

Обмен и баланс энергии в организме и их регуляция.

Характеристика энергетического обмена в организме.

- Обмен энергии – это использование химической энергии пищи, аккумулированной в организме в виде макроэргов и в виде градиента ионов водорода.
- Обмен энергии тесно связан с обменом веществ.

- При этом справедлив закон сохранения и превращения энергии.
- Энергия пищевых веществ извлекается в процессах окислительного и неокислительного фосфорилирования.

Расход энергии в организме

Вся энергия, поступающая с пищей, принимается за 100%.

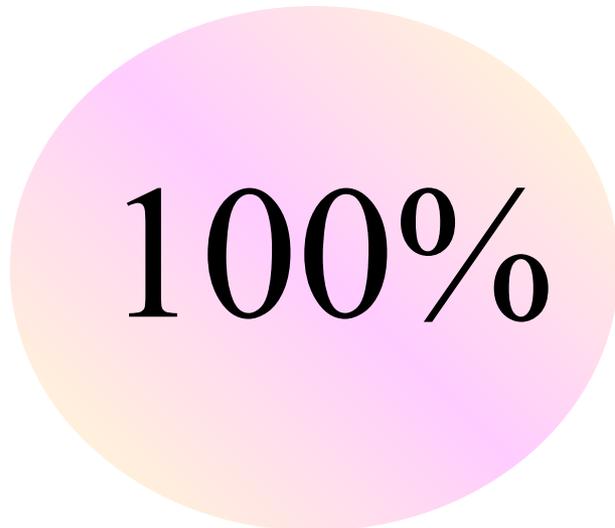


Виды энергетического баланса

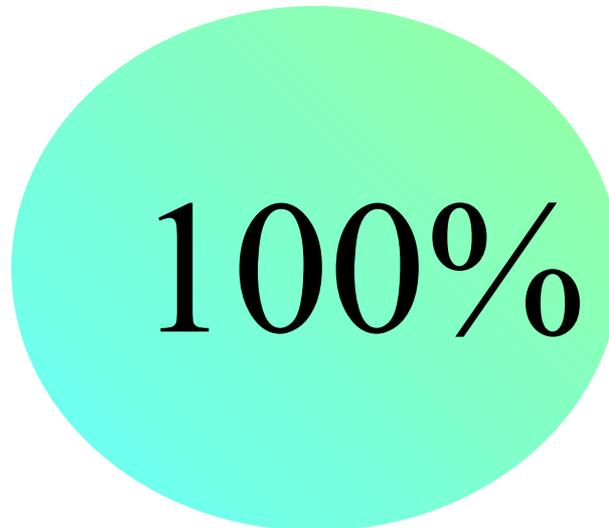
1. Энергетическое равновесие

Наблюдается у здорового взрослого человека.

