

# Zátěžové testy ve sportovní medicíně

- Cíl předmětu
  - pochopení principu zátěžových testů, fyziologické a patologické reakce a adaptace na pohybovou aktivitu (PA)
  - samotná realizace zátěžového testu
  - **! „take home message“!**

# Test

- Komplexní proces zahrnující přípravu, měření, zpracování výsledků a jejich vyhodnocení.

# Zátěžový test

- Fyzikální výkon po určitou dobu
- Svalová práce

# Cíle zátěžových testů

- zjistit fyziologickou schopnost člověka a posoudit jeho zdatnost (jednorázové vyšetření, před a po tréninku)
- určit limity pro intenzitu pohybové aktivity (KVR,...)
- zjistit ev. patologii orgánů či systémů

# Podstata zátěžových testů

- podstatou je svalová práce
- odezva na zátěž – reakce organismu
- přizpůsobení na zátěž – adaptace organismu

# Intenzita a doba zatížení

- záleží, co chci zjistit, koho vyšetřuji, jaké mám technické vybavení
- tak určím dobu a intenzitu
- neexistují jasně daná kritéria – každé pracoviště si může zvolit svůj typ testu

# Intenzita zatížení

- na ergometru (bicykl, veslařský trenažér) – výkon(W), síla (N)
- na běhátku - rychlost posunu pásu (m/s), sklon (%)

# Doba zatížení

- v laboratoři (sekundy až desítky minut)
- v terénu (i hodiny)



### Validita

- platnost vyšetřovacího postupu pro poznání onemocnění - vhodnost testu.

### Senzitivita

- procento vyšetřených s onemocněním a s pozitivním výsledkem testu.

$$SP: / SP + FN /$$

### Specificita

- procento vyšetřených bez onemocnění a s negativním výsledkem testu.

$$SN: / SN + FP /$$

### Pozitivní předpovědní /prediktivní/ hodnota

- procento správně pozitivních výsledků ze všech pozitivních výsledků.

$$SP: / SP + FP /$$

### Negativní předpovědní hodnota

- procento správně negativních výsledků ze všech výsledků negativních.

$$SN: / SN + FN /$$

# CAVE!

- Interindividuální porovnání
- Porovnání výsledků vyšetření na různých přístrojích

# Volba zátěžového testu

- **Co je cílem testu** (síla, vytrvalost)
- **Co chci sledovat a hodnotit** (tepová odezva, VO<sub>2</sub>max,...)
- **Co daný test nabízí**
- **Materiální vybavení** (handgrip, bicykl, běhátko, veslařský trenažér,...)

Tab. 1: Příklady volby testu podle cíle testu a fyziologického ukazatele, který chceme sledovat.

Cíl (hodnocená schopnost) ⇒	⇒ Měřený ukazatel	⇒ Zvolený test
Aerobní kapacita (kapacita transportního systému pro kyslík) Celková aerobní schopnost (vytrvalostní)	VO <sub>2</sub> max VO <sub>2</sub> max/kg VO <sub>2</sub> max/FSA Kyslíkový poločas	Spiroergometrie
	1. ventilační práh (ANP) 2. ventilační práh (RCP)	Spiroergometrie
	LT, OBLA	Ergometrie s měřením laktátu
	W <sub>170</sub> , W <sub>170</sub> /kg	Bicyklová ergometrie s měřením HR
Anaerobní schopnost (rychlostní)	Maximální kyslíkový dluh Maximální kyslíkový deficit	Spiroergometrie
	Maximální koncentrace laktátu v krvi	Test s maximální zátěží (ergometrie)
Odhad výdeje energie při převážně aerobní zátěži	Minutový příjem kyslíku	Spiroergometrie (nepřímá energometrie)
Autonomní nervová regulace (aktivita parasymptiku a sympatiku)	Spektrální výkony HRV a jejich hustota	Spektrální analýza HRV při ortoklinostatickém testu
Odezva glykémie na zátěž	Glykémie před a po zátěži	Glukometrie před, při a po zátěži
Odolnost jater vůči tělesné zátěži	Koncentrace AST, ALT,	Biochemické vyšetření před a

