

# Indikace zátěžových vyšetření před kardiovaskulární rehabilitací ve světle nových doporučení

Eliška Sovová

Klinika tělovýchovného lékařství a  
kardiovaskulární rehabilitace

I. Interní klinika- kardiologická

LF et FN Olomouc

# Kardiovaskulární rehabilitace

- Jedná se o komplex diagnostických, terapeutických a rehabilitačních opatření zaměřujících se na obnovu schopností či stabilizaci zdravotního a psychického stavu klienta. Zahrnuje například fyzioterapii – léčebný tělocvik a rehabilitační metody, psychoterapii – vyrovnání se se změnami zdravotního stavu, ergoterapii – nácvik denních činností, nácvik sebeobsluhy, rozvoj motoriky a smyslových funkcí, zooterapii, expresivní terapie, a pod.

# Kardiovaskulární rehabilitace

- Vyšetření pacienta včetně zhodnocení medikace
- Doporučení pohybové aktivity
- Intervence rizikových faktorů- TK, lipidy, nutriční doporučení, snížení hmotnosti, kouření
- Psychosociální podpora, edukace

# Kdy?? Kdo???

- Čím dříve, tím lépe !!!!
- Nekomplikovaný IM po PCI týden po propuštění z nemocnice
- Komplikovaný- individuálně
- Zkušený kardiolog

# Jak??

- Zhodnotit možnosti a omezení pacienta
- Zhotovit individuální doporučení PA s reálnými cíly
- Zhodnotit průběžné výsledky
- Snažit se o dlouhodobé zapojení do PA

# Riziková stratifikace

- Třída A.. Zdraví bez klinických známek zvýšeného rizika při zátěži
- Třída B.. Stabilní ICHS (malé riziko při velké zátěži)
- Třída C.. Střední až vysoké riziko komplikací (po komplikovaném IM, NYHA III-IV, kapacita pod 6 MET, ischemie na zátěžovém testu)
- Třída D.. Nestabilní ICHS- kontraindikace PA

# Aerobní aktivita

F (frekvence)	5x týdně
I (intenzita)	40-80% výchozí kardiorespirační kapacity (VO <sub>2</sub> max), z tepové rezervy 55-90% z maximální predikované srdeční frekvence BORG 12-16
T (čas)	30-60 minut
T (typ pohybové aktivity)	Chůze, běhátko, stacionární bicykl

# Odporový trénink

F (frekvence)	2-3x týdně
I (intenzita)	50-80% opakovacího maxima Borg 12-16 1-3 sady po 8-15 opakování
T (čas)	30-45 minut
T (typ pohybové aktivity)	Dolní končetiny- předkopy, zákopy, dřepy Horní končetiny- bench press, stahování kladky, bicepsový zdvih, tricepsový zdvih



# Zátěžové vyšetření

- ANO???

- Jediná možnost, jak zjistit vstupní kardiorepirační zdatnost

- Jediná přesná možnost, jak zjistit maximální TF

- Zhodnocení bezpečnosti!!!

- NE???

Zbytečné?? Stačí vzorec 220-věk

Zdražuje péči, vysoké náklady, špatné ohodnocení pojišťovny

## **Exercise Standards for Testing and Training: A Scientific Statement From the American Heart Association**

Gerald F. Fletcher, Philip A. Ades, Paul Kligfield, Ross Arena, Gary J. Balady, Vera A. Bittner, Lola A. Coke, Jerome L. Fleg, Daniel E. Forman, Thomas C. Gerber, Martha Gulati, Kushal Madan, Jonathan Rhodes, Paul D. Thompson and Mark A. Williams  
on behalf of the American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee of the Council on Clinical Cardiology, Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, and Council on Epidemiology and Prevention

*Circulation*. 2013;128:873-934; originally published online July 22, 2013;

doi: 10.1161/CIR.0b013e31829b5b44

*Circulation* is published by the American Heart Association, 7272 Greenville Avenue, Dallas, TX 75231

Copyright © 2013 American Heart Association, Inc. All rights reserved.

Print ISSN: 0009-7322. Online ISSN: 1524-4539

## Clinical Recommendations for Cardiopulmonary Exercise Testing Data Assessment in Specific Patient Populations

Marco Guazzi, Volker Adams, Viviane Conraads, Martin Halle, Alessandro Mezzani, Luc Vanhees, Ross Arena, Gerald F. Fletcher, Daniel E. Forman, Dalane W. Kitzman, Carl J. Lavie and Jonathan Myers

*Circulation*. 2012;126:2261-2274; originally published online September 5, 2012;  
doi: 10.1161/CIR.0b013e31826fb946

Copyright © 2012 American Heart Association. All rights reserved. DOI: 10.1161/01.CIR.0b013e31826fb946

## EACPR/AHA Scientific Statement

### 2016 Focused Update: Clinical Recommendations for Cardiopulmonary Exercise Testing Data Assessment in Specific Patient Populations

Marco Guazzi, MD, PhD, FAHA, FESC, Co-Chair\*; Ross Arena, PhD, PT, FAHA, FESC, Co-Chair†; Martin Halle, MD\*; Massimo F. Piepoli, MD, PhD, FESC\*; Jonathan Myers, PhD, FAHA; Carl J. Lavie, MD

## Absolutní kontraindikace

- Akutní infarkt myokardu (IM) (do 2 dní),
- nestabilní angína pectoris,
- nekontrolované hemodynamicky závažné arytmie
- aktivní endokarditida
- symptomatická těžká aortální stenóza,
- dekompenzované srdeční selhání
- akutní plicní embolie, plicní infarkt, hluboká žilní trombóza,
- akutní myokarditida, akutní perikarditida,
- akutní disekce aorty,
- ostatní nemoci, které vylučují bezpečné a adekvátní testování (akutní infekce, akutní onemocnění ostatních orgánů..).

