

Обмен веществ и энергии



ОБМЕН ЭНЕРГИИ

ПОСТУПАЕТ В ОРГАНИЗМ
химическая энергия в
составе питательных в-в

ВЫДЕЛЯЕТСЯ
ВО ВНЕШНЮЮ СРЕДУ
тепловая энергия

БАЛАНС ЭНЕРГИИ -

это сопоставление прихода и расхода энергии в организме

ПРИХОД = РАСХОД + НАКОПЛЕНИЕ

(Накопление в виде химической энергии в молекулах гликогена и жиров)

ПРИХОД ЭНЕРГИИ В ОРГАНИЗМ

- **КАЛОРИЙНОСТЬ ПИЩИ**
- **минус калорийность неусвоенных питательных веществ в составе кала**
- **(минус 10% у здорового человека)**

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЛОРИЙНОСТИ ПИЩИ

- 1. ФИЗИЧЕСКАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ: сжигая определенную массу пищевого продукта в калориметре, определяют количество выделенного тепла.**
- 2. ЗНАЯ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПИЩЕВОГО ПРОДУКТА И КАЛОРИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ПИТАТЕЛЬНЫХ В-В, рассчитывают калорийности пищи.**
- 3. ОПРЕДЕЛЯЮТ ПО ТАБЛИЦАМ.**

КАЛОРИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Количество тепла, которое выделяется при сгорании (или окислении) 1 г питательного в-ва.

КАЛОРИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ:

ФИЗИЧЕСКИЕ

Б 5,7 ккал/г

Ж 9,3 ккал/г

У 4,1 ккал/г

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ

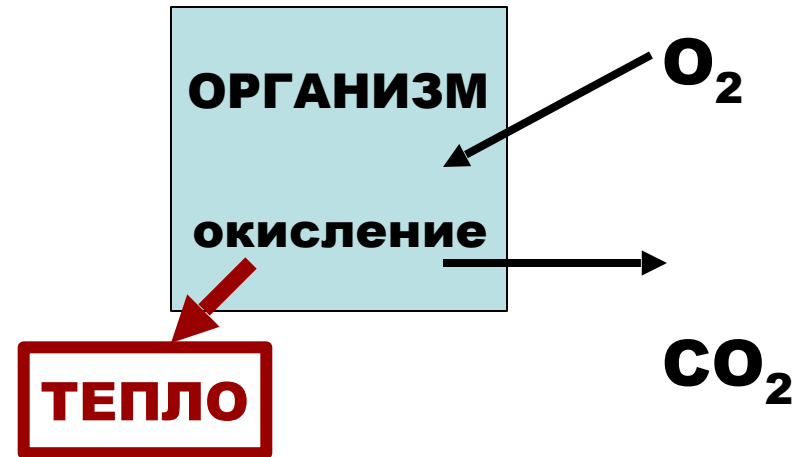
Б 4,1 ккал/г

Ж 9,3 ккал/г

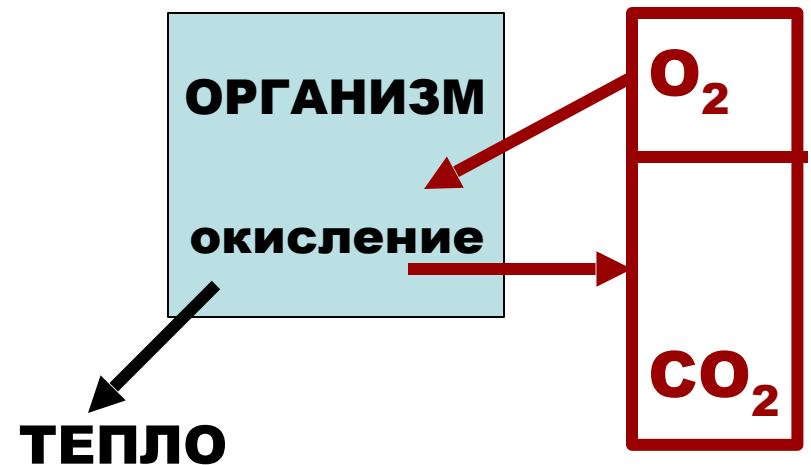
У 4,1 ккал/г

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДА ЭНЕРГИИ В ОРГАНИЗМЕ

- **ПРЯМАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ**
определение количества тепла, которое организм выделяет за сутки.