	Bilirubin	po tréninku
Reakce elektrické aktivity srdce na fyzickou zátěž	EKG	Zátěžový EKG test
Odezva TK na zátěž	TK	Zátěžový test TK
Diagnostika pozátěžového průduškového astmatu	Dechové parametry (VC, FEV <sub>1</sub> , PEF <sub>R</sub> , VE před a po zátěži	Spirometrie před a po zátěži

# Zátěžový test v laboratoři



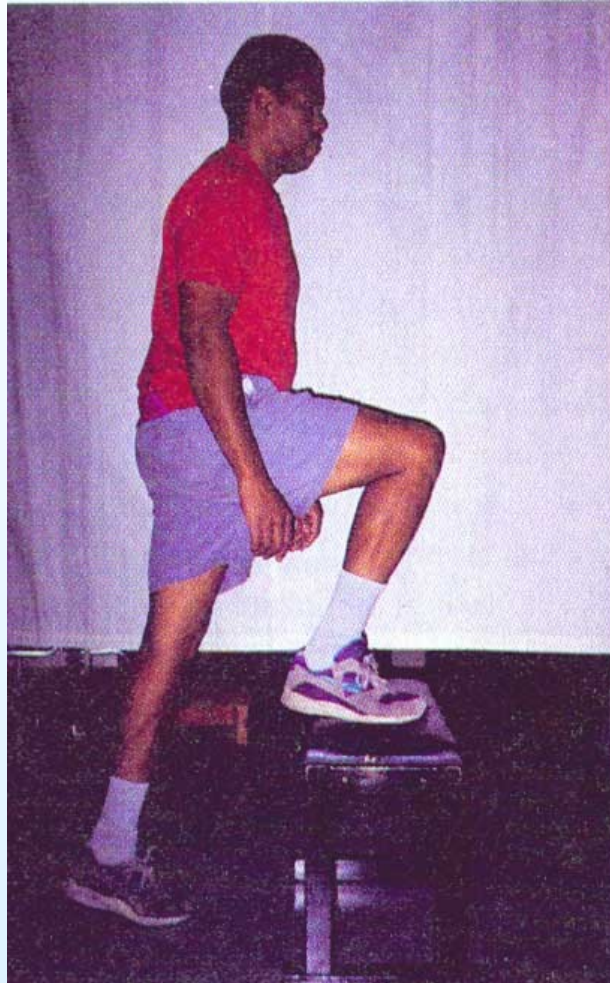
# Přístrojové vybavení funkční laboratoře

- Dynamická zátěž
- Statická zátěž



# Dynamická zátěž

- Step test



# Dynamická zátěž

- Bicyklový ergometr





# Bicyklový ergometr

- Bicyklový ergometr pro ty, kteří moc neběhají (cyklistika, triatlon, hokej, úpolové sporty....)

