



## Próby wysiłkowe w kardiologii

KATEDRA KARDIOLOGII CM UMK

2014



Obciążenie wysiłkiem fizycznym polega na

chodzeniu po bieżni ruchomej

pedałowaniu na ergometrze rowerowym



Wielkość wysiłku fizycznego

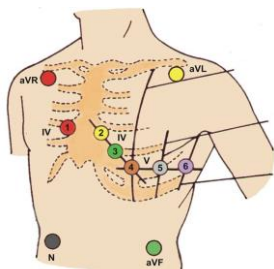
MET  
(jednostki metaboliczne)

WAT  
(jednostki mocy)

## Kardiologiczna próba wysiłkowa



## Rozmieszczenie elektrod



## Protokoły stosowane w próbach wysiłkowych

- Protokoły klinicznych prób wysiłkowych obejmują wstępną rozgrzewkę (małe obciążenie), zwiększający się, nieprzerwany wysiłek, z rosnącym obciążeniem i odpowiednim przedziałem czasu jego trwania na każdym etapie oraz okres odpoczynku po wysiłku.
- Protokół Bruce'a, zmodyfikowanego Bruce'a, ramp test -bieżnia ruchoma
- Protokół 50/50W- cykloergometr

## Protokół Bruce'a (najczęściej stosowany)

Etap wysiłku	Przesuw bieżni (km/h)	Nachylenie bieżni (%)	Czas (min)	Obciążenie (MET)
1	2,7	10	3	5
2	4,0	12	3	7
3	5,5	14	3	10
4	6,8	16	3	13
5	8,0	18	3	15

## Protokół na cykloergometrze rowerowym

- początkowe obciążenie 50W, a u osób ze zmniejszoną sprawnością 25W
- wielkość obciążenia zwiększa się co 3min o 25W

### **Obciążenie wysiłkiem zwiększamy do:**

- Uzyskania maksymalnej częstotliwości rytmu (**220-wiek**)
- Wystąpienia objawów wskazujących na konieczność zakończenia próby (**maksymalna próba wysiłkowa ograniczona objawami**)
- Uzyskanie 85% maksymalnej częstotliwości rytmu (**submaksymalna próba wysiłkowa**)

### **Cel wykonywania próby wysiłkowej**

- diagnostyka bólów w klatce piersiowej (w kierunku choroby wieńcowej)
- ocena ryzyka, rokowania, leczenia i dalszego postępowania u chorych z rozpoznaną chorobą wieńcową

### **Cel wykonywania próby wysiłkowej**

- Ocena wydolności fizycznej u chorych z objawową niedomykalnością zastawki aortalnej oraz z wrodzonym blokiem AV III, którzy planują wykonywać większe wysiłki fizyczne
- Ocena funkcji stymulatora o adaptowanej częstotliwości rytmu

### **Diagnostycznej próby wysiłkowej nie wykonuje się u:**

- Mężczyzn w wieku  $\geq 40$  lat z typowym bólem dławicowym
- Kobiet w wieku  $\geq 60$  lat z typowym bólem dławicowym

W tych grupach koronarografia potwierdza obecność istotnych zwężeń w tętnicach wieńcowych u  $>90\%$  chorych.

Dyskusyjny charakter ma wskazanie do wykonywania przesiewowej próby wysiłkowej u bezobjawowych mężczyzn po 40 r.ż. z czynnikami ryzyka choroby wieńcowej oraz u mężczyzn w wybranych grupach zawodowych, np. strażaków, policjantów lub żołnierzy

### Przygotowanie pacjenta do badania

Nie powinien

- Spożywać posiłku
  - Palić tytoniu
  - Wykonywać większych wysiłków fizycznych
- } 3 godziny przed
- 12 godzin przed

### Przygotowanie do badania

- Odstawić  $\beta$ -blokery (tylko w przypadku badania diagnostycznego!)
- Przeprowadzić badanie podmiotowe i przedmiotowe oraz wykonać spoczynkowe EKG

