

Výživa ve sportu



Mgr. Kateřina Hortová

Druhy sportů

- ▶ Rychlostní a silové sporty
 - Sprinty, lední hokej, veslování, kanoistika, americký fotbal, box, fitness, sportovní gymnastika, vzpírání...
- ▶ Technické sporty
 - Stolní tenis, balet, tanec, skoky na lyžích...
- ▶ Vytrvalostní sporty
 - Běhy na dlouhé tratě, cyklistika, běh na lyžích, biatlon, triatlon...

Různý výkon, různý zdroj E

- ▶ Systém ATP – CP
 - Zásoby ATP ve svalu → energie max. do 3-6 sec. trvání výkonu
 - Spotřebované ATP re-syntetizováno kreatinfosfátem (CP)
 - CP poskytuje energii až do 15 sec. trvání výkonu
 - Převažuje u rychlých a silových sportů
- ▶ Zdroje energie při anaerobní FA
 - ATP z glukózy a svalového a jaterního glykogenu bez přítomnosti O_2 → tvorba laktátu → metabolické acidózy → zhoršená utilizace Glc
 - U výkonů od cca 10 sec. – 2 min.

Různý výkon, různý zdroj E

- ▶ Zdroje energie při aerobní FA
 - Za dostatečné dodávky $O_2 \rightarrow E$ pro svalovou buňku z:
 - Aerobní glykolýzy
 - β -oxidace MK
 - Oxidace AK
 - Pro plné zužitkování MK potřeba pyruvátu \rightarrow „tuky hoří v plameni cukrů“
 - Převažuje u vytrvalostních sportů

Různý výkon, různý zdroj E

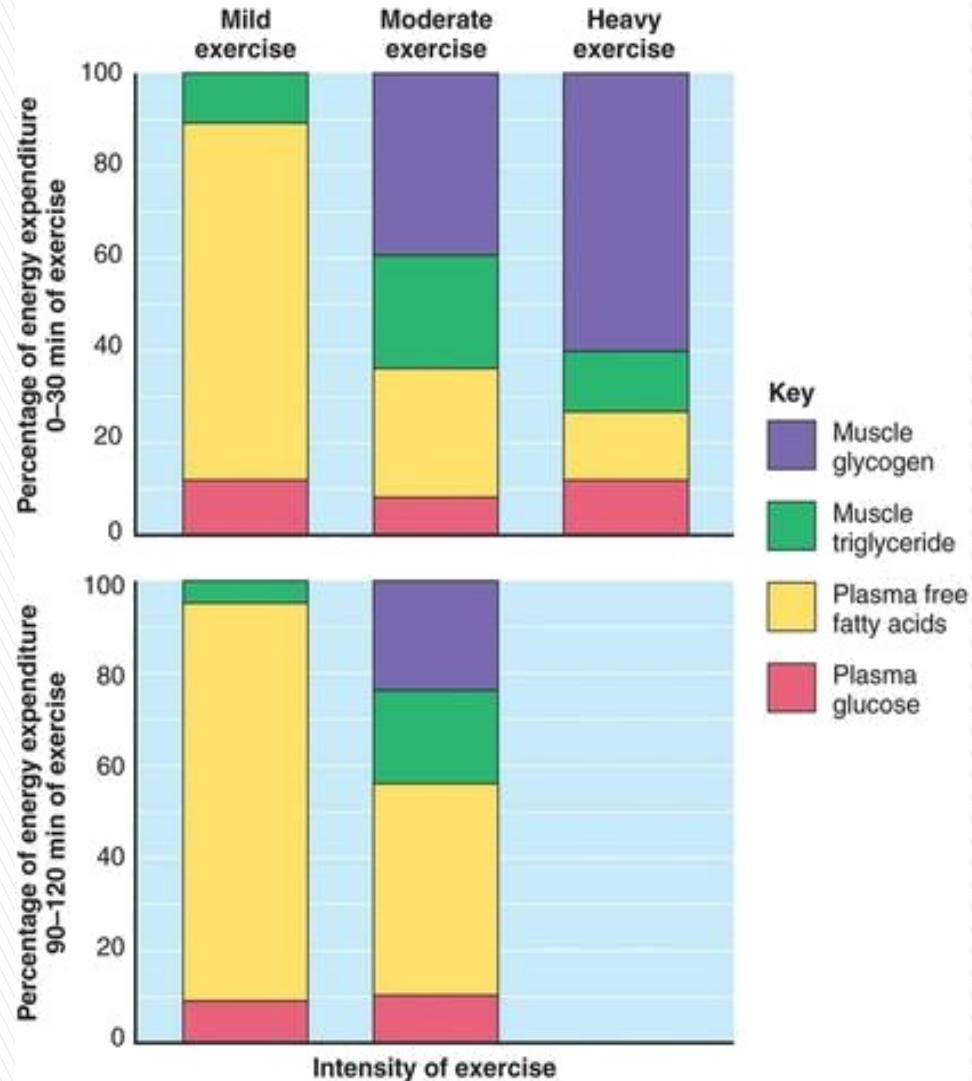
Podíl jednotlivých substrátů na tvorbě ATP při svalové práci (%)

