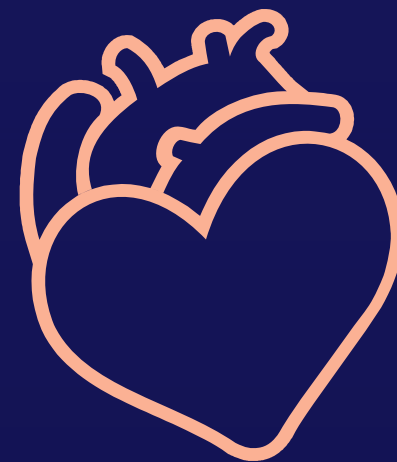


# Zátěžové testy v kardiologii

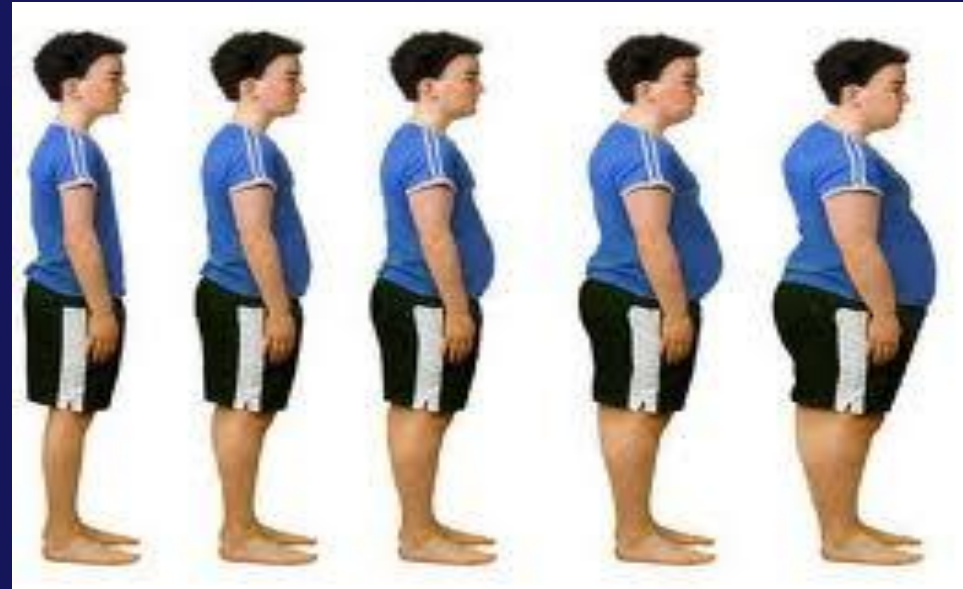
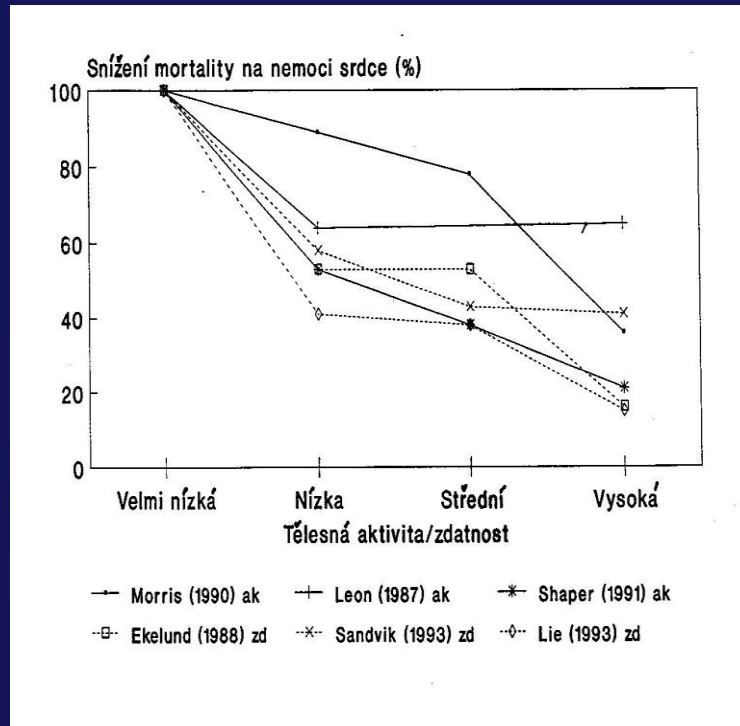
Skalická H.  
České kardiologické dny 2012



