

Обмяна на енергията

Основна обмяна



**МЕТОДИ ЗА ИЗМЕРВАНЕ
НА ЕНЕРГОРАЗХОДА**

Обмяна на веществата /метаболизъм/



Съвкупност от всички биохимични реакции, които протичат в организма и са свързани с:

1. Процес на дисимиляция (катаболизъм) – разграждане на веществата и **освобождаване на енергия**
2. Процес на асимиляция (анаболизъм) – изграждане на веществата и **поглъщане на енергия**

молекули в
храната

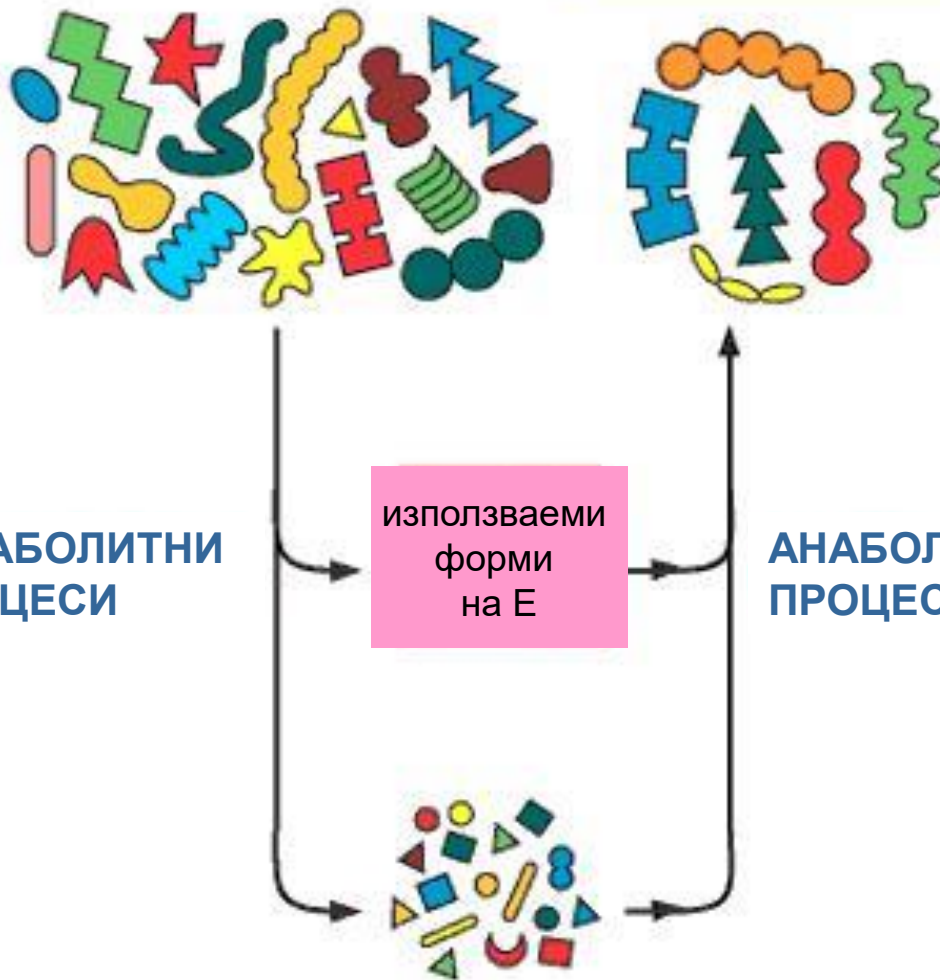
молекули, които
формират клетката

**КАТАБОЛИТНИ
ПРОЦЕСИ**

използваеми
форми
на Е

**АНАБОЛИТНИ
ПРОЦЕСИ**

множество градивни елементи
за биосинтез



Обмяна на енергията



Всички процеси на освобождаване, изразходване и складиране на енергия в организма

- ❖ Основният източник на енергия за човешкия организъм са хранителните вещества – **въглехидрати, мазнини и белтъци**



❖ Количество енергия, което се отделя за разграждането на 1g:

ВЪГЛЕХИДРАТИ – 17,2 kJ (4,1 kcal)

БЕЛТЪЦИ – 17,2 kJ (4,1 kcal)

МАЗНИНИ – 38,9 kJ (9,3 kcal)



Организмът използва енергия за:

- Основна обмяна
- Двигателна активност (мускулни съкращения)
- Усвояване и преработване на храната

Основна обмяна



- Това е минималното количество енергия, необходимо за поддържане на основните жизнени функции – около 2000 kcal/24h