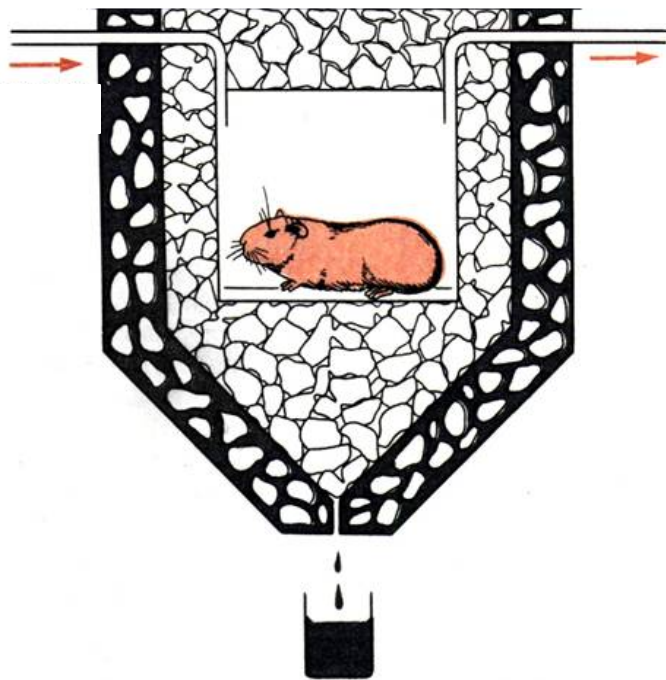


- **НЕПРЯМАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ**
расчет количества выделенного тепла по данным газообмена.



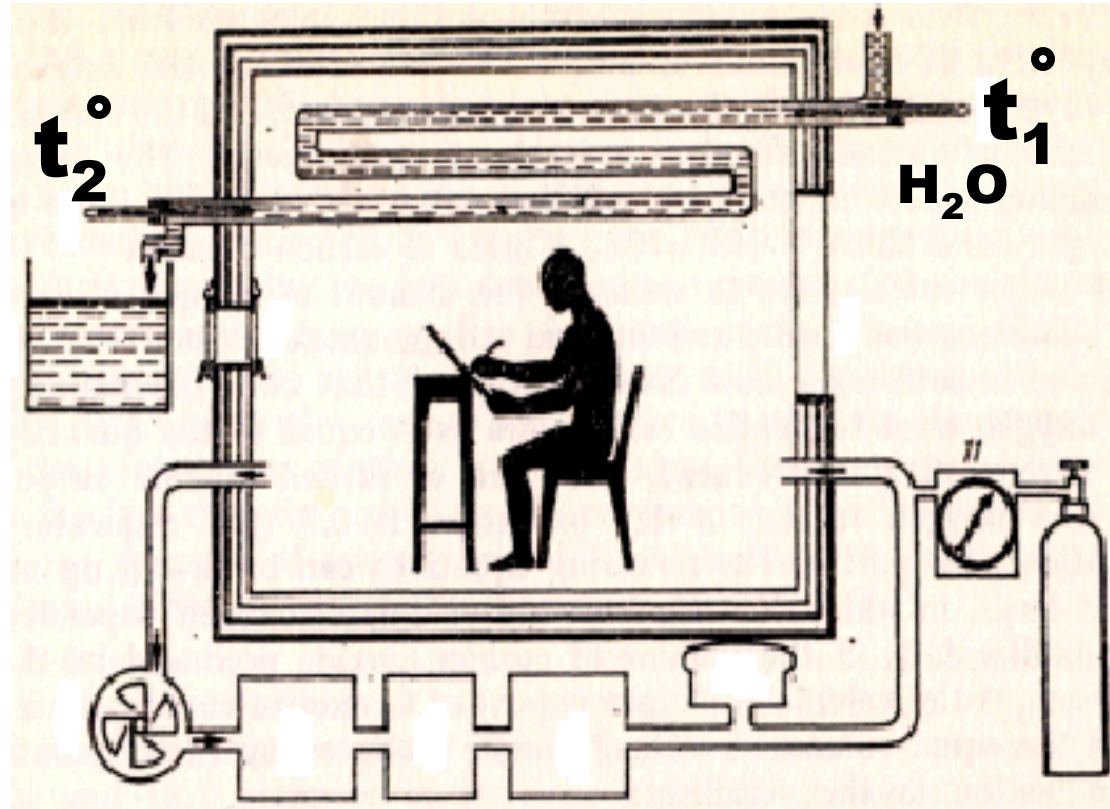
ПРЯМАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ

Лавуазье (1812 г)



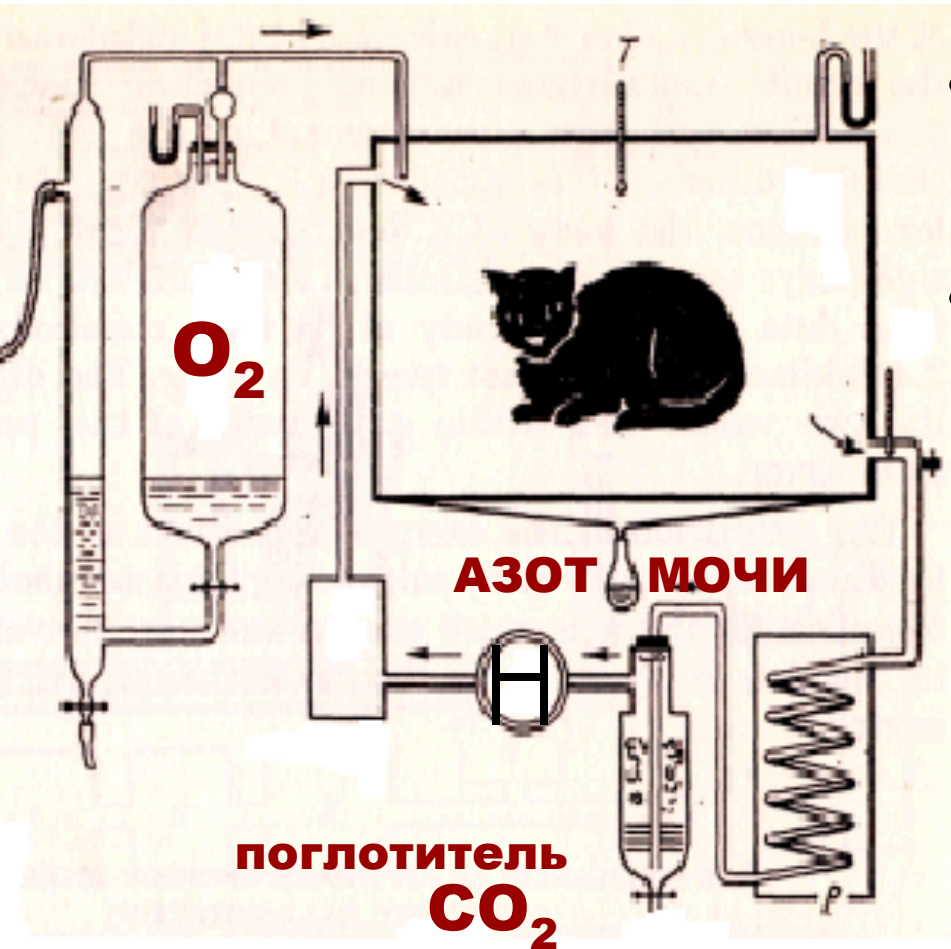
БИОКАЛОРИМЕТР ДЛЯ
МЕЛКИХ ЖИВОТНЫХ (тепло
вызывает таяние льда;
учитывается объём талой
воды)

Этуотер, Бенедикт (1899)



