

## Biochemické vyšetření ve sportu

### Laktát

- Sůl kyseliny mléčné - konečný produkt anaerobního metabolismu
- V klidu 0,8 mmol/l (0,5-1,5 mmol/l)
- Tvorba laktátu = přetížení aerobního způsobu získání energie a přestup na anaerobní způsob
- krátkodobé výkony - hromadění laktátu
- dlouhodobé výkony - odbourávání laktátu
- výkonnost sportovce ovlivňuje rychlost odbourávání laktátu (trénovaný jedinec odbourává asi 0,5 mmol/l laktátu za 1 minutu, netrénovaný 0,3 mmol/l).
- Měření laktátu
  - Kapilární krev ušního lalůčku
- Měření laktátu: pro řízení tréninku - informace o tréninkových pásmech, efektivitě tréninku, intenzitě zatížení
- Aerobní zatížení - do 2 mmol/l
- Aerobně-anaerobní - 3 - 7 mmol/l
- Anaerobní nad 7 mmol/l
- Při vytrvalostním zatížení a hladině nad 7 mmol/l je zcela potlačeno spalování MK a energie se získává pouze ze sacharidů

## Respirační kvocient

- Se vzrůstajícím zatížením roste potřeba energie i kyslíku

$$RQ = CO_2:O_2$$

Respirační kvocient	Metabolismus	Energetický ekvivalent
1,0	Sacharidy	5,05 kcal (21,2 kJ)
0,9	Sacharidy - tuky	4,93 kcal (20,7 kJ)
0,8	Tuky-sacharidy	4,81 kcal (20,2 kJ)
0,7	Tuky	4,96 kcal (19,7 kJ)

- 0,85 smíšený metabolismus - rovnoměrné spalování tuků a sacharidů
- energetický ekvivalent - energie využitelná z přijatého kyslíku
- při spalování sacharidů má kyslík nejvyšší EK
- 1 l kyslíku dodá energii 5 kcal/1 minutě, 60 minut zatížení vede při spotřebě 4 l kyslíku za min. ke spotřebě 1200 kcal (60 x 5 x 4)
- při zapojení tuků do metabolismu = 60 x 4,81 x 4 = 1154,4 kcal

## Močovina

- urea - konečný produkt odbourávání bílkovin
- dlouhodobé intenzivní zatížení => deficit energie v podobě glykogenu nebo
- nízký příjem sacharidů
  - ⇒ zvýšené odbourávání tělesných bílkovin =  
**zvýšená c močoviny v krvi (séru)**
- vedle tělesných B čerpá tělo i AMK (pool asi 110 g)
- při dlouhodobých výkonech se využívají AMK (Val, leu, isoleu) pro znovuoobnovení cukrů (glukoneogeneze)
- určuje se ráno před tréninkem (odráží trénink předchozího dne)
- pokud koncentrace vzrůstá organismus je zatížen a není schopen se s tím vyrovnat
- běžný trénink 5 - 7 mmol/l
- nad 9 mmol/l u žen a nad 10 mmol/l u mužů více dnů za sebou = snížit intenzitu tréninku, hrozí riziko přetrénování
- čím delší a náročnější výkon tím vyšší koncentrace močoviny
- čím trénovanější tím méně vzrůstá c močoviny
- výrazné zvýšení příjmu bílkovin (nad 150 g/d či více jak 2 g/kg) může krátkodobě zvýši koncentraci močoviny v séru o 1 - 2 mmol/l
- dle změn v koncentraci močoviny lze usuzovat:
  - velikost odbourávání a přeměny bílkovin
  - schopnost snášet zatížení
  - schopnost regenerace
  - nedostatek sacharidů

## Kreatinkináza

- buněčný enzym zajišťující zpětnou přeměnu ADP na ATP
- nepatrné množství je v krvi
- při přetížení svalů se zvyšuje c v krvi
- nejvyšší koncentrace po 6 - 8 hod. po zatížení
- snižuje se postupně
- sportovci v klidu vyšší hodnoty než nespportovci
  