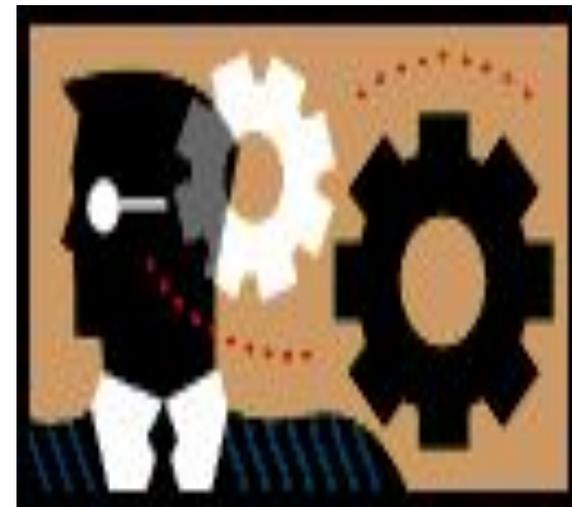
Поступление
энергии



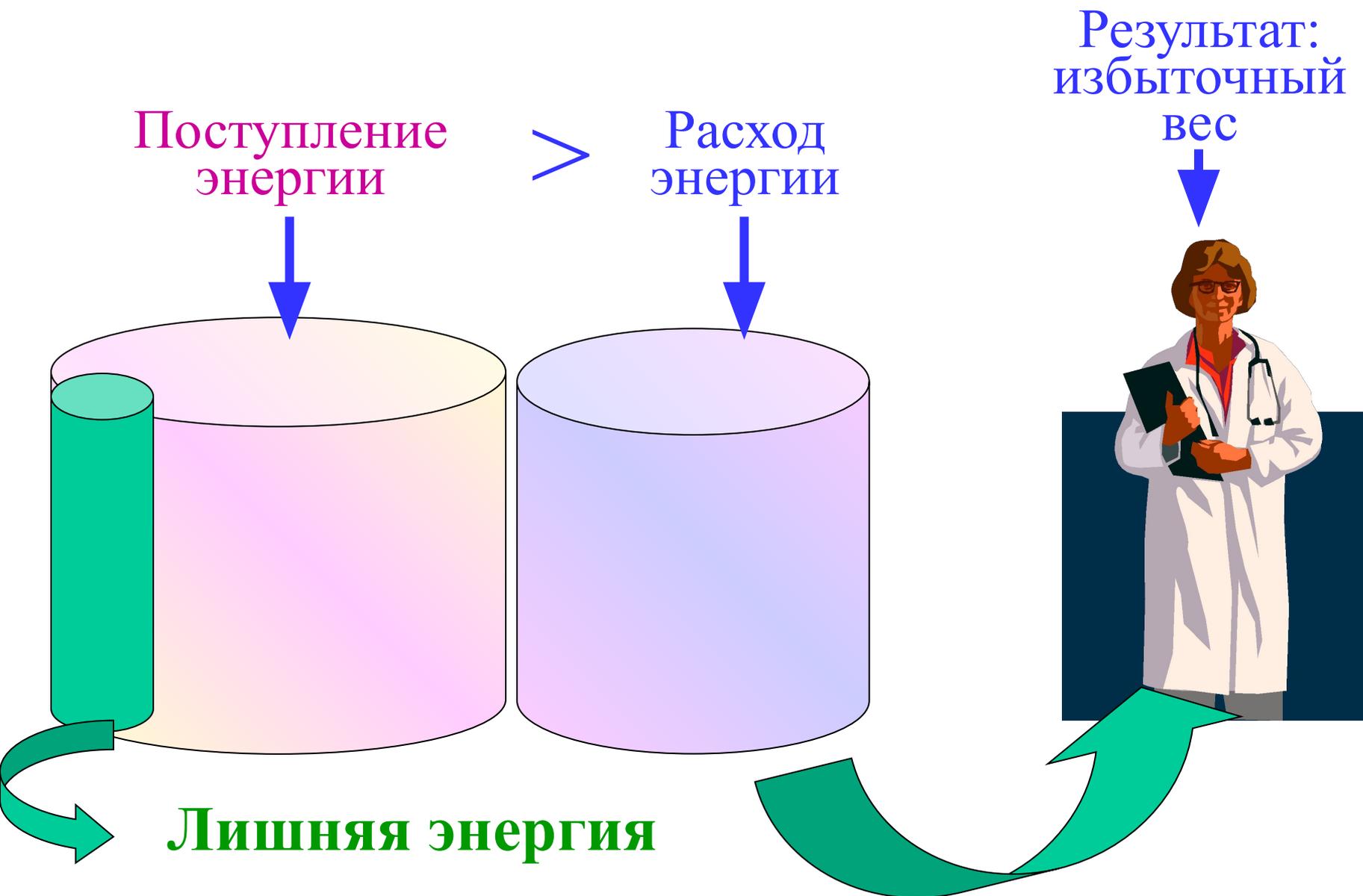
Расход энергии
энергии



Результат:
постоянная
масса
тела и высокая
работоспособно
СТЬ



2. Положительный энергетический баланс



- В норме у мужчин подкожный жир
- составляет 14 – 18%, а у женщин – 18 – 22%.
- При положительном энергетическом балансе эта величина возрастает до 50% от массы тела.