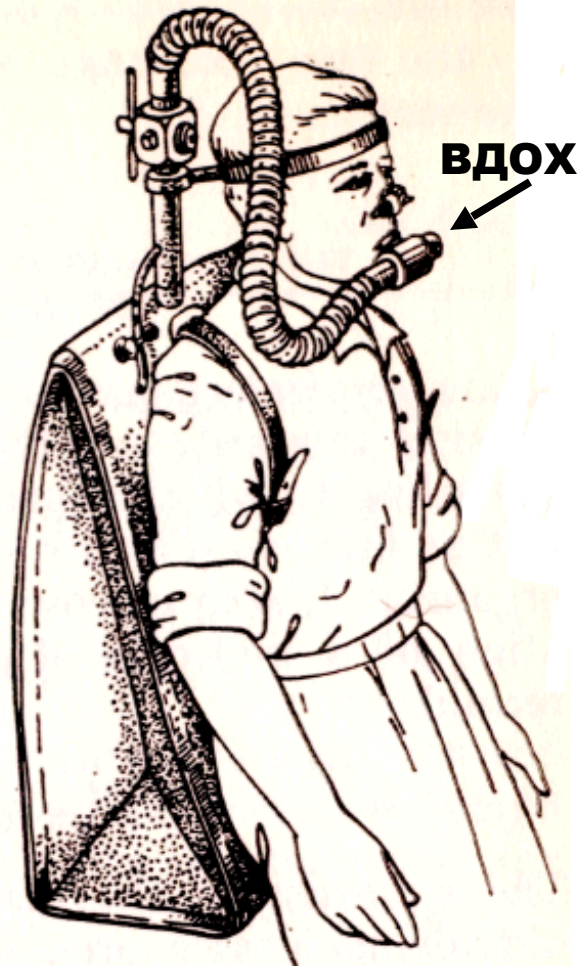
БИОКАЛОРИМЕТР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ
РАСХОДА ЭНЕРГИИ У ЧЕЛОВЕКА (тепло
нагревает воду, протекающую по трубе;
учитывается разница температуры воды)

НЕПРЯМАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ: 1. МЕТОД ШАТЕРНИКОВА



- **Закрытый метод**
- **С полным газовым анализом (O_2 и CO_2)**
- **В течение 24 часов**
позволяет определить и расход веществ (БЖУ), и расход энергии по азоту мочи и данным газообмена

НЕПРЯМАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ: 2. МЕТОД ДУГЛАСА-ХОЛДЕЙНА



- Открытый метод
- С полным газовым анализом
- В течение 10-15 минут сбор выдыхаемого воздуха в специальный мешок.
 1. Анализ выдыхаемого воздуха
 2. Расчёт дыхательного коэффициента ($ДК = CO_2/O_2$)
 3. С помощью ДК по таблице определение калорического эквивалента кислорода (КЭК)
 4. Расчёт энерготрат (исследование рабочего обмена):
КЭК (ккал/л) x объём O_2 (л)

Методы определения обмена веществ

1. Прямая калориметрия (Нагревание воды в термосе-камере).

Энергетическая ценность или калорический коэффициент вещества - количество тепла, образуемого при сгорании 1 г вещества в атмосфере чистого кислорода:

ЖИРЫ - 9,3 ккал (38,94 кдж); БЕЛКИ и УГЛЕВОДЫ - 4,1 ккал (17,17 кдж)

2. Косвенная калориметрия (калорические коэффициенты).

Калорический эквивалент кислорода (КЭК) - количество тепла, освобождающегося в организме от сгорания 1 г вещества при потреблении 1 литра кислорода:

ЖИРЫ - 4,69 ккал/л; БЕЛКИ - 4,46 ккал/л; УГЛЕВОДЫ - 5,05 ккал/л

Дыхательный коэффициент (ДК) - отношение объема выделенного углекислого газа к объему потребленного кислорода

ДК для углеводов = 1,0

ДК для белков = 0,8

ДК для жиров = 0,7

ДЫХАТЕЛЬНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ

Отношение количества выделенного углекислого газа к количеству поглощенного кислорода.

$$ДК = \frac{CO_2}{O_2}$$

Зависит от того, какие вещества

окисляются:

Б 0,8

Ж 0,7

У 1,0

КАЛОРИЧЕСКИЙ ЭКВИВАЛЕНТ КИСЛОРОДА

**Количество энергии, которое
выделяется при потреблении
организмом 1 литра кислорода**

**Зависит от того, какие вещества
окисляются:**

Б 4,8 ккал/л

Ж 4,7 ккал/л

У 5,0 ккал/л

Виды обмена веществ

- Основной обмен – энерготраты организма в состоянии физического и эмоционального покоя, лежа, утром натощак, через 12-14 час. после последнего приема пищи, при температуре воздуха 20-21°C (~1700 ккал/сутки).
- Условные нормы основного обмена:
 - у мужчин среднего возраста - 1 ккал/кг/час
 - у женщин среднего возраста - 0,9 ккал/кг/час
 - у детей 7 лет - 1,8 ккал/кг/час; 12 лет - 1,3 ккал/кг/ч
 - у стариков - 0,7 ккал/кг/час
- РАБОЧИЙ ОБМЕН - величина энергетического обмена, характерная для определенного вида трудовой деятельности.
- Рабочая прибавка - разница между рабочим и основным обменом.
- Общий обмен - энерготраты организма в условиях физиологической активности (~ 3400 ккал/сутки).