Основна обмяна



❖ Фактори, повлияващи основната обмяна:

- Възраст
- Ръст, телесна маса
- Пол
- Телесна температура
- Хормонални влияния
- Генетични фактори

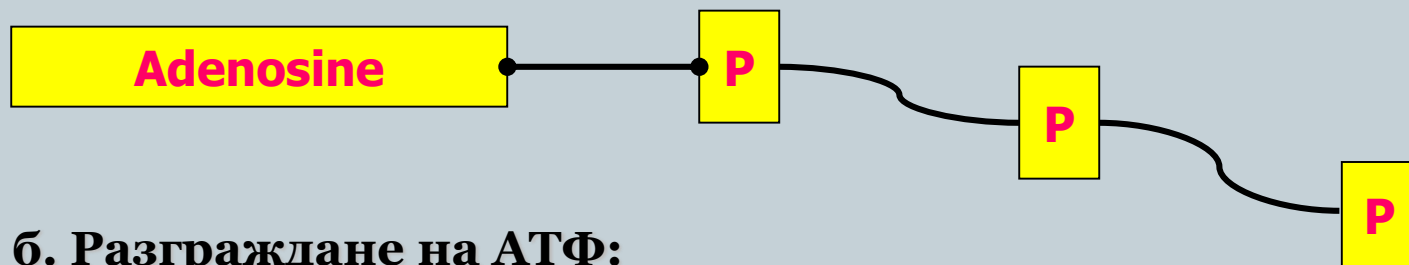
АТФ



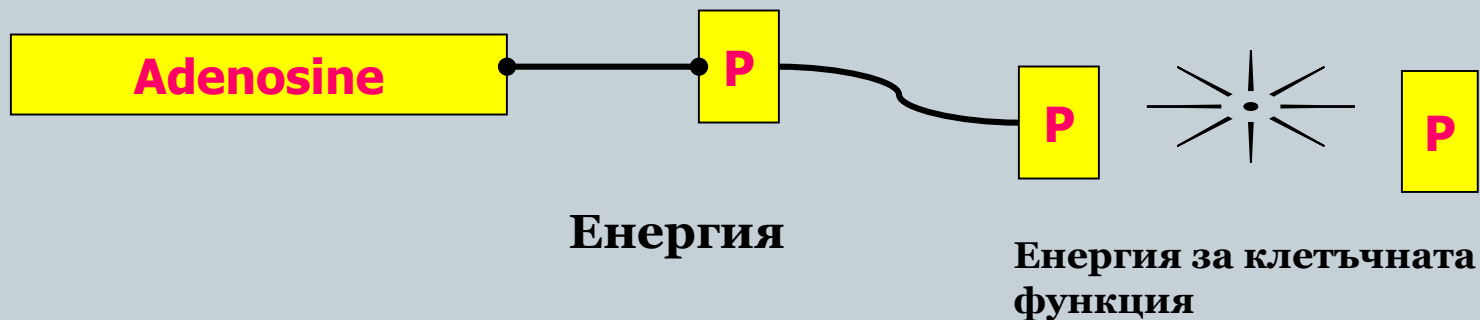
Клетките не се снабдяват директно с енергия от храната, а от молекули **АТФ** (аденозин трифосфат) = форма на енергията, която може да се използва незабавно и от която клетките се нуждаят, за да функционират, а мускулите - да се съкращават

Молекула на АТФ

а. Аденозин Трифосфат (АТФ)



б. Разграждане на АТФ:



$\text{АТФ} = \text{АДФ} + \text{енергия за биологична работа} + \text{P}$

(АДФ = Аденозин дифосфат)

Източници на енергия



- Енергията от молекулните химически връзки в хранителните продукти се освобождава в клетките и след това се складира под формата на т. нар. **макроергични връзки** в молекулата на **АТФ**
- Образоването на АТФ осигурява клетките с високоенергетични съединения за складиране и запазване на енергията

Закон за запазване на енергията



- Всички форми на енергията са взаимнозаменяеми;
- **Енергията** никога не се губи или синтезира наново, но постоянно се променя;
- Цялата енергия на една затворена термодинамична система би могла да се превърне в топлина

