

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, VO₂max,...)
- **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 ₂ max VO ₂ max/kg VO ₂ max/FSA Kyslíkový poločas	Spiroergometrie
	1. ventilační práh (ANP) 2. ventilační práh (RCP)	Spiroergometrie
	LT, OBLA	Ergometrie s měřením laktátu
	W ₁₇₀ , W ₁₇₀ /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 ₁ , PEF _R , VE před a po zátěži	Spirometrie před a po zátěži

Zátěžový test v laboratoři

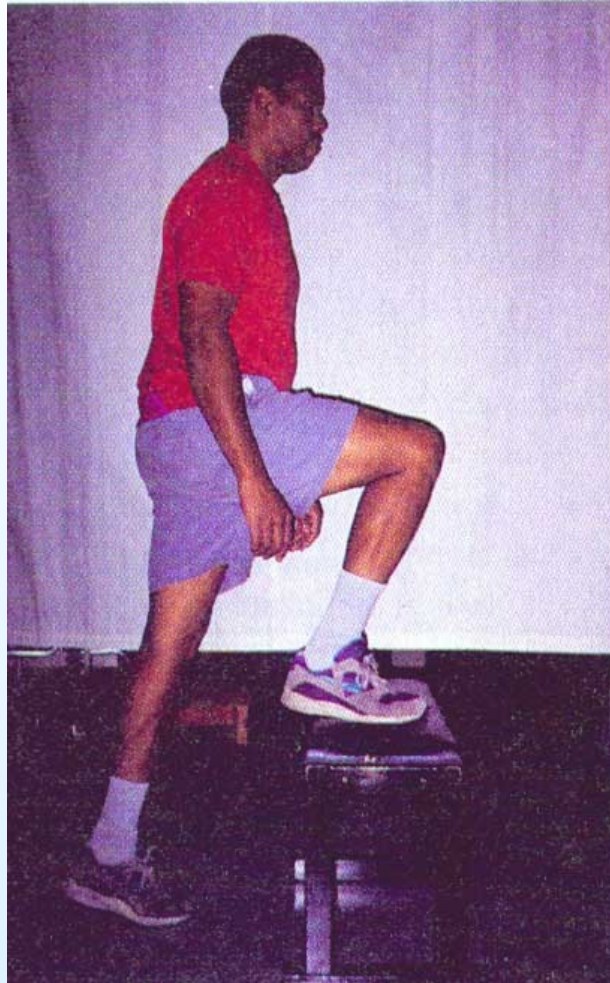


Přístrojové vybavení funkční laboratoře

- 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

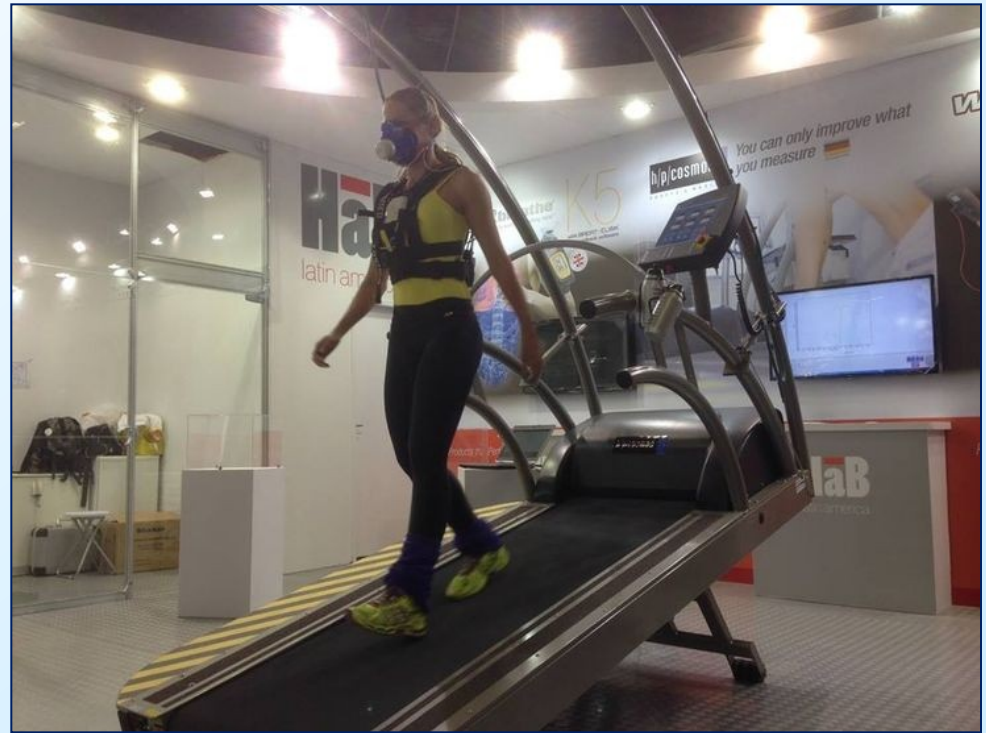
- možnost měření TK v zátěži

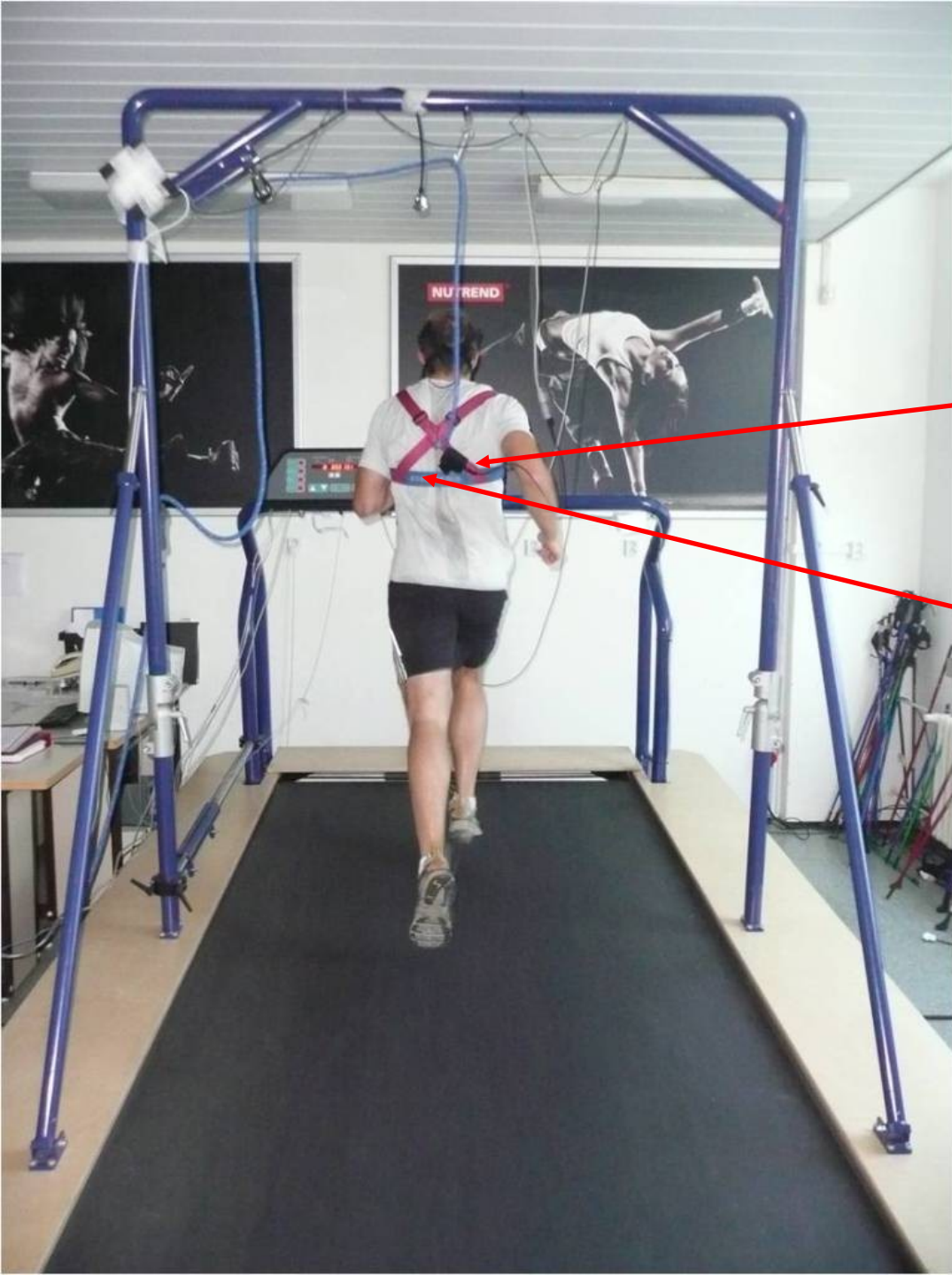
nevýhody: - předčasná lokální únava svalů DK

