

# **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

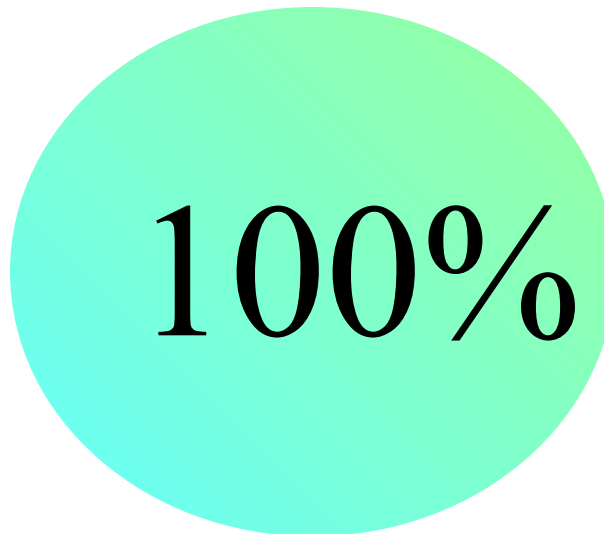
# 1. Энергетическое равновесие

Наблюдается у здорового взрослого человека.

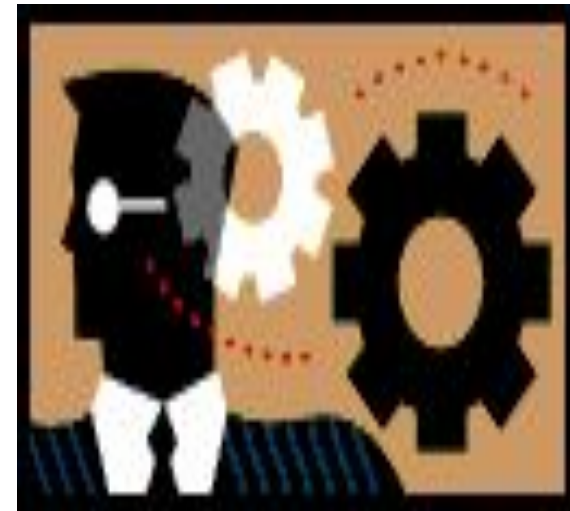
Поступление  
энергии



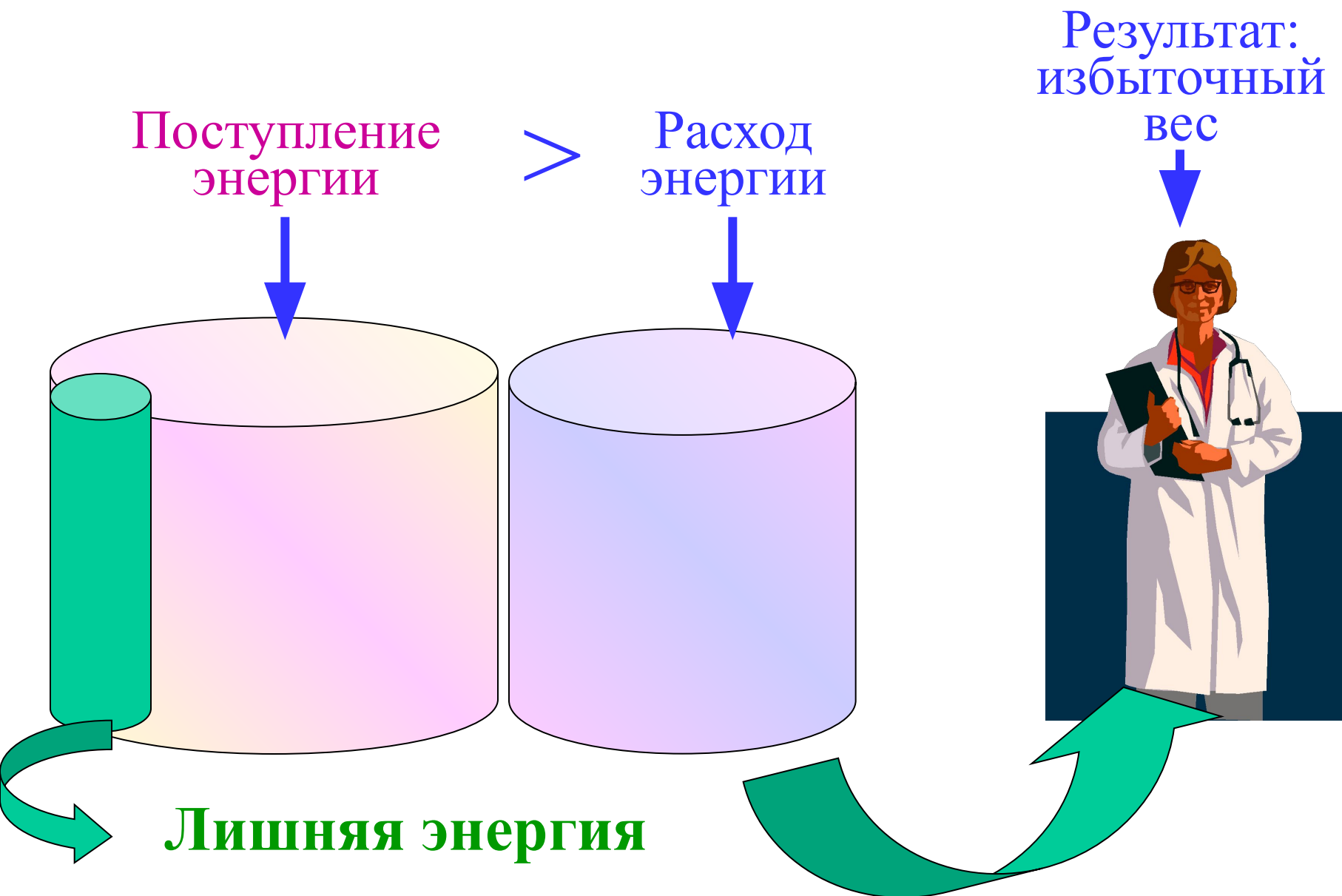
Расход энергии



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

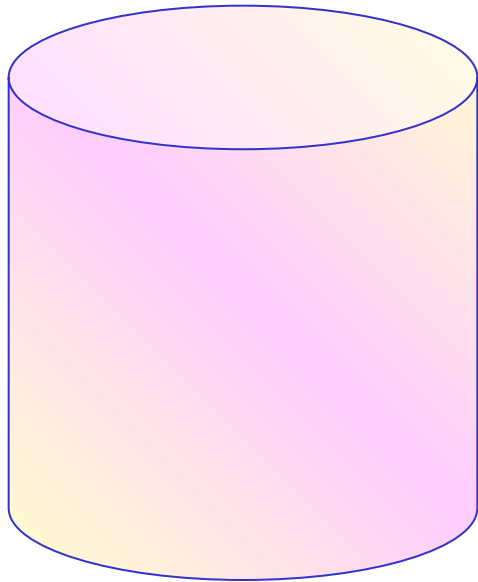
- 1) Наследственность (проявляется в повышенном липогенезе, устойчивости адипоцитов к действию липолитических факторов);
- 2) Поведение в виде избыточного питания и низкой двигательной активности;

