



MASARYKOVA UNIVERZITA

Regenerace ve sportu – biologické veličiny zatížení

MUDr. Kateřina Kapounková



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace studijního oboru Regenerace a
výživa ve sportu
(CZ.107/2.2.00/15.0209)

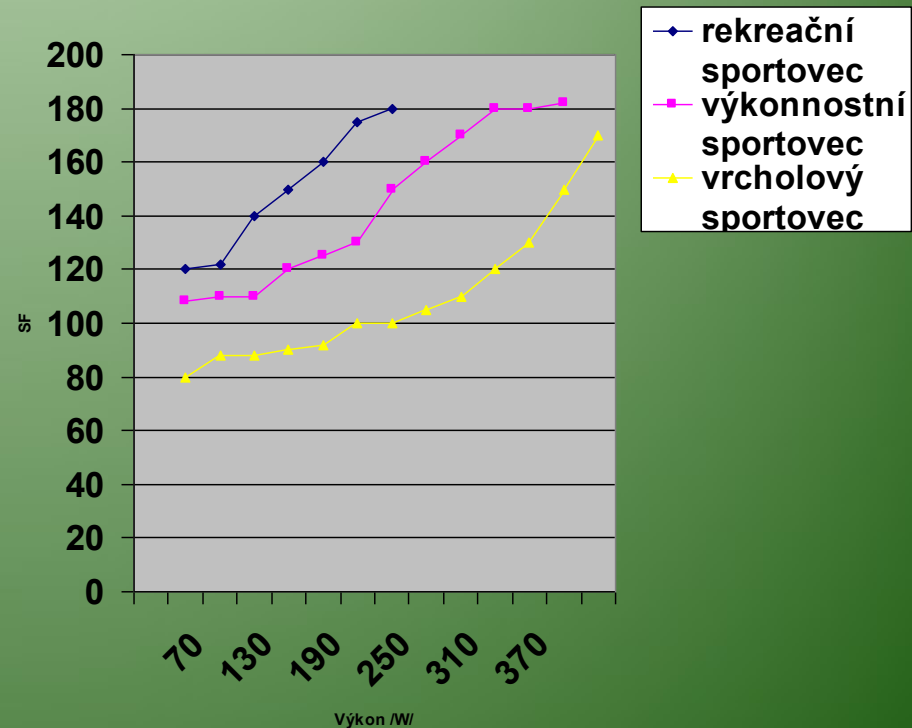


Biologické veličiny pro řízení zatížení

- Srdeční frekvence
- Laktát
- Spotřeba kyslíku
- Spotřeba energie
- Močovina
- Kreatinkináza
- Amoniak
- Hematokrit a hemoglobin
- Minerály