výhody: - ergometr.. tedy intenzita ve W/kg

- kvalitní záznam EKG

- možnost měření TK v zátěži

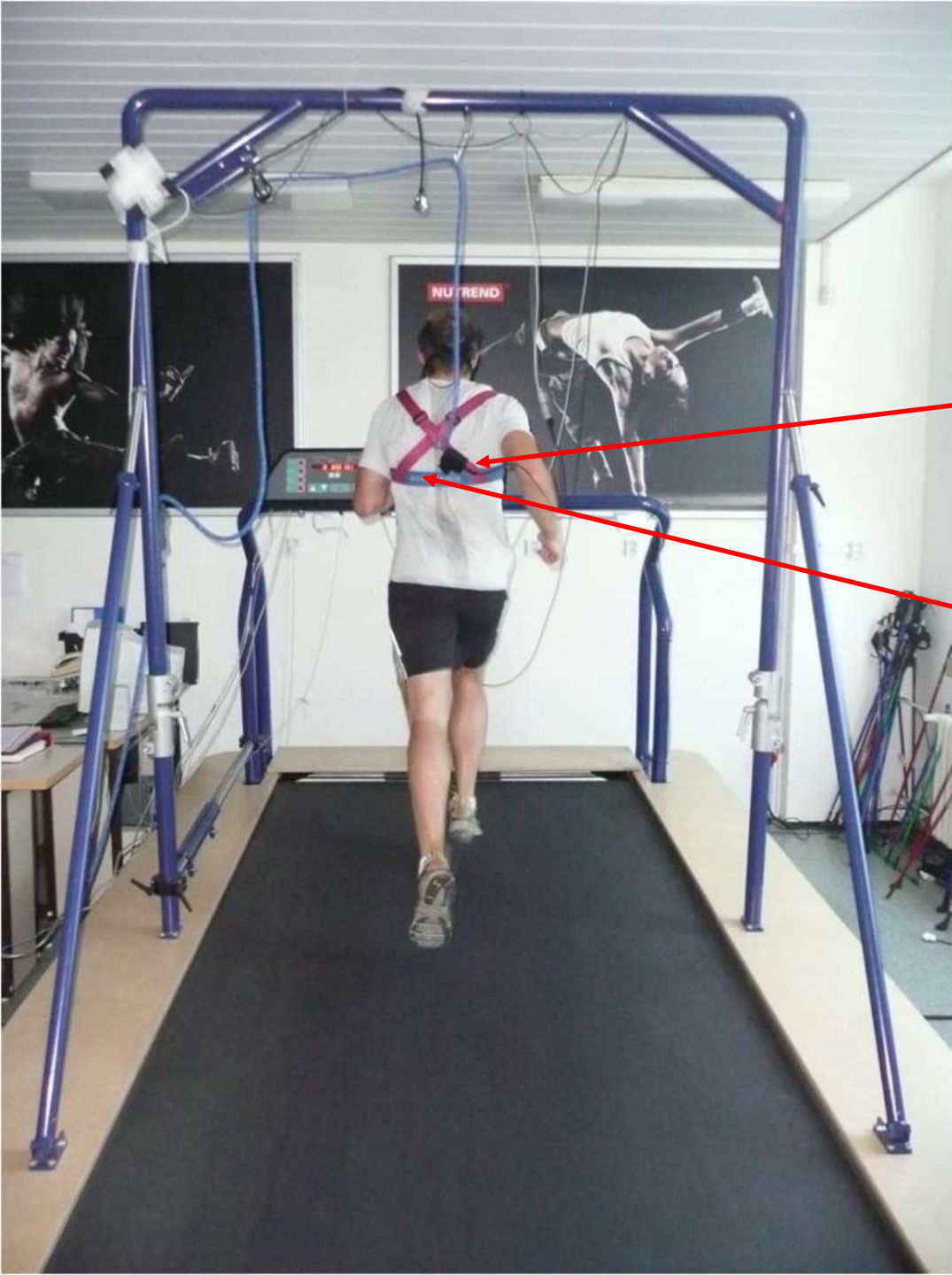
nevýhody: - předčasná lokální únava svalů DK

- menší VO<sub>2</sub>max + HRmax ze zatížení menších svalových skupin

# Dynamická zátěž

- Běhátko





Monitor srdeční frekvence  
přijímající informace z  
hrudního pásu

Bezpečnostní prsní pás.