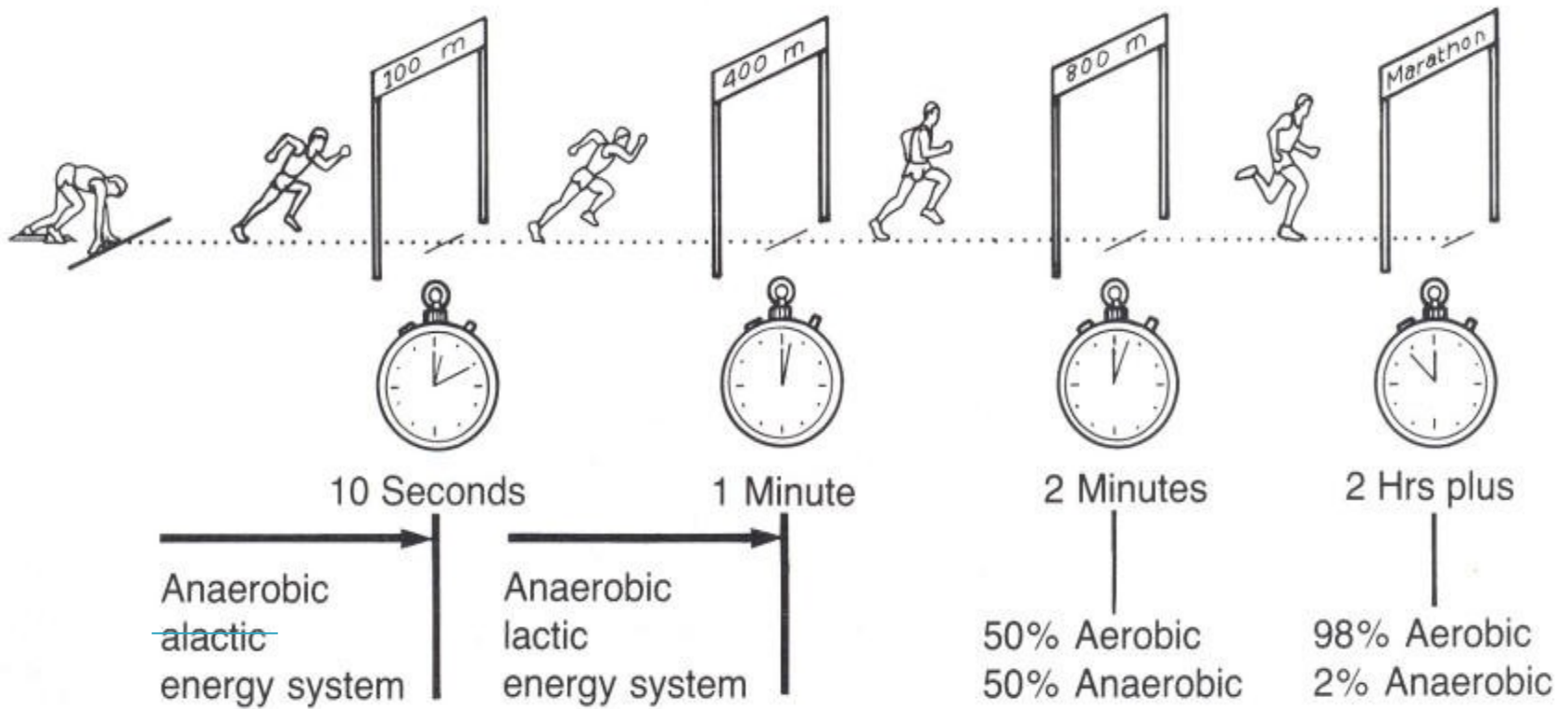
Běh na	ATP/CP	Glykogen svalový - anaerobní oxidace	Glykogen svalový - aerobní oxidace	Glykogen jaterní	Mastné kyseliny
100 m	50,0	50,0	x	x	x
400 m	25,0	65,0	10,0	x	x
800 m	x	50,0	50,0	x	x
1 500 m	x	25,0	75,0	x	x
5 000 m	x	12,5	87,5	x	x
10 000 m	x	3,0	97,0	x	x
Maraton	x	x	70,0	5,0	25,0

Různý výkon, různý zdroj E

► Druh sportu

- **Aerobní sporty** – mírná až střední déle trvající zátěž
- **Anaerobní sporty** – krátká, intenzivní zátěž





- ▶ Sprinty 100-200 m dříve považováno za alaktátovou zónu; anaerobní glykolýza od prvních sekund

Určení potřeby E

- ▶ O jakého jedince se jedná
 - pohlaví, věk, složení těla, výkonnost, zdravotní stav, další specifika...
- ▶ Cíl, čeho chceme dosáhnout
 - maximální výkon (rychlostní, silový, vytrvalostní)
 - regenerace
 - tvorba energetických zásob
 - nárůst svalové hmoty
 - redukce tukových zásob
 - relaxace

Příklad potřeby E

- ▶ Gymnastka, 22 let, 160 cm, 52,5 kg, ATH 45 kg, tréninkový den
 - KEV: 1344 kcal (56 kcal/h.)
 - Běžný EV: $1344 \times 1,3$
 - FAEV: trénink 120 min $\rightarrow 56 \times 2 \times 4$
 - CEV: $1747 + 448 = 2195$ kcal