Причины положительного энергетического баланса

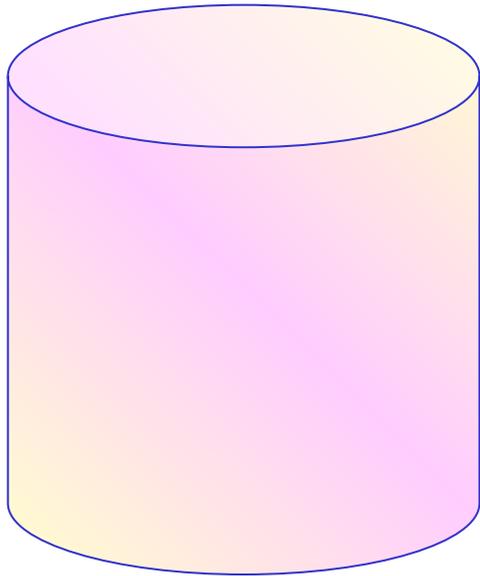
- 1) Наследственность (проявляется в повышенном липогенезе, устойчивости адипоцитов к действию липолитических факторов);
- 2) Поведение в виде избыточного питания и низкой двигательной активности;

3) Заболевания обмена

- Могут быть связаны:
- а) с поражением гипоталамического центра регуляции обмена (гипоталамическое ожирение).
- б) с повреждением лобных и височных долей.
- Положительный энергетический баланс является фактором риска здоровья. .

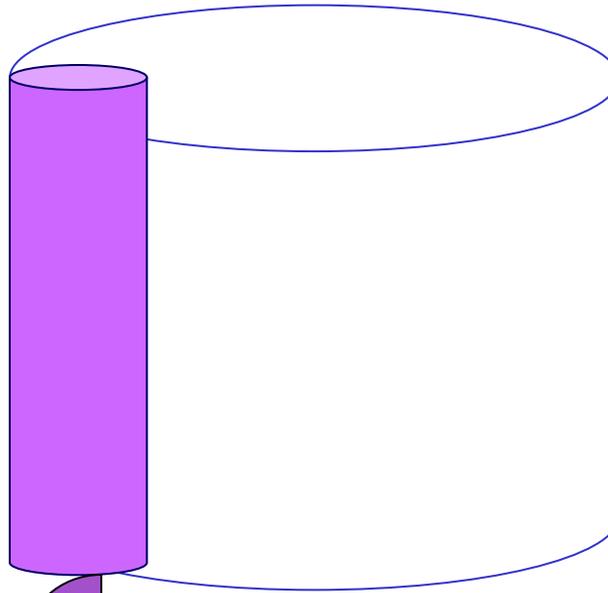
3. Отрицательный энергетический баланс

Поступление энергии



<

Расхода энергии



Недостающая энергия

Результат: похудание



Причины отрицательного энергетического баланса.

- а) недостаточность питания;
- б) следствие сознательного голодания;
- в) болезни обмена.

Вид энергетического баланса и масса тела

Энергетическое
равновесие



Положительный
энергетический
баланс



Отрицательный
энергетический
баланс



Факторы, определяющие энергозатраты организма.

- 1) Поверхность тела и масса.
- Существует «закон поверхности». Чем больше поверхность на единицу массы тела, тем выше теплопотери и тем выше энергозатраты.

2) Возраст.

- У ребенка обмен в 4 раза выше, чем у взрослого.
- 3) Пол. У женщин энергообмен на 5% ниже, чем у мужчин. Исключение беременность.

- 4) Генетические факторы.
Определяют интенсивность теплоотдачи и теплопродукции.
- 5) Температура тела.
- Увеличение температуры на 1°C ускоряет химические реакции, повышает обмен на 5%,
- Поэтому при заболевании этот фактор + отсутствие аппетита + высокое потоотделение приводят к потере веса.

- 6) Условия окружающей среды.
- а) *Климат.* В тропиках наблюдается малая артерио-венозная разница по кислороду.
- Высокая температура воздуха и инсоляция не требуют большого теплообразования.
- В холодном климате повышается теплопродукция, обмен энергии может увеличиться в 5 – 7 раз.