- menší VO₂max + 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

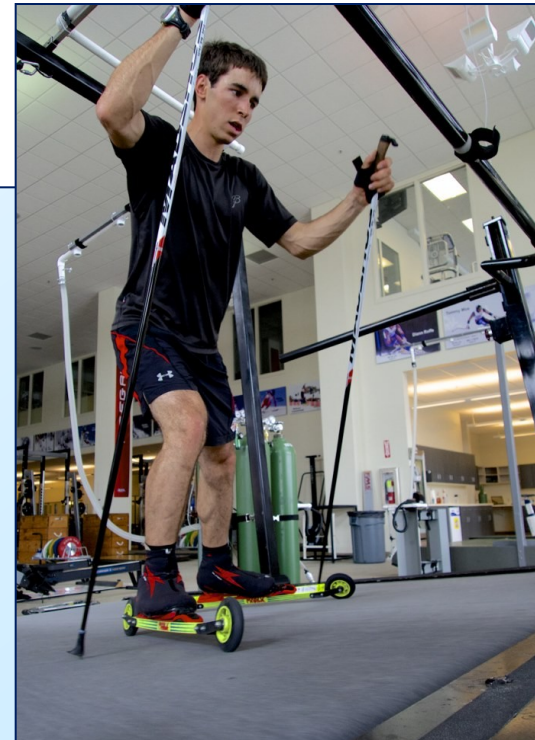
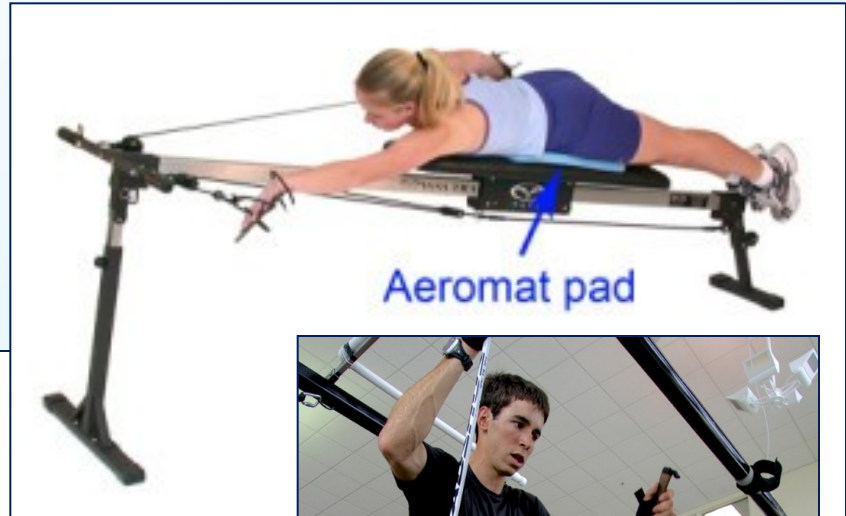
Dynamická zátěž