Sacharidy ve výživě

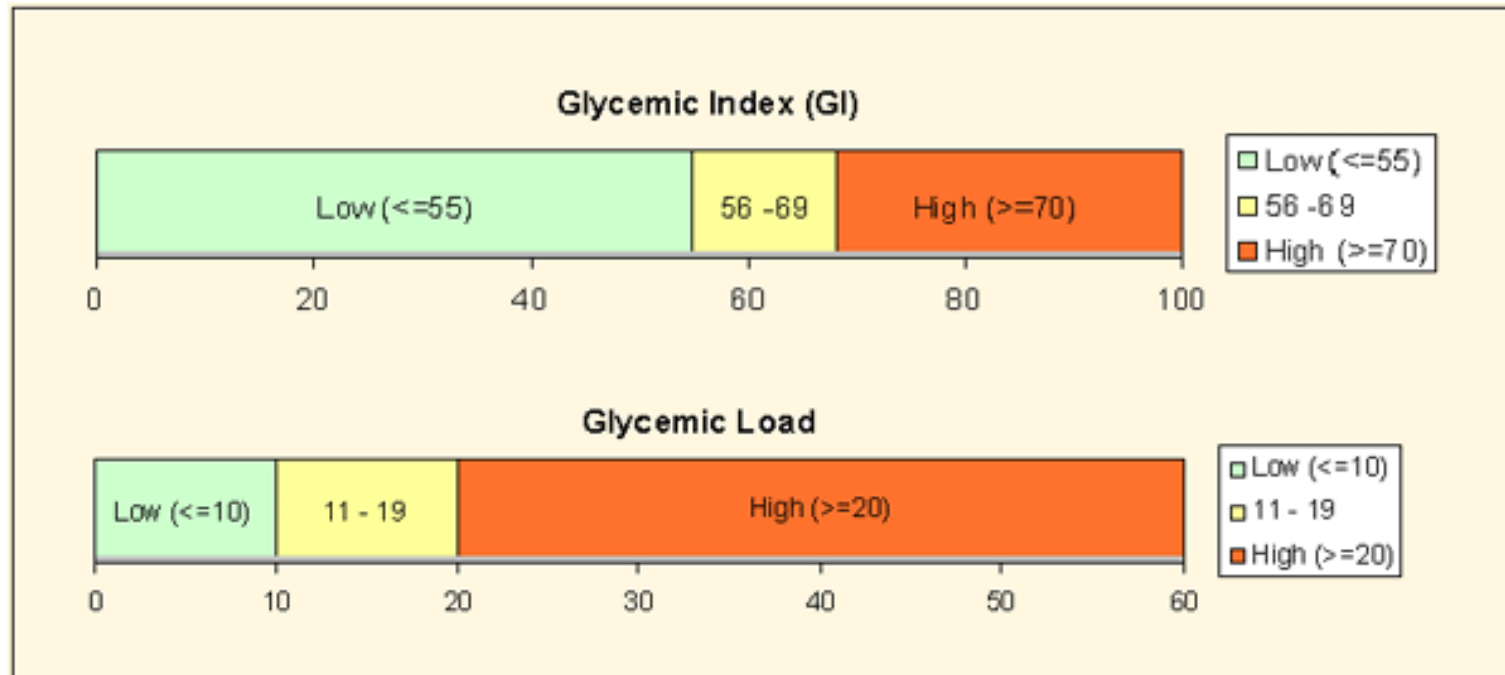
- ▶ Hlavní zdroj E pro většinu bb (mozek, sítnice, erytrocyty...)
- ▶ 50 – 70 % z CEP
- ▶ Zásadní zdroj energie při FA (vyšší intenzity)
- ▶ Energetická zásoba → glykogen
- ▶ Ochrana tělesných B
- ▶ Strukturní – účast na výstavbě tkání (součást pojiva, nukleotidů, nukleových kys. atd.)

Rozdělení sacharidů

- ▶ Monosacharidy (ribosa, glukosa, fruktosa...)
- ▶ Oligosacharidy (sacharosa, maltosa, laktosa)
- ▶ Polysacharidy (škrob)



GI vs. GN



Snídaňové cereálie	GI	GN	Velikost porce	Dostupné sacharidy v porci
Cornflakes	81±3	20,8	30	26
Müsli	55±10	10,4	30	19
Ovesná kaše	58±4	12,8	250	22

Rezerva E – glykogen

▶ Jaterní glykogen

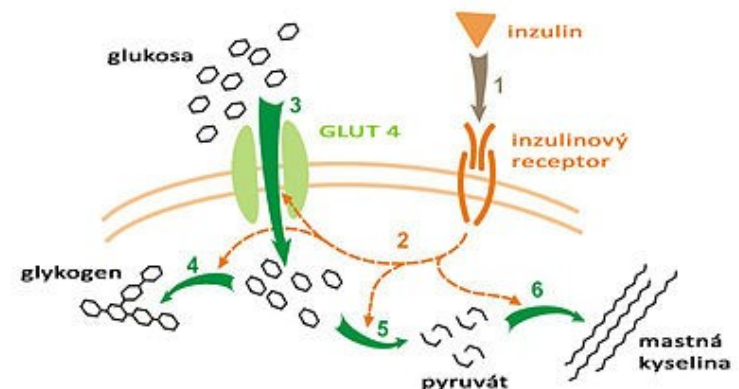
- 4 % v lačném stavu
- 6 – 8 % (10 %) po S pokrmu
- 100 – 120 g
- po 12 – 18 h. lačnění vyčerpán (noční lačnění)

▶ Svalový glykogen

- 1 – 2 %
- asi 3x více než v játrech (200 – 500 g); 10 g/kg svalů
- ↑ množství ve svalových vláknech typu II (o 10 – 25 %)

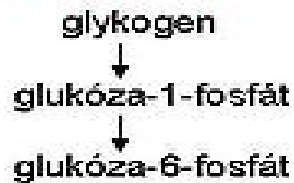
Metabolismus sacharidů I

- ▶ Inzulin dependentní transport
 - Inzulin stimuluje GLUT4 → glukosa do bb
 - Tuková, svalová tkáň, játra a střevo
- ▶ Non-inzulin dependentní transport
 - Facilitovaná difuze bez potřeby E
 - CNS, krevní elementy, endotelové

