



# Makroživiny

# Rychlé opakování - Jaký je význam makroživin ve stravě člověka?

1. Zdroj energie - „*Přesněji, zdroj substrátů pro obnovu ATP.*“
  - ▶ Klíčovou roli zde hraje příjem **tuků a sacharidů**. energii je možné získat i metabolismem bílkovin, ale není to jejich primární funkce v organismu.
  - ▶ Tuky i sacharidy je zároveň možné v lidském těle „uložit“ pro pozdější potřeby organismu (**glykogen** ve svalech a játrech a **tuková tkáň** v podkoží).
2. Zdroj stavebních látek.
  - ▶ Zde mají své výhradní postavení zejména **bílkoviny**, které organismus využívá pro tvorbu **pojivové tkáně** (vaziva, chrupavky a kosti), **svalové tkáně** (hladká, srdeční, příčně pruhovaná), **enzymů**, **krevních elementů a transportních molekul** jako například lipoproteiny (molekuly kombinující jak bílkoviny tak tuky).
  - ▶ Určitou stavební funkci mají tedy i tuky - zmíněné **lipoproteiny**, ale také velmi klíčové **fosfolipidy**, které jsou součástí struktury buněk.

# Bílkoviny / Proteiny - úvod



Materiál pro výstavbu a údržbu tkání:



Trávicí šťávy, hormony, enzymy, krevní elementy a obranné látky.



Příčně pruhovaná svalovina.



Srdeční svalovina.



Hladká svalovina.

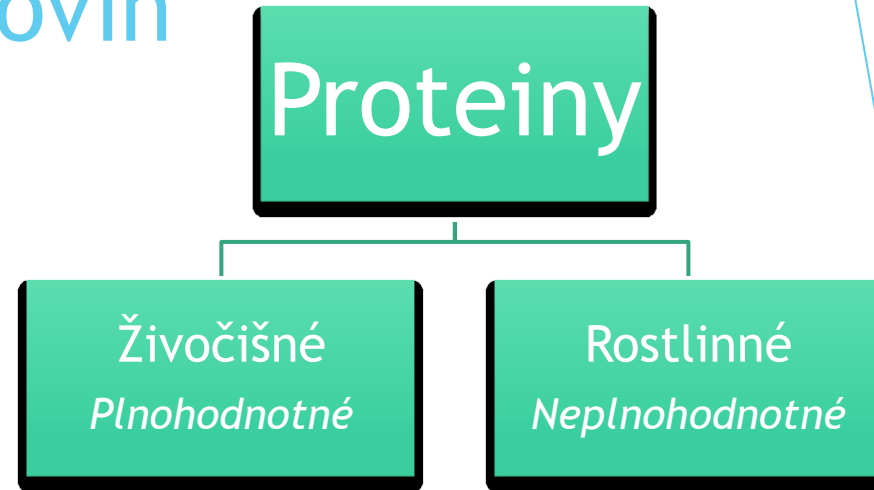
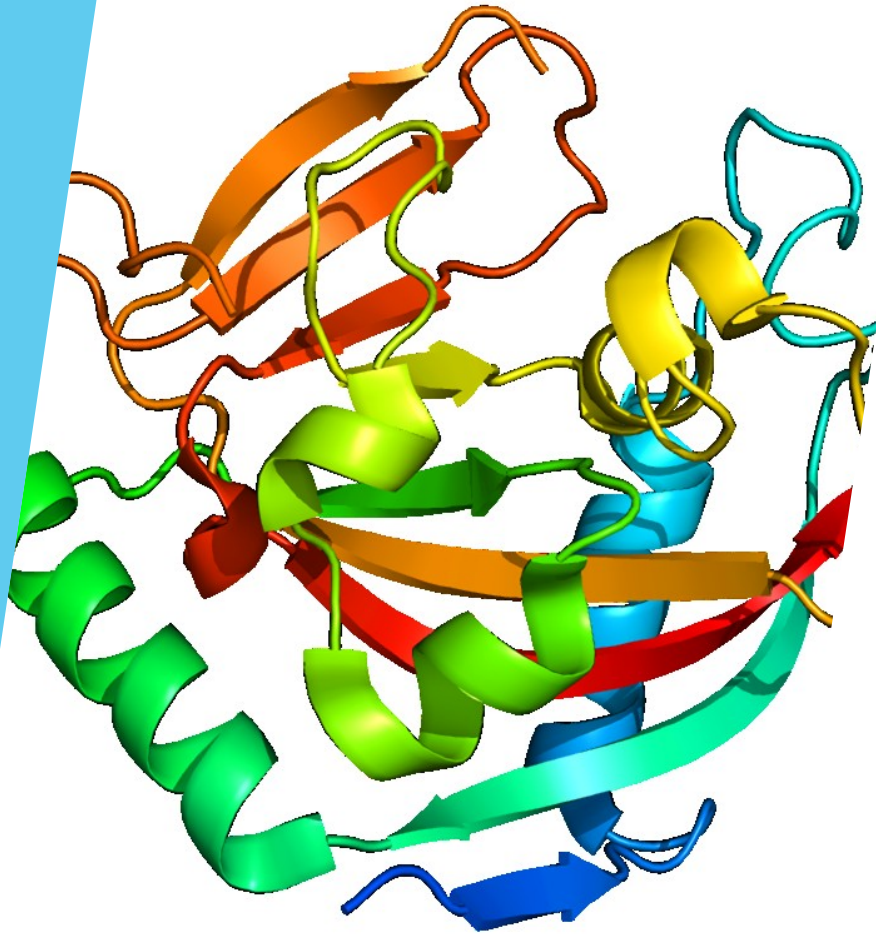