### Podczas wysiłku fizycznego

- stałe monitorowanie ekg
- pomiary ciśnienia tętniczego (odstępów 3-minutowe lub w 2 minucie kolejnego etapu)
- stała obserwacja stanu pacjenta

## Przeciwwskazania bezwzględne do wykonania próby wysiłkowej

- Świeży zawał m. serca (2 doby)
- Niestabilna choroba wieńcowa, nieopanowana leczeniem farmakologicznym
- Objawowe zaburzenia rytmu serca
- Ciężkie, objawowe zwężenie zastawki aortalnej
- Nieopanowana niewydolność serca
- Świeży zator tętnicy płucnej lub zawał płuca
- Ostre zapalenie osierdzia lub m. sercowego
- ostre rozwarstwienie aorty

## Wskazania bezwzględne do przerwania próby wysiłkowej

wg wytycznych AHA i ACC (2002r.)

- $\downarrow$ SBP o  $>10$  mm Hg (utrzymujący się stale poniżej wart. wyjściowej) pomimo wzrostu obciążenia, jeżeli towarzyszą mu inne objawy niedokrwienia – ból dławicowy, obniżenie odc. ST wskazujące na dodatni lub wątpliwy wynik próby
- uniesienie odcinka ST ( $>1$  mm) w odpr. bez nieprawidłowych załamek Q lub zespołów QS (poza  $V_1$  lub aVR)
- ból dławicowy (stopień 3-4)
- objawy ze strony OUN (zawroty głowy), objawy upośl. perfuzji (sinica lub błądź)
- utrwalony częstoskurcz komorowy
- trudności w monit. EKG lub SBP
- prośba pacjenta o zakończenie próby

## Wskazania względne do przerwania próby wysiłkowej

wg wytycznych AHA i ACC (2002r.)

- spadek ciśnienia skurczowego  $>10$ mmHg bez innych objawów niedokrwienia
- Wzrost ciśnienia skurczowego  $>250$ mmHg, rozkurczowego 115mmHg
- Narastający ból w klatce piersiowej, który nie ma cech typowego bólu dławicowego
- Obniżenie odc. ST  $>2$ mm lub zmiana osi elektrycznej serca
- Wielokształtne przedwczesne pobudzenia komorowe
- nsVT, częstoskurcz nadkomorowy, blok A-V, bradyarytmia
- Blok odnogi pęczka Hisa trudny do różnicowania z VT
- Zmęczenie, duszność
- Kurcze i ból mięśni kończyn dolnych

## Okres powysiłkowy

- Większa czułość w pozycji leżącej i bez spaceru po wysiłku
- Monitorowanie przez 6-8min /do powrotu SBP, HR, odc.ST do wart. zbliżonych./
- 85% nieprawidłowych reakcji podczas wysiłku lub 5-6min po

## **Hipotonia wysiłkowa(EIH)**

spadek RR lub wzrost < 20-30mmHg  
(wg wyjściowego RR)

- niedokrwienie mięśnia sercowego
- ciężkie upośledzenie czynności lewej komory
- zawężenie drogi odpływu do aorty
- przyjmowanie niektórych leków (tzn. beta-blokerów)
- długotrwały i intensywny wysiłek fizyczny
- odwodnienie

## **Spadek ciśnienia wywołany wysiłkiem**

- Złe rokowanie gdy objawy niedokrwienia – w 50% zwężony pień LTW lub choroba 3 naczyń
- Większa ilość powikłań podczas próby
- Poprawa po CABG

## **Kardiologiczną próbę wysiłkową**

Wykonuje się:

- W obecności lekarza
- Pomieszczenie powinno być wyposażone w przenośny kardiowerter-defibrylator

## **Powikłania podczas próby wysiłkowej**

- Hipotonia
- Omdlenie
- Częstoskurcz nadkomorowy lub komorowy
- Migotanie przedsionków
- Lewokomorowa niewydolność serca
- OZW

## **Powikłania podczas próby wysiłkowej**

Zgon lub zawał serca w 1 dobie po badaniu występuje u:

- 8 osób na 10000 badań diagnostycznych
- 12 osób na 10000 badań wykonanych po świeżo przeżytym zawale m. sercowego
- 15 osób na 10000 badań u osób z niestabilną chorobą wieńcową

