

**ОГОБУ СПО „Костромской областной медицинский колледж им. Героя Советского Союза С.А. Богомолова“**

# **Обмен веществ и энергии в организме человека.**

**Специальность: „Лечебное дело“**

**группа Ф-211**

**Обмен веществ и энергии, или метаболизм,**— совокупность химических и физических превращений веществ и энергии, происходящих в живом организме и обеспечивающих его жизнедеятельность. Обмен веществ и энергии составляет единое целое и подчиняется закону сохранения материи и энергии.

ОВ = ассимиляция+диссимиляция.

**Ассимиляция** (анаболизм) — процесс усвоения организмом веществ, при котором расходуется энергия.

**Диссимиляция** (катаболизм) — процесс распада сложных органических соединений, протекающий с высвобождением энергии.

Источник E для человека - **окисление** органических веществ, поступающих с пищей.

При расщеплении пищевых продуктов до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ,— выделяется **энергия**:

- **переходит** в механическую работу мышц,
- **используется** для синтеза более сложных соединений
- **накапливается** в макроэргических соединениях.

**Макроэргическими соединениями** называют вещества, расщепление которых сопровождается выделением большого количества энергии. У человека - **аденозинтрифосфорная кислота (АТФ)** и **креатинфосфат (КФ)**.

# ОБМЕН БЕЛКОВ.

**Белки** (протеины) - высокомолекулярные соединения, построенные из аминокислот.

Функции:

1. **Структурная (пластическая)**, - главной составной частью всех клеток и межклеточных структур.
2. **Каталитическая (ферментная)** - способность ускорять биохимические реакции в организме.
3. **Защитная функция** белков проявляется в образовании иммунных тел (антител) при поступлении в организм чужеродного белка (например, бактерий). Кроме того, белки связывают токсины и яды, попадающие в организм, и обеспечивают свертывание крови и остановку кровотечения при ранениях.

4. **Транспортная** - перенос веществ.
5. **передача наследственных свойств**, в которой ведущую роль играют нуклеопротеиды.
6. **Регуляторная функция** - поддержание биологических констант в организме.
7. **Энергетическая** - в обеспечении энергией всех жизненных процессов в организме животных и человека. При окислении 1 г белка в среднем освобождается энергия, равная 16,7 кДж (4,0 ккал).

## Потребность в белках.

В организме постоянно происходит распад и синтез белков. Единственным источником синтеза нового белка являются белки пищи. В пищеварительном тракте белки расщепляются ферментами до **аминокислот** и в тонком кишечнике происходит их всасывание. Из аминокислот и простейших пептидов клетки синтезируют собственный белок, который характерен только для данного организма. Белки не могут быть заменены другими пищевыми веществами, так как их синтез в организме возможен только из аминокислот. Вместе с тем белок может замещать собой жиры и углеводы, т. е. использоваться для синтеза этих соединений.

## **Биологическая ценность белков.**

Аминокислоты, которые не могут синтезироваться в организме человека - **незаменимые**. - поступают в организм с пищей в готовом виде. К ним относятся: **валин, метионин, треонин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, триптофан и лизин**, а у детей еще **аргинин и гистидин**. Недостаток незаменимых кислот в пище приводит к нарушениям белкового обмена в организме. **Заменимые** аминокислоты в основном синтезируются в организме.

Белки, содержащие весь необходимый набор аминокислот, **биологически полноценные**. Н-р мясо, птица, рыба, соевые бобы, зародыши злаков. **Биологически неполноценными** - белки, в составе которых отсутствует хотя бы 1 незаменимая ак. Н-р, белки кукурузы, пшеницы, ячменя.

**Азотистый баланс** между количеством азота, содержащегося в пище человека, и его уровнем в выделениях.

**Азотистое равновесие** — состояние, при котором количество выведенного азота равно количеству поступившего в организм. Азотистое равновесие наблюдается у здорового взрослого человека.

**Положительный азотистый баланс** — состояние, при котором количество азота в выделениях организма значительно меньше, чем содержание его в пище, то есть наблюдается задержка азота в организме. Положительный азотистый баланс отмечается у детей в связи с усиленным ростом, у женщин во время беременности, при усиленной спортивной тренировке, приводящей к увеличению мышечной ткани, при заживлении массивных ран или выздоровлении после тяжелых заболеваний.