Общий обмен = основной обмен + рабочая прибавка

ОСНОВНОЙ ОБМЕН -

**ЭТО МИНИМАЛЬНЫЙ РАСХОД ЭНЕРГИИ
БОДРСТВУЮЩЕГО ЧЕЛОВЕКА**

- Энергия основного обмена затрачивается на дыхание, сердечную деятельность, тонус мышц и др.
- **ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ В СТАНДАРТНЫХ УСЛОВИЯХ:**
 1. Лёжа, в состоянии покоя
 2. При температуре комфорта (18° – 20°)
 3. Натощак (через 12-16 часов после приёма пищи)
- **ЗАВИСИТ ОТ:** пола, возраста, массы, роста
- **Имеет диагностическое значение**

ОСНОВНОЙ ОБМЕН

- **Должный (идеальный) основной обмен определяется по таблицам или по формулам (с учётом пола, возраста, массы, роста)**
- **Истинный (реальный) основной обмен определяется методом Круга в стандартных условиях.**
- **Допустимое отклонение истинного основного обмена от должного – 10%**
- **% отклонения можно рассчитать по формуле Рида:**

$$\% \text{ откл.} = 0.75 \times (\text{ЧСС} + \text{пульсовое АД} \times 0.74) - 72$$

РАБОЧИЙ ОБМЕН -

- это общие энерготраты организма за сутки, которые складываются из основного обмена и рабочей прибавки.
- РАБОЧАЯ ПРИБАВКА - дополнительный расход энергии сверх основного обмена.
- Энергия расходуется на мышечную работу, терморегуляцию, усвоение пищи.

**РАБОЧАЯ ПРИБАВКА (за сутки) =
РАБОЧИЙ ОБМЕН минус ОСНОВНОЙ ОБМЕН.**

- Рабочий обмен зависит от пола, возраста, веса, роста и характера трудовой деятельности.

Расчет обмена веществ

- Основной обмен (ОО) зависит от возраста, пола, размеров тела (массы и длины).
- Должный основной обмен (ДОО)(номограммы).

Женщины 18-30 лет: ДОО = 14,7 массы + 496 ккал.

Мужчины 18-30 лет: ДОО = 15,3 массы + 679 ккал.

Общий обмен в зависимости от тяжести труда

	Легкий труд	Средний труд	Тяжелый труд
Мужчины	1,7 x ОО	2,7 x ОО	3,8 x ОО
Женщины	1,7 x ОО	2,2 x ОО	2,8 x ОО

ГРУППЫ РАБОТНИКОВ ПО ЭНЕРГОТРАТАМ

- **1. Работники, преимущественно умственного труда: инженерный состав, врачи(кроме хирургов), работники науки и искусства, литературы, руководители и т.п. - 2500-2800 ккал/сут**
- **2. Работники легкого физического труда: инженерно-технический состав, работники связи, радиоэлектронной промышленности, медсестры, санитарки и т.п. - 2800-3000 ккал/сут**
- **3. Работники труда средней тяжести: токари, слесари, железнодорожники, врачи-хирурги, водители автотранспорта, продавцы продуктов, водники - 3000 - 3200 ккал/сут**
- **4. Работники тяжелого физического труда: строительные рабочие, металлурги и литейщики, механизаторы, плотники, нефтяники и газовики, сельхозрабочие - 3400 - 3700 ккал/сут**
- **5. Работники особого тяжелого труда: шахтеры, сталевары, вальщики леса, землекопы, грузчики - 3900 - 4500 ккал/сут**

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН

- **Закон Гесса: «Тепловой эффект процесса, развивающегося через ряд последовательных стадий, зависит от теплосодержания начальных и конечных продуктов химической реакции, но не зависит от путей их химических превращений»**
- **1-й закон термодинамики Гельмгольца, Томсона и Клазиуса: «Если теплота превращается в работу, то количество работы, произведенной системой, эквивалентно количеству поглощенного тепла »**

Превращение энергии в организме