## **Badanie ergospirometryczne**

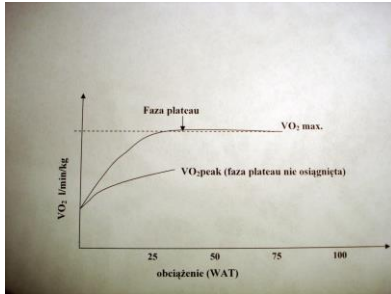
## **Wydolność fizyczna**

- Zdolność do wykonywania aktywności ruchowej z udziałem dużych grup mięśniowych powodując wydatek energetyczny większy niż w spoczynku oraz warunkując rozwój zmian w środowisku wewnętrznym organizmu
- Miarą wydolności fizycznej - czas wykonywanego wysiłku do całkowitego zmęczenia

## **Wskaźnik wydolności wysiłkowej**

- Zdolność pobierania tlenu przez organizm czyli zużycie tlenu ( $VO_2$ )

## VO<sub>2</sub>max i VO<sub>2</sub>peak



Wartości należne VO<sub>2</sub>max i przeliczenie na metaboliczny ekwiwalent (MET) w grupach wiekowych mężczyzn i kobiet (1MET odpowiada zużyciu 3.5ml/min/kg tlenu)

Folia Cardiol. 2004; tom 11: supl. A: A8-A19.

Wiek [lata]	Mężczyźni		Kobiety	
	VO <sub>2</sub> [ml/kg/min]	MET	VO <sub>2</sub> [ml/kg/min]	MET
20-29	43 ± 7.2	12	36 ± 6.9	10
30-39	42 ± 7.0	12	34 ± 6.2	10
40-49	40 ± 7.2	11	32 ± 6.2	9
50-59	36 ± 7.1	10	29 ± 5.4	8
60-69	33 ± 7.3	9	27 ± 4.7	8
70-79	29 ± 7.3	8	27 ± 5.8	8

## Przemiany metaboliczne w mięśniach podczas wysiłku

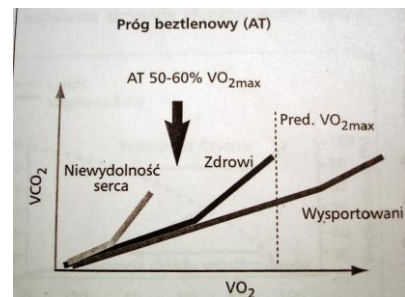
Krótkotrwałe wysiłki fizyczne

Przemiany tlenowe

Przedłużony wysiłek fizyczny

Próg beztlenowy      Przemiany beztlenowe

## Próg beztlenowy AT (anaerobe threshold)





## Przemiany metaboliczne w mięśniach podczas wysiłku

### Krótkotrwałe wysiłki fizyczne

Przemiany tlenowe

$$\text{RER} = \text{VCO}_2 / \text{VO}_2 < 1$$

### Przedłużony wysiłek fizyczny

Próg beztlenowy

Przemiany beztlenowe

$$\text{RER} = \text{VCO}_2 / \text{VO}_2 = 1$$

$$\text{RER} = \text{VCO}_2 / \text{VO}_2 > 1$$

## Ergospirometryczna próba wysiłkowa (CPET- cardiopulmonary exercise testing)

- Jest połączeniem próby wysiłkowej z pomiarem gazów w powietrzu oddechowym
- Na bieżni ruchomej
- Na cykloergometrze rowerowym
- $\text{VO}_2$  3-5 ml/kg/min, RER < 0.90



## Parametry określone w czasie CPET

### Kardiologiczne

- **BP (blood pressure)**- ciśnienie tętnicze
- **EKG** – zapis 12-odprowadzeń
- **HR (heart rate)**- czynność serca
- **HRR (heart rate reserve)**- rezerwa tętna (różnica HR predykcyjnego a osiągniętego)
- **O<sub>2</sub>Pulse**- pochłanianie tlenu w przeliczeniu na częstość rytmu serca