**Азотистый дефицит** (отрицательный азотистый баланс) отмечается тогда, когда количество выделяющегося азота больше содержания его в пище, поступающей в организм. Отрицательный азотистый баланс наблюдается при белковом голодании, лихорадочных состояниях, нарушениях нейроэндокринной регуляции белкового обмена.

## **Распад белка и синтез мочевины.**

Важнейшими азотистыми продуктами распада белков, которые выделяются с мочой и потом, являются **мочевина, мочевая кислота и аммиак.**

# ОБМЕН ЖИРОВ.

**Жиры** делят на простые липиды (нейтральные жиры, воски), сложные липиды (фосфолипиды, гликолипиды, сульфолипиды) и стероиды (холестерин и др.). Основная масса липидов представлена в организме человека **нейтральными жирами**. Нейтральные жиры пищи человека являются важным источником энергии. При окислении 1 г жира выделяется 37,7 кДж (9,0 ккал) энергии.

Суточная потребность взрослого человека в нейтральном жире составляет 70—80 г, детей 3—10 лет — 26—30 г.

Нейтральные жиры в энергетическом отношении могут быть заменены углеводами. Однако есть ненасыщенные жирные кислоты — **линолевая, линоленовая и арахидоновая**, которые должны обязательно содержаться в пищевом рационе человека, их называют **незаменимыми жирными кислотами**.

Нейтральные жиры, входящие в состав пищи и тканей человека, представлены главным образом триглицеридами, содержащими жирные кислоты — пальмитиновую, стеариновую, олеиновую, линолевую и линоленовую.

В обмене жиров важная роль принадлежит печени. **Печень — основной орган, в котором происходит образование кетоновых тел (бета-оксимасляная, ацетоуксусная кислоты, ацетон). Кетоновые тела используются как источник энергии.**

Фосфо- и гликолипиды входят в состав всех клеток, но главным образом в состав нервных клеток. Печень является практически единственным органом, поддерживающим уровень фосфолипидов в крови. Холестерин и другие стероиды могут поступать с пищей или синтезироваться в организме. Основным местом синтеза холестерина является печень.

В жировой ткани нейтральный жир депонируется виде **триглицеридов**.

**Образование жиров из углеводов.**

Избыточное употребление углеводов с пищей приводит к отложению жира в организме. В норме у человека 25—30% углеводов пищи превращается в жиры.

Образование жиров из белков. Белки являются пластическим материалом. Только при чрезвычайных обстоятельствах белки используются для энергетических целей. Превращение белка в жирные кислоты происходит через образование углеводов.

## **ОБМЕН УГЛЕВОДОВ.**

Биологическая роль углеводов для организма человека определяется прежде всего их энергетической функцией. Энергетическая ценность 1 г углеводов составляет 16,7 кДж (4,0 ккал). Углеводы являются непосредственным источником энергии для всех клеток организма, выполняют пластическую и опорную функции

Суточная потребность взрослого человека в углеводах составляет около 0,5 кг. Основная часть их (около 70%) окисляется в тканях до воды и углекислого газа. Около 25—28% пищевой глюкозы превращается в жир и только 2—5% ее синтезируется в гликоген — резервный углевод организма.

Единственной формой углеводов, которая может всасываться, являются **моносахара**. Они всасываются главным образом в тонком кишечнике, током крови переносятся в печень и к тканям.

В печени из глюкозы синтезируется **гликоген**. Этот процесс носит название **гликогенеза**. Гликоген может распадаться до глюкозы. Это явление называют **гликогенолизом**. В печени возможно новообразование углеводов из продуктов их распада (пировиноградной или молочной кислоты), а также из продуктов распада жиров и белков (кетокислот), что обозначается как **гликонеогенез**. Гликогенез, гликогенолиз и гликонеогенез — тесно взаимосвязанные и протекающие в печени процессы, обеспечивающие оптимальный **уровень сахара крови**.

**В мышцах**, так же как и в печени, синтезируется гликоген. Распад гликогена является одним из источников энергии мышечного сокращения. При распаде мышечного гликогена процесс идет до образования **пировиноградной и молочной кислот**. Этот процесс называют **гликолизом**. В фазе отдыха из молочной кислоты в мышечной ткани происходит *ресинтез гликогена*.