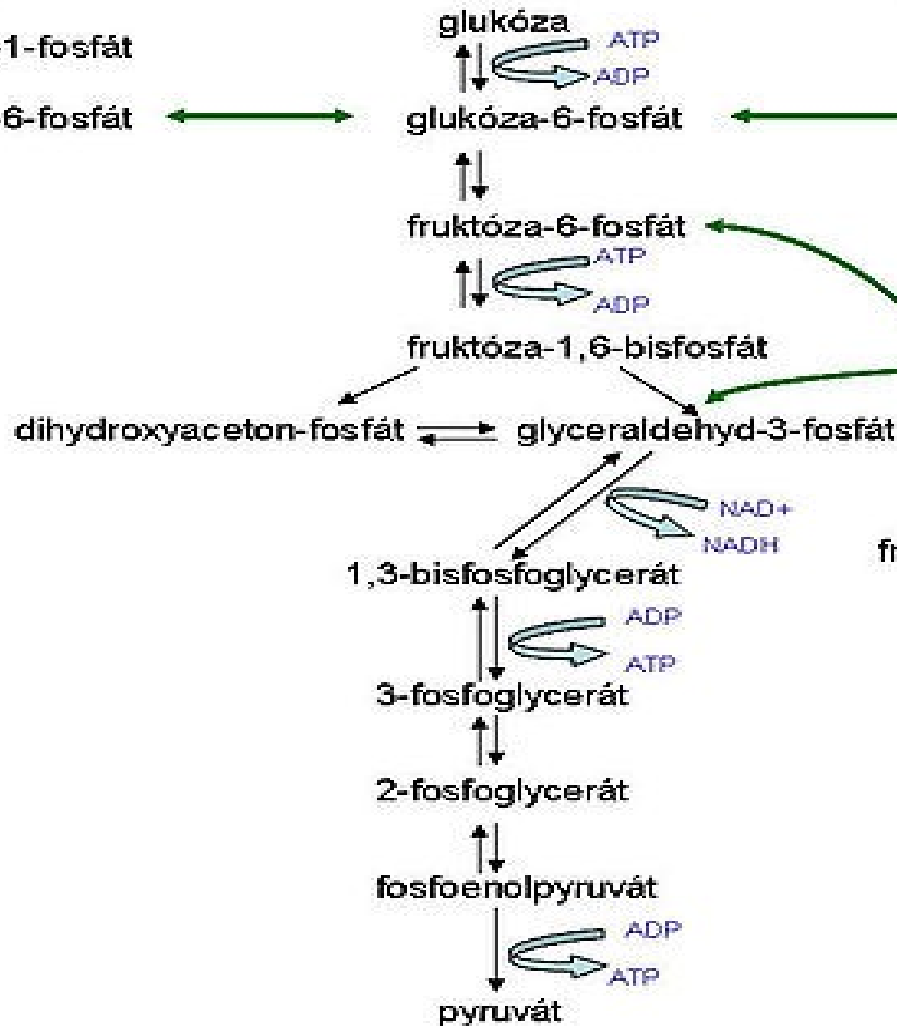


Metabolismus sacharidů I

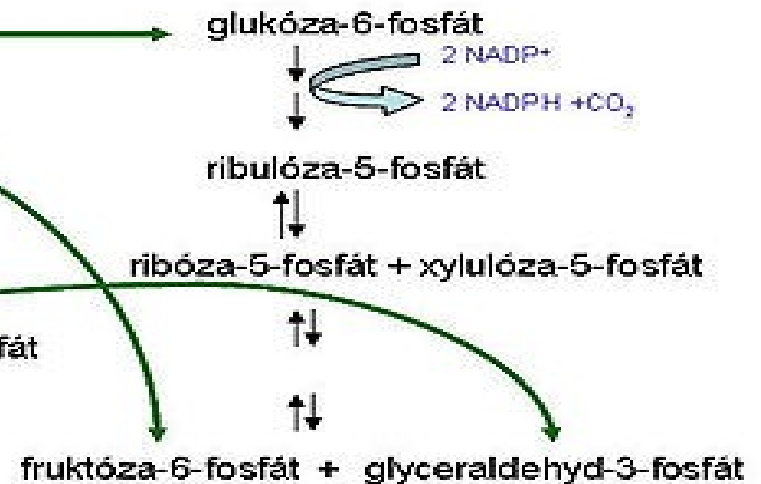
glykogenolýza



glykolýza



pentosofosfátový cyklus



Bílkoviny ve výživě

- ▶ Nejsou zásadním zdrojem E, 15-20 % (30-60 %) z CEP
- ▶ Funkce:
 - Strukturní (složka buněčných struktur – cytoskelet, biomembrána...)
 - Metabolická (enzymy, transportní bílkoviny, nutriční význam, udržení koloidněonkotického tlaku, funkce pufrů)
 - Informační (signální protein, regulační hormony, imunoglobuliny)