Pojivová tkáň - kosti, vazy, chrupavky.



Dělení proteinů na dalším listu.

# Základní dělení bílkovin

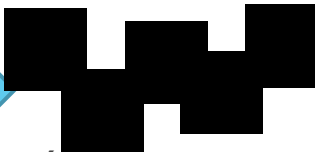


- ▶ Proteiny jsou tzv. **biopolymery** poměrně komplikované svou strukturou.
- ▶ Jejich struktura je tvořena složitými řetězci **aminokyselin**, které tvoří jednotlivé „stavební kameny“ (podobně jako je tomu u polysacharidů - řetězce monosacharidů vzájemně spojených glykosidickou vazbou).

## Dělení bílkovin, metabolismus, aminokyseliny a jejich význam.



# Aminokyseliny (AMK)

- ▶ V lidském těle má většina metabolických drah podobu kruhu, a proto podobně jako u sacharidů je i u bílkovin **potřeba nejdříve složitější sloučeniny rozštěpit na menší**, které mohou přestoupit přes střevní stěnu do krve a následně být využitelné pro organismus.
- ▶ Bílkoviny → Oligopeptidy → Peptidy → Aminokyseliny → 
- ▶ Celkem existuje **20 tzv. biogenních** nebo jinak také proteinogenních AMK, které mají význam v procesu tvorby lidských proteinů či peptidů.
- ▶ **AMK nemají zásobní formu** tak jako sacharidy (glykogen) či tuky (tuková tkáň). AMK, které získáme potravou nějaký čas kolují v naší krvi („*aminokyselinový pool*“) a pokud jich není třeba, pak vstupují do energetického metabolismu a močovinového cyklu.
- ▶ Krátkodobě jsme schopni odbourávat vlastní bílkoviny (nejčastěji svaly) pro získání AMK k výrobě bílkovin potřebných pro život (enzymy, hormony atp.). Například budeme-li vystaveni nedostatku bílkovin ve stravě či hladovění.



# Aminokyseliny (AMK)

- ▶ AMK dělíme podle schopnosti organismu je vyrobit či nikoli:



# Esenciální aminokyseliny

Důležité na zapamatování

- ▶ Fenylalanin
- ▶ Histidin
- ▶ **Izoleucin**
- ▶ **Leucin**
- ▶ Lysin
- ▶ Methionin
- ▶ Threonin
- ▶ Tryptofan
- ▶ **Valin**

Živočišné bílkoviny

*Plnohodnotné*

*Živočišné B jsou označovány jako plnohodnotné, protože mají kompletní zastoupení esenciálních AMK. Živočišné zdroje jsou tak z pohledu příjmu AMK a jejich vyváženého zastoupení výhodnější než rostlinné zdroje.*