**Головной мозг** содержит небольшие запасы углеводов и нуждается в постоянном поступлении глюкозы. Глюкоза в тканях мозга преимущественно окисляется, а небольшая часть ее превращается в молочную кислоту. Энергетические расходы мозга покрываются исключительно за счет углеводов. Снижение поступления в мозг глюкозы сопровождается изменением обменных процессов в нервной ткани и нарушением функций мозга.



**Образование углеводов из белков и жиров (гликонеогенез).** В результате превращения аминокислот образуется **пировиноградная кислота**, при окислении жирных кислот — **ацетилкоэнзим А**, который может превращаться в пировиноградную кислоту — предшественник глюкозы. Это наиболее важный общий путь биосинтеза углеводов.

Между двумя основными источниками энергии — **углеводами и жирами** — существует тесная физиологическая взаимосвязь. Повышение содержания глюкозы в крови увеличивает биосинтез триглицеридов и уменьшает распад жиров в жировой ткани. В кровь меньше поступает свободных жирных кислот. Если возникает гипогликемия, то процесс синтеза триглицеридов тормозится, ускоряется распад жиров и в кровь в большом количестве поступают свободные жирные кислоты.

# ВОДНО-СОЛЕВОЙ ОБМЕН.

Все химические и физико-химические процессы, протекающие в организме, осуществляются в водной среде.

Функции воды в орг-ме:

- 1) служит растворителем продуктов питания и обмена;
- 2) переносит растворенные в ней вещества;
- 3) ослабляет трение между соприкасающимися поверхностями в теле человека;
- 4) участвует в регуляции температуры тела за счет большой теплопроводности, большой теплоты испарения.

Общее содержание воды в организме взрослого человека составляет 50—60% от его массы, то есть достигает 40—45 л.

# Вода

**Внутриклеточная (интрацеллюлярная) (72%) и**

**Внеклеточная (экстрацеллюлярная) (28%).** - в сосудистом русле (в составе крови, лимфы, цереброспинальной жидкости) и межклеточном пространстве.

В. поступает в организм

- через пищеварительный тракт в виде жидкости или воды, содержащейся в плотных пищевых продуктах.
- образуется в самом организме в процессе обмена веществ.

При избытке - общая **гипергидратация** (водное отравление), Потеря 10% воды приводит к состоянию **дегидратации** (обезвоживание), потеря 20% воды - смерть.

Вместе с водой в организм поступают и минеральные вещества (соли). Около 4% сухой массы пищи должны составлять **минеральные соединения**.

Важной функцией электролитов является участие их в ферментативных реакциях.

**Натрий** обеспечивает постоянство осмотического давления внеклеточной жидкости, участвует в создании биоэлектрического мембранного потенциала, в регуляции кислотно-основного состояния.

**Калий** обеспечивает осмотическое давление внутриклеточной жидкости, стимулирует образование ацетилхолина. Недостаток ионов калия тормозит анаболические процессы в организме.

**Хлор** является также важнейшим анионом внеклеточной жидкости, обеспечивая постоянство осмотического давления.

**Кальций и фосфор** находятся в основном в костной ткани (свыше 90%). Содержание кальция в плазме и крови является одной из биологических констант, так как даже незначительные сдвиги в уровне этого иона могут приводить к тяжелейшим последствиям для организма. **Снижение уровня кальция** в крови вызывает непроизвольные сокращения мышц, судороги, и вследствие остановки дыхания наступает смерть. **Повышение содержания кальция** в крови сопровождается уменьшением возбудимости нервной и мышечной тканей, появлением парезов, параличей, образованием почечных камней. Кальций необходим для построения костей, поэтому он должен поступать в достаточном количестве в организм с пищей.

**Фосфор** участвует в обмене многих веществ, так как входит в состав макроэргических соединений (например, АТФ). Большое значение имеет отложение фосфора в костях.

**Железо** входит в состав гемоглобина, миоглобина, ответственных за тканевое дыхание, а также в состав ферментов, участвующих в окислительно-восстановительных реакциях.

Недостаточное поступление в организм железа нарушает синтез гемоглобина. Уменьшение синтеза гемоглобина ведет к **анемии** (малокровию). Суточная потребность в железе взрослого человека составляет 10—30 мкг.

**Йод** в организме содержится в небольшом количестве. Однако его значение велико. Это связано с тем, что йод входит в состав **гормонов щитовидной железы**, оказывающих выраженное влияние на все обменные процессы, рост и развитие организма.

