

# Regenerace ve sportu – biologické veličiny

MUDr. Kateřina Kapounková

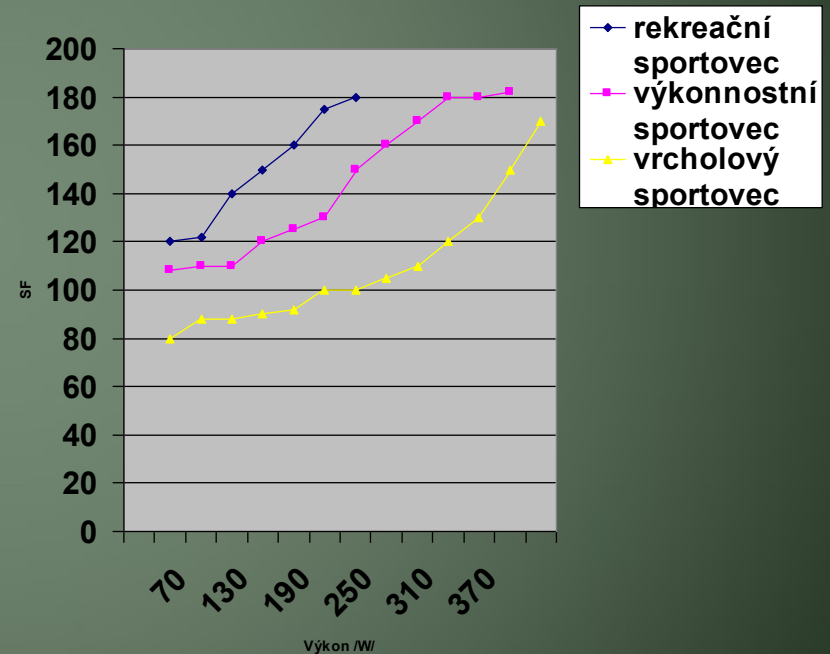
# Biologické veličiny pro řízení zatížení

- Srdeční frekvence
- Laktát
- Močovina
- Kreatinkináza
- Amoniak
- Hematokrit a hemoglobin
- Glukóza
- Minerály

# Faktory ovlivňující SF

reaguje velmi rychle na změny při zatížení

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



# Věk a pohlaví

- - Klidová SF- ukazatel stavuvegetativního a trénovanosti dětí a dospělých
- Děti o 10 tepů vyšší klidová SF
- Ženy vyšší klidovou SF než muži
- Sportovní trénink snižuje klidovou SR
  - 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:

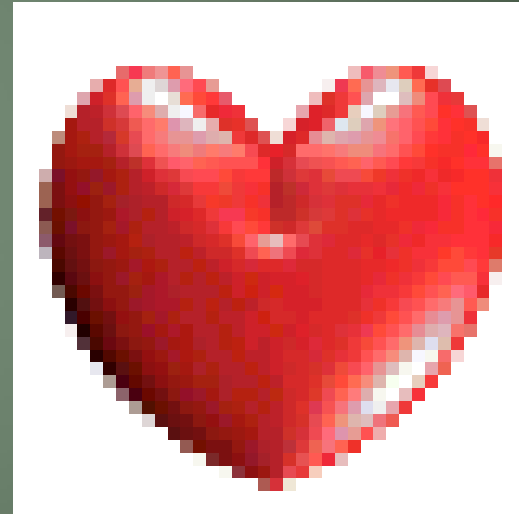
- 30let:  $SF_{max} = 190/ \text{ min}$  / 175 – 205/
- 40let:  $SF_{max} = 180/ \text{ min}$  / 165-195/
- 60 let:  $SF_{max} = 160/ \text{ min}$  / 145-175/