## Relativní kontraindikace

- Známá stenóza levé koronární tepny,
- střední až těžká aortální stenóza s nejasnou souvislostí se symptomy,
- tachyarytmie s nekontrolovanou komorovou odpovědí,
- vrozená významná kompletní AV blokáda,
- hypertrofická obstrukční kardiomyopatie s těžkým klidovým gradientem,
- akutní cévní mozková příhoda nebo transitorní ischemická ataka,
- mentální postižení zabraňující provedení testu,
- klidový TK nad 200/110 mm Hg,
- nekorigované poruchy jako symptomatická anémie, minerálová dysbalance, hyperthyreosa.

# Jaký test??

## ■ Ergometrie???

- Jednoduchý, dostupný, levný
- Symptomy limitovaný test
- Ale- neurčíme subjektivní maximum, neurčíme ventilační (anaerobní) práh

## ■ Spiroergometrie ???

- Málo využívaná- hodně parametrů, které pak nedokážeme interpretovat
- Ekonomicky náročná
- Ale určí parametry pro prognózu!!!! ( $\text{VO}_2$  max,  $\text{VE}/\text{VCO}_2$  slope)

# Hodnocené parametry- tepová frekvence

- Rychlý vzestup a pomalý pokles (nízká kardiorespirační zdatnost, srdeční selhání, anemie..)
- Pomalý vzestup – sportovci x chronotropní kompetence !!!
- betablokátory

# Kazuistika

- 35 letý pacient s léčenou hypertenzí betablokátozem, spiroergometrie k nastavení pohybové aktivity, maximální výkon 3,5 W/kg, VO<sub>2</sub> peak 35,1 ml/kg/min, RER 1,21.. Maximální tepová frekvence 117/min!!!!
- Vysazení betablokátoru, nasazení ACE/ca antag

# Hodnocené parametry- TK

- Dynamická x statická zátěž
- Jako hypertenzní reakce je považován při dynamické zátěži vzestup systolického TK u mužů nad 210 mm Hg, u žen nad 190 mm Hg nebo vyšší vzestup TK než 10 mm Hg/MET.
- Neadekvátní vzestup....



# Kasuistika

- Pacient 43 let, ergometrie pro bolesti na hrudi, vstupně TK 135/70... při zátěži hypertenzní reakce na 1,5 W/kg 220mm Hg systolický TK.
- Tlakový holter s průměry nad normu po celý den
- Maskovaná hypertenze + susp OSA??

# Hodnocené parametry- EKG

- **Fyziologicky** se při zátěži objevují změny P vlny (vysoká špičatá), zkrácení srdečních intervalů, fyziologické změny ST úseku- lehké junkční deprese (méně než 2 mm) a změny vlny T- zvětšení amplitudy T vlny, oploštění nebo inverse T vlny.
- **Patologické změny:** deprese ST úseku horizontální nebo descendentní nad 2 mm, elevace ST nad 1 mm ve svodech bez patologických Q kmitů, vznik arytmií (například fibrilace síní, flutter síní, blokády Tawarových ramének, komorová tachykardie).

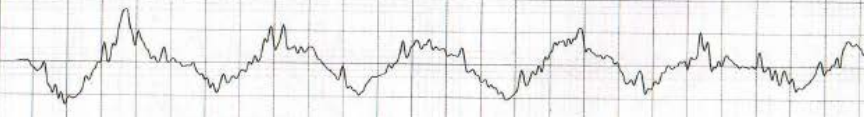
# Kazuistika

- Pacient ZK 54 let, aktivní sportovec, v roce 2005 Hodgkinův lymfom, chemoterapie a ozáření, bez medikace. Amatérský cyklista-17 tis km za rok.

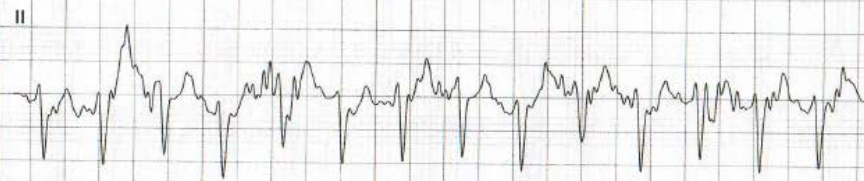
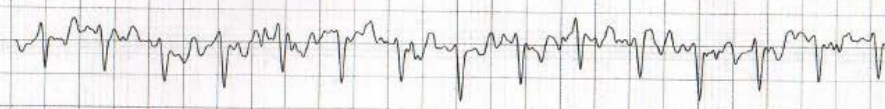
Speed: 25 mm/s

