

ИЗСЛЕДВАНЕ НА АЕРОБНАТА СИСТЕМА

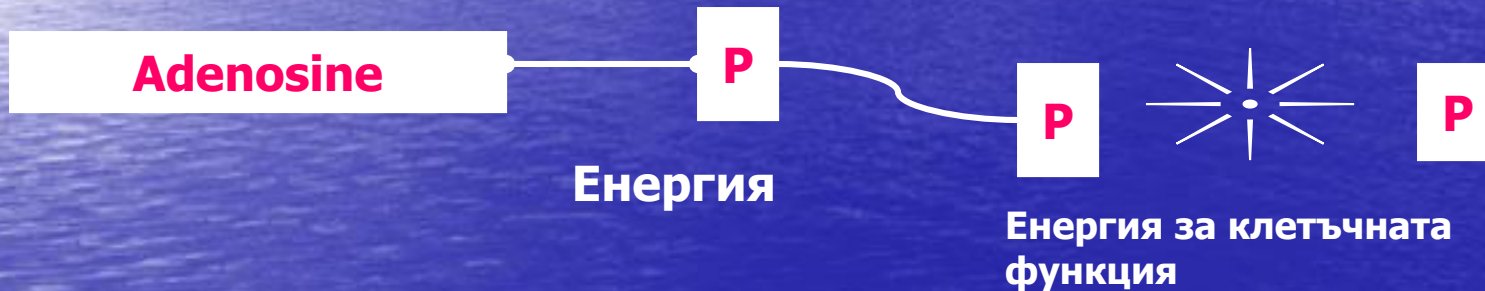
Тестове за индиректно определяне
на максималната кислородна
консумация. Аеробни степ тестове

Молекула на АТФ

а. Аденозин Трифосфат (АТФ)



б. Разграждане на АТФ:



АТФ = АДФ + енергия за биологична работа + P

(АДФ = Аденозин дифосфат)

Клетките не се снабдяват директно с енергия от храната, тя трябва да се разгради до:

АТФ-Аденозин Трифосфат

АТФ = форма на енергията, която може да се използва незабавно, от която клетките се нуждаят, за да функционират, а мускулите – за да се съкращават

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.

Системи за доставка на енергия:

- КрФ-АТФ (8-10 секунди)
- Анаеробна система (до 2-3 минути)
- Аеробна система (3 минути +)

Бионергетика: Продукция на АТФ

➤ Система КрФ-АТФ

- анаеробна
- най-лесната доставка на енергия
- 1 мол КрФ = 1 мол АТФ
- 1 АТФ = 7.6 kcal

➤ Гликолитична система

- анаеробна
- 1 мол гликоген = 3 мола АТФ

➤ Аеробна система

- аеробна
- Енергиен добив = 36 мола АТФ

0 сек 4 сек 10 сек 1.5 мин 3 мин + →



Силови:
вдигане на тежести, тласкане
на гюле

Продължителни:
спринтове, баскетбол, футбол

Анаеробна система:
200-400 m спринт, 100 m
плуване

Аеробна система:
бягане на дълги
разстояния — →
повече от 800 m

**Immediate/short-term
non-oxidative systems**

**Aerobic-oxidative
system**

Без кислород

Глюкоза = 2АТФ + 2МК

(продукта от храносмилане на въглехидратите)

Гликоген = 3АТФ + 2МК

(складовата форма на глюкозата)

С кислород

Глюкоза + O_2 = 36АТФ + H_2O + CO_2

Мастни киселини + O_2 = 129АТФ

Въглехидратите са основен енергиен източник при работа с максимална мощност.

Мазнините, които освобождават най-голямо количество енергия са подходящ енергиен източник при продължителни натоварвания с малка мощност.

Аеробна система за доставка на енергия



- Система за доставка на **дългосрочна енергия** за мускулното съкращение при максимални натоварвания с продължителност над 2-3 мин. и при всички натоварвания с лека до умерена интензивност и голяма продължителност (субмаксимални натоварвания)
- Зависи от способността на **белите дробове, сърцето и кръвоносните съдове** да доставят O_2 до мускулите и от техния капацитет за оползотворяване на този O_2 за продължително усилие.

