

# Метаболические основы функций

{

Лекция для студентов

**Обмен веществ** - это совокупность процессов поступления питательных веществ в организм, использования их организмом для синтеза клеточных структур и выработки энергии, а также выделения конечных продуктов распада в окружающую среду.

Обмен веществ складывается из совокупности процессов ассимиляции (анаболизма) и диссимиляции (катаболизма)

**Ассимиляция** - совокупность процессов, обеспечивающих поступление питательных веществ во внутреннюю среду организма и использование их для синтеза клеточных структур и секретов клеток.

**Диссимиляция** - процесс расщепления клеточных структур до мономеров и других соединений. Продукты диссимиляции повторно используются клетками в процессах анаболизма и катаболизма. **Катаболизм** - это процесс расщепления мономеров до конечных продуктов с высвобождением энергии.

**Общее представление об обмене и  
специфическом синтезе в организме  
белков, жиров и углеводов.**

# Роль белков в организме весьма разнообразна:

1. Пластическая (наиболее важна)
2. Энергетическая ( 4,1 ккал/г)
3. Транспорт гормонов, липидов, холестерина, минеральных веществ
4. Защитная
5. Создание онкотического давления
6. Являются компонентами буферных систем крови
7. Ферментативная
8. Сократительная (актин, миозин)

Биологическая ценность различных белков определяется набором в их составе **заменимых и незаменимых аминокислот**. Белки, не содержащие хотя бы одной незаменимой аминокислоты, называют неполноценными. **Незаменимые аминокислоты: лейцин, изолейцин, валин, метионин, лизин, треонин, фенилаланин, триптофан.** Пища на 30% должна содержать белки животного происхождения (содержат полноценные белки)

## Потребность организма в белках.

Важно соблюдение **белкового баланса**, при котором поступление белка соответствует потребностям в нем. **Коэффициент изнашивания** - количество белка, распадающегося в организме за сутки при безбелковой диете, достаточной по калорийности за счет жиров и углеводов (белковое голодание). Составляет около 20 г в сутки.

**Белковый минимум** - минимальное количество белка пищи, при котором возможно поддержание азотистого равновесия (в условиях покоя около 50 г/сут).

**Белковый оптимум** - количество белка пищи, полностью обеспечивающее потребности организма, хорошее самочувствие, высокую работоспособность, достаточную сопротивляемость организма неблагоприятным воздействиям (80-100 г в сутки, но не менее 1г/кг массы тела в сутки).

**О приходе и расходе белка** судят по приходу (содержанию в пище) и расходу (выведению с мочой) азота. Для того, чтобы по приходу азота судить о приходе белка, количество азота умножают на 6,25 ( 1г азота содержится в 6,25 г белка).

**Азотистое равновесие** – количество введенного в организм азота равно количеству азота, выведенного из организма.

## **Отрицательный азотистый баланс** –

количество выделенного азота превышает его поступление (при недостаточном приходе белка, питании неполноценными белками или усиленном распаде белка, например, при опухолевом росте).

## **Положительный азотистый баланс** –

поступление азота превышает его выделение (при росте, беременности, наращивании мышечной массы, после окончания голодания и при выздоровлении после изнуряющих болезней, если поступление белка достаточно).

**Регуляция обмена белка.** Гормон роста-соматотропин, инсулин, тестостерон стимулируют синтез белков в организме. Глюкокортикоиды усиливают распад белков, особенно в мышечной и лимфоидной тканях, но стимулируют синтез белков в печени. В нормальных концентрациях гормон щитовидной железы тироксин ( $T_3$ ) усиливает синтез белков, а в высоких концентрациях  $T_3$ , наоборот, подавляет его.

## Обмен липидов..

- \* Липиды – медленный энергетический субстрат (вследствие малой растворимости в воде не могут достигать высокой концентрации в крови).
- \* Запасы липидов велики, благодаря гидрофобности могут образовывать крупные капли, заполняющие практически всю клетку. В норме составляют 10-20% МТ. Углеводы выполняют жиросберегающую функцию.