Gain: 10 mm/mV

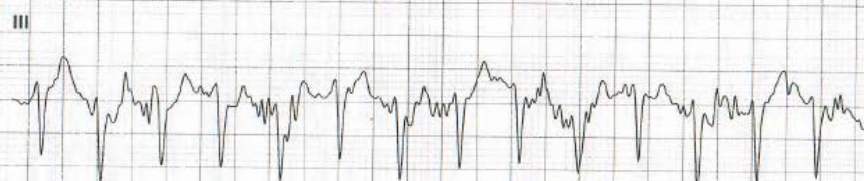
Filter: MF+50 Hz, baseline



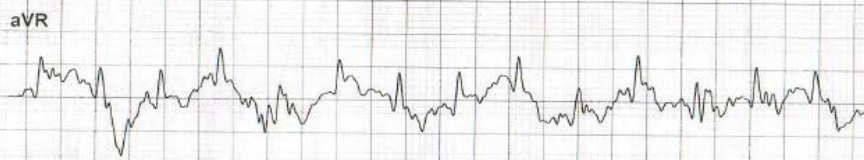
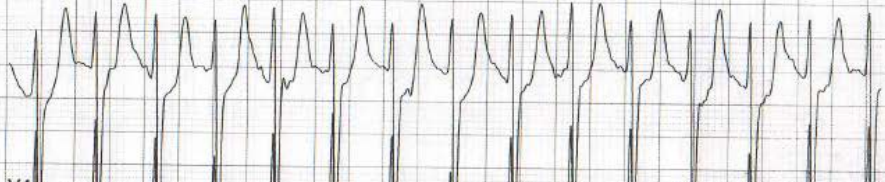
V1



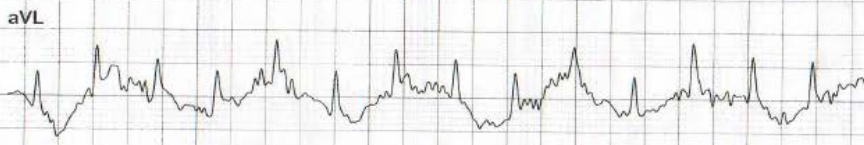
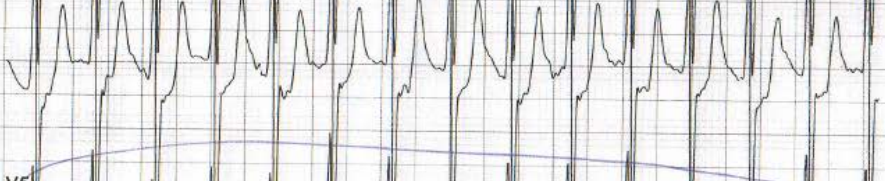
V2



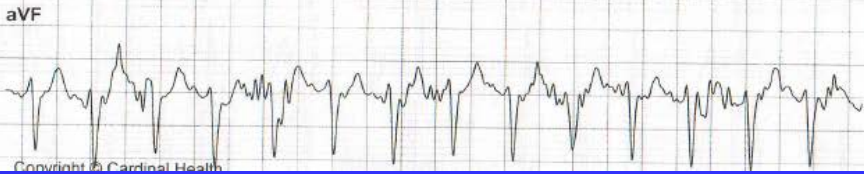
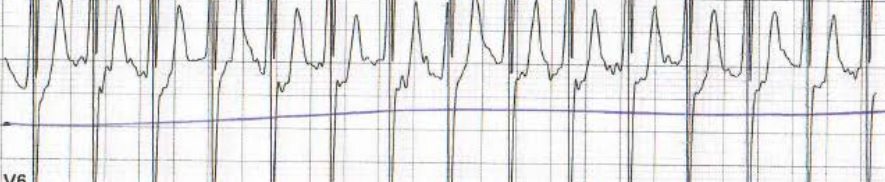
V3