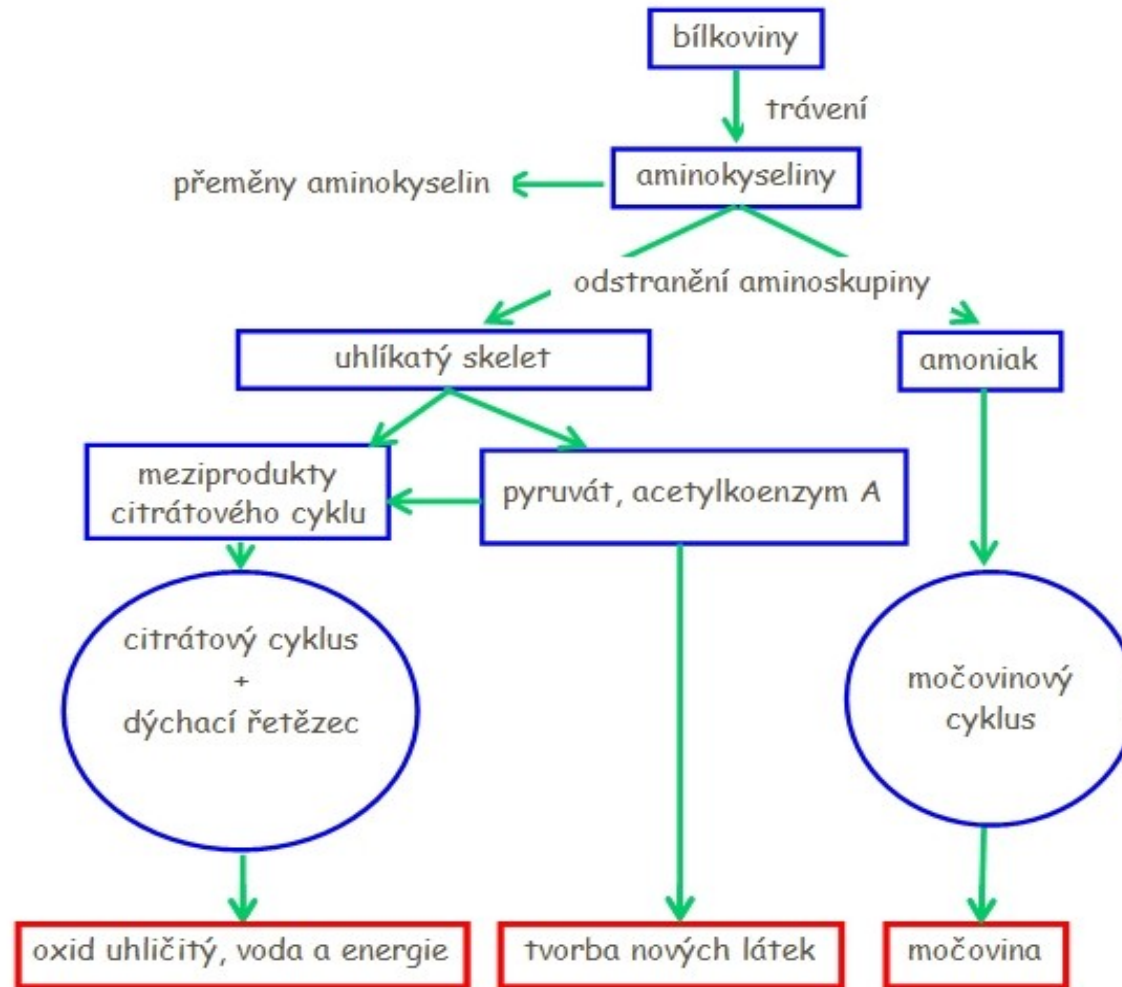
Aminokyseliny

- ▶ Esenciální AK: Try, Val, Thr, Ileu, Lys, Leu, Phe, Met, His
- ▶ Podmíněně esenciální AK: Arg, Cys, Tyr, Gln, Pro, Gly
- ▶ Biologická hodnota B:
 - Přítomnost esenciálních AK (živočišné → výhodnější)
 - Natrávení a vstřebání ve střevě → využitelnost (rostlinné B 40 %, B masa 70 %, B vaječného bílku 87 %, B MM 95 %)
 - Dusíková rovnováha – pozitivní/negativní bilance

Metabolismus bílkovin

- ▶ Nadbytečné AK → degradace
 - Odstranění aminoskupiny (deaminace/transaminace)
 - Uhlíkatá kostra (ketogenní/glukogenní AK) → oxidováno nebo uloženo ve formě S či T
- ▶ Pool AK – vnitřní hotovost AK (100-120 g)
- ▶ AK volně v krvi cca 5 g
- ▶ $\frac{3}{4}$ všech AK uskladněno ve svalech

Metabolismus bílkovin

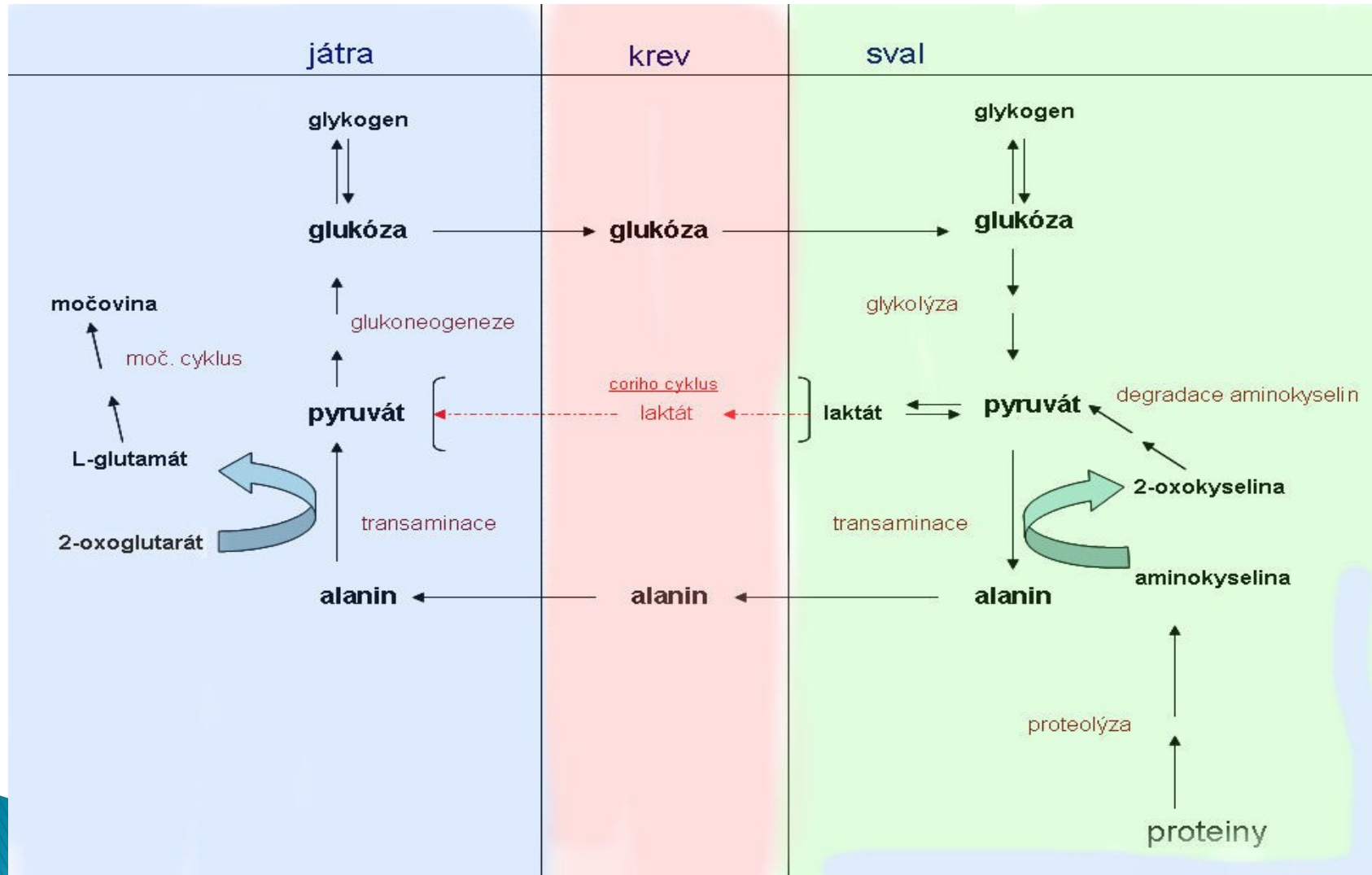


Metabolismus bílkovin

▶ Oxidace AK

- Játra - nejdůležitější pro metabolismus a oxidaci AK → schopny oxidovat většinu AK
- Svaly oxidují Val, Leu, Ile (při ↑ intenzitách jako zdroj E - glukoneogeneze)
- Alaninový – glukozový cyklus – při katabolických stavech (Ala → jater → pyruvát → Glc) opět jako zdroj E – glukoneogeneze

