**Kontraindikace ZT**

**Absolutní:** akutní IM (4 dny), nestabilní AP, stenóza kmene ACS, el. nestabilita myokardu, akutní zánětlivé onemocnění srdce, akutní PE, těsná chlopenní stenóza, symptomatické SS, akutní infekční onemocnění, stav po CMP do 3 měsíců, výrazná anemie

**Relativní:** plicní hypertenze, méně výrazné arytmie, srdeční aneuryzma, méně významná chlopenní vada, systémová hypertenze (TKS > 200 mm Hg, TKD > 115 mm Hg), AV blokáda II. – III. stupně, špatná spolupráce pacienta

**Důvody přerušení ZT**

klaudikace (bolest DKK)

dosažení SFmax

stenokardie

změny na EKG (deprese či elevace ST- úseku, arytmie)

únava

dušnost

neurologické projevy (závratě, poruchy zraku…)

pokles TKS > 10 mm Hg oproti výchozímu stavu

(vyšší riziko FiKo, náhlé srdeční smrti)

výrazná hypertenzní odpověď

(TKS > 250 mm Hg a TDK > 115 mm Hg)

**Důvod ukončení ZT musí být uveden v zátěžovém protokolu!!!**

**Hodnocení SF**

fyziologický vzestup SF je úměrný spotřebě kyslíku

SF je výrazně ovlivněna především věkem (není však uniformní)

↑ SF při nižší zátěži či v restituci- dekondice, pokles periferního odporu, krevního objemu,

↓SF- trénovanost, medikace, zvýšený tepový objem

chronotropní inkompetence = neschopnost dosažení cílové SF

(vyšší mortalita a ICHS)

**Kategorie hodnocení ZT**

* **pozitivní** - vznik AP či EKG změn
* **negativní** – dosaženo max. zátěže bez klinických příznaků
* **abnormální** – vznik arytmií, hemodynamické hyperreakce (TK > 200/100 mm Hg)
* **nediagnostický- nehodnotitelný**

**Význam spiroergometrického vyšetření**

stanovení aerometabolické (transportní) kapacity organismu, výkonnosti, zdatnosti i pracovní schopnosti

posouzení reakce biochemických parametrů v průběhu dynamické zátěže

identifikace fyziologické nebo patologické reakce na dynamickou zátěž

diagnostický význam u některých skupin populace

prognostický a indikační význam (CHSS- transplantace srdce)

* **VO2max** (maximální příjem kyslíku): představuje kapacitu transportního systému.

Maximální množství kyslíku které může vyšetřovaná osoba dopravit do organismu za podmínek dynamické zátěže a které se i přes pokračující zátěž již dále nezvyšuje.

Skutečné hodnoty **VO2max** lze dosáhnout pouze u **zdravých,** u nemocných bývá nižší,

**vyjadřuje se spíše jako VO2SL, VO2peak, VO2tol !!!**

ukazatel aerometabolických schopností organismu a výkonnosti transportního systému.

Jednotky: ml.min-1, ml.min-1.kg-1

* **VE** (minutová ventilace, l.min-1):

objem vzduchu, který projde plícemi za 1 min. Při **lehké a střední zátěži** roste **lineárně**, při **velmi těžké zátěži** roste **neúměrně rychle** -> kompenzace metabolické acidózy.

* **VE/VO2** (ventilační ekvivalent pro kyslík):

- množství vzduchu proventilované plícemi, z něhož si organismus odebere 1 litr O2

- při nízké zátěži mírně klesá, s **dalším vzrůstem** zátěže **stoupá** nejprve pozvolna, pak **strmě** (začátek strmého nárůstu odpovídá ventilačnímu prahu).

* **VE/VCO2** (ventilační ekvivalent pro oxid uhličitý)

- probíhá zpočátku obdobně jako **VE/VO2**, **ke zlomu křivky** však dochází poněkud později, **za úrovní ANP** v okamžiku začátku respirační kompenzace metabolické acidózy.

**!!! VE roste proporcionálně s produkcí CO2 !!!**

(udržení normokapnie)

do dosažení ANP stoupá VE úměrně k VO2 i k zátěži

**ALE**

po dosažení ANP roste VE disproporcinálně

(je třeba odventilovat CO2 vzniklý pufrováním laktátu, zabránit metabolické acidóze)

VE dále strmě narůstá- nutná hypokapnie =

**bod respirační kompenzace**

* abnormálně zvýšená ventilační odpověď na zátěž (↑ VE/VCO2)

↓

tito pacienti **více ventilují**, aby vyloučili stejné množství CO2

**↓**

**známka špatné prognózy**

**(CHSS)**

* **FIO2-FEO2** (rozdíl objemového podílu kyslíku mezi vdechem a výdechem, „utilizace O2“, v %):

- využití kyslíku z atmosférického vzduchu

- při lehké a střední zátěži se zvyšuje, při velmi těžké zátěži se snižuje.

- průměrně zdatných 3-4 % O2, u velmi zdatných 5-7 % O2.