# ФУНКЦИИ ЛИПИДОВ

- \* Липиды – важный **пластический** материал (являются основой биологических мембран, содержат стеарины и фосфатиды).
- \* Липиды – источник энергии (**энергетическая** функция (калорийность равна 9,3 ккал/г))
- \* Липиды способствуют всасыванию в кишечнике жирорастворимых веществ, в частности жирорастворимых витаминов.
- \* Подкожная жировая клетчатка служит теплоизолятором, участвует в теплообмене. Бурый жир участвует в теплопродукции.

\* Отложения липидов выполняют защитную механическую функцию – жировая клетчатка смягчает механические травмы тканей, фиксирует внутренние органы.

\* Липиды служат источником многих важных веществ: (из холестерина образуются стероидные гормоны и желчные кислоты, из ненасыщенных жирных кислот – простагландины). Липиды – источники эндогенной воды.

Линолевая, линоленовая, арахидоновая кислоты являются незаменимыми.

Потребность организма в жирах составляет около 80-110 г/сут.

## Регуляция обмена жиров.

Адреналин, СТГ, тиреоидные гормоны, симпатические влияния стимулируют липолиз.

Инсулин способствует депонированию энергии в виде липидов (тормозит липолиз; глюконеогенез; усиливает липогенез из углеводов).

Глюкокортикоиды и парасимпатические влияния тормозят мобилизацию жира, способствуют отложению жира.

За поддержание массы жировой ткани отвечает **гормон лептин**, который вырабатывается липоцитами, нагруженными жиром; таким образом, чем больше масса жира, тем больше вырабатывается лептина. Действует на гипоталамус, подавляя чувство голода. При снижении массы жировой ткани уменьшается выработка лептина, чувство голода обостряется и в результате повышенного потребления пищи масса жировой ткани восстанавливается.

## Обмен углеводов.

\* Углеводы – быстрый энергетический субстрат (энергетическая функция – основная). Запасы углеводов содержатся в виде гликогена. Калорийность равна 4,1 ккал/г.

• Углеводы также выполняют пластическую функцию (входят в состав гликопротеидов).

\* Показатель углеводного обмена – **уровень глюкозы в крови** должен поддерживаться на постоянном уровне и является одной из констант внутренней среды. Она колеблется в пределах **3,3 - 6,6 ммоль/л**. Особенно чувствительна к уровню глюкозы ткань мозга.

## Источники глюкозы:

1. Поступление с пищей.
2. Распад гликогена печени (гликогенолиз)
3. Образование из белков и липидов (глюконеогенез). Благодаря глюконеогенезу поддерживается уровень глюкозы в крови при длительном голодании или безуглеводной диете. Потребность организма в углеводах составляет около 400 г/сут и зависит от интенсивности физического труда.

## Регуляция обмена углеводов.

Инсулин способствует утилизации глюкозы в клетках (повышает проницаемость мембраны клеток для глюкозы, стимулирует синтез гликогена в печени и мышцах, синтез жиров из углеводов, снижает уровень глюкозы в крови). Адреналин, норадреналин, глюкагон, глюкокортикоиды, тироксин, гормон роста увеличивают содержание глюкозы в крови. Симпатическая нервная система стимулирует процессы диссимилиации (увеличивает содержание глюкозы в крови), парасимпатическая - анаболизма.

Энергетический баланс организма. Прямая и  
непрямая калориметрия.

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ОРГАНИЗМА -

соотношение между количеством энергии, поступающей с пищей, и энергией, расходуемой организмом. В процессе окисления выделяется энергия, которая используется для синтеза АТФ или превращается в теплоту.

- **первичная теплота** - выделяющаяся сразу же в процессе биологического окисления питательных веществ.