## Parametry określone w czasie CPET cd.

- **Podstawowe**
- **VO<sub>2</sub> (oxygen uptake)** – pochłanianie tlenu
- **VO<sub>2</sub>/kg** – pochłanianie tlenu na jednostkę masy ciała
- **VCO<sub>2</sub> (production CO<sub>2</sub>)** – zawartość dwutlenku węgla w powietrzu wydychanym
- **RER=VCO<sub>2</sub>/VO<sub>2</sub>** – współczynnik wymiany oddechowej
- **VO<sub>2</sub>AT, VO<sub>2</sub>/kgAT** – pochłanianie tlenu na progu beztlenowym (gdzie RER=1)
- **dVO<sub>2</sub>/dWR (ml/min/W)** – współczynnik obciążenia wysiłkiem fizycznym

### Parametry określone w czasie CPET cd.

- **Wentylacyjne**
- **VE (ventilation)** – wentylacja minutowa
- **TV (Tidal Volume)** – przepływ oddechowy
- **BF (breath frequency)** – częstość oddechów
- **BR (breathing reserve) = VE max – VE reached;** różnica wentylacji predykcyjnej a osiągniętej
- **sat O<sub>2</sub>** – wysycenie tlenem krwi tętniczej mierzonej za pomocą pulsoksymetru
- **E<sub>QO<sub>2</sub></sub>=VE/VO<sub>2</sub>**- wentylacja minutowa niezbędna do wychwytu litra tlenu w danym etapie wysiłku
- **E<sub>QCO<sub>2</sub></sub>=VE/VCO<sub>2</sub>**- wentylacja minutowa niezbędna do wydalenia litra dwutlenku węgla w danym etapie wysiłku
- **Wskaźnik VE-VCO<sub>2</sub>**- współczynnik nachylenia krzywej regresji

### Parametry określone w czasie CPET cd.

- **Dodatkowe**
- **VD/VT**- wykorzystanie anatomicznej przestrzeni martwej w trakcie wysiłku
- **VT-VE**- zmiany wentylacji względem przepływów oddechowych
- **PetO<sub>2</sub>**- zawartość tlenu w powietrzu końcowydechowym
- **PetCO<sub>2</sub>**- zawartość dwutlenku węgla w powietrzu końcowydechowym

### Parametry określone w czasie CPET cd.

- **Metaboliczne**
- **Lactate (mmol/l)**- stężenie mleczanów powstających w trakcie wysiłku
- **Cal (kcal/min)**- ilość wykorzystywanej energii (1kcal=4,1868J)
- **Lipides**- stopień wykorzystania lipidów w przemianach energetycznych
- **Glucides**- stopień wykorzystania węglowodanów w przemianach energetycznych
- **REE**- współczynnik wydatku energetycznego

### Główne wskazania do wykonania CPET

1. Ocena tolerancji wysiłku fizycznego.
2. Diagnostyka duszności wysiłkowej.
3. Ocena pacjentów z chorobami sercowo-naczyniowymi:
  - Ocena wydolności serca i prognozowanie pacjentów z PNS
  - Kwalifikacja do transplantacji serca
  - Ocena skuteczności rehabilitacji kardiologicznej
4. Ocena osób z chorobami układu oddechowego, ocena przeszczepionego płuca, serco-płuca, ocena skuteczności rehabilitacji oddechowej.
5. Ocena wydolności układu krążenia i oddechowego przed zabiegami chirurgicznymi.

## **Przeciwwskazania do wykonania CPET**

1. Świeży zawał mięśnia sercowego.
2. Dusznicza bolesna niestabilna.
3. Niekontrolowane zaburzenia rytmu serca.
4. Objawowa ciężka stenoza aortalna.
5. Objawowa ciężka niewydolność serca (IV klasa wg NYHA).
6. Ostra zatorowość płucna lub zawał płuca.
7. Ostre zapalenie mięśnia sercowego lub osierdzia.
8. Tętniak rozwarstwiający aorty.

## **Piśmiennictwo**

- Braunwald „Choroby serca”, tom I
- A. Szczeklik, M. Tendera „Kardiologia”, tom I

**DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ!**