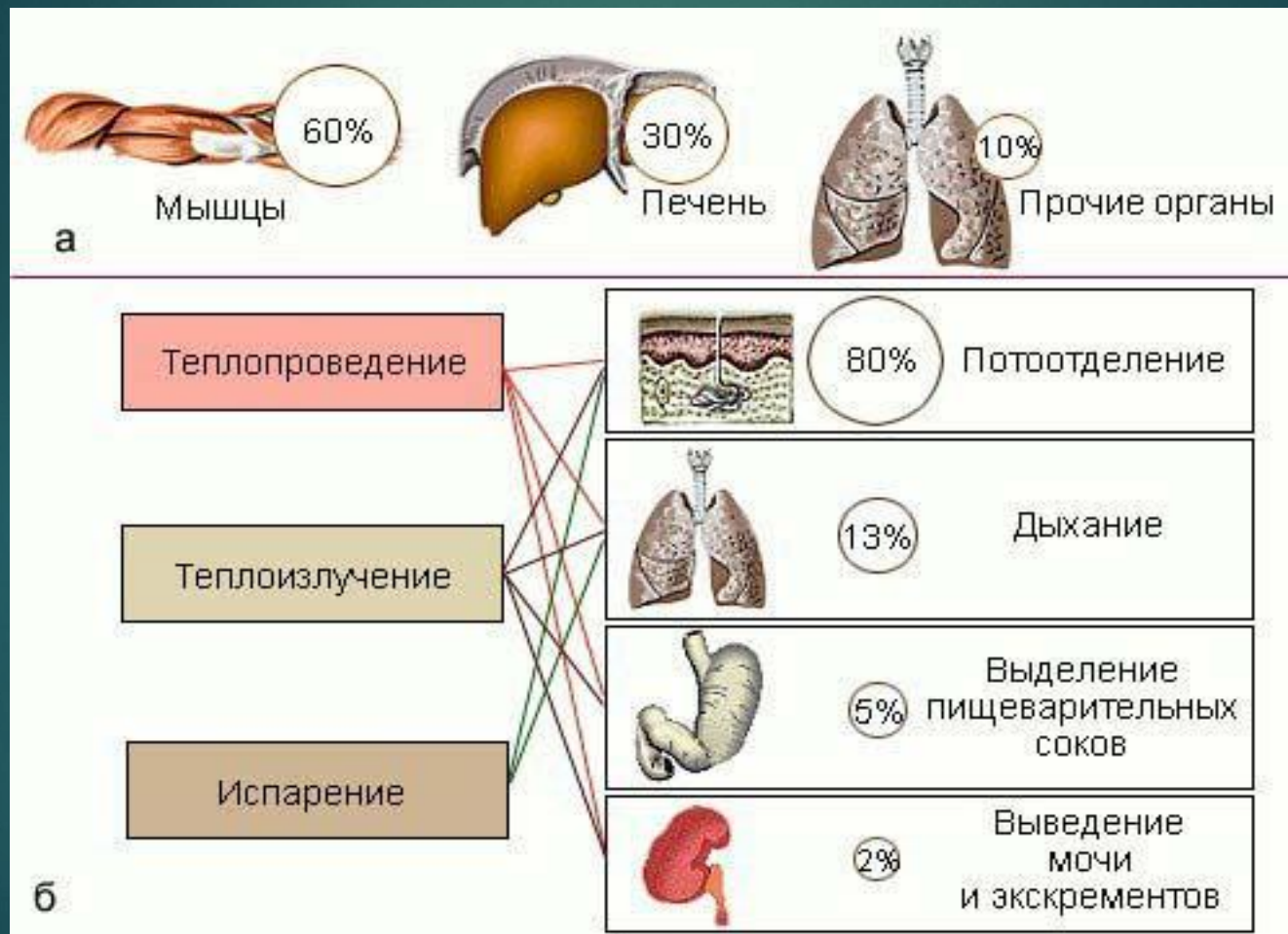
Гуморальная регуляция осуществляется гормонами ЖВС (щитовидной, гипофиза, надпочечников, половых желез).