Кислородна консумация - $\dot{V}O_2$

- $\dot{V}O_2$ представлява количеството O_2 , което се транспортира от околната атмосфера до митохондриите в клетките на тъканите и органите, и се използва за получаване на енергия (т.е. консумирания кислород).
- В покой тя е 0.250-0.300 l/min.

Максимална кислородна консумация - $\dot{V}O_2 \max$

- Максималното количество O_2 , което може да бъде поето (чрез дихателната система), транспортирано (чрез сърдечно-съдовата система) и използвано (от мускулите) за производство на енергия за единица време.

Максимална кислородна консумация - $\dot{V}O_2 \max$ ($\dot{V}$ "= volume of oxygen used per minute, " O_2 "=oxygen, and "max"=maximal exercise conditions)

- $\dot{V}O_2 \max$ е най-често използваният показател за оценка на кардио-респираторната издръжливост
- $\dot{V}O_2 \max$ – най-добрият индекс за физическа работоспособност
- **Определение – максималното количество O_2 , което един индивид може да консумира за 1 мин. Това е индивидуалната горна граница за аеробната ресинтеза на АТФ.**

$\text{VO}_2 \text{ max}$

➤ Мерни единици

- l/min или ml/min (абсолютна)
- **ml/kg/min** (свързана с телесното тегло)

➤ Варира от 15 (заседнал живот, болест) до 65 (млад издръжлив атлет) ml/kg/min

➤ При жени тези стойности са с 10-20% по-ниски, отколкото при мъже

- $\dot{V}O_{2\max}$ е обусловена генетично, но се променя при трениране
- ✓ При нетренирани индивиди $\dot{V}O_{2\max}$ е 2,5 - 3,0 l/min
- ✓ При тренирани може да достигне 7 l/min

Директно измерване на $\dot{V}O_2$ max

- **Непряка калориметрия**
(спирометрия с отворен контур) —
изчисляване на енергийния разход
посредством съотношението CO_2/O_2

Непряка калориметрия – измерва дихателния обмен между O_2 и CO_2



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

Предимства и недостатъци на метода за директно измерване на VO_2 max

➤ Предимства:

- ✓ най-точният метод

➤ Недостатъци:

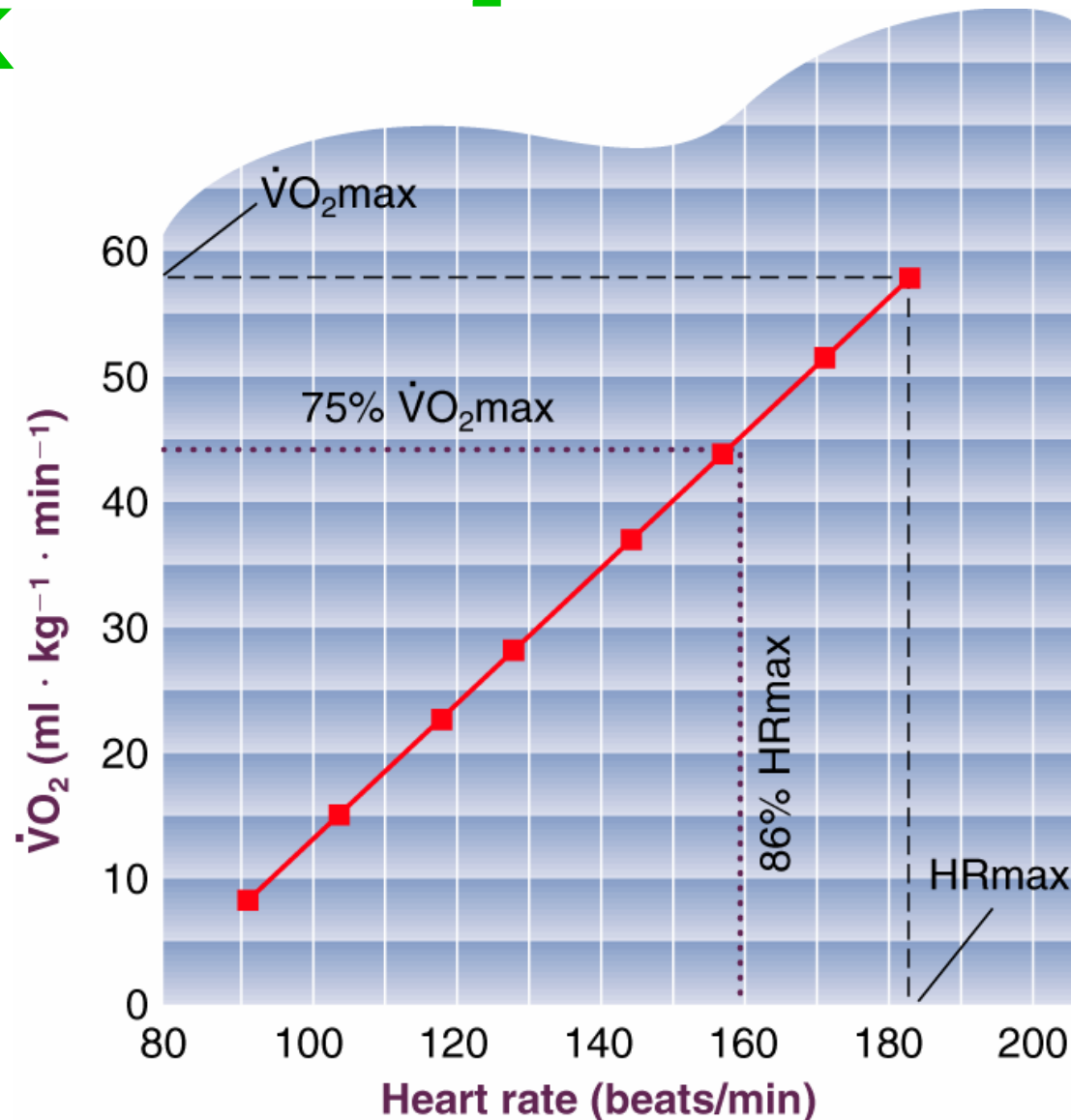
- ✓ скъпа апаратура;
- ✓ времеотнемащ;
- ✓ практически е неприложим при повечето тестващи ситуации;
- ✓ мотивация от страна на изследваното лице;
- ✓ необходимост от медицинско лице с опит.

Индиректно измерване на $\text{VO}_2 \text{ max}$

/тестове за предсказване на $\text{VO}_2 \text{ max}$ /

- Линейна зависимост между СЧ и VO_2
- Използват се номограми или уравнения за изчисляване на $\text{VO}_2 \text{ max}$
- Използва се max СЧ, предсказана по формулата на Astrand & Rhyming:
$$\text{HRmax} = 220 - \text{възраст (год.)}$$

HEART RATE, $\dot{V}O_2$, AND INCREASING WORK



Методи за индиректно измерване на $\text{VO}_2 \text{ max}$

➤ Максимални

➤ Субмаксимални

- Тестовете, при които работното натоварване не предизвиква достигане на максималната сърдечна честота, максималната кислородна консумация или максималната мощност се наричат субмаксимални
- Субмаксималният тест се прекратява обикновено при достигане на 85% от HRmax .

Индикации за прекратяване на теста

- Сърдечна болка;
- Хриптене;
- Схващане на крак;
- Високо RR;
- Промяна в СЧ;
- Промяна в дишането.

Области на приложение на индиректните тестове за оценка на $\dot{V}O_2$ max

- оценка на ефективността от тренировъчната програма;
- оценка на аеробната система на по-големи групи хора (епидемиологични проучвания);
- изследване на кардио-респираторната система при практикуващите фитнес;
- клинични приложения – при лица с сърдечносъдови, белодробни, мускулоскелетни, невромускулни заболявания и др. състояния, при които максималното тестване е противопоказано;
- за измерване ефекта на фармакологични средства;
- за определяне на ефекта на възстановителните програми върху физическата работоспособност;

Видове тестове

- **Според вида на изследваната система**
 - Аеробни
 - Анаеробни
- **Според начина на изследване на $\dot{V}O_2$ max**
 - Директни
 - Индиректни
- **Според натоварването**
 - Максимални
 - Субмаксимални
- **Според вида на използваните уреди**
 - Тредмил-тестове
 - Велоергометрични
 - Степ-тестове

Сърдечната честота във възстановителния период

- СЧ, УО и МСО намаляват бързо до предработните си стойности след нискоинтензивно натоварване;
- Скоростта на възстановяване зависи от тренираността. Тренираните лица се възстановяват по-бързо защото работната им честота е по-ниска при дадено ниво на натоварване.