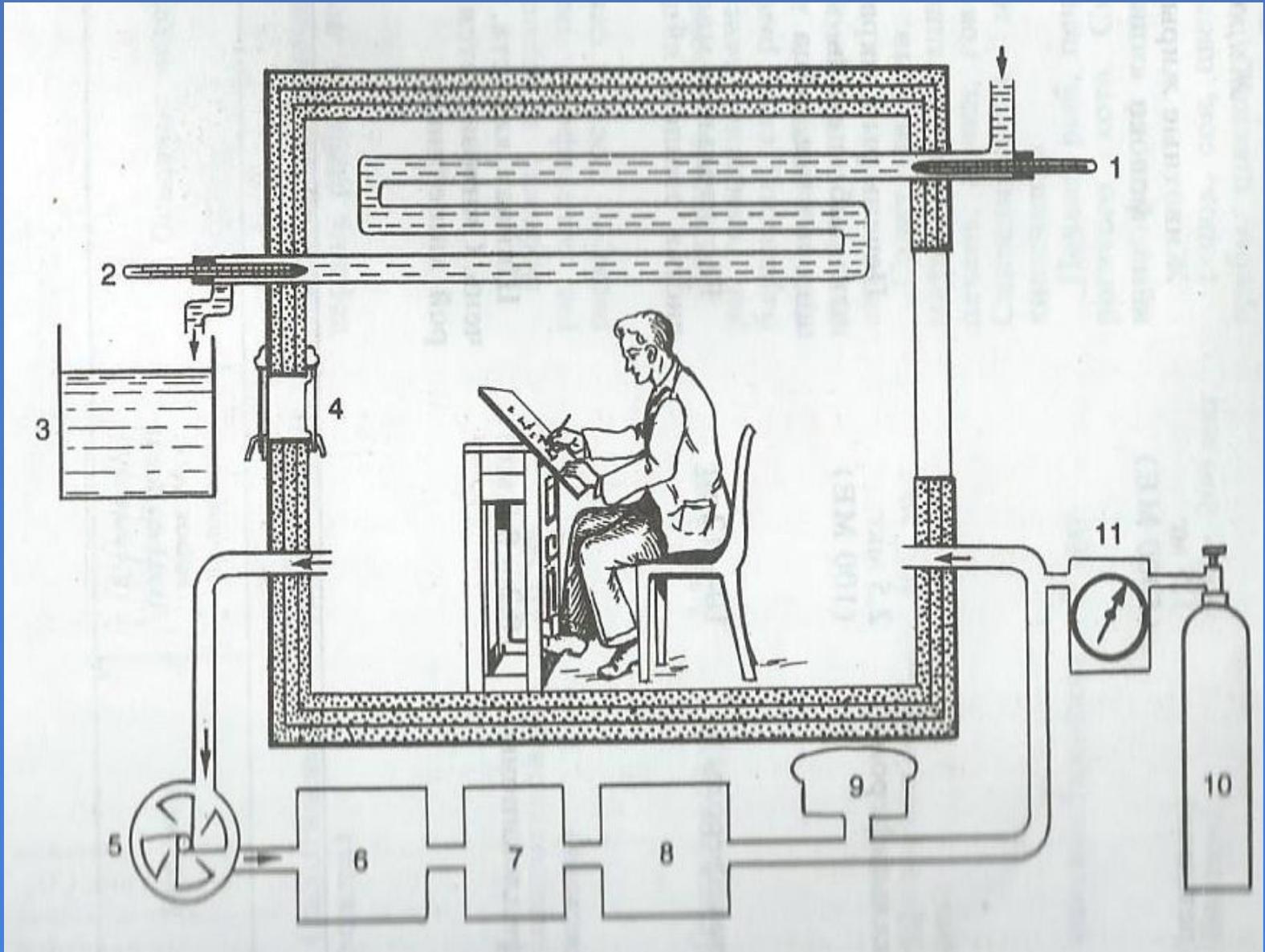
- **вторичная теплота** - аккумулированная в АТФ энергия используется для осуществления химических, транспортных, электрических процессов, механической работы и в конечном итоге тоже превращается в теплоту.

По количеству образовавшегося в организме **тепла** можно судить о величине энергетических затрат, произведенных при осуществлении процессов жизнедеятельности.

Расход энергии организмом определяют с помощью методов прямой и непрямой (косвенной) калориметрии.