- 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

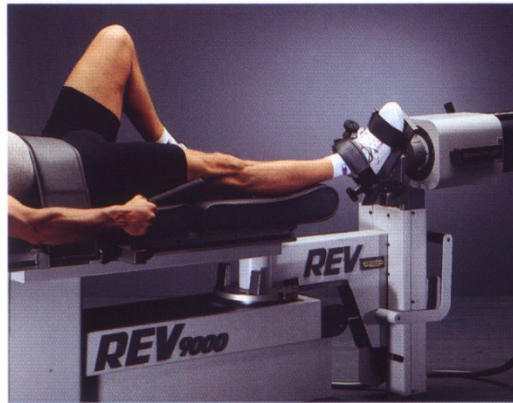
- Dynamometry



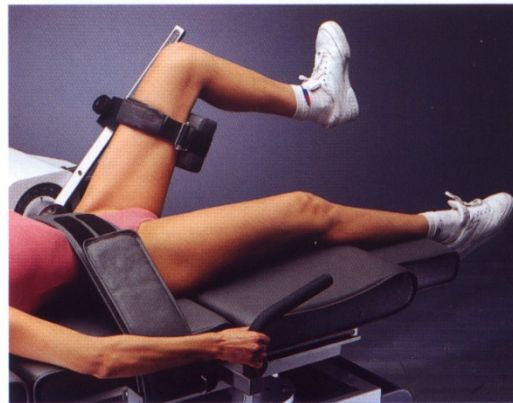
LOWER LIMB JOINTS



HIP - Abduction adduction

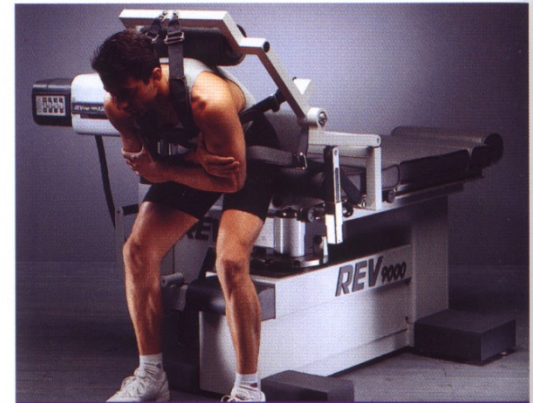


HIP - Internal-external rotation

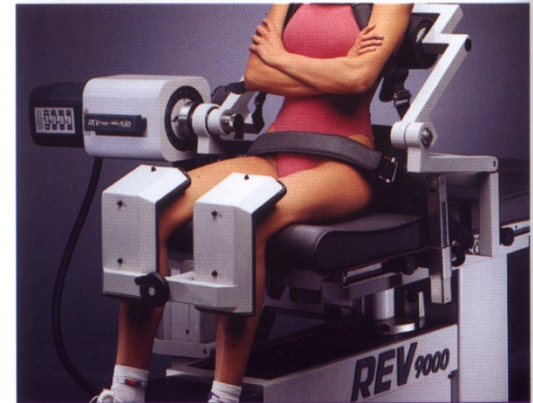