Степ-тест на Куинс Колидж

Това е аеробен, субмаксимален, индиректен степ тест



Цел: оценяване на кардио-респираторната издръжливост – отчитане ефекта на тренировката

Необходима апаратура: платформа или пейка с височина 41.3 cm, хронометър, метроном.

Описание: Спортиста стъпва върху платформата в последователност: горе-горе, долу-долу

Честота на стъпките: Честотата на стъпване се задава от метроном.

Един такт = 1 движение:

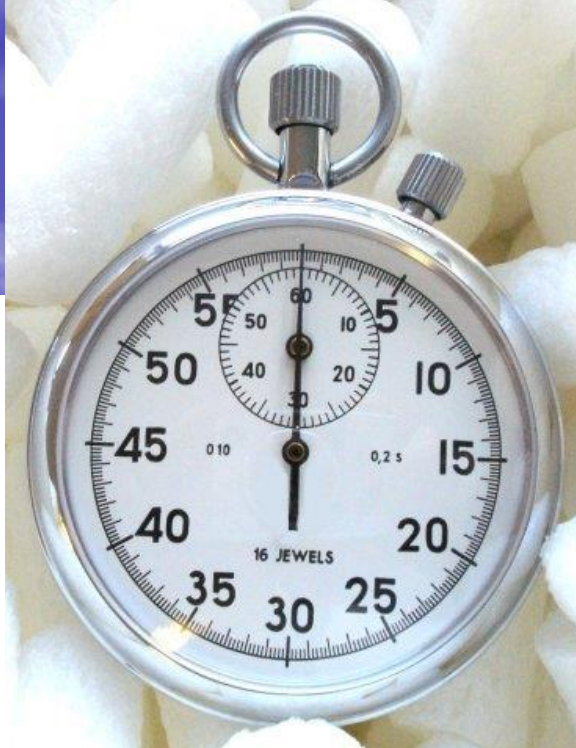
мъже – 24 стъпки/мин (пълен цикъл горе-горе, долу-долу);
честота на метронома 96 удара/мин

жени – 22 стъпки/мин; честота на метронома 88 удара/мин

Продължителност на теста: 3 мин.

След прекратяване на натоварването изследваното лице остава в право положение.

Уреди



Измервания

Измервания: Измерва се пулсовата честота (**HR15 sec**) за 15 сек между 5 и 20 сек **от възстановителния период** (3:05 – 3:20), чрез палпация на радиалния пулс. Точното преброяване на пулса е от решаващо значение за получаване на адекватен резултат от теста.

Изчисления:

намираме сърдечната честота на възстановителния период
HRrec

HRrec [уд/мин] = HR15 sec x 4

Изчисляваме $VO_2\text{max}$ по формулата:

$VO_2\text{max [ml.kg}^{-1}\text{.min}^{-1}] = 111.3 - (0.42 \times \text{HRrec})$ за мъже

$VO_2\text{max [ml.kg}^{-1}\text{.min}^{-1}] = 65.81 - (0.1847 \times \text{HRrec})$ за жени

Интерпретация на резултата

Лицата с висока СЧ във възстановителния период показват тенденция към по-ниска $\dot{V}O_2\text{max}$, докато лицата с по-ниска СЧ във възстановителния период (т.е. с по-бързо възстановяване) имат относително по-висока $\dot{V}O_2\text{max}$.

Предимства и недостатъци

- **предимства:** използва се евтина и лесно достъпна апаратура, изисква малко време и може да се извърши самостоятелно от всеки;
- **недостатъци:** биомеханичните характеристики варират между отделните индивиди (напр. по-високите лица имат предимство).