# POHYB - ZÁKLADNÍ BIOLOGICKÁ POTŘEBA

## nedostatek pohybů „nebolí“

- ovlivňuje vývoj antropometrie
- maskuje řadu závažných onemocnění
- ovlivňuje kardiovaskulární mortalitu

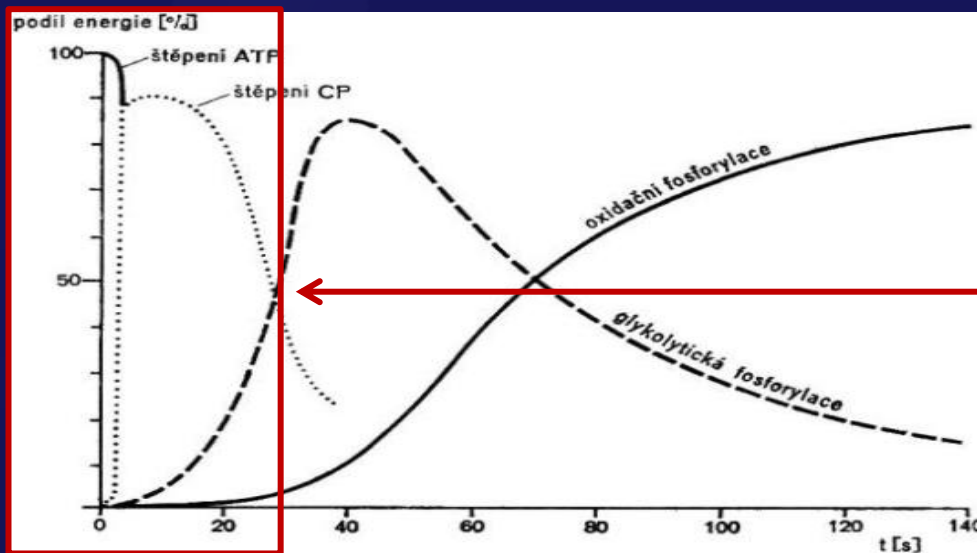


# KYSLÍK ZDROJ ENERGIE

**nabídka kyslíku** transportní mechanismus,  
kardiovaskulární a ventilační systém s výměnou plynů na úrovni  
alveolokapilární membrány v kombinaci s vazebnou schopností Hb.