1cal = топлината, необходима за загреване на 1 g вода с 1°C

$$1 \text{ kcal} = 4.2 \text{ kJ}$$

Енергоразход



Количеството енергия, което се освобождава за единица време

Методи за измерване на енергоразхода

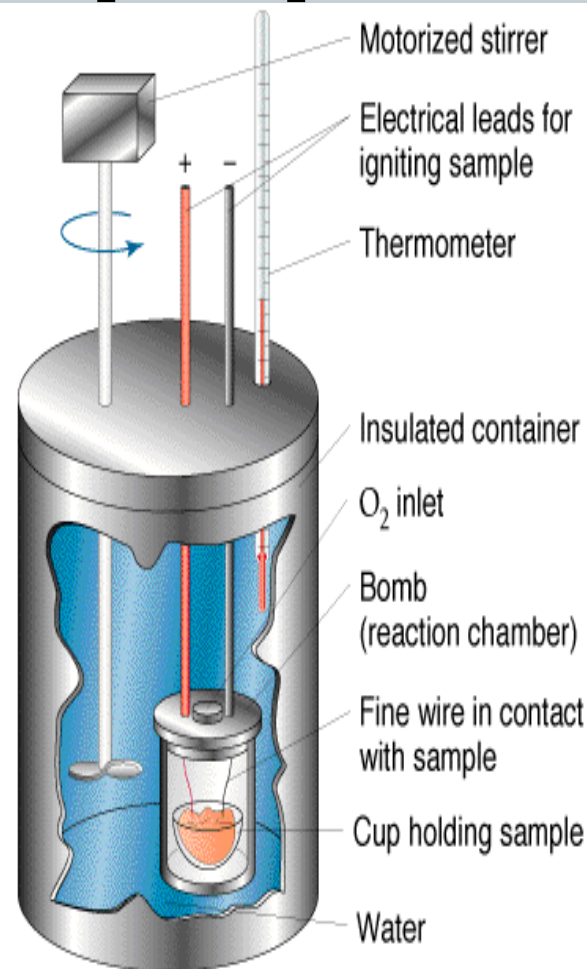


1. Пряка калориметрия – измерване на калориите топлина, отделящи се при горенето (окислението) на енергетичните източници