7) Биоритмы.

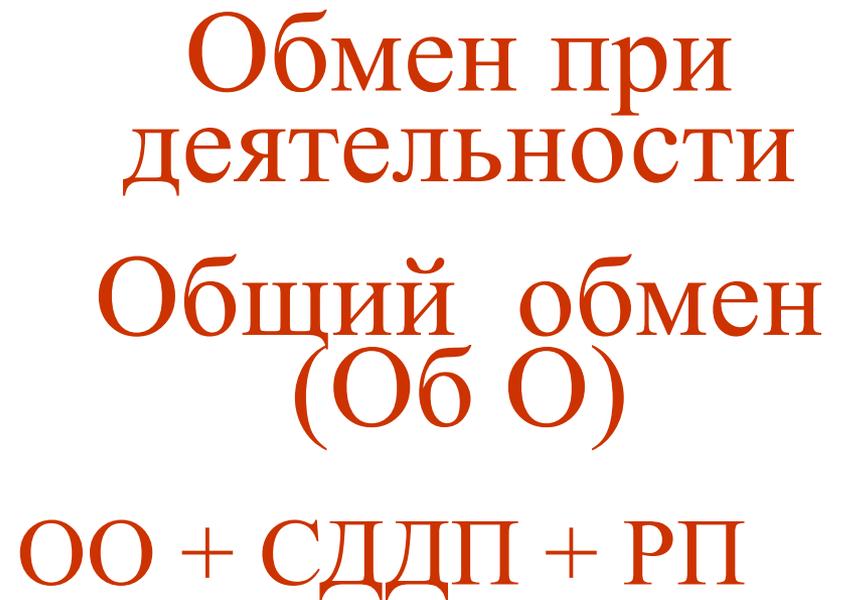
- а) *Суточные.*
- Днем энерготраты выше, чем ночью.
- б) *Сезонные.*
- Летом меньше, чем зимой.
- Отсюда разная потребность в пище.

- **8) Психо-эмоциональная обстановка.**
- Нервное напряжение, эмоции
- у людей различных типов высшей нервной деятельности
- вызывают различные эффекты.
- **Первый вариант:**
- **психо-эмоциональное напряжение сопровождается увеличением аппетита.**

- Другой вариант -
- снижение аппетита.
- Такие люди худеют при нервных нагрузках.

Энергообмен в различных условиях жизнедеятельности

Виды обмена энергии в организме



СДДП- специфически-
динамическое действие пищи;
РП – рабочая прибавка

- *Основной обмен -*

- ЭТО КОЛИЧЕСТВО ЭНЕРГИИ, необходимое для поддержания жизни.
- У мужчин среднего роста, массы, равен около 1600 ккал в сутки, у женщин на 10% ниже.

Условия определения основного обмена

- 1) утром, но не спать, т. к. сон снижает энергообмен на 10%.
- 2) натощак – (12 часов после последнего приема пищи);
- 3) при $t^{\circ}C$ комфорта;
- 4) в положении лежа;
- 5) при физическом и психическом покое;

Должный основной обмен

- Показывает величину нормального энергообмена на поддержание жизни.
- Зависит от роста, массы, возраста и пола.
- Отклонение реального ОО от должного ОО в норме у разных людей составляет $\pm 10\%$ и рассчитывается по формуле Рида (см. Практикум , с.68 -69).

- **Общий обмен складывается**
- **1) из основного обмена;**
- **2) рабочей прибавки – затраты на выполнение работы (РП);**
- **3) специфически – динамического действия пищи (СДДП).**

- Это затраты на переваривание и всасывание продуктов гидролиза пищи (белков, жиров и углеводов).

Величина РП зависит от характера деятельности.

- **Психическая активность** увеличивает ОО на 5% за счет повышения тонуса мышц.
- При психической активности, сопровождаемой двигательной активностью ОО увеличивается на 30%.
- Затраты в сутки могут составлять 2000 – 2300 ккал.