**využití kyslíku**  
na úrovni mitochondrií, uvolnění energie ATP

aerobní metabolismus

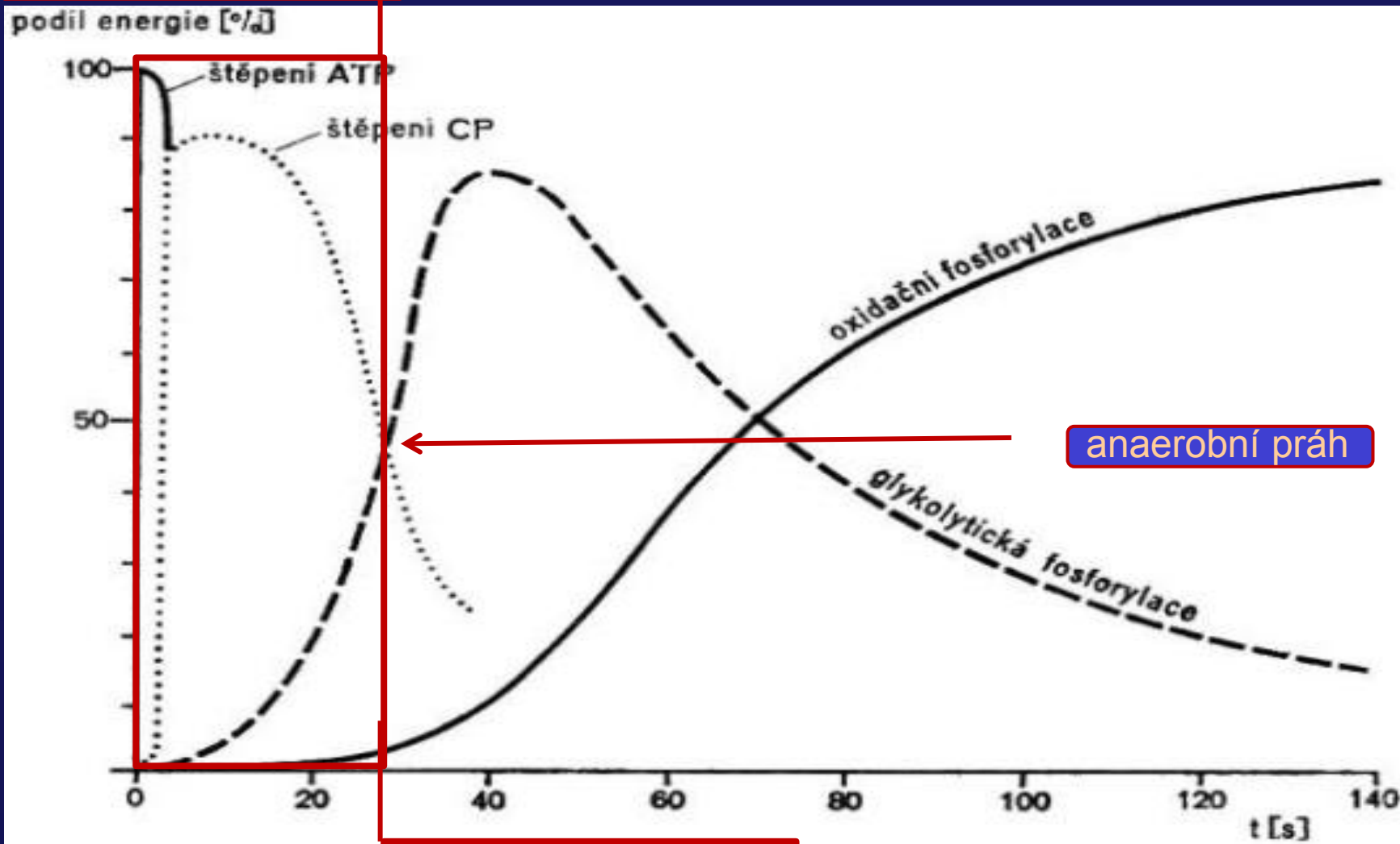


anaerobní práh

anaerobní metabolismus

# METABOLISMUS AEROBNÍ A ANAEROBNÍ

aerobní metabolismus



anaerobní práh

anaerobní metabolismus

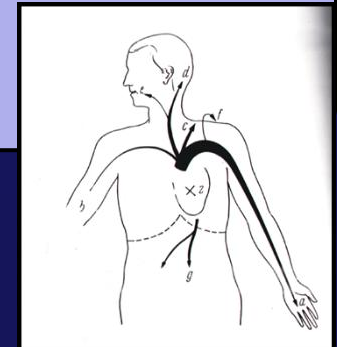
# MYOKARD - AEROBNÍ METABOLIZMUS

(počet kapilár na  $1\text{mm}^3$  = 2000 až 4000)