Способ **прямой калориметрии** основан на непосредственном измерении количества тепла, выделенного организмом.

▪



Способ **непрямой калориметрии** основан на расчете количества выделившейся энергии по данным газообмена (поглощенный  $O_2$  и выделившийся  $CO_2$  за определенный промежуток времени), с расчетом дыхательного коэффициента и калорического эквивалента кислорода.



Дыхательным коэффициентом называют отношение объема выделенного организмом  $\text{CO}_2$  к объему потребленного за это же время  $\text{O}_2$ . Величина дыхательного коэффициента зависит от соотношения белков, жиров и углеводов, окислившихся в организме. ДК при окислении белков равен 0,8; жиров - 0,7; углеводов - 1,0. Для смешанной пищи ДК принимается равным от 0,85 до 0,89.

## Калорическим эквивалентом кислорода

называют количество тепла, высвобождаемое в организме при потреблении 1 л  $O_2$ . Для белков он равен **4,48 ккал** (18,8 кДж), для жиров - **4,69 ккал** (19,6 кДж), для углеводов - 5,05 ккал (21,1 кДж).

Количество тепла, высвобождаемое при сгорании 1г вещества в организме - называется физиологическим **калорическим коэффициентом**. При окислении в организме 1 г белков освобождается 4,1 ккал (17,2 кДж), 1 г жиров - 9,3 ккал (38,9 кДж), 1 г углеводов - 4,1 ккал (17,2 кДж).

**Основной обмен** - это минимальный уровень энергозатрат, необходимых для поддержания жизнедеятельности организма в условиях относительно полного физического и эмоционального покоя. Энерготраты в условиях основного обмена в организме необходимы на **обеспечение жизнедеятельности постоянно работающих органов и систем организма (дыхательной, кровообращения и др.), окислительно-восстановительные процессы в клетках, поддержание температуры тела и мышечного тонуса.**

## **Определение основного обмена проводят в стандартных условиях:**

1. Утром в положении лежа, при максимальном расслаблении мышц, в состоянии бодрствования;
2. В условиях температурного комфорта (около 22 С – для легко одетого);
3. Натощак через 12-14 часов после приема пищи.
4. В условиях эмоционального комфорта.

Средняя величина основного обмена взрослого человека - **1 ккал/кг массы тела** за 1 ч. Величина основного обмена в сутки у **мужчин (70кг)** составляет **около 1700 ккал/сут.** У **женщин** примерно **на 5 -10% ниже**, чем у мужчин ( около **1500 ккал/сут**). На величину основного обмена (ОО) здорового человека **влияют**: пол, возраст, рост и масса тела. У детей ОО выше, чем у взрослых, у стариков ниже на 10 -15%. Величину **должного (среднестатистического)** основного обмена у человека **определяют** по таблицам, по формулам, по номограммам. Для определения величины истинного основного обмена используют калориметрию (чаще неполный газовый анализ).

Интенсивность ОО связана с размерами поверхности тела (правило поверхности тела (М.Рубнер). **Согласно закону Рубнера - энергетические затраты теплокровного организма пропорциональны величине площади поверхности тела.**

**Правило условно, т.к. ОО зависит от нейроэндокринных факторов.**

Отклонение ОО не более чем **на 10%** считается нормальным. Более - может служить диагностическим признаком нарушений функции щитовидной железы.

**Увеличение** величины ОО более 10% наблюдается при гиперфункции щитовидной железы. **Понижение** основного обмена встречается при недостаточности щитовидной железы (микседема), гипофиза, половых желез. Изменения основного обмена наблюдается при выздоровления после тяжелых заболеваний, интоксикации.

# ОБМЕН ЭНЕРГИИ ПРИ ФИЗИЧЕСКОМ ТРУДЕ

**РАБОЧАЯ ПРИБАВКА** - это разница между величинами энергозатрат организма на выполнение различных видов работ и энергозатрат на ОО.