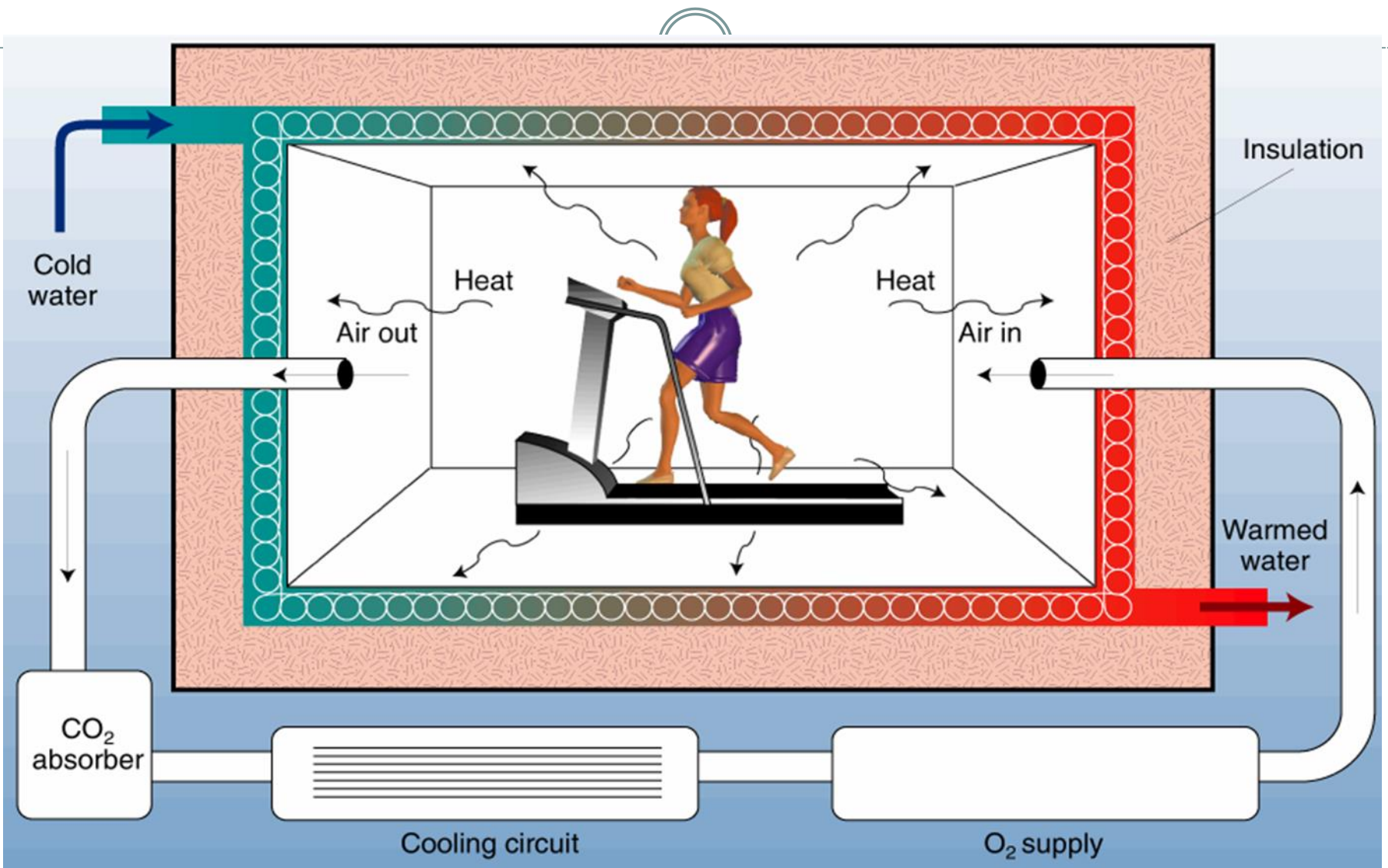
Пряка калориметрия

- Метални съдове с двойни стени, между които има определено количество H_2O
- Изследваното вещество се изгаря в горивна камера, в резултат на което H_2O се затопля
- По степента на затопляне се отчита отделената в резултат на горенето енергия

• Калориметрична бомба



КАЛОРИМЕТРИЧНА КАМЕРА



НЕПРЯКА КАЛОРИМЕТРИЯ

2. Непряка калориметрия

- ❖ Основава се на количеството **консумиран O_2** , употребен за получаване на определено количество енергия при разграждането на веществата

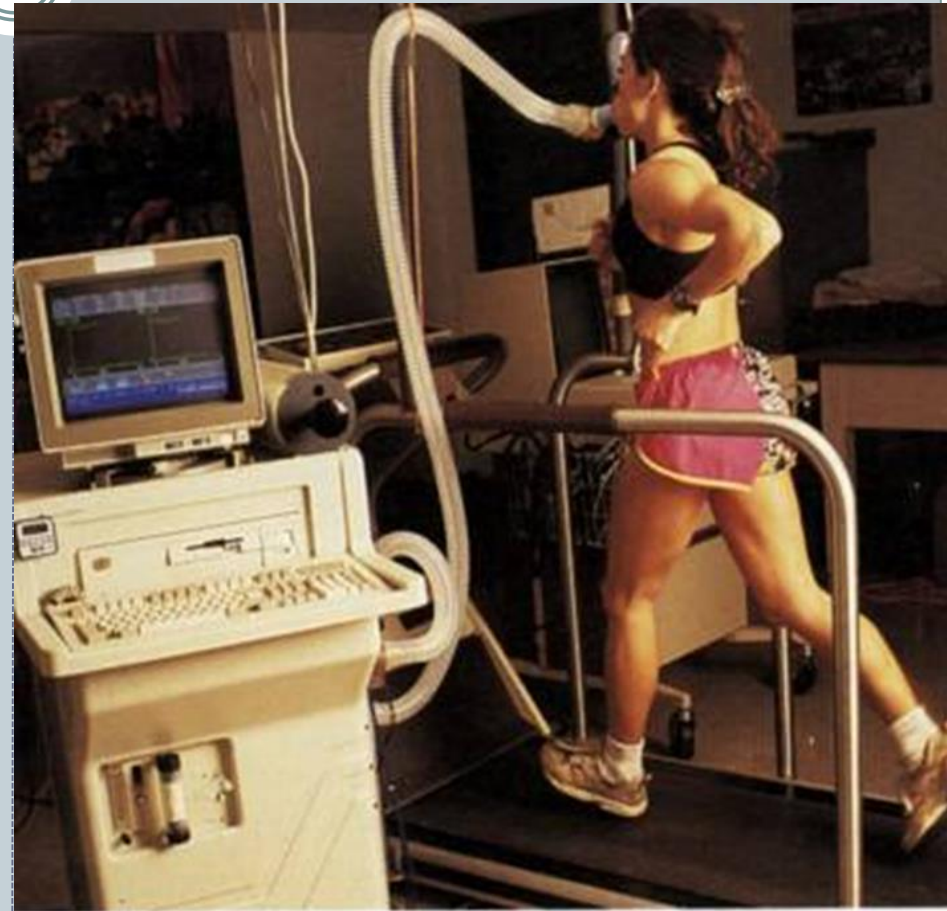


Figure 5.11 The equipment used to measure the respiratory exchange of oxygen and carbon dioxide.