Metabolismus bílkovin



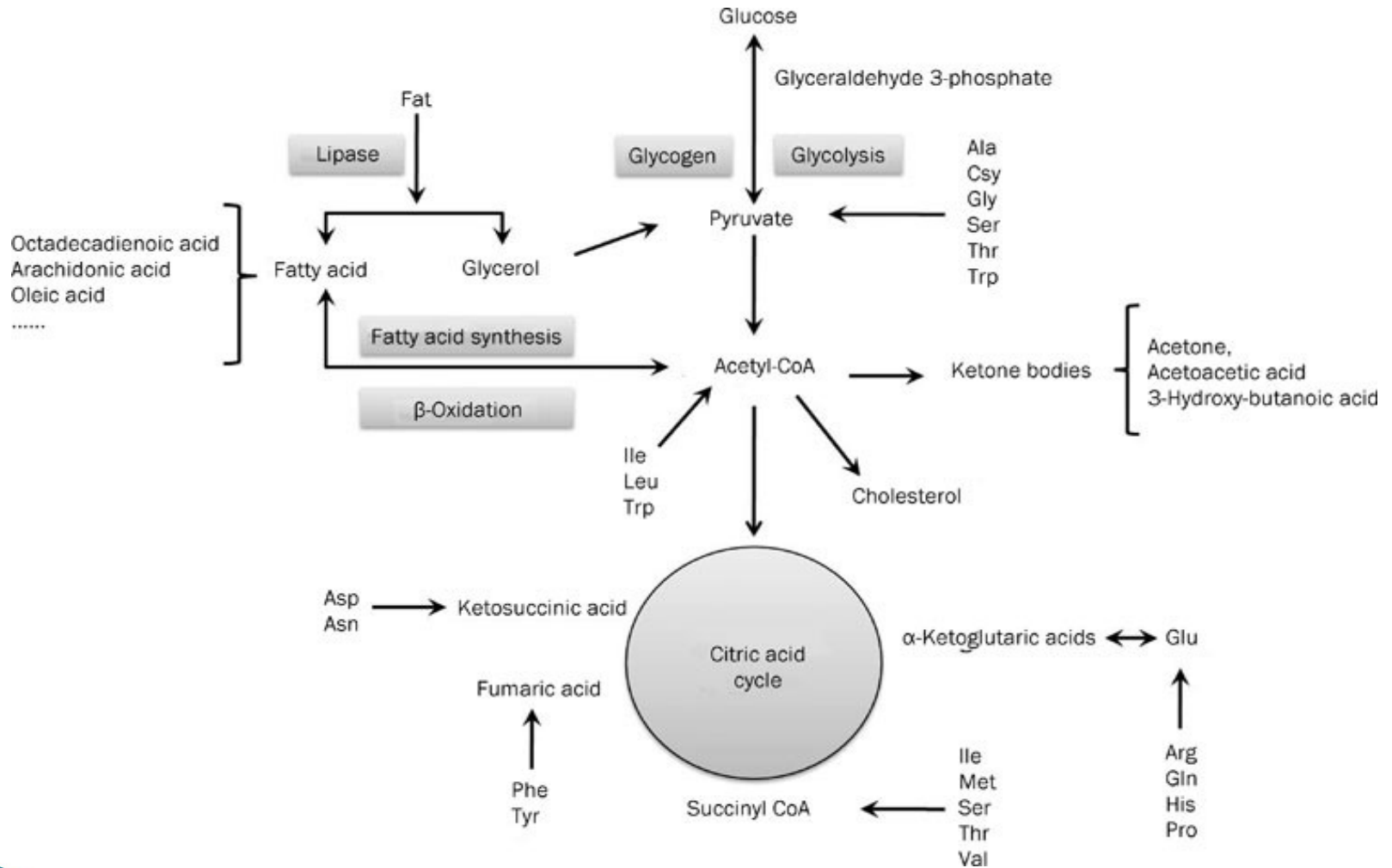
Tuky ve výživě

- ▶ Důležitý zdroj E
- ▶ Zásadní zdroj E při nižších a středních intenzitách FA
- ▶ Skladný zdroj E (neváže na sebe vodu)
- ▶ Tvoří 20-40 % z CEP
- ▶ Funkce:
 - Strukturní (fosfolipidy, glykolipidy → základem dvojvrstvy cytoplazmatických membrán)
 - Výživná (zdroj E, esenciálních MK, resorpce lipofilních vitaminů, nosič chuti, vysoká dlouhodobá sytívanost)
 - Ochranná (tepelná izolace, ochrana neuronů...)