# Dynamická zátěž

- Běhátko - tam kde dominuje běh

výhody: - zatížení velkých svalových skupin s dosažení skutečného metabolického maxima, lepší modelace závodní zátěže u běžeckých disciplin

nevýhody:- často až neměřitelné EKG, nebezpečí pádu  
nemožnost nastavení zátěže ve W

# Dynamická zátěž

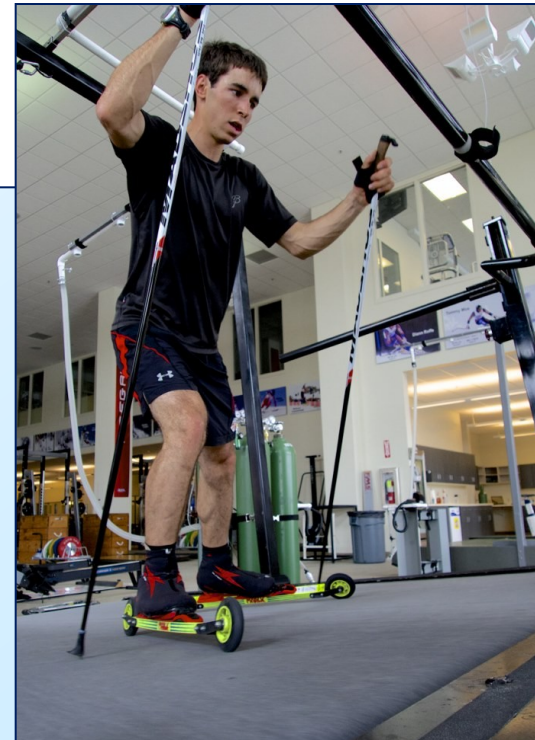
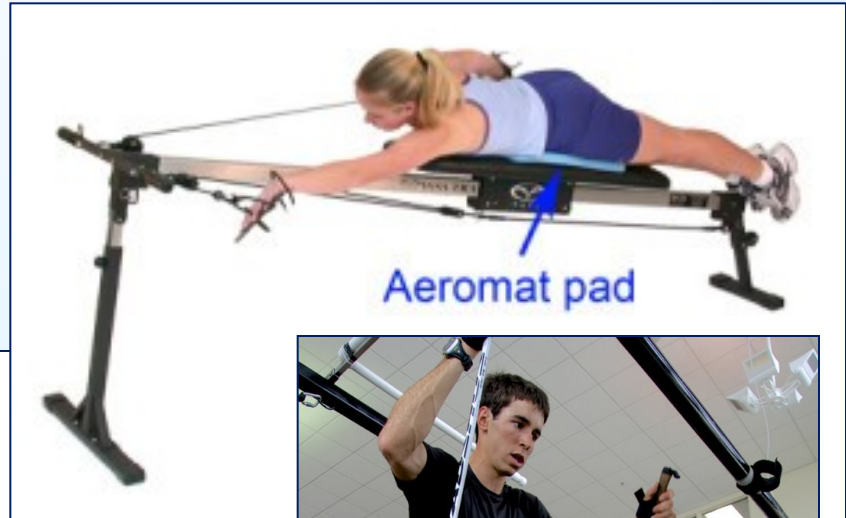
- Rumpál





# Dynamická zátěž

- Ostatní trenažéry



# Statická zátěž

- Handgrip



# Handgrip

- - zkouška na statickou zátěž kontinuálním stiskem ručního dynamometru dominantní rukou síly 50% maxima na 1 minutu, po 30s se měří TK
- - normální TK je 170/110
- - odhalíme hypertenzi, léčba vazodilatancii
- - pokud je při handgripu TKd nad 120mmHg, musí se ubrat silový trénink na polovinu nebo nasadit léčba
- - dochází i vazokonstrikci věnčitých tepen, proto je nutná monitorace EKG