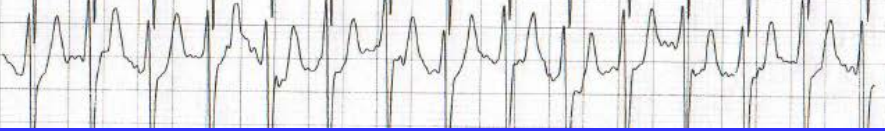
V4

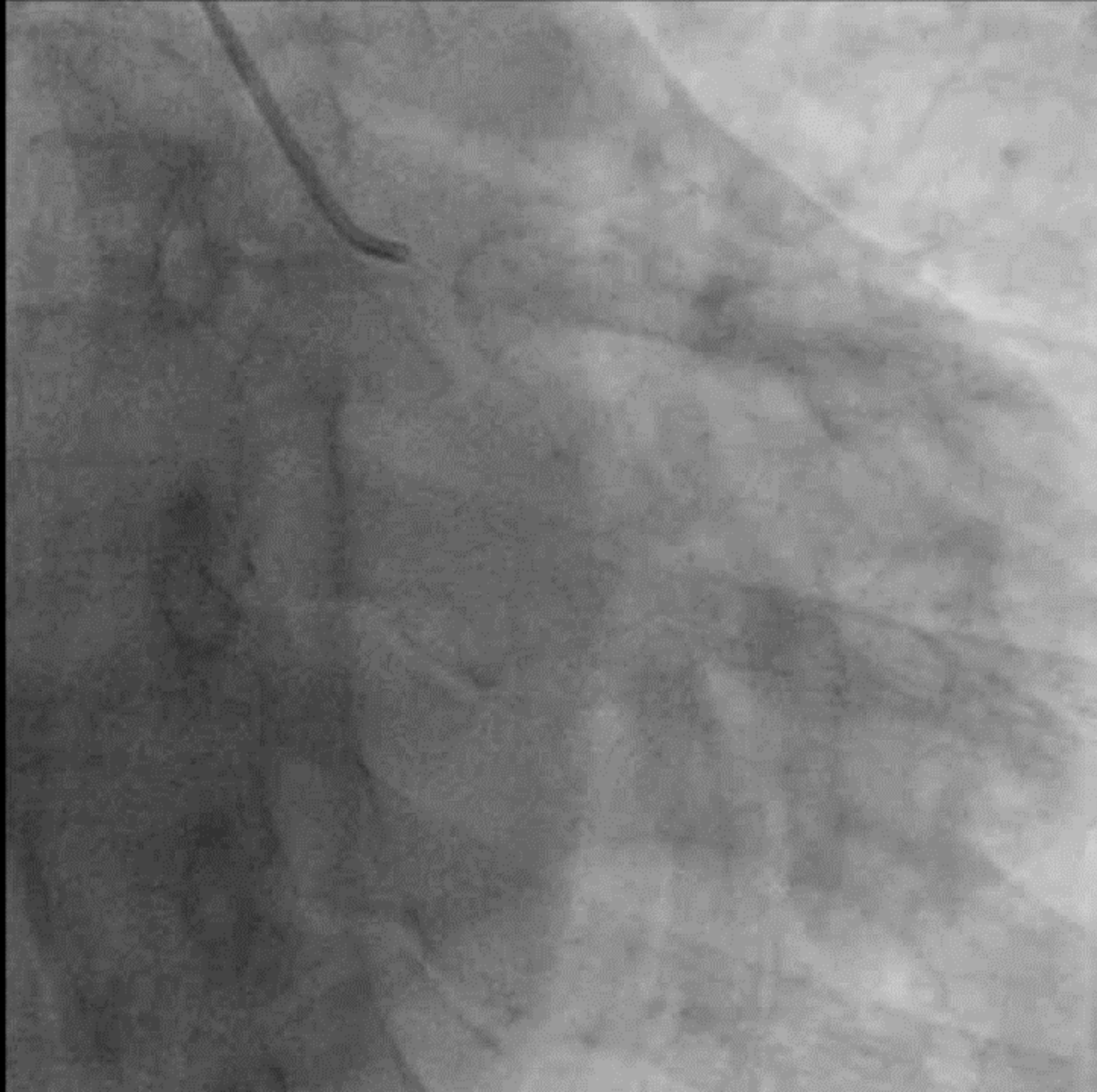


V5



V6







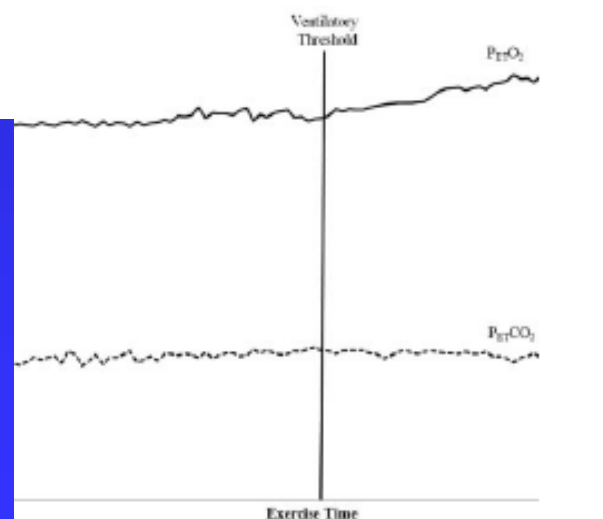
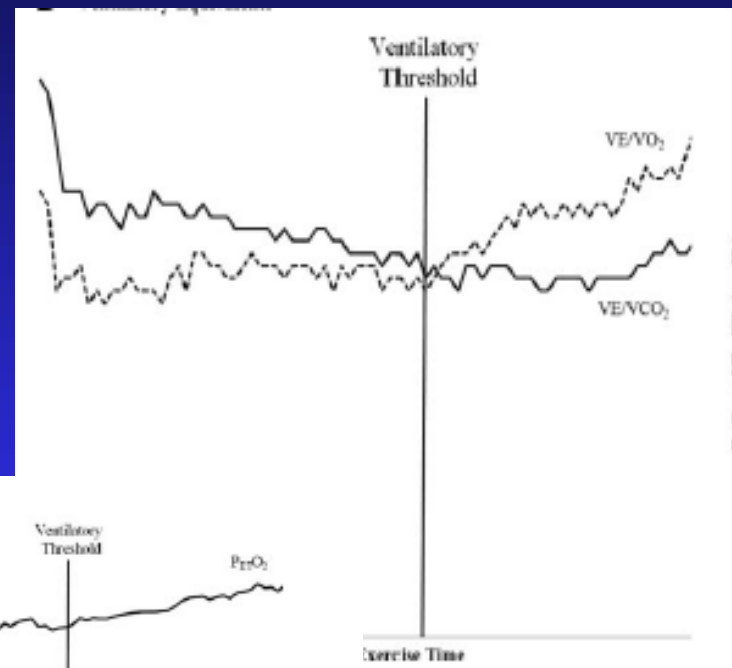
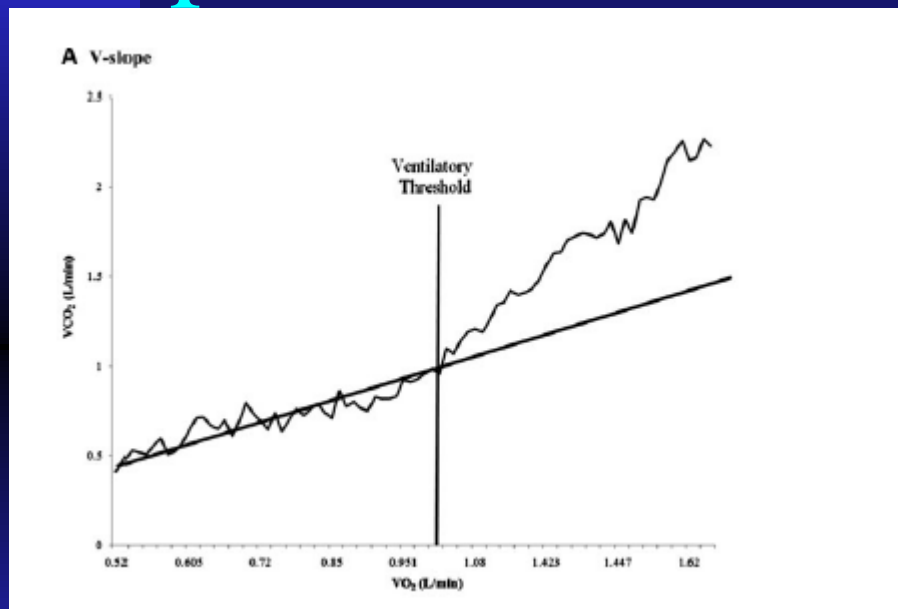
# Hodnocené parametry- $\text{VO}_2$ max