BCAA

*Branched chained amino acids*

*Větvené aminokyseliny nebo jinak také aminokyseliny s rozvětveným řetězcem, které jsou důležité v procesu tvorby svalových bílkovin.*



# Semiesenciální a neesenciální aminokyseliny

Nedůležité na zapamatování

## ▶ Semiesenciální:

- ▶ Arginin
- ▶ Cystein
- ▶ Glutamin
- ▶ Glycin
- ▶ Prolin
- ▶ Tyrosin

## ▶ Neesenciální:

- ▶ Alanin
- ▶ Asparagin
- ▶ Kyselina asparagová
- ▶ Kyselina glutamová
- ▶ Serin

## Syntéza AMK

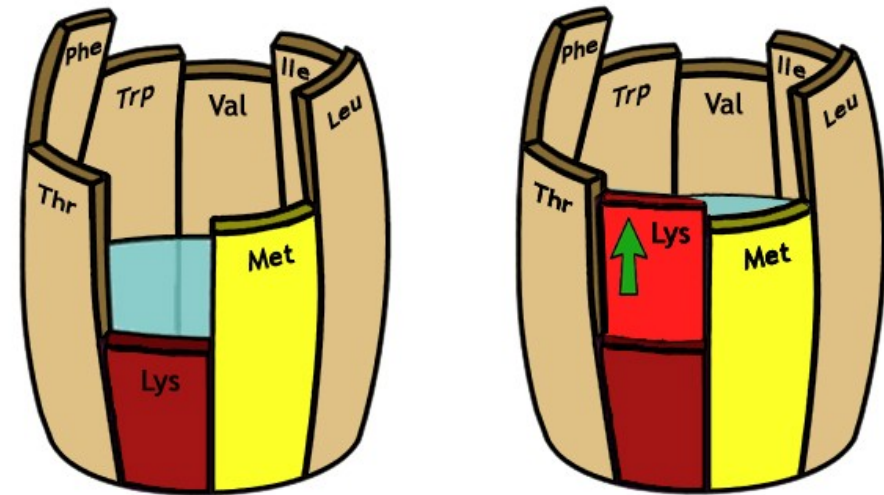
*Pokud jsme zdraví a netrpíme zrovna malnutricí (nedostatečnou výživou), pak je lidské tělo schopno si jednotlivé semiesenciální a neesenciální AMK vyrobit z esenciálních AMK (syntetizovat).*

# Limitní aminokyselina

*Esenciální AMK limitující  
využitelnost ostatních  
esenciálních AMK v bílkovině*

- ▶ *Esenciální aminokyselina, která se nejvíce vzdaluje referenčním hodnotám pro spektrum esenciálních AMK.*
- ▶ *Její obsah v bílkovině je nedostatečný, respektive limitní.*
- ▶ *Snižuje se využitelnost ostatních **esenciálních** AMK.*

## Limiting Amino Acid



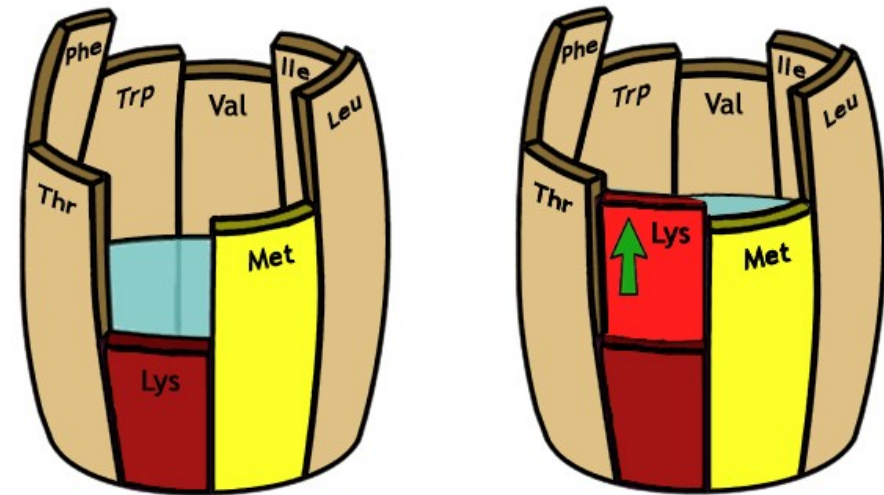
©Nutrientsreview.com

# Limitní aminokyselina

*Esenciální AMK limitující  
využitelnost ostatních  
esenciálních AMK v bílkovině*