# Statická zátěž

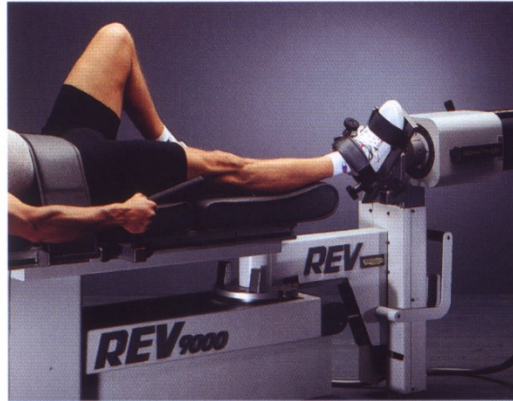
- Dynamometry



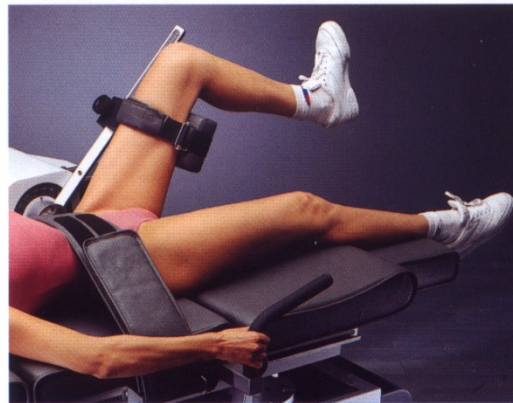
## LOWER LIMB JOINTS



HIP - Abduction adduction



HIP - Internal-external rotation

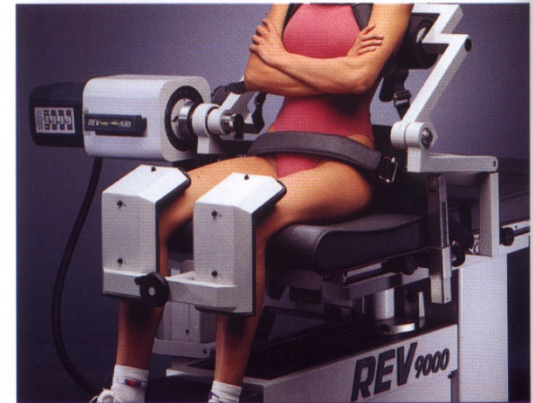


HIP - Flexion-extension

## TRUNK



TRUNK - Flexion-extension, standing



TRUNK - Flexion-extension, seated

# Funkční potenciál svaloviny

- Tensiomyografie





# Spiroergometrie

# Analyzátor dechových plynů

Na základě rozdílů v koncentraci  $O_2$  ( $CO_2$ ) v nadechnutém a vydechnutém vzduchu v daném dechovém objemu stanovuje spotřebu  $O_2$  a výdej  $CO_2$ .

Z dechové frekvence a dechového objemu stanovuje ventilaci.

Testovaná osoba má náustek a svorku na nose, nebo masku.

Náustek – vysychání sliznice, diskomfort, ale menší mrtvý prostor

Maska – vyšší komfort (možno dýchat i nosem), ale možné zkreslení výsledků velkým mrtvým prostorem (hromadění  $CO_2$ ) + netěsnost.