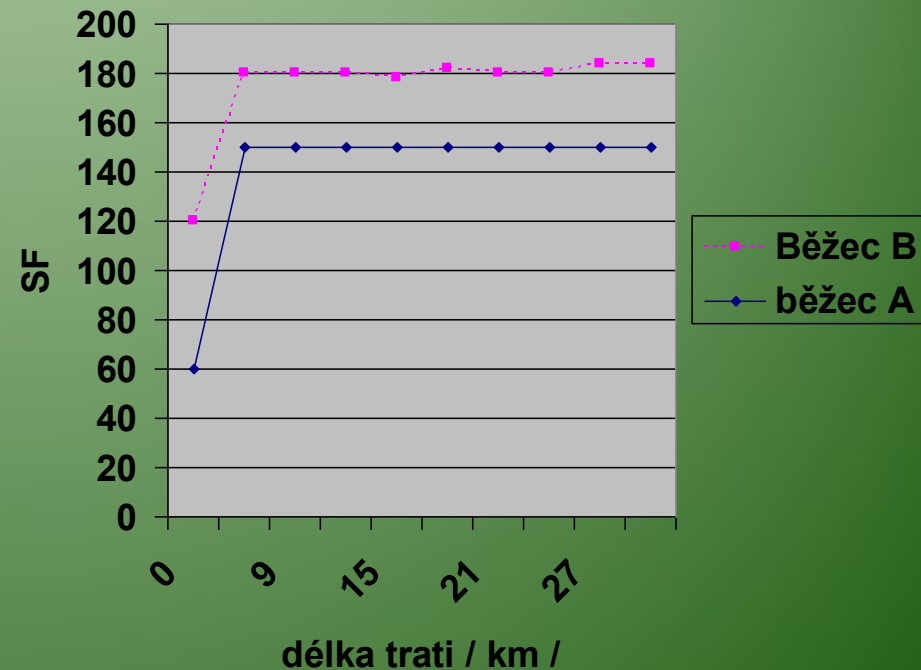
Srdeční frekvence

- reaguje velmi rychle na změny při zatížení / nejcitlivěji na zvýšení intenzity a zvýšení odporu/
- srdeční frekvence a rostoucí zatížení- úroveň výkonnosti se může posuzovat ze strmosti nárůstu SF
- sportovci s vyšší výkonností SF narůstá pozvolněji
- ale na základě průběhu SF při aerobních vytrvalostních výkonech nelze vždy posuzovat úroveň metabolismu



př. 2 běžci rozdílné výkonnosti- SF

- běžec A- rychlost 4,56 m/s/ La 2 mmol/l
- běžec B- rychlost 3,8 m/s/ La 2 mmol/l
- udržení tempa ale jen vlivem vyššího podílu anaerobního metabolismu/ nárůst laktátu /



Faktory ovlivňující SF

- věk a pohlaví
- velikost srdce
- sportovní výkonnost
- zdravotní stav

Věk a pohlaví

- Klidová SF- ukazatel stavu vegetativního a trénovanosti dětí a dospělých
- Děti o 10 tepů vyšší klidová SF
- Ženy vyšší klidovou SF než muži
- Sportovní trénink snižuje klidovou SF
 - SF při zatížení
- S přibývajícím věkem se nezávisle na tréninku snižuje maximální dosažitelná SF



Řízení zatížení prostřednictvím SF

$$SF_{max} = 220 - \text{věk} \pm 15 \text{ tepů/ min}$$

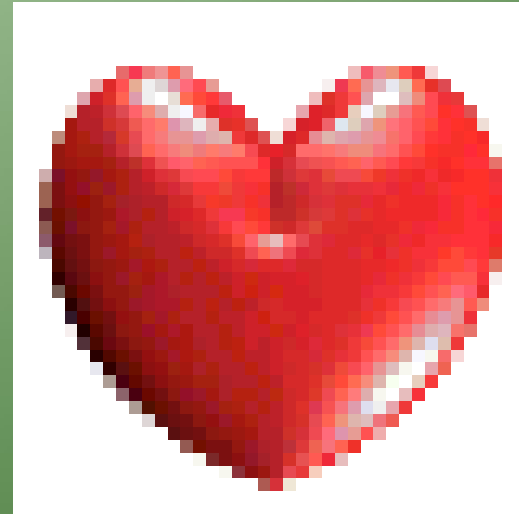
Příklady:

- 30let: $SF_{max} = 190/ \text{ min}$ / 175 – 205/
- 40let: $SF_{max} = 180/ \text{ min}$ / 165-195/
- 60 let: $SF_{max} = 160/ \text{ min}$ / 145-175/

trénink **základní vytrvalosti** probíhá při 70-85% SF_{max} /
40 letý sportovec rozmezí od 116- 168 tepů za min /

Velikost srdce

- Klidová SF
- Vlivem tréninku- zvětšení srdce/ srdečního objemu
/- pravidelně déle než 2 měsíce s týdenním objemem vyšším než 10 hod
- Sportovní srdce vykazuje vyšší objem vytlačené krve v klidu, což se projeví poklesem SF = **bradykardie**
 - SF při zatížení
- Vyšší objem krve, proto se SF nemusí tak zvyšovat