- $\text{VO}_2$  max je historicky definován jako plato ve spotřebě  $\text{VO}_2$  mezi konečnými stupni zátěže, kdy vyšetřovaný podává maximální trvající výkon.
- $\text{VO}_2$  max je ovlivněn zejména věkem, pohlavím, kondicí, genetickými vlohami a přítomností nemoci

# Kazuistika

- Pacient 53 let, dilatační KMP, EF 35%, na plné medikaci, spiroergometrie pro dušnost při zátěži.
- VO<sub>2</sub> peak 28 ml/kg/min... v populační normě.. Dobrá prognóza

# Hodnocené parametry ventilační práh



Balady et. al. Circulation  
2010



# Kazuistika

- Pacient 50 let, po nekomplikovaném IM, na standardní terapii, před KV rehabilitací
- Výpočet intenzity zátěže- nelze pomocí rovnice- betablokátor!!!
- Provedena ergometrie, maximální tepová frekvence 150/min, výpočet pro trénink 75-120/minutu
- Provedena spiroergometrie- ventilační práh při frekvenci 100/min.. Přehodnoceno nastavení tepové frekvence!!!

# Hodnocené parametry- ostatní

- VE/VCO<sub>2</sub> slope
- EOV
- Pet CO<sub>2</sub> (mm Hg)
- Tepový kyslík
- $\Delta V\text{O}_2/\Delta W$
- W/kg, celkové W

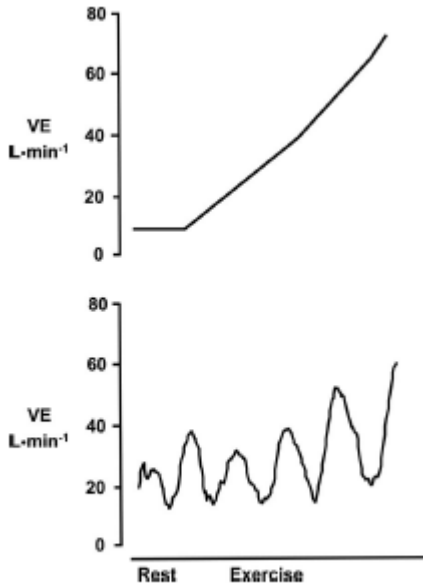
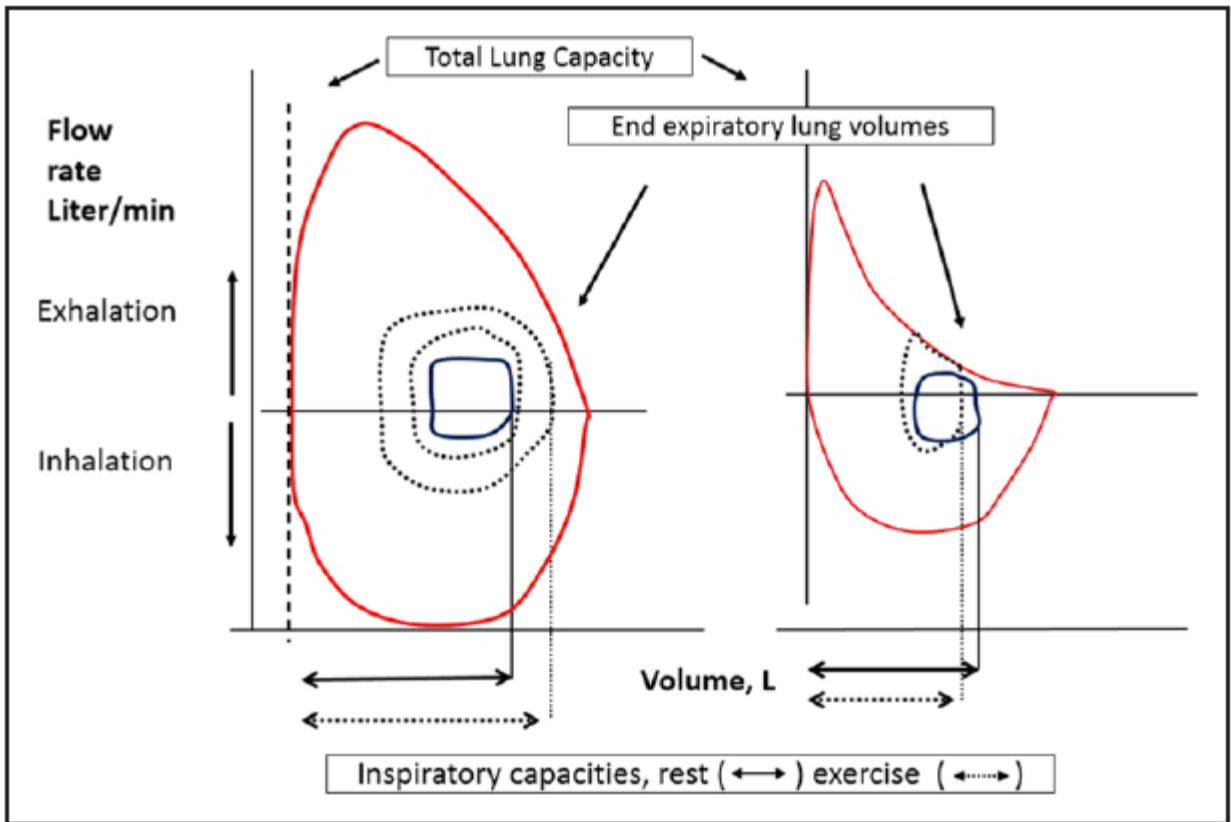