Odběr vzorku vzduchu pro analýzu množství  $\text{CO}_2$  a  $\text{O}_2$

Informace o objemu nadechnutého a vydechnutého vzduchu

Musí dokonale těsnit





**Průtokový snímač pracující na principu rozdílných tlaků před a za membránou.**

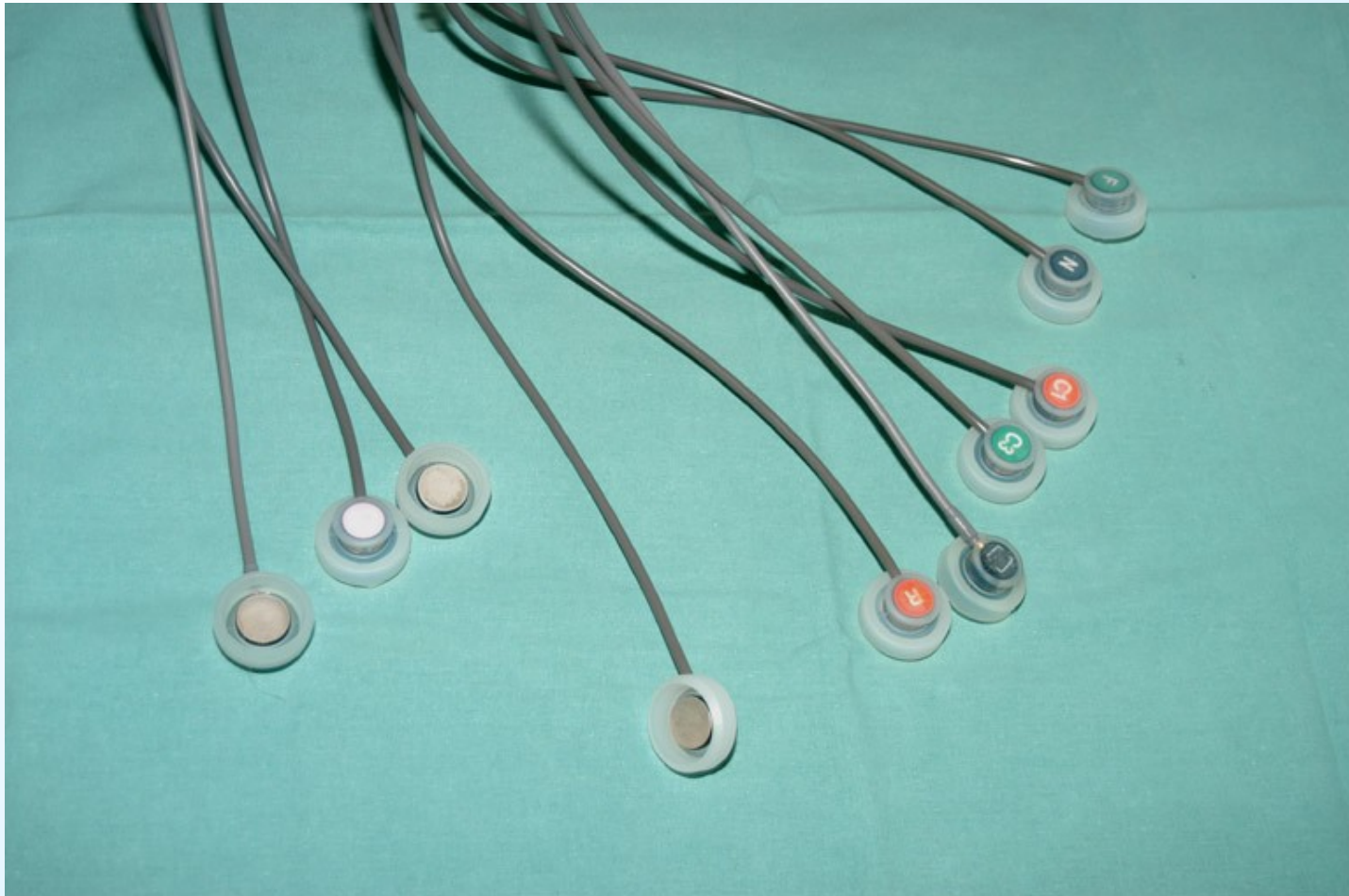
**Před každým měřením musí být desinfikován a kalibrován pomocí kalibrační pumpy.**



# Spiroergometrie



# EKG



# EKG



# EKG



# Monitorování saturace krve a svalu kyslíkem

- Pulzní oxymetrie
  - hemoglobin a deoxyhemoglobin absorbují odlišně infračervené záření podle míry saturace kyslíkem