### 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. .

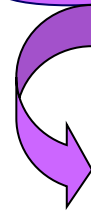
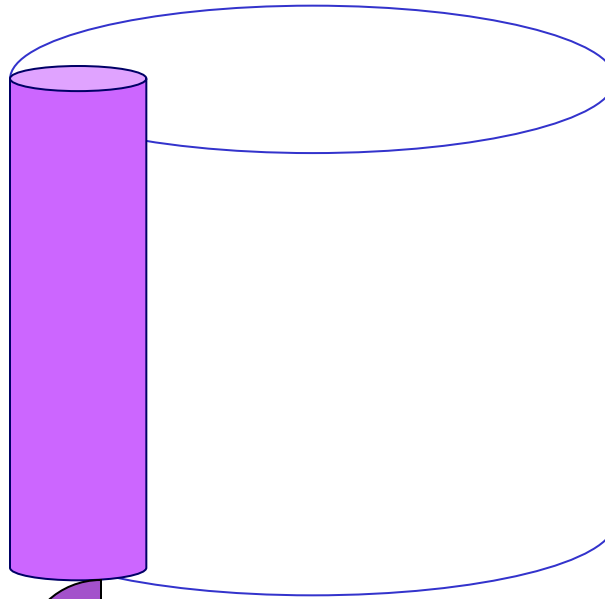
# 3. Отрицательный энергетический баланс

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  $1^{\circ}\text{C}$  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



Энергообмен  
в покое  
Основной обмен  
(ОО)  
↓  
Реальный  
↓  
Должный



Обмен при  
деятельности  
Общий обмен  
(Об О)  
 $ОО + СДДП + РП$

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  $\text{CO}_2$ .

- 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
- жиров = 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