**Рабочая** прибавка - это энергия, которую тратит организм в течение суток на физическую и умственную активность. Сумма основного обмена и рабочей прибавки составляет **валовый обмен**. Сумма валового и специфически-динамического действия пищи **называется общим обменом**.

**Специфически - динамическое действие пищи (СДД)** - это усиление интенсивности обмена веществ, увеличение энергозатрат организма под влиянием приема пищи. Энергозатраты увеличиваются через час после приема пищи, достигают максимума через 3 часа, могут продолжаться 12 -18 часов. СДД наиболее выражено при приеме белков - до 30%, жиров - 4-14%, углеводов на 4-7%, при смешанной пище - на 6-15%.

Потребность организма в энергии (ккал/сут и кДж/сут) определяется видом трудовой деятельности. Степень энергетических затрат при различной физической активности определяется коэффициентом физической активности (КФА), который представляет собой отношение общих энерготрат на все виды деятельности за сутки к величине основного обмена.

Взрослое население по уровню энергозатрат может быть подразделено на пять групп:

1-я группа - работники преимущественно умственного труда (КФА=1,4; 2100-2450 ккал)

2-я группа - работники легкого физического труда (КФА=1,6; 2500-2800 ккал)

3-я группа - работники средней тяжести физического труда (КФА=1,9; 2950-3300 ккал)

4-я группа - работники тяжелого физического труда (КФА=2,2; 3400-3850 ккал)

5-я группа - работники особо тяжелого физического труда (только мужчины) (КФА=2,5; 3850-4200 ккал).

# Питание

- ▣ **ПИТАНИЕ** - это процесс доставки, усвоения питательных веществ в организме для обеспечения энергетических и пластических потребностей (также потребностей в воде, витаминах, минеральных веществах).
- ▣ **Различают питание:**
  - ▣ - естественное;
  - ▣ - искусственное (клиническое парентеральное и зондовое энтеральное);
  - ▣ - лечебное;
  - ▣ - лечебно-профилактическое.

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ** - питание, удовлетворяющее энергетические, пластические и другие потребности организма, обеспечивающие при этом необходимый уровень обмена веществ. **Питание** должно удовлетворять потребности организма с учетом возраста, пола, антропометрических данных (рост, масса тела), характера трудовой деятельности, климатических условий, что достигается соблюдением **трех основополагающих принципов питания:**

1) общая калорийность пищи должна соответствовать всем его энерготратам;

2) соотношение белков, жиров и углеводов в пищевом рационе взрослого человека должно составлять 1:1,2:4,6; и быть равным хотя бы минимальной потребности в них. Пища должна содержать достаточное количество энергии, а также воды, минеральных солей и витаминов, количество которых должно быть ниже токсического уровня;

3) наиболее целесообразное распределение пищевого рациона при четырехразовом питании: завтрак – 25%, второй завтрак – 15%; обед - 45%, ужин – 15%; пятиразовом: завтрак – 25%, второй завтрак – 10%; обед -35%, полдник -10%, ужин – 10%.

**Нормы питания** – суточные дозы питательных веществ, показывающие сбалансированное содержание в пищевом рационе белков, жиров и углеводов, а также витаминов, минеральных веществ и воды.

**Нормы питания определяются** исходя из пола, возраста, физической, умственной нагрузки и других факторов. Такая пища должна обеспечить хорошее самочувствие и работоспособность человека в нормальных условиях. Взрослый человек с малой мышечной нагрузкой должен получать в сутки: **белков 100-120 г, жиров около 80-100 г, углеводов 400-500 г.**

## Теории питания:

- Античная
- Сбалансированного питания
- Адекватного питания

### Теория сбалансированного питания

1. питание поддерживает молекулярный состав организма и возмещает его энергетические и пластические расходы;
2. идеальным считается питание, при котором поступление пищевых веществ максимально точно (по времени и составу) соответствует их расходу;

3. поступление пищевых веществ в кровь обеспечивается в результате разрушения пищевых структур и всасывания нутриентов, необходимых для метаболизма, энергетических и пластических потребностей организма;

4. пища состоит из нескольких компонентов, различных по физиологическому значению - нутриентов, балластных веществ (от которых она может быть очищена) и вредных (токсических) веществ;

5. ценность пищевого продукта определяется содержанием и соотношением в нем аминокислот, моносахаров, жирных кислот, витаминов, некоторых солей.