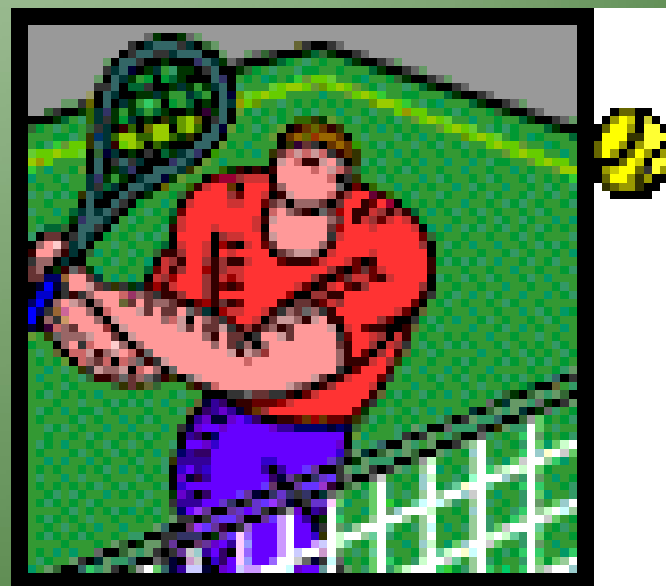
Výkonnost

□ Klidová SF

- Odpovídá obecné nebo speciální trénovanosti
- K porovnání klidových SF se doporučuje měřit ráno vleže po probuzení.
- Pomocí denního měření klidové SF lze získat přehled o reakci organismu na jednotlivá tréninková zatížení (běžné výkyvy 4 -6 tepů).

Pokud stoupne o 8 tepů je dobré hledat příčinu :

přetížení, začínající zdravotní problém



Výkonnost - pokračování

□ SF při zatížení

- Předstartovní stav / o 20-40 tepů /
- Pro trénink vytrvalosti je nutné znát max SF/ 70 – 80% SF/. Trénovanost má vliv na průběh SF během zátěže. Pokles SF při srovnatelném tréninkovém zatížení = zlepšení výkonnosti
- Rozhodující pro SF je funkční stav svalstva. Pokud přetrvává zbytková únava / nedostatek glykogenu / je úroveň SF při stupňovitém testu vyšší, ale hladina La nižší/ známka nedostatečné glykolýzy za svalové únavy /