Figure 2. Examples of normal ventilatory pattern (top panel) and exercise oscillatory ventilation pattern (bottom panel). VE, minute ventilation.



**Appendix 1: Universal CPX Reporting Form (Complete All Boxes That Apply for a Given ET Indication)**

Exercise Modality: <input type="checkbox"/> Treadmill <input type="checkbox"/> Lower extremity ergometer		
Exercise Protocol:		
Peak $\dot{V}O_2$ ( $\text{mlO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ): <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Percent-Predicted Peak $\dot{V}O_2$ (%)* <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	$\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ Slope†: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
$\dot{V}O_{2\text{at VT}}$ ( $\text{mlO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ): <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Peak RER: <input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	EOV‡ <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
VT as % Peak $\dot{V}O_2$ : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
<b>P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub></b> (mmHg): Resting: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Increase during ET: <input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	$\dot{V}E/\dot{V}O_2$ at peak ET: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	$\Delta Q/\Delta \dot{V}O_2$ § <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
$\dot{V}E/MVV$    : <input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> PEF (L/min): Pre ET - <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Post ET: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> FEV <sub>1</sub> (L/min): Pre ET - <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Post ET: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
<b>Flow Volume Loops: Compare Maximal Flow Volume Loop to Exercise Tidal Volume Loop</b>		
Normal <input type="checkbox"/> or Expiratory Flow Limitation <input type="checkbox"/> ¶		
<b>O<sub>2</sub> pulse trajectory#:</b> <input type="checkbox"/> Continual rise throughout ET <input type="checkbox"/> Early and sustained plateau <input type="checkbox"/> Decline		
<b><math>\Delta \dot{V}O_2/\Delta W</math> trajectory#:</b> <input type="checkbox"/> Continual rise throughout ET <input type="checkbox"/> Early and sustained plateau <input type="checkbox"/> Decline		
Resting HR( beats/min): <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Resting BP (mmHg): <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Resting Pulse Oximetry (%) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Peak HR (beats/min): <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Peak BP (mmHg): <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Peak Pulse Oximetry (%): <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Percent of Age Predicted Maximal HR **: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Maximal Workload <input type="checkbox"/> Treadmill speed/grade: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Cycle ergometer Watts: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
HRR at 1 minute (beats): <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
ECG Criteria <input type="checkbox"/> No arrhythmias/Ectopy/ST segment changes <input type="checkbox"/> Arrhythmias/Ectopy/ST segment changes: not exercise limiting <input type="checkbox"/> Arrhythmias/Ectopy/ST segment changes: exercise limiting		ECG Description
Subjective Symptoms (check box for primary termination criteria) Fatigue <input type="checkbox"/> Leg Fatigue <input type="checkbox"/> Angina <input type="checkbox"/> Dyspnea <input type="checkbox"/> Other <input type="checkbox"/> Peak RPE <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
Additional Notes		



Circulation

# ICHS, po IM, po invazivních výkonech

## Appendix 7. Diagnostic Stratification for Patients With Suspected Myocardial Ischemia

Primary CPX variables		
$\dot{V}O_2$ pulse trajectory <sup>b</sup>	Per cent-predicted peak $\dot{V}O_2$ <sup>a</sup>	$\Delta\dot{V}O_2/\Delta W$ trajectory <sup>b</sup>
Continual rise throughout ET with possible plateau approaching maximal exertion	≥ 100% predicted	Continual rise throughout ET
Early and sustained plateau	75–99% predicted	Early and sustained plateau
	50–75% predicted	
Early plateau then decline	< 50% predicted	Early plateau then decline
Standard exercise test variables		
Haemodynamics	ECG	
Rise in systolic BP during ET	No sustained arrhythmias, ectopic foci, and/or ST segment changes during ET and/or in recovery	
Flat systolic BP response during ET	Altered rhythm, ectopic foci, and/or ST segment changes during ET and/or in recovery: did not lead to test termination	
Drop in systolic BP during ET	Altered rhythm, ectopic foci, and/or ST segment changes during ET and/or in recovery: led to test termination	
Patient reason for test termination		
Lower extremity muscle fatigue	Angina	Dyspnoea
Interpretation		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Progression of per cent-predicted peak <math>\dot{V}O_2</math> from green to red indicative of progressively higher level of ischaemia and functional decline.</li> <li>• <math>\dot{V}O_2</math> pulse and <math>\Delta\dot{V}O_2/\Delta W</math> trajectory progressing to red indicative of myocardial ischaemia in appropriately screened patients (i.e. baseline signs/symptoms/risk factors suggesting increased coronary artery disease risk).</li> <li>• Haemodynamic and ECG responses in yellow and red indicative of abnormal exercise response and further support myocardial ischemia in appropriately screened patients (i.e. baseline signs/symptoms/risk factors suggesting increased CHD risk).</li> </ul>		