- norma pro sportovce
  - ženy 2,0  $\mu\text{mol/s.l}$  (120 U/l)
  - muži 3,4  $\mu\text{mol/s.l}$  (200 U/l)
  
- po tréninku přes 5  $\mu\text{mol/s.l}$  (300 U/l)
- běžci po maratónu až 50  $\mu\text{mol/s.l}$  (3000 U/l)
- při tréninku by neměla hodnota vzrůst na delší dobu nad 15  $\mu\text{mol/s.l}$
- zatížení by mělo vést jen k malému nárůstu
- extrémní nárůst hodnot po maratónu = narušení svalových struktur při lokálním přetížení a nedostatku energie
  
- Zvýšení kreatinkinázy
  - Neobvyklé či intenzivní svalové zatížení
  - Dlouhodobé svalové zatížení
  - Svalová ztuhlost a zranění
  
- Spolehlivá veličina pro posouzení svalové adaptace při specifickém zatížení daného sportu

## Hematokrit (Ht) a hemoglobin (Hb)

- Příčina snížení u sportovců - zředění krve (hemodiluce) v důsledku zvětšení objemu krevní plazmy (hypervolémie)
- Hypervolémie - typická pro dlouhodobé vytrvalostní výkony pro lepší přenos kyslíku do tkání
- **Pseudoanémie** u trénovaného jedince tedy neznamena deficit železa
- **Hemodiluce snižuje Ht**
- EPO (erythropoetin) - hormon, který při nedostatku kyslíku stimuluje zvýšenou tvorbu červených krvinek = zvýšení hladiny Hb
- Běh na lyžích
  - Příliš Hb nad 18,5 g/dl u mužů a 16,5 u žen = zákaz startu na 14 dní
- Příliš nízké hl. Hb = deficit železa

## Glukóza

- c glukózy udržována hormonálně
- Při fyzickém zatížení vzrůstá její potřeba ve svalech
- V klidu 4 - 5,5 mmol/l
- Bezprostředně po zatížení c gly až 10 mmol/l
- Pokud nedojde po výkonu k nárůstu = nedostatek glu v metabolismu a jsou vyčerpány její zásoby (glykogen) (glykogen se vyčerpá asi po 90ti min a při nedostatečném příjmu sacharidů)
- Nedostatek sacharidů během zatížení = snížení gly pod 3,5 mmol/l
- Pokud nedoplňuje sacharidy - musí snížit tempo, protože spalování MK dodává méně energie za jednotku času než sacharidy
- Příjem 50 - 70 g sacharidů během výkonu = vzrůst gly (asi na 1 hod.)

## Minerály

- **Elektrolyty** - elektricky nabité částice ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ )
- **Minerály** - Fe, Zn, Cu, Cr
- Elektrolyty a minerály jsou během tréninku nadměrně vylučovány, především potem a močí
  
- **Fe**
  - Reprezentativní ukazatel metabolismu železa není jeho koncentrace v krvi nýbrž **Feritin** (hodnotí zásoby)
  - Při náročné zátěži může být zvýšen (bílkovina akutní fáze), proto nebrat krev hned po intenzivním výkonu
  - Norma ženy: 25 - 150  $\mu\text{g/l}$ , muži: 30 - 400  $\mu\text{g/l}$
  
- **Mg**
  - Ve svalech 40 % zásob hořčíku
  - Součást 300 enzymů, podílí se na přenosu energie, krevním oběhu, účinku hormonů ....
  - c Mg v krev. séru 0,75 - 1,10 mmol/l
  - Pokles pod 0,74 mmol/l - doplnit hořčík
  - Příznaky nedostatku: křeče, svalová ztuhlost, chvění svalů, únava, pokles výkonnosti
  - U sportovců v tréninku je potřeba hořčíku vyšší, po maratónu ztráty až 3 g za týden, zvýšit příjem na 300 - 500 mg denně