# Теория адекватного питания

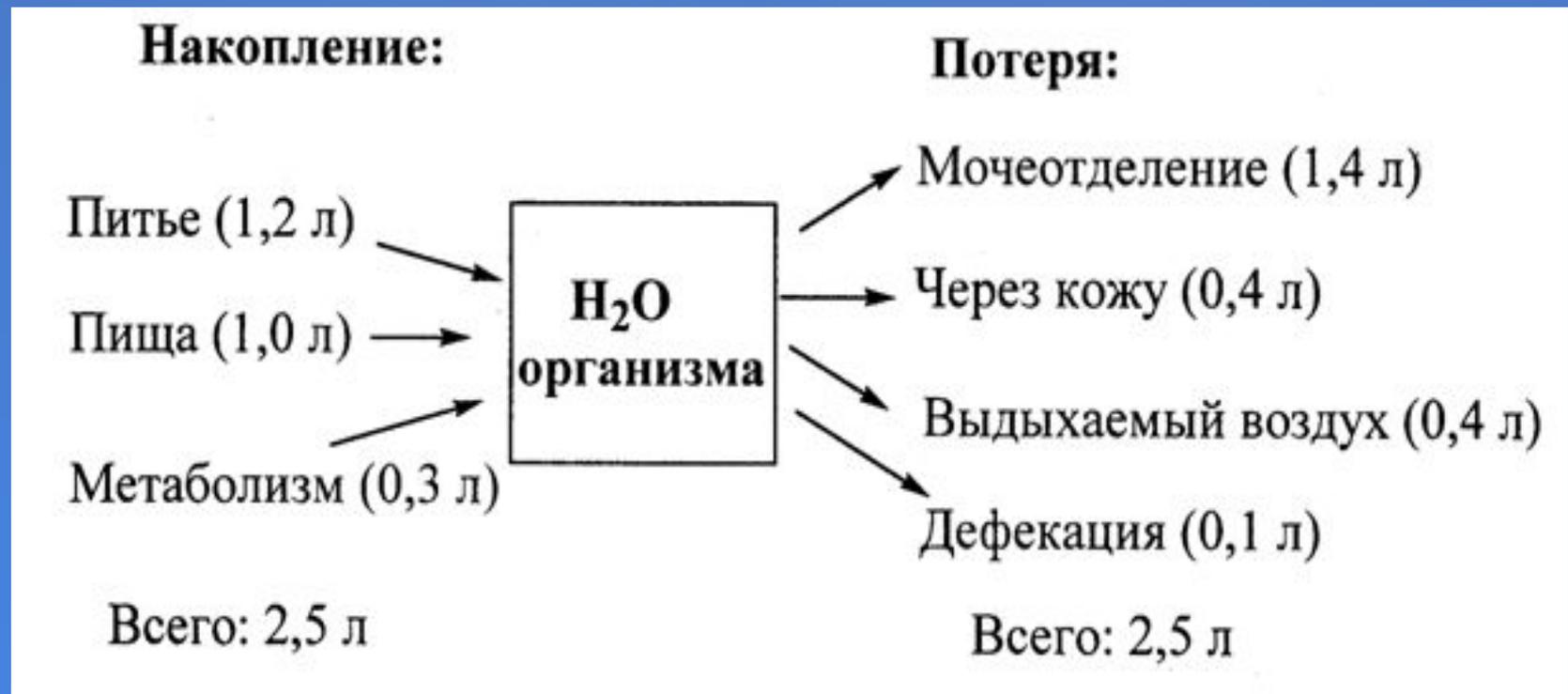
Учитывает, кроме нутритивного потока, важность потока регуляторных соединений, балластных веществ, бактериальных метаболитов, образующихся при деятельности микрофлоры пищеварительного аппарата .