# Spiroergometrická jednotka

Směs kalibračních plynů

Kalibrační pumpa

Běžný PC

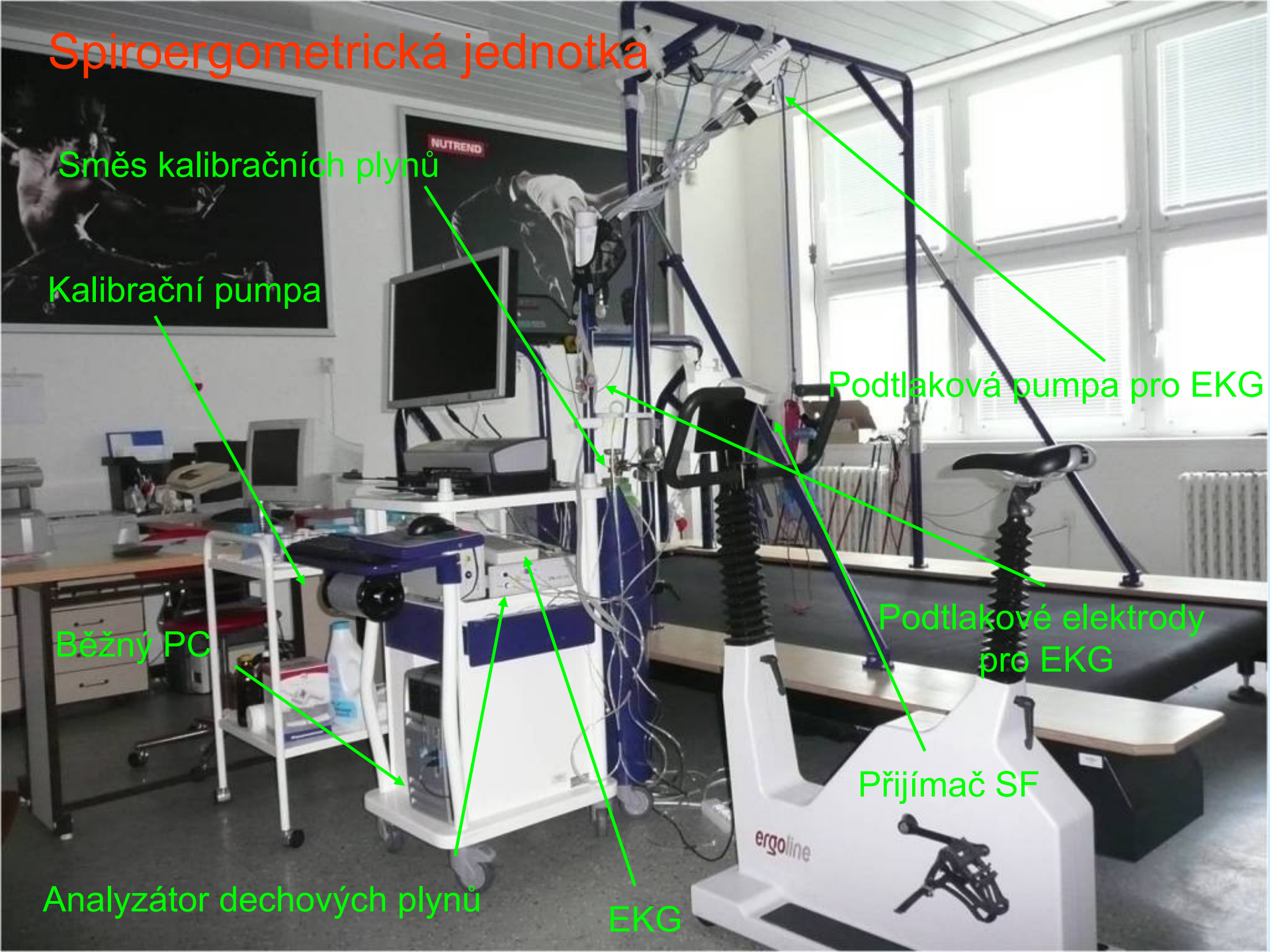
Analyzátor dechových plynů

EKG

Podtlaková pumpa pro EKG

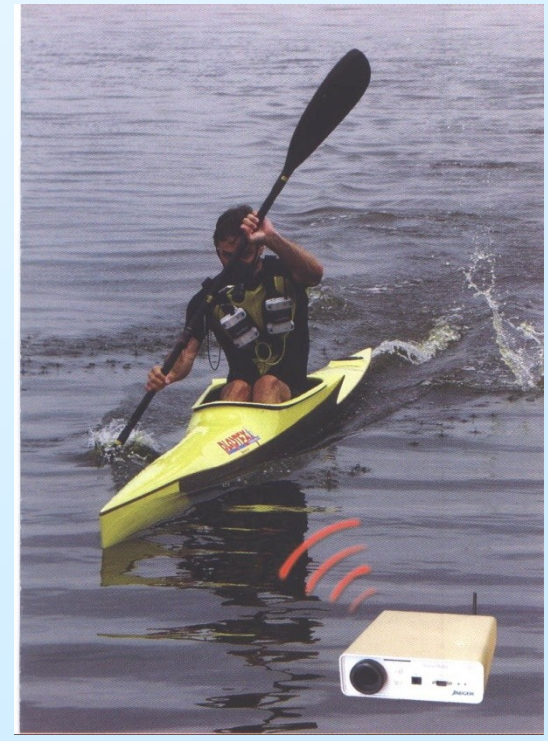
Podtlakové elektrody pro EKG

Přijímač SF



# Zátěžový test v terénu

- Speciální přenosná technika





# **Zátěžové testování**



# *Bezpečnostní opatření při zátěžovém vyšetření*

- Personální zabezpečení (vědět, co a proč dělám)
- Organizační zabezpečení (návaznost na další pracoviště)
- Materiální vybavení (defibrilátor, medikace)

# Kontraindikace ZT

- **Absolutní:**

- manifestní srdeční nedostatečnost (NYHA III-IV)
- maligní HT (200/120)
- stenóza aorty, těžká mitrální stenóza
- nestabilní AP
- **závažné arytmie (komorová tachykardie)**
- **akutní IM (do 4dní), plicní embolie, akutní respirační nedostatečnost, CMP (do 3 měsíců)**
- astma bronchiale brzy po záchvatu
- metabolický rozvrat, poruchy ABR
- aneurysma srdce nebo velký cév
- těžká hypoxémie, globální respirační insuficience
- tromboflebitida
- **akutní infekční a zánětlivé onemocnění (nejdříve 2-3 týdny po normalizaci stavu)**
- aktivní chronické onemocnění (hepatitis, nefritis,...)
- těžký ortopedický defekt
- těžký neurologický defekt (hemiparéza např.)
- anémie, endokrinní onemocnění