# Srdeční selhání

## Appendix 2. Prognostic and Diagnostic Stratification for Patients With Heart Failure

Primary CPX variables			
VE/VCO <sub>2</sub> slope	Peak V <sub>O<sub>2</sub></sub> <sup>a</sup>	EOV	P <sub>ET</sub> CO <sub>2</sub>
Ventilatory class I VE/VCO <sub>2</sub> slope <30.0	Weber class A Peak V <sub>O<sub>2</sub></sub> >20.0 mL O <sub>2</sub> •kg <sup>-1</sup> •min <sup>-1</sup>	Not present	Resting P <sub>ET</sub> CO <sub>2</sub> ≥33.0 mmHg 3–8 mmHg increase during ET
Ventilatory class II VE/VCO <sub>2</sub> slope 30.0–35.9	Weber class B Peak V <sub>O<sub>2</sub></sub> = 16.0–20.0 mL O <sub>2</sub> •kg <sup>-1</sup> •min <sup>-1</sup>		
Ventilatory class III VE/VCO <sub>2</sub> slope 36.0–44.9	Weber class C Peak V <sub>O<sub>2</sub></sub> = 10.0–15.9 mL O <sub>2</sub> •kg <sup>-1</sup> •min <sup>-1</sup>	Present	Resting P <sub>ET</sub> CO <sub>2</sub> <33.0 mmHg <3 mmHg increase during exercise
Ventilatory class IV VE/VCO <sub>2</sub> slope ≥45.0	Weber class D Peak V <sub>O<sub>2</sub></sub> <10.0 mL O <sub>2</sub> •kg <sup>-1</sup> •min <sup>-1</sup>		
Standard ET variables			
Haemodynamics	ECG		HRR
Rise in systolic BP during ET	No sustained arrhythmias, ectopic foci, and/or ST segment changes during ET and/or in recovery		>12 beats at 1 min recovery
Flat systolic BP response during exercise	Altered rhythm, ectopic foci, and/or ST segment changes during ET and/or in recovery; did not lead to test termination		≤12 beats at 1 min recovery
Drop in systolic BP during ET	Altered rhythm, ectopic foci, and/or ST segment changes during ET and/or in recovery; led to test termination		
Patient reason for test termination			
Lower extremity muscle fatigue	Angina		Dyspnoea
Interpretation			
<ul style="list-style-type: none"> <li>All variables in green: excellent prognosis in next 1–4 years (≥90% event free)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Maintain medical management and retest in 4 years.</li> </ul> </li> <li>Greater number of CPX and standard ET variables in red/yellow/orange indicative of progressively worse prognosis.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>All CPX variables in red: risk for major adverse event extremely high in next 1–4 years (&gt;50%).</li> </ul> </li> <li>Greater number of CPX and standard ET variables in red/yellow/orange indicative of increasing HFrEF disease severity.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>All CPX variables in red: expect significantly diminished cardiac output, elevated neurohormones, higher potential for secondary PH.</li> </ul> </li> <li>Greater number of CPX and standard ET variables in red/yellow/orange warrants strong consideration of more aggressive medical management and surgical options.</li> </ul>			

VE/VCO<sub>2</sub>, minute ventilation/carbon dioxide production; V<sub>O<sub>2</sub></sub>, oxygen consumption; EOV, exercise oscillatory ventilation; P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>, partial pressure of end-tidal carbon dioxide; BP, blood pressure; CPX, cardiopulmonary exercise test; ECG, electrocardiogram; ET, exercise test; HRR, heart rate recovery; RER, respiratory exchange ratio.

<sup>a</sup>Peak V<sub>O<sub>2</sub></sub> valid if peak RER is at least 1.00 or test terminated secondary to abnormal haemodynamic or ECG exercise response.

# Kardiomyopatie- HCM

## Appendix 3. Prognostic and Diagnostic Stratification for Patients With Confirmed or Suspected HCM

Primary CPX variables		
VE/VCO <sub>2</sub> slope	Per cent-predicted peak V <sub>O<sub>2</sub></sub> <sup>a</sup>	P <sub>ET</sub> CO <sub>2</sub> apex during ET <sup>b</sup>
Ventilatory class I VE/VCO <sub>2</sub> slope <30.0	≥ 100% predicted	>37 mmHg
Ventilatory class II VE/VCO <sub>2</sub> slope 30.0–35.9	75–99% predicted	36–30 mmHg
Ventilatory class III VE/VCO <sub>2</sub> slope 36.0–44.9	50–75% predicted	29–20 mmHg
Ventilatory class IV VE/VCO <sub>2</sub> slope ≥45.0	<50% predicted	<20 mmHg
Standard ET variables		
Haemodynamics	ECG	
Rise in systolic BP during ET	No sustained arrhythmias, ectopic foci, and/or ST segment changes during ET and/or in recovery	
Flat systolic BP response during ET	Altered rhythm, ectopic foci, and/or ST segment changes during ET and/or in recovery; did not lead to test termination	
Drop in systolic BP during ET	Altered rhythm, ectopic foci, and/or ST segment changes during ET and/or in recovery; led to test termination	
Interpretation		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Progressively higher VE/VCO<sub>2</sub> slope and lower per cent-predicted peak V<sub>O<sub>2</sub></sub> and peak P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> indicative of greater HCM severity.               <ul style="list-style-type: none"> <li>CPX variables progressing from yellow to orange to red increase the likelihood of increased pulmonary pressure.</li> </ul> </li> <li>Haemodynamic and ECG responses in yellow and red indicative of increasing risk for sudden cardiac death.</li> </ul>		

VE/VCO<sub>2</sub>, minute ventilation/CO<sub>2</sub> production; V<sub>O<sub>2</sub></sub>, O<sub>2</sub> consumption; P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> apex, partial pressure of end-tidal CO<sub>2</sub>; BP, blood pressure; CPX, cardiopulmonary exercise test; ECG, electrocardiogram; ET, exercise test; HCM, hypertrophic cardiomyopathy; VT, ventilatory threshold.