- ▶ Situace 1 je grafickým znázorněním neplnohodnotné bílkoviny - aminokyselinové spektrum 9 esenciálních AMK se vzdaluje referenčním hodnotám pro plnohodnotné AMK spektrum. V tomto případě AMK Lysin bude omezovat využitelnost ostatních AMK a výsledných bílkovin bude vyrobeno menší množství.
- ▶ Situace 2 je grafickým znázorněním bílkoviny, která by byla plnohodnotná, pokud by obsahovala adekvátní množství esenciální AMK Lysinu.

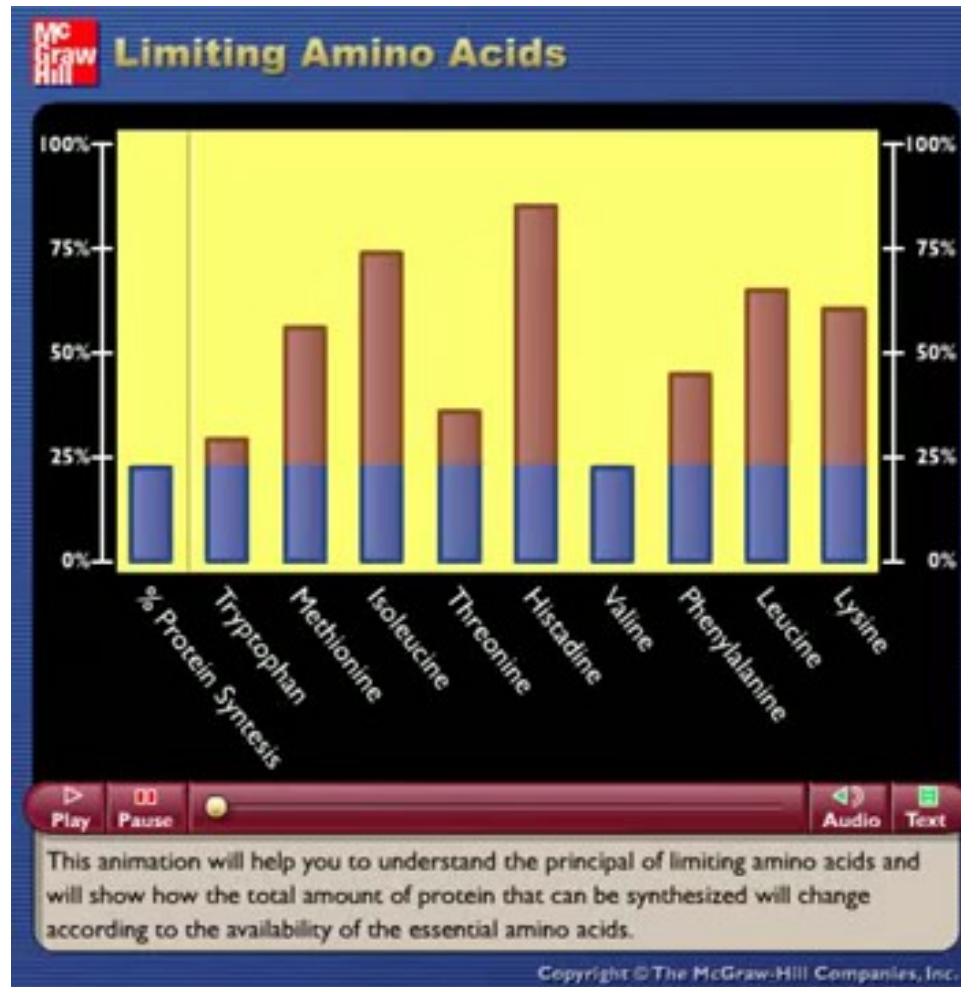
## Limiting Amino Acid



1

2

## Grafické znázornění limitní AMK



Aminokyselina:	g / 100 g bílkoviny
Histidin	1,5
Isoleucin	3
Leucin	5,9
Lysin	4,5
Methionin + Cystein	2,2
Fenylalanin + Tyrosin	3,8
Threonin	2,3
Tryptofan	0,6
Valin	3,9