Непряка калориметрия



- ❖ Съотношението между издишания CO_2 и усвоения O_2 се нарича **респираторен квотиент (RQ)**

$$\text{RQ} = \text{CO}_2 / \text{O}_2$$

Стойности на RQ:

- ❖ Въглехидрати – 1
- ❖ Белтъци – 0,85
- ❖ Мазнини – 0,7

ЕЕК



- ❖ **Енергиен еквивалент на кислорода (ЕЕК) –**
количеството енергия, което се освобождава при
консумирането на 1l O₂ за окислението на
хранителните вещества
- ❖ **ЕЕК за:**
 - **Въглехидрати – 21,1 kJ/l**
 - **Белтъци – 20 kJ/l,**
 - **Мазнини – 19,6 kJ/l**

ИЗВОД



- ❖ **Въглехидратите са основният енергиен източник при работа с максимална мощност,** тъй като от една страна могат да се разграждат анаеробно и да доставят бързо енергия, а от друга имат най-висока стойност на ЕЕК
- ❖ **Мазнините,** които освобождават най-голямо количество енергия при окислението си, но имат нисък ЕЕК, **са подходящ енергиен източник при продължителни натоварвания с малка мощност,** при които няма ограничения в доставянето на O_2 за тяхното окисление

Регулация на обмяната



❖ Нервна регулация

- Основен регулатор - хипоталамуса

❖ Хуморална регулация

- Инсулинът стимулира складирането
- Глюкагон, адреналин, хормоните на щитовидната жлеза, глюкокортикоидите и соматотропния хормон предизвикват усиляване на обменните процеси (т.е. разграждане на депата)

Методи за предвиждане на енергоразхода



Уравнение на Harris-Benedict:

- *Мъже: $66 + (13,7 \times t.m.) + (5 \times р\acute{ъ}ст) - (6,8 \times в\ddot{ъ}зраст)$*
- *Жени: $655 + (9,6 \times t.m.) + (1,8 \times р\acute{ъ}ст) - (4,7 \times в\ddot{ъ}зраст)$*

Където:

т.м. – телесна маса в килограми

рѳст – в сантиметри

вѳзраст – в години

❖ Обмяната се изчислява в kcal и се превръща в kJ:

$$1\text{kcal} = 4,186 \text{ kJ}$$



❖ **Стойността на основната обмяна се умножава по съответния индекс на активност**

Индекс:

- **1,2** - Заседнал начин на живот (живот и ежедневиe с малко движение или тренировки)
- **1,38** - Слабо активен начин на живот (леки, тонизиращи тренировки и занимания, 1-3 пъти седмично)
- **1,55** - Умерено активен начин на живот (3-5 пъти седмично физически занимания)
- **1,73** - Много активен начин на живот (тренировки до 6-7 пъти седмично)

Индекс на телесната маса (ИТМ)



- **Индекс на телесна маса (BMI)**
 - ✓ служи за определяне на нормалното, здравословно тегло при хора с различен ръст и за диагностициране на затлъстяване и недोхранване

$$\text{ИТМ} = \text{телесна маса(kg)} / \text{ръст}^2(\text{m}^2)$$

Индекс на телесната маса (ИТМ)



- 18,5-24,9 – норма
- $< 18,5$ – поднормено тегло
- 25-29,9 – наднормено тегло
- > 30 – затлъстяване
- > 40 – застрашаващо живота
затлъстяване



- ❖ Измерване на отделената енергия в покой за 1 минута
- 1. Определяне на МДО (ДО и ДЧ)
- 2. Определяне на издишания CO_2 и O_2 в %
- 3. Изчислява се $\text{O}_2 \text{ конс. \%} = \text{O}_2 \text{ атм. \%} - \text{O}_2 \text{ издишан \%}$
- 4. Изчисляване на $\text{RQ} = \frac{\text{CO}_2 \text{ издишан}}{\text{O}_2 \text{ конс.}}$
- 5. Намиране на ЕЕК от таблицата на Zunts и Schumburg, в зависимост от RQ



6. Изчисляване на $\dot{V}O_2$ в l/min^{-1}

$$МДО \times O_{2\text{конс.}\%} / 100$$

7. Изчисляване на количеството отделена енергия
за 1 минута в kJ или kcal

$$E = EEK \times \dot{V}O_2$$

МДО	O ₂ %	CO ₂ %	O ₂ конс %	RQ	EEK	VO ₂ l/min	Е в kcal