- dekompenzovaný DM
- těžší plicní hypertenze
- thyreopatie, endokrinopatie

# Kontraindikace ZT

- **Relativní:**
  - chronická srdeční nedostatečnost (NYHA II-III)
  - vrozené nebo získané srdeční vady (KMP, Kawasakiho choroba,..., lépe s ARO lékařem a kardiologem)
  - stav po IM
  - stabilní AP, stenóza kmene levé koronární tepny
  - poruchy vedení, méně významné arytmie
  - méně závažné poruchy srdečního rytmu
  - těžká plicní a arteriální hypertenze
  - cévní a srdeční aneurysma
  - hypertrofická obstrukční KMP
  - psychické poruchy
  - těžší imunodeficit
  - výrazná anémie

# Důvody přerušení testu

- Absolutní:
  - **subjektivní**: typická bolest na hrudi, těžká dyspnoe, závratě, klaudikace, kašel
  - **objektivní**: cyanóza, nekoordinované pohyby, poruchy vědomí, TKs nad 240mmHg, pokles TKs o 10mmHg při zvyšující se zátěži se známkami ischemie na EKG, expektorace krvavého sputa
  - **EKG změny**: deprese ST úseku, elevace ST úseku, fibrila, flutter síní, nově vzniklé bloky Taw.ramének, KES závažné, komorová paroxysmální tachykardie

# Důvody přerušení testu

- Relativní:
  - subjektivní: atypická bolest na hrudi, lehká dyspnoe, bolesti DKK
  - objektivní: bledost, vzestup TF nad věkové maximum
  - EKG změny: četné monotropní KES, poruchy vedení vzruchu (a-v bloky, rozšíření QRS komplexu)