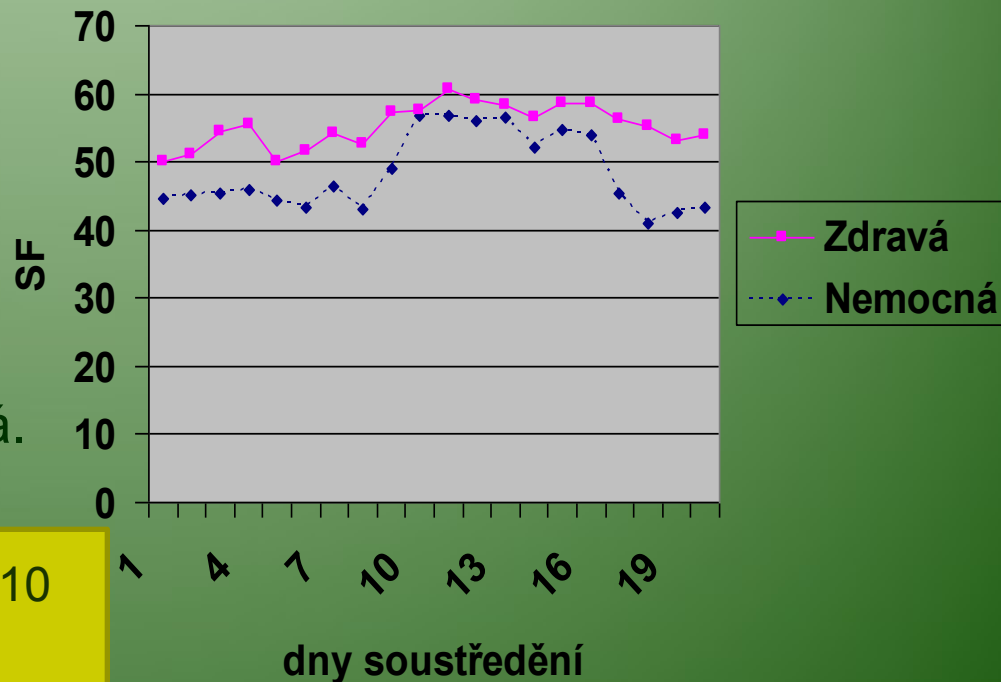
Zdravotní stav

□ Klidová SF

- **Vyšší hodnoty SF**
- Vzestup SF v tréninkovém období o více než 8 tepů a sportovec současně nemá chuť do dalšího tréninku a má pocit vyčerpání, jde o známku začínajícího onemocnění. nebo únavy z tréninku / rozdíl je ten že to další den odeznívá.

Při onemocnění vzrůstá SF o více než 10 tepů. Zvýšení SF + teplota 38°C

sportovec by neměl trénovat



Laktát

- v těle se neustále vytváří malé množství La=klidový La/ 0,5–1,5 mmol/l/, mohou být stejné jako při aerobním zatížení
- nejvydatnější získávání energie anaerobním způsobem při intenzivních zatíženích mezi 15-60 s, VO₂max 70%
- koncentrace La ve svalech vždy vyšší než v krvi/ do krve se zpožděním /- 20 min
- orgány které odbourávají La/ **játra- 50%**, **nezatěžované svalstvo-30%**, **srdce- 10%**, **ledviny- 10%**/
- hromadění nastane u krátkodobých výkonů, u vytrvalostních se stačí odbourávat / rovnováha /

■ rychlost odbourávání La:

netrénovaný 0,3 mmol /l za min

trénovaný 0,5 mmol / za min

- měření- ušní lalůček / kapilární krev /

■ hodnocení intenzity zatížení

➤ **aerobní** : do 2 mmol / l La (některé disciplíny, ale mají daleko vyšší- běh na lyžích)

u vytrvalostních zatížení, kde je La přes 7, zcela potlačeno spalování tuků- energie zcela ze sacharidů/

➤ **aerobně- anaerobní** : 3 – 7 mmol/l La

➤ **anaerobní** : nad 7 mmol / l la

Spotřeba kyslíku

- maximální spotřeba kyslíku **VO₂max** = schopnost organismu kyslík přijímat, transportovat a využívat
- rozvoj VO₂max závisí na intenzitě a na objemu zátěže
- špičkové výkony : muži 78 ml/kg.min
ženy 68ml/kg.min
- pokud dlouhodobého pohledu VO₂max klesá je chyba v celkovém dávkování a účinnosti tréninku
- další ukazatel je % vyjádření

Spotřeba energie

■ respirační kvocient/ poměr vyloučeného CO₂ a přijatého O₂ /

1,0 – sacharidy

0,7 – tuky

0,85- smíšený metabolismus/ tuky + sacharidy /


Močovina

- konečný produkt odbourávání bílkovin / játra /- rychlejší odbourávání =lepší regenerační schopnosti
- dlouhodobé výkony – odbourávání AMK / i 15% potřebné energie /
- vyšší produkce močoviny v játrech až několik dní
- v praxi se koncentrace v krvi určuje brzy ráno před tréninkem a podle hodnoty lze usoudit na účinnost tréninkového zatížení z minulého dne
- běžný trénink v krvi : 5 – 7 mmol /l
- stoupne-li koncentrace nad 9 (ženy 10) více dnů za sebou = musí se snížit intenzita tréninku , nebo ho přerušit (hrozí přetížení)
- dlouhodobé výkony = nárůst urey, závisí na trénovanosti / čím trénovanější , tím menší nárůst koncentrace /

podle vztahu hladiny urey a vytrvalostního zatížení lze hodnotit i regenerační schopnosti sportovce

- ureu v krvi mohou i ovlivnit extrémny ve výživě (zvýšení příjmu bílkovin nad 2g/kg může zvýšit hladinu urey o 2 mmol/l)
- velikost odbourávání a přeměny bílkovin
- schopnost snášet zatížení
- schopnost regenerace
- nedostatek sacharidů