Lipidy - dělení

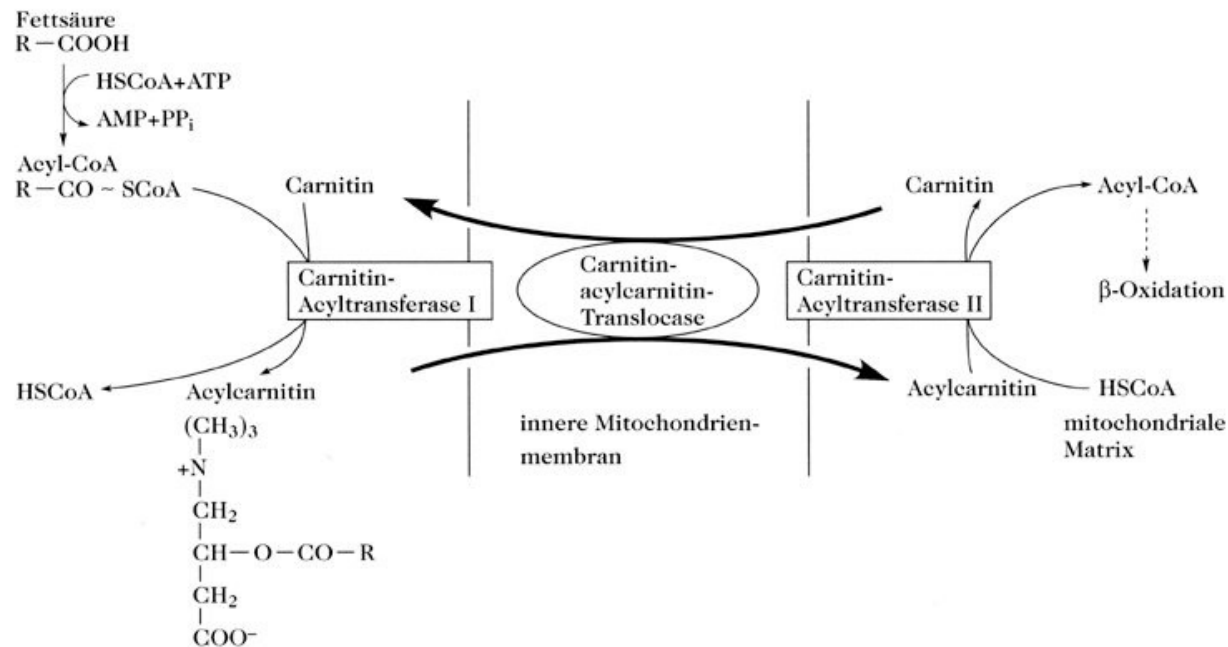
- ▶ Jednoduché lipidy (tuky, vosky, ceramidy)
- ▶ Složené lipidy (glycerofosfolipidy, sfingofosfolipidy, glykosfingolipidy)
- ▶ V potravinách většina tuků – triacylglyceroly, fosfolipidy...
- ▶ Nejdůležitější složka tuků – MK
 - Nasycené
 - Nenasycené
 - Monoenové
 - Polyenové
 - Řada n-6
 - Řada n-3

Metabolismus tuků



Metabolismus tuků

- ▶ Předstupeň β -oxidace je přestup MK do matrix mitochondrie
- ▶ MK s více než 12C nepronikne sama do matrix mitochondrie
→ přenašeč (karnitin) → β -oxidace



Metabolismus tuků

- ▶ MK oxidovány v játrech, svalech, myokardu
- ▶ MK jako zdroj E pro svaly:
 - Intramuskulární zdroje
 - Adipocyty
 - Chylomikrony, VLDL
- ▶ ↓ intenzita FA → E z VMK
- ▶ Dostatek O₂, karnitinu, enzymů...

Silové a dynamické sporty I

▶ Energetická potřeba

- Muži – 3000 – 4000 kcal
- Ženy – 2000 – 3000 kcal

▶ Živiny

- Sacharidy 5-7 g/kg (ATH)
- Bílkoviny 1,8 – 2,5 g/kg (ATH)
- Tuky 0,8-1,0 g/kg (ATH)
- S : B : T 60 – 65 % : 15 – 20 % : 20 %
- ↑ aktivní tělesné hmoty → pozitivní EB o 300 – 500 kcal /den
 - Strava pravidelná – 6 dávek /den
 - Pro anabolický efekt navyšujeme zejména sacharidy 7 – 8 g/kg (ATH)
- Dodržovat pitný režim (kulturisti, boxeři, judisti...)



Silové a dynamické sporty II

- ▶ Výživa před výkonem
 - Strava lehce stravitelná cca 3 – 4 hod. před výkonem (minimum vlákniny, T, střední množství S s nižším GI a méně B)
 - Tekutiny
- ▶ Výživa v průběhu výkonu
 - Příjem tekutin (iontové nápoje) – S v nápoji u všech aktivit nad 30 min. (oddálí únavu, zlepši koncentraci, pozitivní vliv na reakce, šetří B...)
- ▶ Výživa po výkonu
 - 1. tekutá (do 30 min.) – proteino–sacharidový koktejl s AMK (příjem S a B → lepší celková regenerace → 3:1)
 - 2. tuhá strava (do hodiny) – bohatá na S a B

Silové a dynamické sporty III

► Objemová fáze

- Pozitivní energetická bilance (důležité je množství, kvalita a načasování stravy)
- B 10 – 18 %, S 60 – 70 %, T 20 – 25 %
- B není potřeba výrazně navyšovat (začátečník x pokročilý)
- Nejvíce zastoupené S (pozor na vysoký příjem jednoduchých cukrů)
- T 20 % z CEP
- Pitný režim

Silové a dynamické sporty IV

▶ Rýsovací fáze

- Negativní energetická bilance (není příliš vhodné v závodním období)
- Radikální
 - B 20 – 30 %, S 45 – 55 %, T 20 – 25 % → u fitness sportovců
- Optimální příjem živin
 - B 10 – 15 %, S 55 – 60 %, T do 30 % → zohlednit čas pro dosažení ideální hmotnosti

Technické sporty I

- ▶ Energetická potřeba
 - Muži – 3000 – 3500 kcal
 - Ženy – 2000 – 2500 kcal

- ▶ Živiny
 - S 5 – 7 g/kg (ATH)
 - B 1,2 – 1,5 g/kg (ATH)
 - T 0,8-1,2 g/kg (ATH)
 - S : B : T 60 % : 15 % : 25 %
 - Pitný režim



Technické sporty II

▶ Výživa před výkonem

- Strava lehce stravitelná cca 3 – 4 hod. před výkonem (minimum vlákniny, T, střední množství S s nižším GI a méně B)
- Tekutiny

▶ Výživa v průběhu výkonu

- Tekutiny (iontové nápoje)
- V případě turnajů x zápasů– ovoce, sacharidové tyčinky

▶ Výživa po výkonu

- Potřeba doplnit svalový glykogen
 - 1. fáze – velmi rychlá, 30 – 60 min. po výkonu, na inzulinu nezávislá
 - 2. fáze – pomalejší, ovlivněná inzulinem