variabilita: **8—15ml/min/100g** myokardu

**(0,8 ml/min/100g** stačí pokrýt klidové metabolické nároky myokardu

**0,15ml/min/100g** ischemie tkáně



## ZÁTĚŽOVÉ TESTY DIAGNOSTICKÉ test cíleného odhalení ischemie myokardu

Hlavní projevy ischemie myokardu

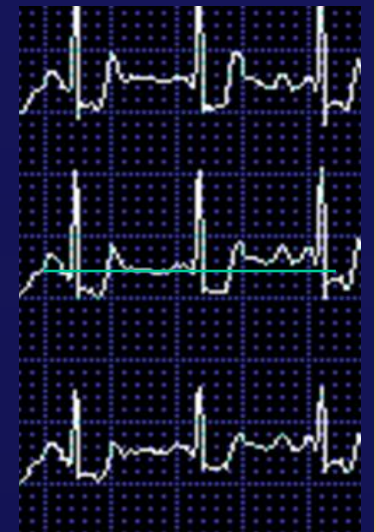
**přítomnost AP** (dušnost – jako ekvivalent )

ekg projevy – **změny ST-T** zejména deprese

hemodynamické projevy pokles TK

změny výkonnosti levé komory

**EF a poruchy kinetiky:** zobrazovací metody



# BICYKLOVÁ ERGOMETRIE



Metodika: stupňovaná nepřerušovaná zátěž  
optimální doba testu: 6-12 minut  
restituce minimálně 6 minut  
výběr protokolu

Monitorace TF, TK, záznamu ekg křivky  
ukončení testu: obtíže, změny v ekg, změny TK

Vyhodnocení testu:  
subj obtíže, klinické projevy  
odpověď TF a TK, změny v ekg  
dosažení maxV02 (peak VO2)

Zásadní pro dg ischemie : výskyt anginy pectoris  
změny ST-T úseku, zejména deprese ST



# KOMPLIKACE, KONTRAINDIKACE ERGOMETRIE

## Obtížná interpretace výsledků:

- blokáda levého Tawarova raménka
- blokáda pravého Tawarova raménka
- trvalá fibrilace síní
- hypertrofie levé komory s poruchou repolarizace
- klidové ST deprese
- u žen STD do 1 mm bez přítomnosti AP

## Kontraindikace:

- akutní projevy ischemie ( rozvíjející se STEMI, nonSTEMI, nestabilní AP)
- akutní projevy srdečního selhání bez ohledu na etiologii
- akutní zánětlivé projevy
- těžká forma aortální stenózy, těžká formy hyKMP s obstrukcí, maligní hypertenze

## Komplikace:

mortalita	0,005 - 0,01%
morbidity ( IM)	0,03 - 0,05%
arytmie ( defibrilace)	0,01 - 0,07%

# BICYKLOVÁ ERGOMETRIE

výhoda: snadná dostupnost i proveditelnost, cena

nevýhoda: průměrná senzitivita 67%, specificita 72%

(33% falešně negativních výsledků

...28% falešně pozitivní výsledek)

**kdy lze očekávat falešně negativní výsledek ?**

stenóza koronární tepny není „kritická“ (dostačující kolaterální oběh)

**kdy se setkáváme s falešně pozitivním testem ?**

nekoronární příčiny ST depresí

závažná aortální stenóza, závažná hypertenze,  
kardiomyopatie



# INDIKACE ZÁTĚŽOVÝCH TESTŮ

- **diagnostika ischemické choroby srdeční**

posouzení rizika a prognózy nemocných s ICHS  
objektivizace příznaků u chlopenních vad  
kontrola nastavení frekvenčně reagujícího stimulátoru  
vyšetření nemocných s arytmiemi provokovanými zátěží  
po farmakologické, chirurgické nebo ablační léčbě  
po synkopě nejasné etiologie

- posouzení funkční kapacity u nemocných se srdečním selháním
- doporučení fyzické aktivity a tréninku

# TOLERANCE FYZICKÉ ZÁTĚŽE

## Maximální spotřeba kyslíku ( $VO_{2max}$ ) -

maximální množství kyslíku, které je schopen jedinec dopravit do organismu během stupňující se dynamické zátěže a které se i přes pokračování zátěže již dále nezvyšuje.