Kreatinkináza

- buněčný enzym zajišťující přeměnu ADP na ATP
- normálně v nepatrném množství v krvi
 - v klidu : ženy 2,0 $\mu\text{mol/l}$
 - muži 3,4 $\mu\text{mol/l}$
- při destrukci svalových buněk nebo při nepřiměřeném zatížení v krvi vyšší hladiny / za 6 – 8 hod /- lymfatickými cestami
- Po zatížení : vyšší než 5 (maraton až 50)
- při řízení tréninku hlídat aby dlouhodobě nevzrostla nad 15  přetížení
- Délka zatížení není sama o sobě příčinou vzestupu, musí to doprovázet mechanické zatížení (došlapy na podložku při běhu – mikrotraumata)
- Ke zvýšení u dlouhých i krátkodobých výkonů
 - neobvyklé svalové zatížení
 - intenzivní svalové zatížení
 - dlouhodobé svalové zatížení
 - svalová ztuhlost nebo zranění

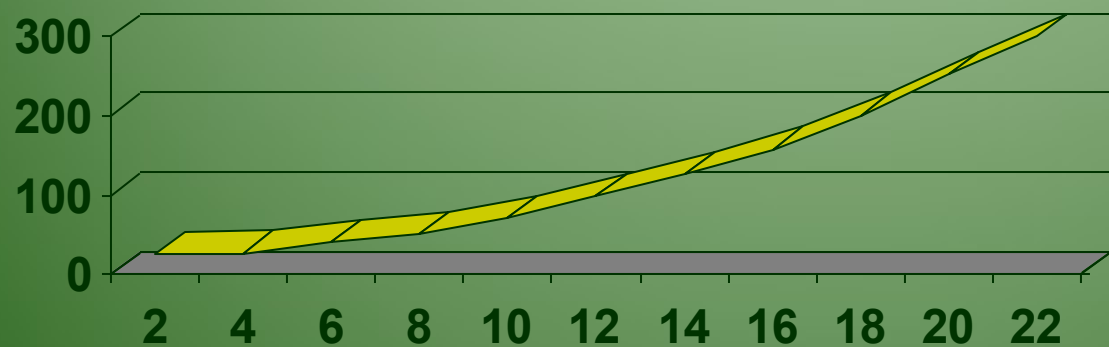


nutno snížit objem a intenzitu tréninku

Amoniak

- meziprodukt látkové výměny vznikající při nedostatku energie
- vzniká při intenzivních krátkodobých zatíženích, kdy se glykolytickou cestou nemůže tvořit dostatek ATP (AMP se mění na amoniak)
- vzniká u zatížení, kde se objevuje La
- po zatížení se odbourává rychleji než laktát
- rychlá svalová vlákna produkují více amoniaku než pomalá

Vztah mezi nárůstem amoniaku a laktátu při rostoucí intenzitě zatížení



vztah mezi laktátem a
amoniakem

Hematokrit a hemoglobin

- dlouhodobé výkony

- může vést k odhalení nedostatku tekutin
- do popředí od zneužívání erythropoetinu jako dopingu



výrazný nárůst hemoglobinu nebo hematokritu – **dopingová kontrola** / krevní odběr žilní před závodem/