Referenční bílkovina dle WHO/FAO/UNU z roku 2007

## Referenční aminokyselinové skóre (AAS)

*AAS z angl. zkratky amino acid score*

- ▶ Využitelnost bílkovin se vyjadřuje pomocí AAS srovnáním s referenční bílkovinou.
- ▶ AAS = 100 ... ideální zastoupení AMK
  - ▶ Pšenice = 44
  - ▶ Rýže = 57
  - ▶ Kukuřice = 41
  - ▶ Sója = 47
  - ▶ Čočka = 31
  - ▶ Hrách = 37
  - ▶ Hovězí maso = 94
  - ▶ Vejce = 119

# Referenční aminokyselinové skóre

## AAS z angl. zkratky amino acid score

- ▶ Rubnerův zákon - výpočet AAS.
- ▶  $\uparrow$ AAS =  $\uparrow$  poměr  $AMK_{\text{limit}}$  vůči referenční bílkovině.
- ▶ AAS limitní AMK blíží se 100 zvyšuje využitelnost B.

### Návod na výpočet kvality proteinů?

1. Podmínkou je, aby produkt měl ve svém složení zveřejněné aminokyselinové spektrum bílkoviny. Pokud ho výrobce neudává, bude lepší se poohlédnout po jiném produktu. Nechcete přece kupovat zajíce v pytli :)
2. Porovnáme množství aminokyseliny v gramech na 100 g čisté bílkoviny vybraného produktu v poměru k množství aminokyseliny v gramech na 100 g bílkoviny v referenční bílkovině dle následujícího vzorce:

$$A / B \times 100 = C$$

3. Tímto způsobem vypočítáme aminokyselinové skóre všech aminokyselin, které uvádí WHO / FAO.
4. Aminokyselina, která dosáhla nejnižšího aminokyselinového skóre je poté dle **Rubnerova zákona** označena za limitní aminokyselinu.
5. Výsledné aminokyselinové (chemické) skóre produktu je poté stejné jako aminokyselinové skóre limitní aminokyseliny. Čím je aminokyselinové skóre produktu vyšší, tím je vyšší poměr limitní aminokyseliny vůči referenční bílkovině a produkt je hodnotnější oproti produktu s nižším aminokyselinovým skóre. Vybírejte vždy produkty s nejvyšším AAS. Například proteinový koncentrát **Inkospor X-treme Muscle 85** má hodnotu AAS 174, což znamená, že tento produkt obsahuje o 74 % více limitní aminokyseliny než ideální protein. Takového proteinu tedy stačí užívat poměrně menší množství než produktu s AAS s hodnotou 100.

Aminokyselina:	g / 100 g bílkoviny
Histidin	1,5
Isoleucin	3
Leucin	5,9
Lysin	4,5
Methionin + Cystein	2,2
Fenylalanin + Tyrosin	3,8
Threonin	2,3
Tryptofan	0,6
Valin	3,9

*Referenční bílkovina dle WHO/FAO/UNU z roku 2007*

## Příklad

- ▶ Lysin je typickou limitní AMK pro obilniny (například bílkovina nacházející se v pšenici).
- ▶ Řekněme, že obsah Lysinu v pšenici je cca 2,5 g/100 g bílkoviny (o 2 g méně než se udává v referenční bílkovině).
- ▶ AAS pro Lysin je 55.
- ▶ Zjednodušeně se tedy dá říci, že využitelnost ostatních esenciálních AMK v pšenici je nižší o 45 %.

# Obsah bílkovin v potravinách

- ▶ Přestože jsou některé rostlinné proteiny co do obsahu vynikajícím zdrojem bílkovin, vždy je potřeba mít na paměti, že rostlinné bílkoviny jsou omezeny limitní AMK.
- ▶ Tuto skutečnost je možné potlačit kombinací jednotlivých zdrojů. Například:
  - ▶ Rýže + luštěniny
  - ▶ Kukuřice + luštěniny
  - ▶ Atp.