(Tato hodnota je podmíněná řadou faktorů genetika, věk, pohlaví, trénovanost, stavem kardiovaskulárního, pulmonálního systému a metabolické adaptace, není neměnná.)

### ↑ $VO_{2max}$ :

nesportující jedinci - po šestiměsíčním tréninku třikrát týdně 30 minut denně  $VO_{2max}$  o 15 až 20 %

### ↓ $VO_{2peak}$ : funkční postižení transportního systému typické například pro nemocné se selhávajícím srdcem.

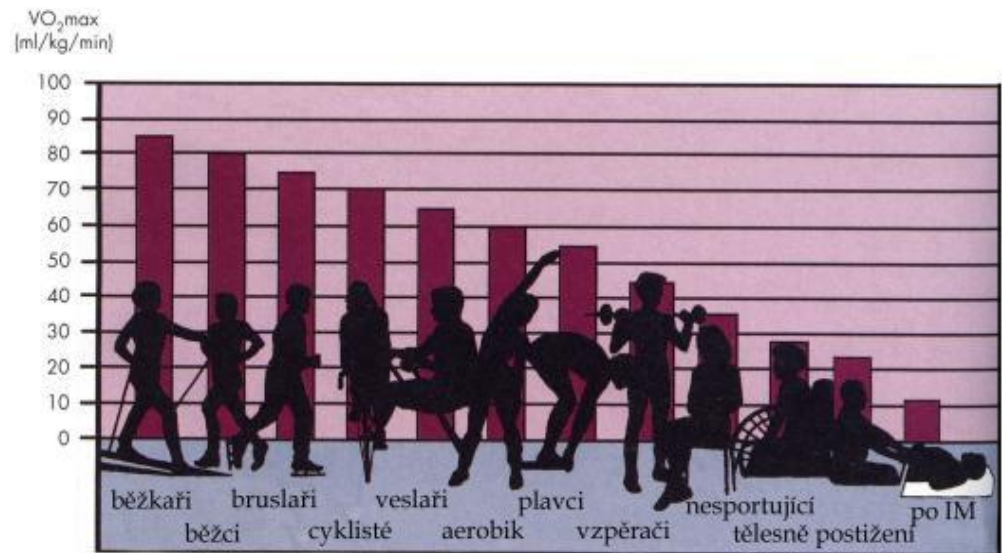
Bazální spotřeba kyslíku  
 $3,5\text{ml/kg/min} = 1\text{MET}$