**Правило изодинамии питательных веществ** – одно вещество может быть заменено другим в соответствии с его калорическим коэффициентом.

# Обмен воды

Вода составляет 55-60% массы тела человека. Различают:

- внутриклеточную воду (71%)
- внеклеточная вода (21%)
- вода плазмы (8%)



Функции воды в организме зависят от ее состояния. Имеются три основных состояния внутриклеточной и внеклеточной воды: 1) конституциональная вода, являющаяся структурным элементом молекул клеток и тканей организма; 2) связанная вода, образующая гидратные оболочки макромолекул (коллоиды), делая их активными; 3) свободная вода - является растворителем, обеспечивающим протекание биохимических реакций, выделение продуктов обмена, участвующая в терморегуляторных процессах и определяющая реологические свойства крови.

На биологическую ценность воды могут влиять дополнительные компоненты: содержание микроэлементов, минеральных солей, тяжелого водорода и кристаллической воды. В частности, питьевая вода является важнейшим источником кальция, магния, ряда микроэлементов. Кальций воды усваивается организмом на 90%, а кальций пищевых веществ - только на 30%. Потребность организма в воде переменна, в средних широтах она составляет 1,7-2,5 л/сут.

## Обмен минеральных веществ.

Роль минеральных веществ в организме заключается в том, что они участвуют в осуществлении многих процессов:

- 1) в регуляции КОС;
- 2) осмотического давления;
- 3) в создании ПП и ПД возбудимых клеток;
- 4) играют роль кофакторов в ферментативных процессах;
- 5) участвуют в процессах свертывания крови;
- 6) натрий играет весьма важную роль в транспорте других веществ.

Важнейшие макроэлементы: натрий, калий, хлор, кальций, фосфор. Основными микроэлементами, необходимыми человеку, являются медь, цинк, фтор, йод, кобальт, бор, железо.

$\text{Na}^+$  - важнейший внеклеточный катион. Суточная потребность 3-6 г. Поступает в виде  $\text{NaCl}$  и всасывается преимущественно в тонком кишечнике. Значение: поддержание КОС и осмотического давления, транспорт глюкозы, аминокислот, создание ПД возбудимых клеток. Выводится почками. Регуляция: альдостерон, атриоуретический фактор.

**K<sup>+</sup>** - основной катион внутриклеточной жидкости, потребность 2-3 г/сут. Источники: продукты растительного происхождения. Поддерживает возбудимость сердечной мышцы, основной фактор, участвующий в поддержании ПП, реполяризации после возбуждения. Регуляция уровня калия осуществляется совместно с регуляцией натрия.

**Cl<sup>-</sup>** - содержится во внеклеточной и внутриклеточной жидкости, потребность 3-5 г/сут. Источники: основной - поваренная соль. Участвует в синаптической передаче, процессах возбуждения и торможения, образовании соляной кислоты. Регуляция уровня хлора осуществляется совместно с регуляцией натрия.

**Ca<sup>2+</sup>** - основной компонент костей и зубов. Суточная потребность 0,8-1 г. Источники: молоко и молочные продукты. Всасывается преимущественно в двенадцатиперстной и подвздошной кишке. Значение: фактор свертывания крови, важнейший фактор электромеханического сопряжения при сокращении мышц, участвует в создании и поддержании ПД возбудимых клеток, минерализации костей. Выводится почками. Уровень кальция регулируется кальцитонином, вит. Д, паратгормоном.

**P**- входит в состав костей и зубов, потребность 0,7-0,8 г/сут. Источники: молоко и молочные продукты, мясо, рыба. Входит в состав мембран, АТФ, многих регуляторных макромолекул. Регуляция уровня фосфора осуществляется совместно с регуляцией кальция.

Роль **витаминов** в обмене веществ заключается в том, что они **являются компонентом ферментов, участвуют в различных химических реакциях**, лежащих в основе обмена веществ. Витамины содержатся во всех пищевых продуктах, но наиболее богаты ими овощи, ягоды и фрукты.





**Спасибо за  
внимание!**