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



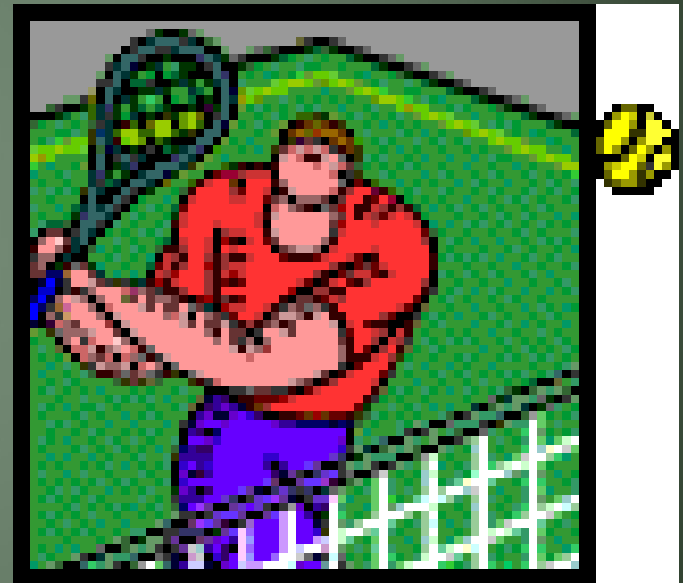
# Výkonnost

## □ 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 /



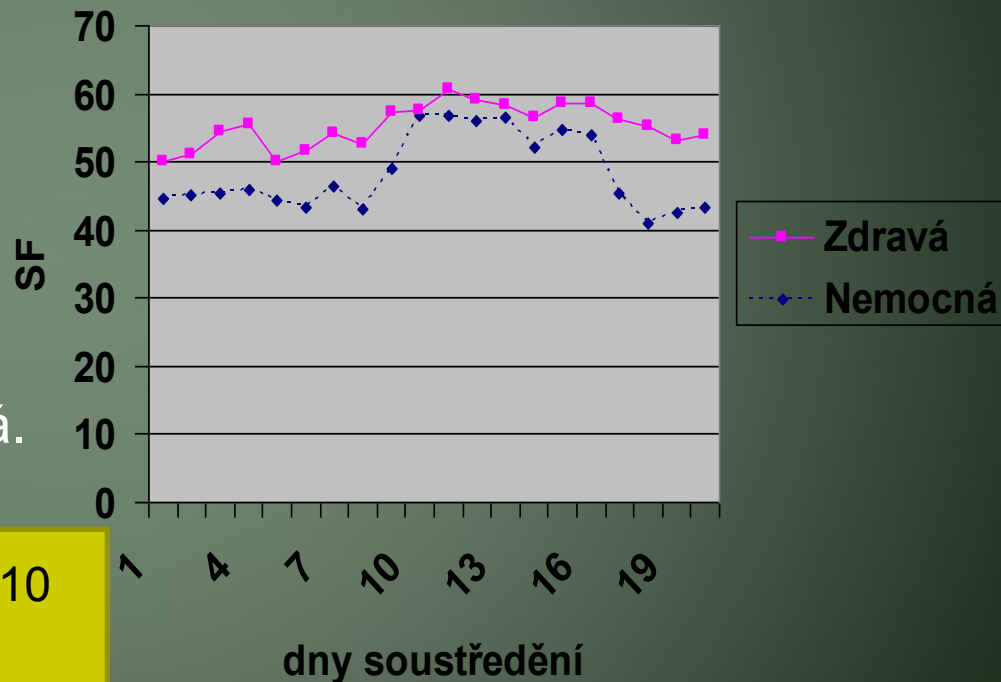
# Zdravotní stav

□ 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
- nejvydatnější získávání energie **anaerobním způsobem**  
při intenzivních zatíženích mezi 15-60 s
- koncentrace La ve svalech vždy vyšší než v krvi/ do krve  
se zpožděním /- **20 min**
- orgány které odbourávají La : **játra, nezatěžované svalstvo, myokard, ledviny**
- 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


# 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 **extrémy 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

# 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/

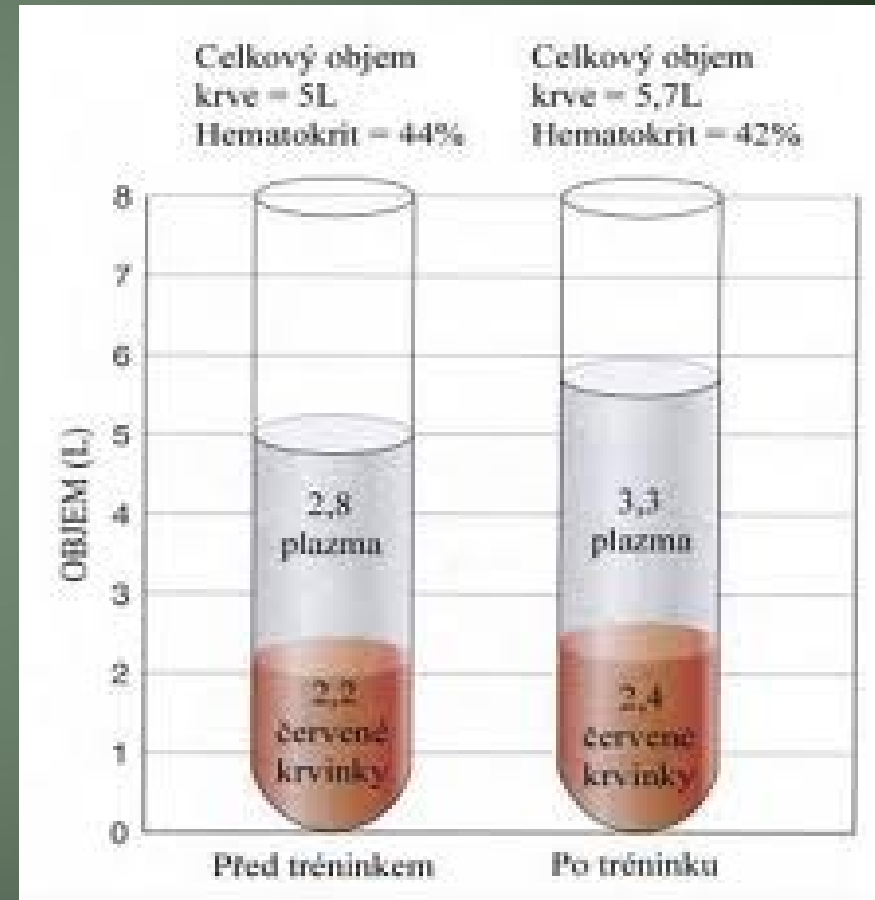
překročení hodnot hemoglobinu nad 18,5 g/dl muži a 16,5g/dl ženy  
= **zákaz startu na 14 dní**

# 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 týdnů)
- 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  $\mu\text{mol/l}$

- 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 /