## Ukazatelé spotřeby kyslíku

Násobky MET .....METs

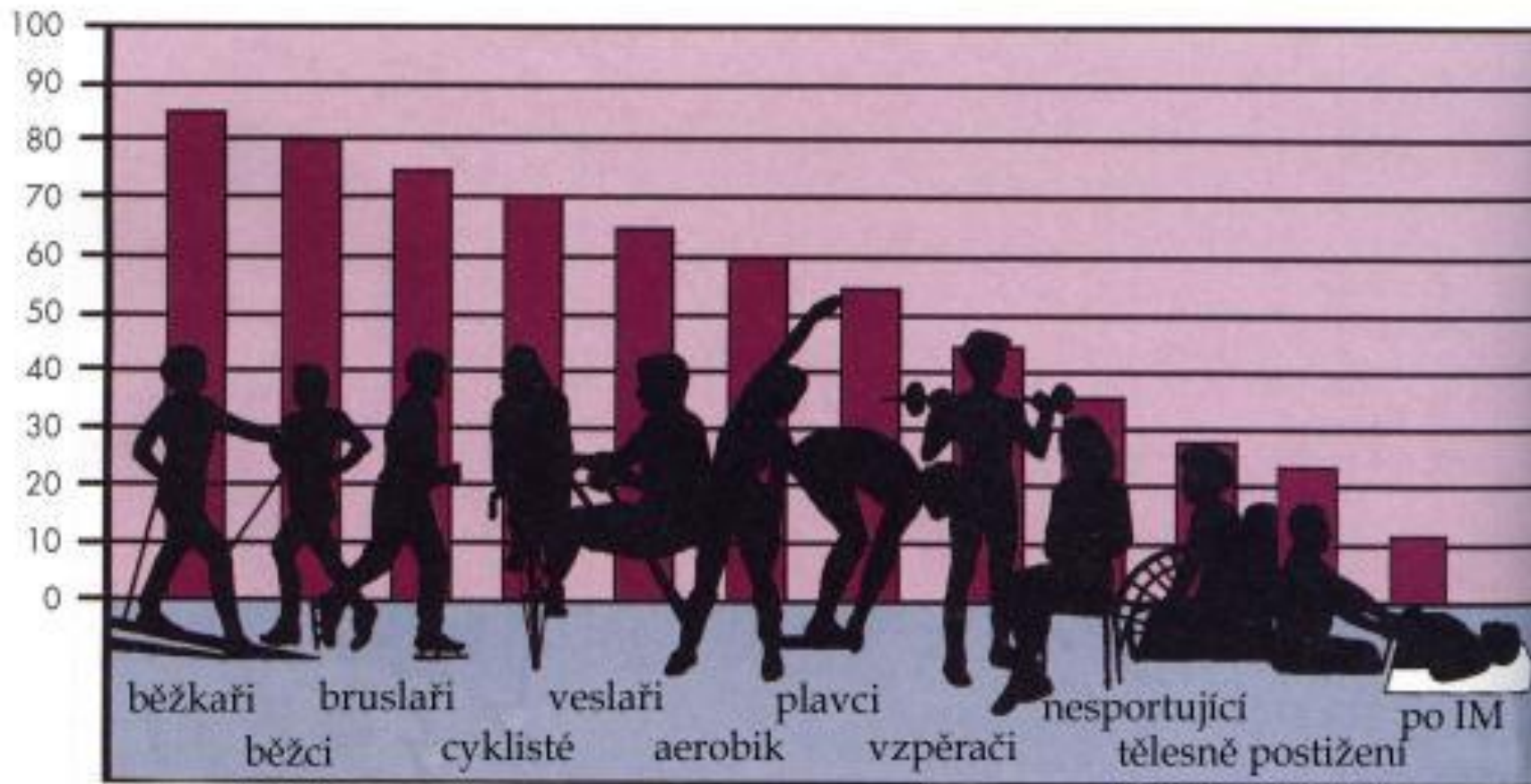
Max TF ( 220-věk)

Robinsonův index  $sTK \times TF$



# MAXIMÁLNÍ SPOTŘEBA KYSLÍKU

VO<sub>2</sub>max  
(ml/kg/min)



# SPIROERGOMETRIE (CPX)

EACPR/AHA Scientific Statement: Clinical Recommendation for Cardiopulmonary Exercise Testing Data Assessment in Specific Patient Populations 2012, Circulation, 2012,126,2261-2274

## Kardiopulmonální rezerva

stanovení parametrů anaerobního prahu, VO<sub>2</sub> max, VO<sub>2</sub> peak a dalších ukazatelů optimálního využití kyslíku



1. Indikace nemocných se srdečním selháním k transplantaci se zohledněním prognostického hlediska  
pokles VO<sub>2</sub> peak pod 18ml/kg/min ( 10-18)