- použití pro výpočet příjmu kyslíku:

VO2 (ml) = VE x (FIO2-FEO2) x 10

Respirační kvocient RQ:

platí pro výměnu plynů **v buňce**, je dán zastoupením energ. substrátů (spalování lipidů 0,7; glukózy 1)

Poměr respirační výměny RER:

platí pro výměnu plynů **v plicích** (překračuje hodnotu 1,0 při dosažení maximální zátěže a dále se v zotavení zvyšuje)

RER (respiratory exchange ratio)

**vyjadřuje poměr VCO2/VO2**

RQ=RER jen za rovnovážného stavu

RERpeak < 1 … pacient se ještě pohybuje v aerobním pásmu

RERpeak = 1 … odpovídá ANP

RERpeak < 1,10 … ZT je nevalidní (VO2peak je podhodnoceno- nemá prognostický význam – limitace VO2peak jako prognostického ukazatele)

RERpeak ≥ 1,15 … prognostický význam

**Metabolický ekvivalent – MET**

**1 MET** (multiple of resting metabolic rate) je spotřeba energie v klidu vsedě v bdělém stavu = 3,5 ml O2.min-1.kg-1 (= 75 J.min-1.kg-1)

MET = [VO2(ml STPD) : kg hmotnosti]/3,5

**VO2max = Qmax** × **a-vO2max**

následky dosažení maxima (VO2max)

▼

strmá kumulace laktátu (na této úrovni lze pokračovat v dosavadní intenzitě tréninku pouze několik minut)

**Stanovení ANP**

1. Invazivně z krevního laktátu
2. Neinvazivně z ventilačně-respiračních hodnot

**!!! Limity bezpečné zátěže !!!**

↑ koncentrace laktátu

↓ koncentrace HCO3-

disproprcionální vzestup VCO2

dle ↑ VE

porovnání sklonu VO2 a VCO2 (V- SLOPE METODA)

**ANP (anaerobní práh)**

intenzita zátěže, při níž nastává vychýlení dynamické rovnováhy mezi produkcí a metabolizací laktátu

Krátký časový úsek v průběhu stupňovaného zatížení, kdy začne prudce stoupat LA, což má za následek pokles pH krve a vznik metabolické acidózy. Ta je kompenzována poklesem hydrogenuhličitanů (-BE), hyperventilací, změnami ventilačně respiračních hodnot.

**Anaerobní práh** má

**vyšší** **výpovědní hodnotu**

o individuální výkonnosti

než hodnota VO2max

**Funkční snížení aerobní kapacity a  
anaerobního prahu *(Weber K.T. et al., 1988)***

Typy tréninků dle intenzity zátěže

**trénink na úrovni 1. ventilačního prahu -ANP**

(50-80% VO2peak)

**trénink na úrovni 2 .ventilačního prahu**

(90-95% VO2peak)

↓

***High intensity interval training (HIT)***

Jak vypočítat TTF?

* intenzita tréninku se nejčastěji určuje jako **procento maximální dosažené frekvence** (např. 70 % TFmax),
* nebo jako **procento tepové rezervy:**

**TTF = (TFmax – TFklid)× (0,6–0,8) ± TFklid**

**Prognostické ukazatele**

**VO2peak**

**VE/VCO2slope**

**Limitace VO2peak**

pokročilá **farmakoterapie** (beta-blokátory)

nutnost dosažení **maximálního** výkonu při zátěžovém testu (RER > 1,10)-**pacient, lékař**

u CHSS je podhodnocena **díky nízké aerobní kapacitě kost. svalstva**

(celkové spotřeby kyslíku připadá průměrně 70% na pracující svalstvo)

závislost VO2peak na **nekardiálních faktorech**

(pohlaví, věk, obezita, anémie, plicní choroby, genetika)

**Proč právě VE/VCO2 slope?**

oproti VO2peak signifikantní i při **submaximálním** úsilí pacienta (RER ˂ 1,10)

zachovává svoji **prognostickou významnost** v celé řadě klinických stavů

(nízká ejekční frakce, léčba beta- blokátory)

Arena et al. na pacientech se SS jednoznačně demonstroval, že hodnota parametru **VE/VCO2 slope > 34 nebo VE/VCO2  peak > 45** je spojena s vyšším rizikem náhlé srdeční příhody

(pacienti s **hodnotou > 45 mají až 7x vyšší riziko úmrtí** oproti pacientů s hodnotou normální)

**Zátěžové chodecké testy**

**6- Minute Walk Test (6-MWT)**

**Incremental Shuttle Walk Test (ISWT)**

Přírůstkový kyvadlový test

**Endurance Shuttle Walk Test (ESWT)**

Vytrvalostní kyvadlový test

**6-MWT**

dráha 30m

testovaná osoba si sama určuje maximální rychlost (submaximální test)

pacient se může zastavit, odpočinout

vše se zaznamenává do protokolu

test je napoprvé vhodné provést 2X

normu lze určit dle různých rovnic (délka dráhy, počet proměnných)

výsledek: **vzdálenost**

**Přírůstkový kyvadlový test chůzí  
ISWT**

hodnocení maximální tolerance zátěže

dráha 10m

rychlost chůze určují zvukové signály

každou minutu se rychlost zvyšuje

12 rychlostních úrovní

pacient nezvládá fyzicky nebo SpO2 < 80%-test se ukončí

hodnotí se pouze ukončené rovinky

**výsledek: vzdálenost**