Гормоны: АКТГ, соматотропин, тироксин, адреналин, норадреналин, половые гормоны

# Механизм терморегуляции

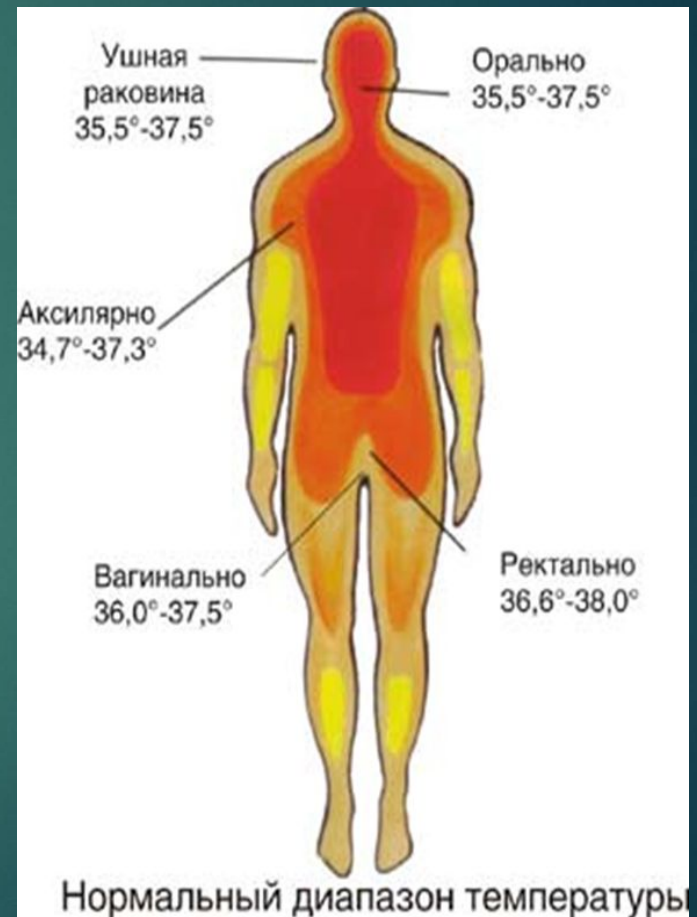


# Пути теплопродукции (а) и теплоотдачи (б)



# Температура тела человека

- ▶ Температура отдельных участков тела человека различна. Наиболее низкая температура кожи отмечается на кистях и стопах, наиболее высокая — в подмышечной впадине. У здорового человека температура в этой области равна  $36\text{—}37^\circ\text{C}$ . В течение суток наблюдаются небольшие подъемы и спады температуры тела человека в соответствии с суточным биоритмом: минимальная температура отмечается в  $2\text{—}4$  ч ночи, максимальная — в  $16\text{—}19$  ч.
- ▶ Температура мышечной ткани в состоянии покоя и работы может колебаться в пределах  $7^\circ\text{C}$ . Температура внутренних органов зависит от интенсивности обменных процессов. Наиболее интенсивно обменные процессы протекают в печени, температура в тканях печени равна  $38\text{—}38,5^\circ\text{C}$ . Температура в прямой кишке составляет  $37\text{—}37,5^\circ\text{C}$ . Однако она может колебаться в пределах  $4\text{—}5^\circ\text{C}$  в зависимости от наличия в ней каловых масс, кровенаполнения ее слизистой и других причин.





# ЗАДАНИЕ 1. Заполнить таблицу

СРАВНЕНИЕ АНАБОЛИЗМА И КАТАБОЛИЗМА		
ПРИЗНАКИ ДЛЯ СРАВНЕНИЯ	АНАБОЛИЗМ	КАТАБОЛИЗМ
ЗАДАЧА ПРОЦЕССА		
ХИМИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ		
ЭНЕРГИЯ		
АТФ		

**ЗАДАНИЕ 2.** Перечертить схемы СЛАЙД 9, СЛАЙД 12, СЛАЙД 14, СЛАЙД 38.

**ЗАДАНИЕ 3.** От чего зависят физиологические колебания температуры тела?

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**