2. Dif. dg pulmonálních onemocnění

3. Stanovení intenzity pohybové aktivity kardiaků

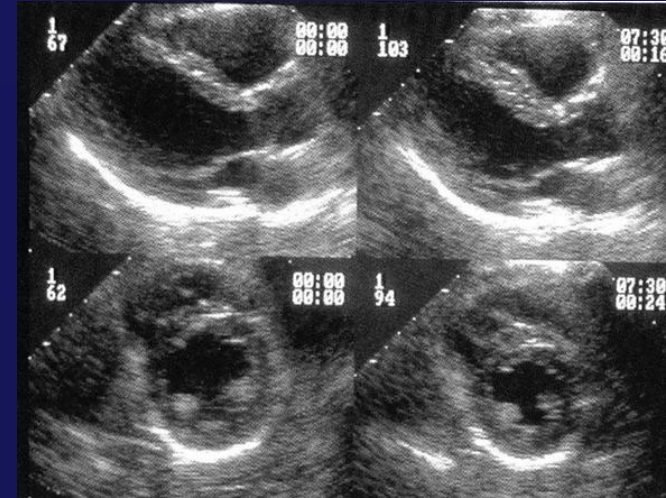


# ZÁTĚŽOVÉ ZOBRAZOVACÍ METODY

Dvourozměrná zátěžová echokardiografie

Zátěžová scintigrafie myokardu – SPECT

Magnetická rezonance



Forma zatížení:

dynamická zátěž - fyziologická, někdy obtíže při hodnocení (ECHO)

farmakologická zátěž – nejčastěji Dobutamin - invazivní metoda, komplikace

Hodnocení:

kontraktility myokardu, lokálních poruch hybnosti stěn, viabilitu některé metody i perfuzi

# ZOBRAZOVACÍ METODY A ODHAD RIZIKA

## Zátěžová echokardiografie s nálezem:

- těžká zátěžová dysfunkce EF < 35%
- zátěží vyvolaný velký defekt perfuze zejména přední stěny
- zátěží vyvolané mnohočetné defekty perfuze středního rozsahu
- fixovaný defekt s dilatací LK v klidu či provokovaný zátěží

**!! Vysoké riziko, roční mortalita > 3%, nefatální IM > 5%**

- středně závažná zátěží vyprovokovaná dysfunkce EF 35-49 %
- zátěží vyvolaný střední defekt perfuze bez dilatace levé komory
- zátěží vyprovokovaná porucha kinetiky ve více než 2 segmentech

**Střední rizika roční mortalita 1 - 3%, nefatální IM 3 - 5%**



# ZÁTĚŽOVÉ TESTY - METAANALÝZA

	studie	pacienti	senzitivita	specifická
Bicyklová ergometrie	58	11691	67%	72%
Zátěžová echokardiografie				
dynamická	13	741	83%	84%
s dobutaminem	13	436	75%	83%
Zátěžový SPECT				
dynamická	22	2300	88%	73%
s dobutaminem	20	1419	85%	79%
Magnetická rezonance				
s dobutaminem (kinetika)	10	741	84%	89%
dobutamin, adenzin (perfúze)	10	644	74%	85%



# ALGORITMUS INDIKACE ZÁTĚŽOVÝCH TESTŮ

Symptomy a klinika  
„vysoké pravděpodobnosti“

Kontraindikace  
zátěžového testu

věk	pohlaví	typická AP	atypická AP	bolest na hrudníku jiné etiologie
<39	M	střední	střední	nízká
	Ž	střední	velmi nízká	velmi nízká
40-49	M	vysoká	střední	střední
	Ž	střední	nízká	velmi nízká
50-59	M	vysoká	střední	střední
	Ž	střední	střední	nízká
60-69	M	vysoká	střední	střední
	Ž	vysoká	střední	střední

- akutní projevy ischemie STEMI, nonSTEMI, nestabilní angina pectoris
- akutní projevy srdečního selhání bez ohledu na etiologii
- akutní zánětlivé projevy
- těžká forma aortální stenózy,
- těžká formy HKMP s obstrukcí
- maligní hypertenze
- maligní arytmie

# ALGORITMUS INDIKACE ZÁTĚŽOVÝCH TESTŮ

SKG

KI zátěžového testu symptomy a klinika „vysoké pravděpodobnosti” →

pacient schopen dynamického zátěžového testu >5METS

neschopen METS <5

1-4 METs

pacient je schopen

- postarat se o sebe
- sám jíst, oblékat se, použít WC
- chůze po bytě
- udělat drobný úklid, umýt nádobí

nad 4 METs

- rychlá chůze
- krátký běh
- těžší domácí úklid, zdvihání a přetahování nábytku

nad 10 METs

- sportovní aktivity golf, tance,
- tenisové čtyřhry, fotbal
- fyzicky náročné sporty, jako plavání,
- tenisové dvouhry, fotbalu, lyžování