Физическая активность.

- Сидение увеличивает ОО на 2%,
- стояние на 20%,
- ходьба на 100%,
- умеренная работа на 300%,
- бег на 400%,
- тяжелая работа на 800%.

Группы физического труда по энерготратам

| Вид труда по тяжести | Суточные энерготраты (ккал) | |
|----------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| | Мужчины | Женщины |
| Легкий | 2800 | 2500 |
| Умеренной тяжести | 3300 | 3000 |
| Тяжелый | 3800 | 3500 |
| Очень тяжелый | 4800 | На женщин не рассчитан |

Изучение обмена энергии.

- 1) Можно проводить, учитывая поступающую энергию.
- Для этого калорический коэффициент питательного вещества (ККПВ) умножается на суточное поступление этого питательного вещества.

- ККПВ – это количество тепла, освобождающееся при сгорании 1 г. белка, жира или углеводов.

• 2) На основе учета расхода энергии.

- Здесь существует два метода: расчетный и экспериментальный.
- Расчетным методом можно определить:
- *1) Должный основной обмен* (определяют по таблицам и формулам Гарриса и Бенедикта).
- *2) Расхождение реального основного обмена и должного* (определяют по формуле Рида).

3) Общий обмен

- можно рассчитать, сложив величины основного обмена,
- затраты на переваривание пищи (СДДП),
- затраты на выполнение работы.
- (Формулы представлены в практикуме по физиологии, раздел «Обмен веществ и энергии»).

Экспериментальный метод исследования обмена энергии

Калориметрия

```
graph TD; A[Калориметрия] --> B[Прямая]; A --> C[Непрямая]; C --> D[Метод полного газового анализа]; C --> E[Метод неполного газового анализа];
```

Прямая

Непрямая

Метод полного
газового анализа

Метод
неполного
газового анализа

Прямая калориметрия

- Регистрируется количество тепла, выделяемое организмом за сутки.
- Так как большая часть энергии превращается в тепловую, ее количество может служить показателем обмена энергии.

- Для этого требуется специальная теплоизолированная камера, в которую помещают человека или животное.
- Датчики регистрируют все выделяющееся тепло.

- Можно определить общий или основной обмен энергии.
Метод сложный в техническом отношении,
- т. к. требует специальных
- громоздких и дорогостоящих камер.

Непрямая калориметрия

- Основана на исследовании газообмена,
- т. к. количество поглощенного O_2 и выделенного CO_2
- зависит от интенсивности обмена
- и вида питательных веществ, поступающих с пищей.

Полный газовый анализ

- Основан на определении поглощения O_2 и выделения CO_2 .
- Проведение определения.
- 1) Определяют суточное потребление O_2 (например, на спирометабологе).

- 2) Определяют суточное выделение CO_2 .

- 3) Находят дыхательный коэффициент (ДК):
- $ДК = CO_2 / O_2$
- ЭТО ОТНОШЕНИЕ ВЫДЕЛЕННОГО CO_2 К ПОГЛОЩЕННОМУ КИСЛОРОДУ.
- Зависит от окисляемого питательного вещества.
- ДК при окислении углеводов = 1
- жилов = 0,7
- белков = 0,8
- При смешанной пище ДК = 0,85.

- 4) По специальным таблицам находят калорический эквивалент кислорода,
- КЭК – это количество тепла, выделяемого при сгорании вещества в 1 л. O_2 .
- Величина его зависит от сгорающих продуктов, следовательно и от ДК.
- Каждому ДК соответствует свой КЭК.

- 5) Суточное количество потребленного кислорода умножается на КЭК, находят суточный энергообмен.

Неполный газовый анализ

- Обмен энергии определяют только на основании исследования количества потребленного за сутки O_2
- (можно определить за ограниченное время (5 минут) и пересчитать за сутки).

- Принимают условия, что человек питался смешанной пищей,

- ДК при этом равен 0,85;
а КЭК – 4,86.
- Потребленный за сутки $O_2 \cdot 4,86 =$ суточное
потребление энергии