HIP - Flexion-extension

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 CO_2 a O_2

Informace o objemu nadechnutého a vydechnutého vzduchu

Musí dokonale těsnit





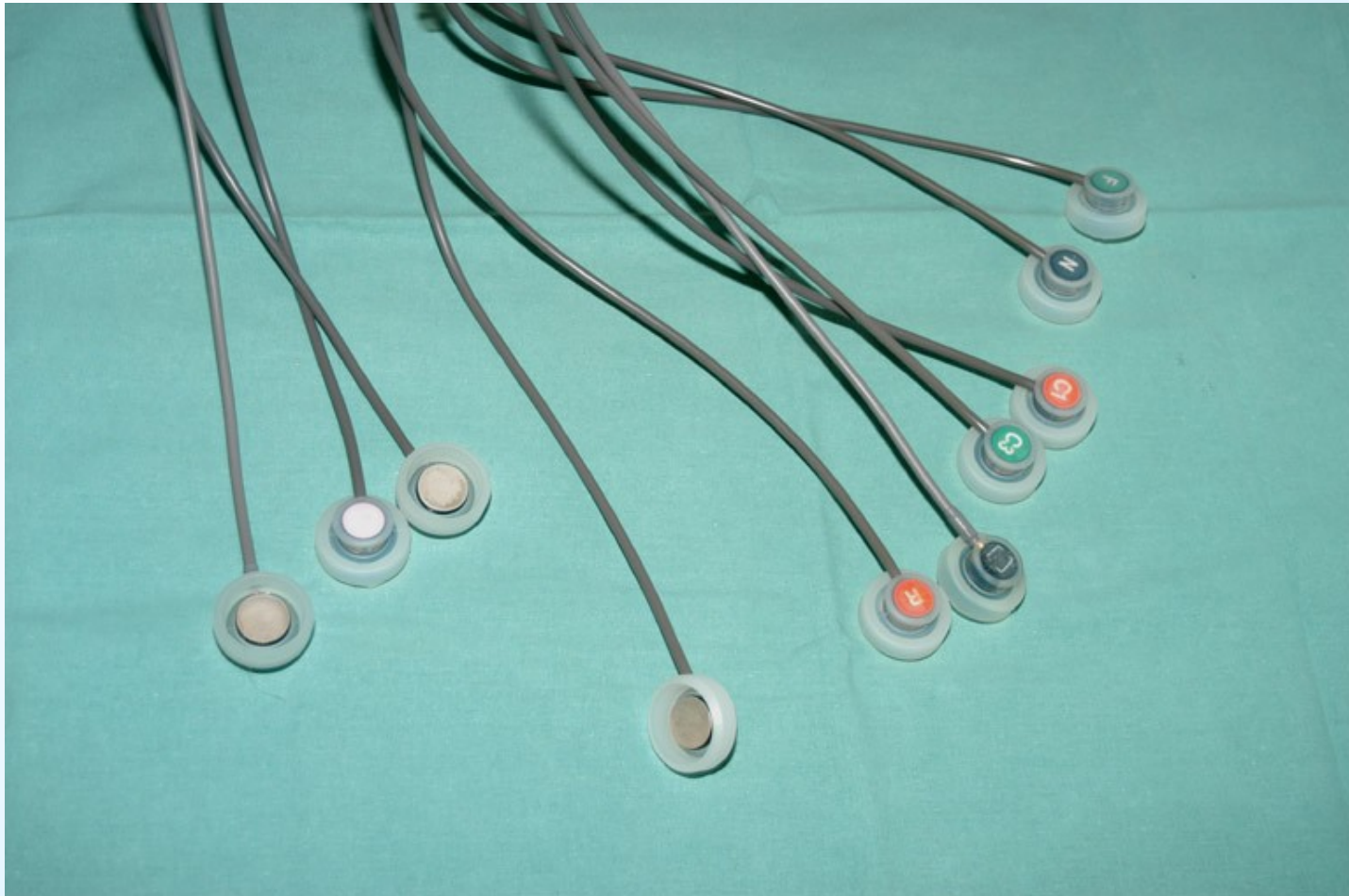
Průtokový snímač pracující na principu rozdílných tlaků před a za membránou.