# ALGORITMUS INDIKACE ZÁTĚŽOVÝCH TESTŮ

SKG

KI zátěžového testu symptomy a klinika „vysoké pravděpodobnosti“

pacient schopen dynamického zátěžového testu >5METS

neschopen METS <5

klidové ekg – přítomnost změn

ne

ano

**zátěžový test  
bicyklová ergometrie**

**zátěžový test  
zobrazovací dynamický**

# ALGORITMUS INDIKACE ZÁTĚŽOVÝCH TESTŮ

SKG

KI zátěžového testu symptomy a klinika „vysoké pravděpodobnosti“

pacient schopen dynamického zátěžového testu >5METS

neschopen METS <5

klidové ekg – přítomnost změn

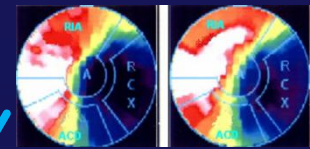
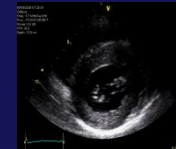


ne

ano

**zátěžový test  
bicyklová ergometrie**

**zátěžový test  
zobrazovací dynamický**



**zátěžový test zobrazovací  
farmakologický**

**pozitivní**

SKG, ev. další vyšetření, zajištění revaskularizace,

# ZÁVĚR

**Zátěžové testy:** bicyklová ergometrie, běhátko  
dominující postavení v diagnostice ICHS

## **Zátěžové zobrazovací metody**

upřesnění diagnostiky základního onemocnění

- posouzení funkční kapacity u nemocných se srdečním selháním
- objektivizace příznaků u chlopenních vad (aortální stenóza)
- posouzení rizika a prognózy nemocných s ICHS

## **Spiroergometrie**

těžká forma srdečního selhání a vedení pohybové aktivity kardiaků

Nově lze očekávat výsledky MR

# Děkuji za pozornost

## Literatura:

**Doporučení pro diagnostiku a léčbu chronického srdečního selhání – ČKS**, Cor Vasa ,2011

**Stabilní angina pectoris, Doporučený diagnostický a léčebný postup ČKS**, Cor Vasa 2010,52(9),546-7

**Zátěžové testy, zátěžová echokardiografie, Doporučení pro provádění testů v nukleární**

**Kardiologii** Cor Vasa 2000, 42(2), K21-28

Widimský J., Lefflerová K., Zátěžová kardiologie, 2003

Chaloupka V, Elbl L., Zátěžová echokardiografie, Maxdorf 1997

Chaloupka, Elbl, Zátěžové metody v kardiologii, Grada 2003

Kardiologie, Hurstův manuál pro praxi, Grada, překlad12. Vydání, 2010

Gibbons RJ, Balady GJ, Bricker JT, et al. **ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing**: summary article. A report of the American college of cardiology /American heart association task force on practice guidelines (committee to update the 1997 exercise testing guidelines). *J Am Coll Cardiol*2002;40:1531-40. (Class R)

Gibbons RJ, Abrams J, Chatterjee K, et al. **ACC/AHA 2002 guideline update for the management of patients with chronic stable angina**: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association task force on practice guidelines (committee to update the 1999 guidelines for the management of patients with chronic stable angina). Available at: [www.acc.org/clinical/guidelines/stable/](http://www.acc.org/clinical/guidelines/stable/)

## **Exercise and Cardiac Rehabilitation, American Heart Association**

Ileana L. Pina, MD, Chair; Gary J. Balady, MD; Peter Hanson, MD; Arthur J. Labovitz, MD;

Deborah W. Madonna, BSN, RN; Jonathan Myers, PhD, Members Circulation. 1995;91:912-921