Vytrvalostní sporty I

▶ Energetická potřeba

- Muži – 3500 – 5000 kcal
- Ženy – 2500 – 3500 kcal

▶ Živiny

- Nutná kompenzace velkého EV → ↑ příjem
 - S 8 – 12 g/kg (ATH)
 - B 1,3 – 1,7 g/kg (ATH)
 - T 1,0 – 1,2 g/kg (ATH)
 - Tekutiny (horké a vlhké počasí)



Vytrvalostní sporty II

- ▶ Výživa před výkonem
 - Lehce stravitelná (↑ množství S se středním až nižším GI) a malé množství B
 - Dostatečný příjem tekutin
- ▶ Výživa v průběhu výkonu
 - Iontové nápoje
 - Energetické gely
 - Sacharidové tyčinky
 - Ovoce
 - Důležité správné načasování i složení
- ▶ Výživa po výkonu
 - 1. tekutá – proteino–sacharidový koktejl s AMK – co nejdříve po výkonu a s vysokým GI
 - 2. tuhá strava – vysoký obsah S a střední obsah B

Vytrvalostní sporty III

- ▶ Závodní den (z pohledu S)
 - Doplnění S před výkonem (3 – 4 hod.) individuální (metabolismus, citlivost k inzulinu...)
 - vstup do aktivity s vyšší glykemií → snížená závislost na svalovém glykogenu
 - Pozor na vysoké dávky rychlých S těsně (45 – 30 min.) před výkonem – zvýšení hladiny inzulinu → snížení využívání MK → svaly závislé na S → hypoglykémie
 - Příjem S cca 5 min. před výkonem neovlivní vyplavení inzulinu → nástupu adrenalinu
 - S při výkonu šetří svalový glykogen (u aktivit nad 30 min.) – lépe dodávat v menších dávkách a častěji; po cca 1 hod. S ve formě gelu, ovoce, tyčinky... + nápoj, po cca 3 hod. BCAA + S + nápoj
 - S po výkonu – re-syntéza glykogenu a ochrana svalů před proteokatabolismem; **S : B 4:1**

Pitný režim

- ▶ Sportovní aktivita → ztráta tekutin
 - Pot
 - Moč
 - Stolice
 - Vydechovaný vzduch
 - Vypařování kůží

Pitný režim

- ▶ Ztráty tekutin ovlivněny:
 - Klimatické podmínky (teplota, vlhkost, rychlost větru)
 - Úroveň FA (typ FA, trénovanost)
 - Tělesný povrch
 - Složení těla
 - Aklimatizace

Pitný režim

- ▶ Špatná hydratace (→ dehydratace) negativně ovlivňuje výkon:
 - ↑ katabolické stavy (↑ glykogenolýzy a proteolýzy) → vyšší ztráta svalového glykogenu
 - ↓ V krevní plazmy → klesá srdeční výdej a svaly méně zásobeny krví (↓ O₂, živin) → využití vlastní zásoby energie (svalový glykogen) + horší odplavení metabolitů, laktátu

Pitný režim

- ↓ tvorba potu → nebezpečí přehřátí
- ↓ přívod krve ke svalům vede ke ↓ oxidaci T a naopak ke ↑ oxidaci S
- ▶ Hydratace při FA:
 - Před výkonem vypít cca 0,5 l tekutin a během FA popíjet
 - Tekutiny nevolit příliš studené (10 – 15 °C)
 - Hypotonický nápoj → rychlejší rehydratace
 - Koncentrace S 3 – 6 % (maltodextrin, glukóza, sacharóza)

Pitný režim

- Obsah elektrolytů při výkonu Na:K = 3 – 4:1 (Na^+ ↑ absorpci S a H_2O)
- Nápoj během výkonu nemusí obsahovat vitaminy
- Dávky během výkonu 150 – 300 ml/15 – 20 min.
- Obsah elektrolytů po výkonu Na:K = 1:3 (K^+ důležitý pro resyntézu glykogenu)
- V prvních 30 min. po PA vypít 500 – 1000 ml a poté každou hodinu 500 – 1000 ml do dosažení 150 % ztráty potu
- Elektrolyty + S v nápoji mají velký přínos pro regeneraci

Potraviny určené pro sportovce

- ▶ **Potraviny zajišťující vyšší přívod energie**, které se svým zvláštním složením, zvláště **vyšším obsahem energetických živin** (sacharidů, tuků), zřetelně odlišují od potravin pro běžnou spotřebu a které **obsahují nutrienty zvyšující využití energetických zdrojů** (např. vitamin B1, karnitin, chrom a jiné látky s takovým účinkem)
- ▶ **Potraviny podporující tvorbu svalstva**, které svým složením, zvláště **vyšším obsahem bílkovin, peptidů, či esenciálních aminokyselin**, jsou vhodné pro tento účel nebo které obsahují látky, které tomuto účelu napomáhají
- ▶ Ostatní specifické potraviny určené zejména pro výživu sportovců
- ▶ **Nápoje** určené pro sportovce, zvláště **iontové nápoje**, které obsahují látky **zvyšující tělesný výkon**, nebo nápoje, jejichž účelem je náhrada minerálních látek, k jejichž úbytku došlo v důsledku zvýšeného tělesného (sportovního) výkonu, které se rozlišují na:
 - isotonické nápoje
 - hypertonické nápoje
 - hypotonické nápoje
 - ostatní nápoje pro sportovce

Aspekty užití

- ▶ Složení:
 - Účinná látka → účinnost výrobku
- ▶ Dávkování
- ▶ Časové rozložení
- ▶ Zdravotní bezpečnost
- ▶ Antidopingový kodex

Děkuji za pozornost



Použitá literatura

- ▶ Skolnik H., *Nutrient timing for peak performance*. 2010.
- ▶ MAUGHAN J. R., BURKE L. M., *Výživa ve sportu*. Galén, 2006.
- ▶ VILIKUS Z. a kol., *Výživa sportovců a sportovní výkon*. Karolinum, 2012.
- ▶ LEDVINA M., STOKLASOVÁ A., CERMAN J., *Biochemie pro studující medicíny I. a II. díl*. Karolinum, 2004.