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

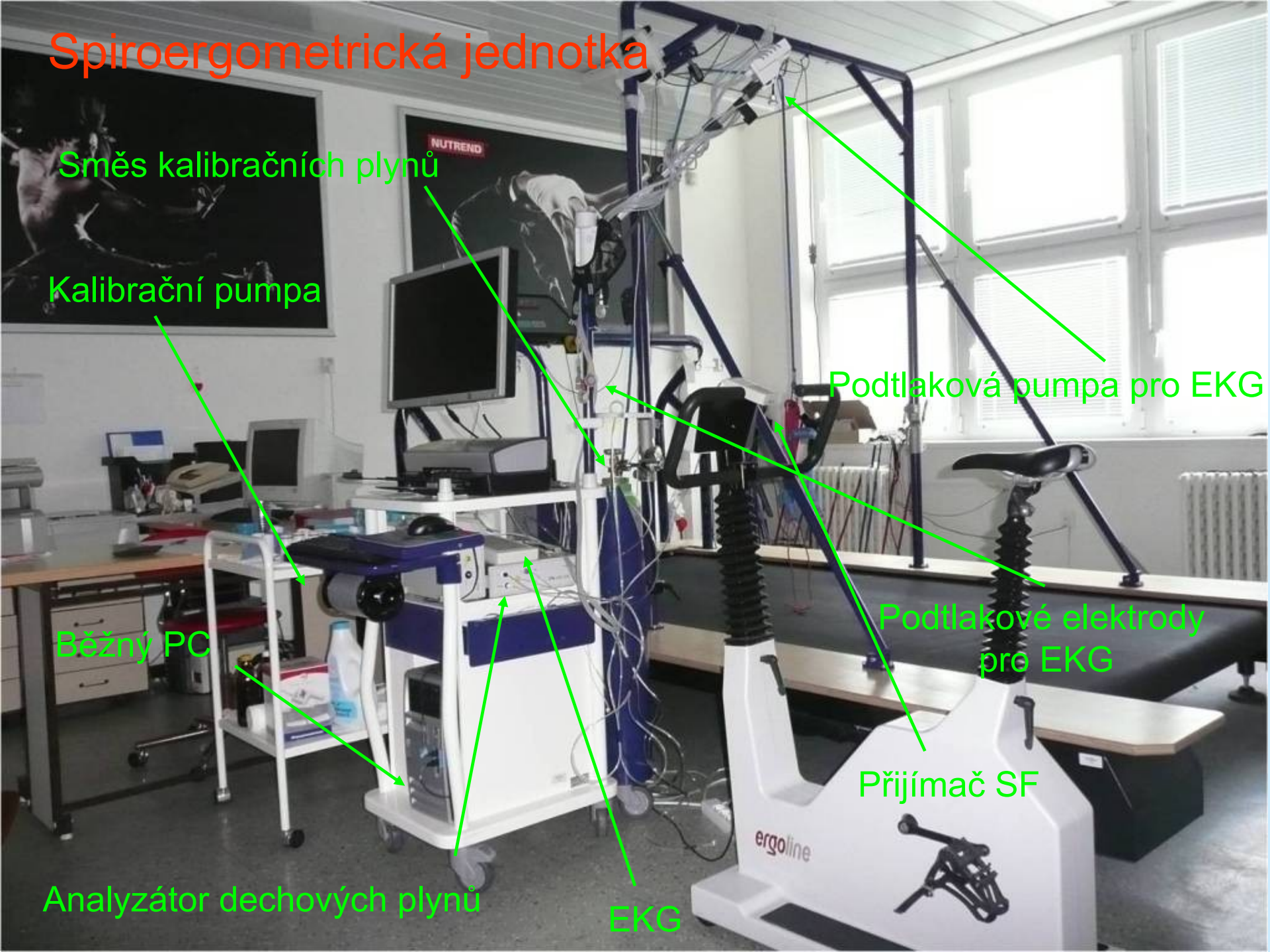
Analyzátor dechových plynů

EKG

Podtlaková pumpa pro EKG

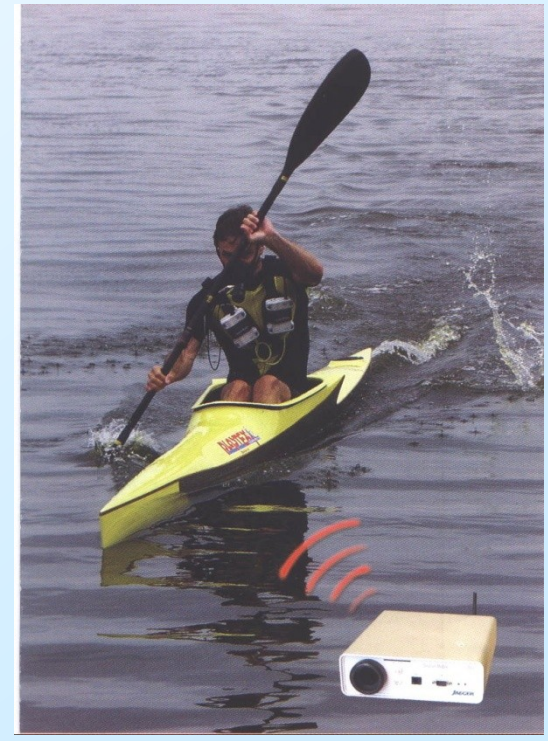
Podtlakové elektrody pro EKG

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)