## **Образование и расход энергии.**

Энергия, освобождающаяся при распаде органических веществ, накапливается в форме АТФ. АТФ содержится в каждой клетке организма. Наибольшее количество ее обнаруживается в скелетных мышцах — 0,2—0,5%. Любая деятельность клетки всегда точно совпадает по времени с распадом АТФ.

Разрушившиеся молекулы АТФ должны восстановиться. Это происходит за счет энергии, которая освобождается при распаде углеводов и других веществ.

О количестве затраченной организмом энергии можно судить по количеству тепла, которое он отдает во внешнюю среду.

# Методы измерения затрат энергии

## (прямая и непрямая калориметрия)

**Прямая калориметрия** основана на непосредственном определении тепла, высвобождающегося в процессе жизнедеятельности организма. Человека помещают в специальную калориметрическую камеру, в которой учитывают все количество тепла, отдаваемого телом человека. Тепло, выделяемое организмом, поглощается водой, протекающей по системе труб, проложенных между стенками камеры. Метод очень громоздок, применение его возможно в специальных научных учреждениях.

В практической медицине используют метод **непрямой калориметрии** - сначала определяют **объем легочной вентиляции**, а затем — отношение объема выделенного углекислого газа к объему поглощенного кислорода - **дыхательный коэффициент**. По нему можно судить о характере окисляемых веществ в организме.



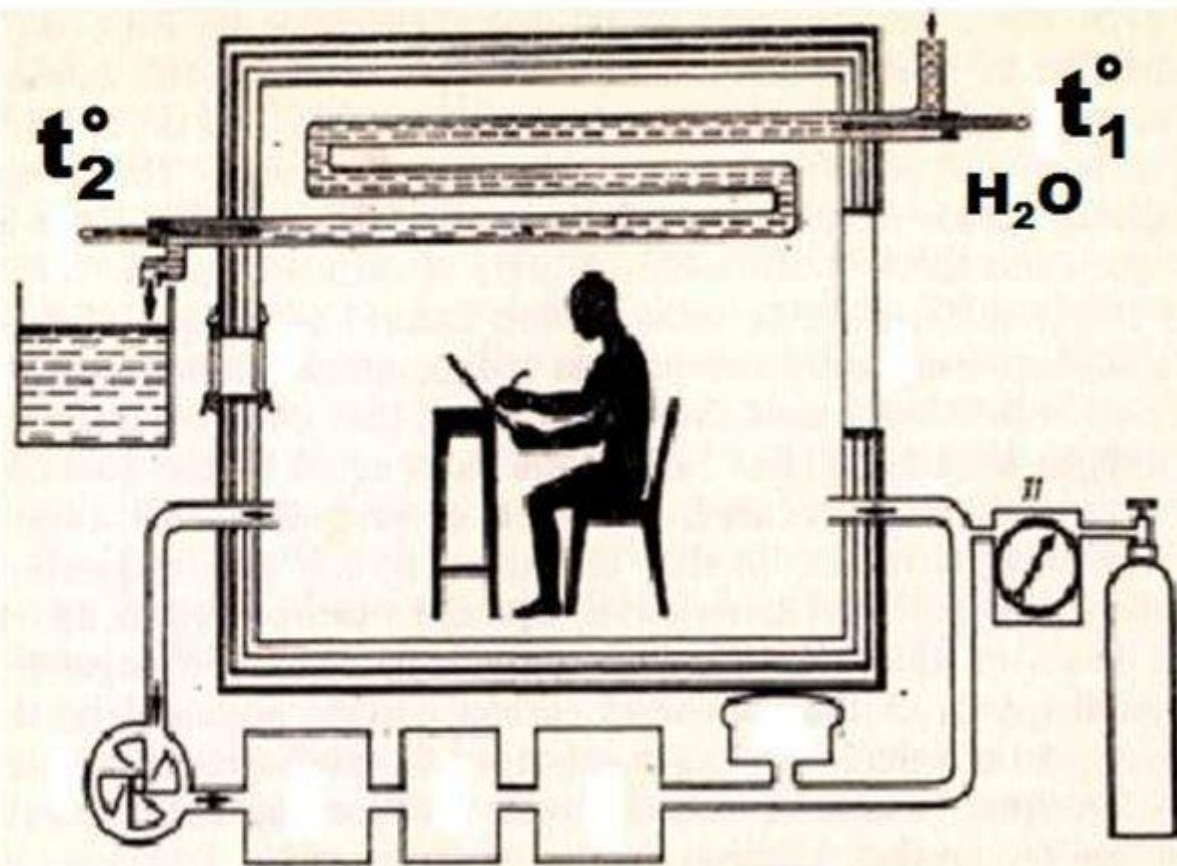
# ПРЯМАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ

Лавуазье (конец VIII в)



**БИОКАЛОРИМЕТР ДЛЯ МЕЛКИХ ЖИВОТНЫХ**  
(тепло вызывает таяние льда; учитывается объём талой воды)

Этуотер, Бенедикт (конец XIX в)



**БИОКАЛОРИМЕТР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ РАСХОДА ЭНЕРГИИ У ЧЕЛОВЕКА**  
(тепло нагревает воду, протекающую по трубе; учитывается разница температуры воды)

**Расход энергии у человека определяют следующим образом. Человек дышит в течение 5 мин, через мундштук (загубник), взятый в рот. Мундштук, соединенный с мешком из прорезиненной ткани, имеет клапаны. Они устроены так, что человек свободно вдыхает атмосферный воздух, а выдыхает воздух в мешок. С помощью газовых часов измеряют объем выдохнутого воздуха. По показателям газоанализатора определяют процентное содержание кислорода и углекислого газа во вдыхаемом и выдыхаемом человеком воздухе. Затем рассчитывают количество поглощенного кислорода и выделенного углекислого газа, а также дыхательный коэффициент. С помощью соответствующей таблицы по величине дыхательного коэффициента устанавливают калорический эквивалент кислорода и определяют расход энергии.**



# Исследование системы дыхания и непрямая калориметрия.

*Модификация: CareFusion Corporation*



**Основной обмен** — минимальное количество энергии, необходимое для поддержания нормальной жизнедеятельности организма в состоянии полного покоя при исключении всех внутренних и внешних влияний, которые могли бы повысить уровень обменных процессов. Основной обмен веществ определяют утром натощак (через 12—14 ч после последнего приема пищи), в положении лежа на спине, при полном расслаблении мышц, в условиях температурного комфорта (18—20° С).

В состоянии полного физического и психического покоя организм расходует энергию на:

- 1) постоянно совершающиеся химические процессы;
- 2) механическую работу, выполняемую отдельными органами (сердце, дыхательные мышцы, кровеносные сосуды, кишечник и др.);
- 3) постоянную деятельность железисто-секреторного аппарата.

Основной обмен веществ зависит от **возраста, роста, массы тела, пола**. Самый интенсивный основной обмен веществ в расчете на 1 кг массы тела отмечается у детей.

Более активно расходуют энергию **внутренние органы**, менее активно — **мышечная ткань**.

У женщин основной обмен веществ ниже, чем у мужчин. Это связано с тем, что у женщин меньше масса и поверхность тела.

Отмечены сезонные колебания величины основного обмена веществ – повышение его весной и снижение зимой. Мышечная деятельность вызывает повышение обмена веществ пропорционально тяжести выполняемой работы.

При повышенной функции щитовидной железы, малярии, брюшном тифе, туберкулезе, сопровождающихся лихорадкой, основной обмен веществ усиливается.

Влияние нервной системы на обменные и энергетические процессы в организме осуществляется несколькими путями:

- Непосредственное влияние нервной системы (через гипоталамус, эфферентные нервы) на ткани и органы;
- опосредованное влияние нервной системы через гипофиз (соматотропин);
- опосредованное влияние нервной системы через тропные гормоны гипофиза и периферические железы внутренней секреции;

Основным отделом центральной нервной системы, который регулирует все виды обменных и энергетических процессов, является **гипоталамус**. Выраженное влияние на обменные процессы и теплообразование оказывают **железы внутренней секреции**. Гормоны коры надпочечников и щитовидной железы в больших количествах усиливают катаболизм, т. е. распад белков.



A red heart-shaped box is shown from a top-down perspective. The lid is slightly ajar, revealing a red heart inside. The box is decorated with a large red heart on top and several smaller pink hearts scattered around it. The text 'Спасибо за внимание' is written in a white, stylized font across the center of the box.

Спасибо за внимание