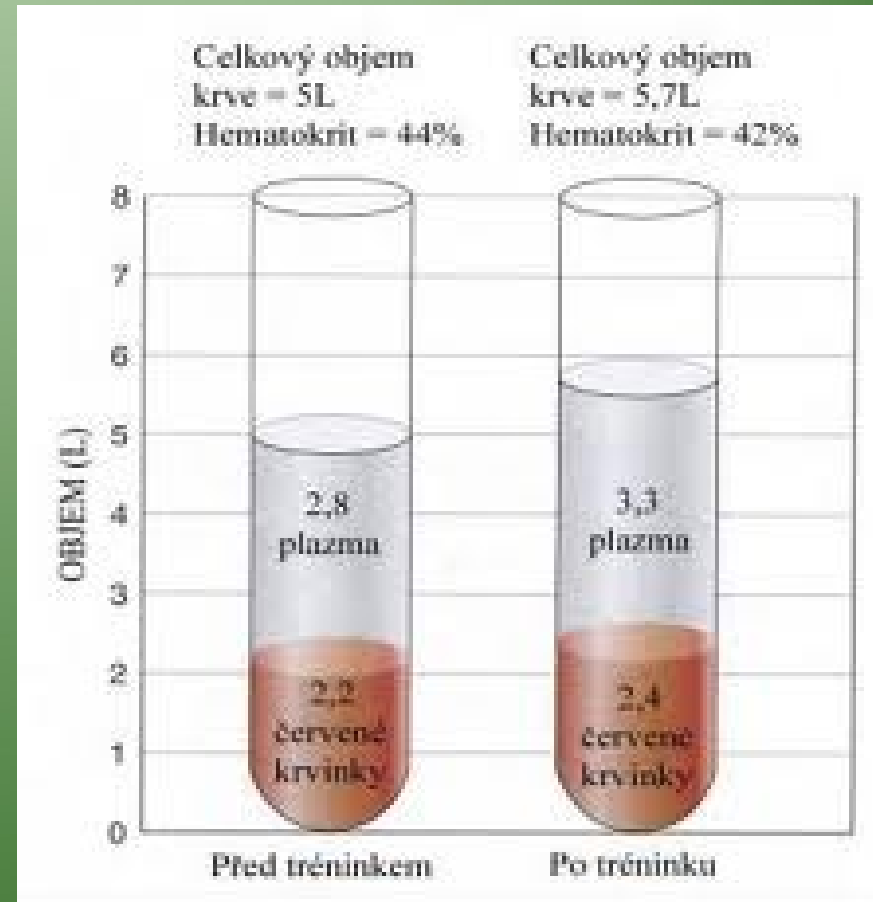
překročení hodnot hemoglobinu nad 18,5 g/dl muži a 16,5g/dl ženy
= **zákaz startu na 14 dní**

Adaptace na zatížení

- Delší dobu trvající vytrvalostní aerobní trénink vede ke **zvětšení množství krve** :
 1. nejprve objem plazmy
 2. po 2 až 3 týdnech ↑ erytrocyty a ↑ hemoglobin

Zvýšení objemu plazmy je však výraznější (to se projeví **snížením hematokritu a snížením viskozity krve** (cirkulace)

- Za adaptační změnu považujeme i zvýšení množství červených krvinek, při pobytu ve vysokohorském prostředí (2300 m 4 týdny, po 8 týdňů)
- Zvyšování počtu erytrocytů zlepšuje podmínky pro transport kyslíku z plic



Glukóza

- **koncentrace v krvi** je řízena hormonálně
- při zatížení vzrůstá potřeba G ve svalech
- **v klidu** kolísá hladina **4 – 5,5 mmol/l**
- intenzivní výkony do 60 min – nárůst hladiny G(adrenalin)- bezprostředně po **až 10 mmol /l**

pozátěžová hyperglykémie

- pokud po výkonu hladina G nestoupá , znamená to, že zásoby glykogenu jsou vyčerpány / po 90 min /
- při nedostatečném množství glykogenu se při zatížení hladina dostane pod 3,5 mmol /l - zhoršení motoriky

hypoglykémie

Minerály

- četné funkce závislé na dodávce minerálů
- během tréninku některé ve vyšší míře vylučovány (Fe, Mg)

Mg : 0,75 – 1,1 $\mu\text{mol/l}$

- čtvrtý nejčastější kationt (60% skelet, 30% svaly, 1% ECT)
- pod 0,75 – doplnit
- svalové křeče, ztuhlost, chvění svalů, únava, snížení výkonnosti

Fe:

- hladina **feritinu** v krvi / odběry nedělat bezprostředně po výkonu/
- Optimální hladina **40 – 90 $\mu\text{mol/l}$**
- **pod 30** nutno doplnit- denně po několik týdnů, koncentrace Fe často klesá po infekci, toto není důvod ke zvýšenému příjmu železa, tělo se takto brání infekci – snížení Fe vede k zabránění množení bakterií /