<sup>a</sup>Peak V<sub>O<sub>2</sub></sub> valid if peak respiratory exchange ratio is at least 1.00 or test terminated secondary to abnormal haemodynamic or ECG exercise response. Per cent-predicted values derived from formulas proposed by Wasserman.

<sup>b</sup>P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> apex is achieved at submaximal levels during a progressive exercise test; typically immediately precedes VT.

# Srdeční vady

## Appendix 5: Valvular Heart Disease/Dysfunction

Primary CPX Variables		
$\dot{V}_E/\dot{V}_{CO_2}$ Slope	Peak $\dot{V}_{O_2}$ *	Percent Predicted Peak $\dot{V}_{O_2}$ ††
<b>Ventilatory class I</b> $\dot{V}_E/\dot{V}_{CO_2}$ slope <30.0	<b>Weber class A</b> Peak $\dot{V}_{O_2}$ >20.0 mL O <sub>2</sub> ·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	≥100% predicted
<b>Ventilatory class II</b> $\dot{V}_E/\dot{V}_{CO_2}$ slope 30.0–35.9	<b>Weber class B</b> Peak $\dot{V}_{O_2}$ =16.0–20.0 mL O <sub>2</sub> ·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	75–99% predicted
<b>Ventilatory class III</b> $\dot{V}_E/\dot{V}_{CO_2}$ slope 36.0–44.9	<b>Weber class C</b> Peak $\dot{V}_{O_2}$ =10.0–15.9 mL O <sub>2</sub> ·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	50%–75% predicted
<b>Ventilatory class IV</b> $\dot{V}_E/\dot{V}_{CO_2}$ slope ≥45.0	<b>Weber class D</b> Peak $\dot{V}_{O_2}$ <10.0 mL O <sub>2</sub> ·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	<50% predicted
Standard ET Variables		
Hemodynamics	ECG	
Rise in systolic BP during ET	No sustained arrhythmias, ectopic foci, or ST-segment changes during ET or in recovery	
Flat systolic BP response during exercise	Altered rhythm, ectopic foci, or ST-segment changes during ET or in recovery: did not lead to test termination	
Drop in systolic BP during ET	Altered rhythm, ectopic foci, or ST-segment changes during ET or in recovery: led to test termination	
Patient Reason for Test Termination		
Lower-extremity muscle fatigue	Angina or dyspnea	
Interpretation		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• All variables in green: excellent prognosis</li> <li>• Greater number of CPX and standard ET variables in red/yellow/orange indicative of progressively worse prognosis</li> <li>• Greater number of CPX and standard ET variables in red/yellow/orange warrants strong consideration of more aggressive medical management and surgical options</li> </ul>		



# Plicní hypertenze

## Appendix 5. Prognostic and Diagnostic Stratification for Patients With Suspected or Confirmed PAH/Secondary PH

### Primary CPX variables

$\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ slope	Peak $\dot{V}O_2^a$	$P_{ET}CO_2$ apex during exercise <sup>b</sup>
Ventilatory class I $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ slope <30.0	Weber class A Peak $\dot{V}O_2 > 20.0$ mL $O_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$	>37 mmHg
Ventilatory class II $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ slope 30.0–35.9	Weber class B Peak $\dot{V}O_2 = 16.0$ – $20.0$ mL $O_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$	36–30 mmHg
Ventilatory class III $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ slope 36.0–44.9	Weber class C Peak $\dot{V}O_2 = 10.0$ – $15.9$ mL $O_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$	29–20 mmHg
Ventilatory class IV $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ slope $\geq 45.0$	Weber class D Peak $\dot{V}O_2 < 10.0$ mL $O_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$	<20 mmHg

### Standard ET variables

Haemodynamics	ECG	Pulse oximetry
Rise in systolic BP during ET	No sustained arrhythmias, ectopic foci, and/or ST segment changes during ET and/or in recovery	No change in $SpO_2$ from baseline
Flat systolic BP response during ET	Altered rhythm, ectopic foci, and/or ST segment changes during ET and/or in recovery; did not lead to test termination	>5% decrease in $SpO_2$ from baseline
Drop in systolic BP during ET	Altered rhythm, ectopic foci, and/or ST segment changes during ET and/or in recovery; led to test termination	

### Interpretation

- All variables in green: indicative of good prognosis.
  - Maintain medical management and retest in 4 years.
- Greater number of CPX and standard ET variables in red/yellow/orange indicative of progressively worse prognosis.
  - All CPX variables in red: risk for major adverse event extremely high in next 1–4 years.
- Greater number of CPX and standard ET variables in red/yellow/orange indicative of increasing severity of pulmonary vasculopathy.
  - All CPX variables in red: expect significantly increased pulmonary arterial pressure.
- Greater number of CPX and standard ET variables in red/yellow/orange warrants strong consideration of more aggressive medical management.

- Děkuji za pozornost