Tab. 13. *Bílkoviny ve vybraných potravinách* (Clarková 2001)

	g bílkovin na 100 g	g bílkovin na 1000 kJ potraviny
<b>Živočišné zdroje</b>		
Vaječný bílek	9	60
Vejece	12,5	20
Mléko polotučné	3,3	17
Jogurt	4,1	10
Tvaroh	13,3	40
Treska	18,3	52
Vepřové maso	21,1	14
Hovězí maso	22,4	14
Kuřecí maso	24,8	35
Tuňák	27,1	32
<b>Rostlinné zdroje</b>		
Madle sušené	21,1	9
Vlašské ořechy	14,7	5
Fazole	8,8	17
Čočka	8,8	18



# Příjem bílkovin

Doporučení pro příjem bílkovin během jednoho dne, ve vztahu k pohybové aktivitě

- ▶ Bílkoviny by měly tvořit 12-15 % z celkového E příjmu.
- ▶ Doporučené množství bílkovin je **minimálně 0,8 g/kg TH** a **maximálně 1,5 g/kg** (u sportovců a zejména těch silově orientovaných až 2 g/kg TH).
- ▶ Potřeba bílkovin roste u:
  - ▶ Vytrvalostních sportovců a osob s velkou fyzickou zátěží
  - ▶ Osob, které mají snížený příjem E
  - ▶ Sportovců v období růstu
  - ▶ Osob, které se cvičením začínají
  - ▶ Silových sportovců

# Úloha bílkovin ve sportu



CHRÁNIT KVALITU  
STÁVAJÍCÍ SVALOVÉ  
HMOTY.



DOPLŇKOVÝ ZDROJ  
ENERGIE.



URYCHLIT OBNOVU  
SVALOVÉ HMOTY.



ZAJISTIT UDRŽENÍ  
OSTATNÍCH ŽIVOTNÍCH  
FUNKCÍ.



UMOŽNIT PLNÉ VYUŽITÍ  
ZÍSKANÝCH SILOVÝCH  
SCHOPNOSTÍ.

# Obecná doporučení pro příjem S a B ve vztahu k PA

## Vytrvalostní výkony

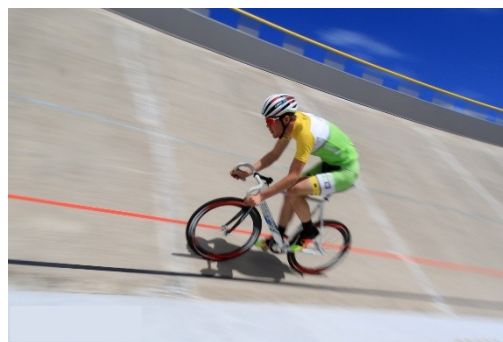


1-4 g S/kg TH  
0,3-0,4 g B/kg TH



~1 g S/kg TH

Krátkodobá v.



Střednědobá v.



Dlouhodobá v.



Optimalizace obnovy glykog



1,5 g S/kg TH akutně **nebo** 1,2-1,5 g S/kg TH/hod

Optimalizace proteosyntézy



0,3-0,4 g B/kg

4 hod

1 hod

Fáze časně regenerace

2 hod

# Obecná doporučení pro příjem S a B ve vztahu k PA Silově-rychlostní výkony



1-2 g S/kg TH  
0,3-0,4 g B/kg TH



4 hod



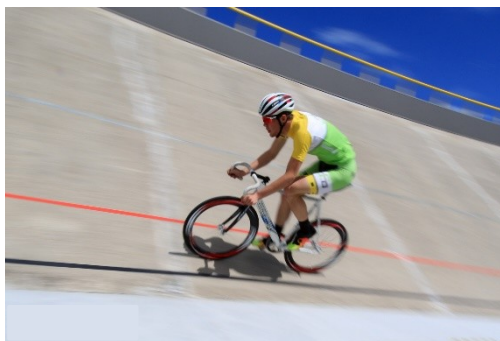
~1 g S/kg TH



1 hod



Dlouhodobá v.



Krátkodobá v.



Střednědobá v.

Optimalizace obnovy glykoglu



1,5 g S/kg TH akutně **nebo** 1,2-1,5 g S/kg TH/hod

Optimalizace proteosyntézy



0,3-0,4 g B/kg

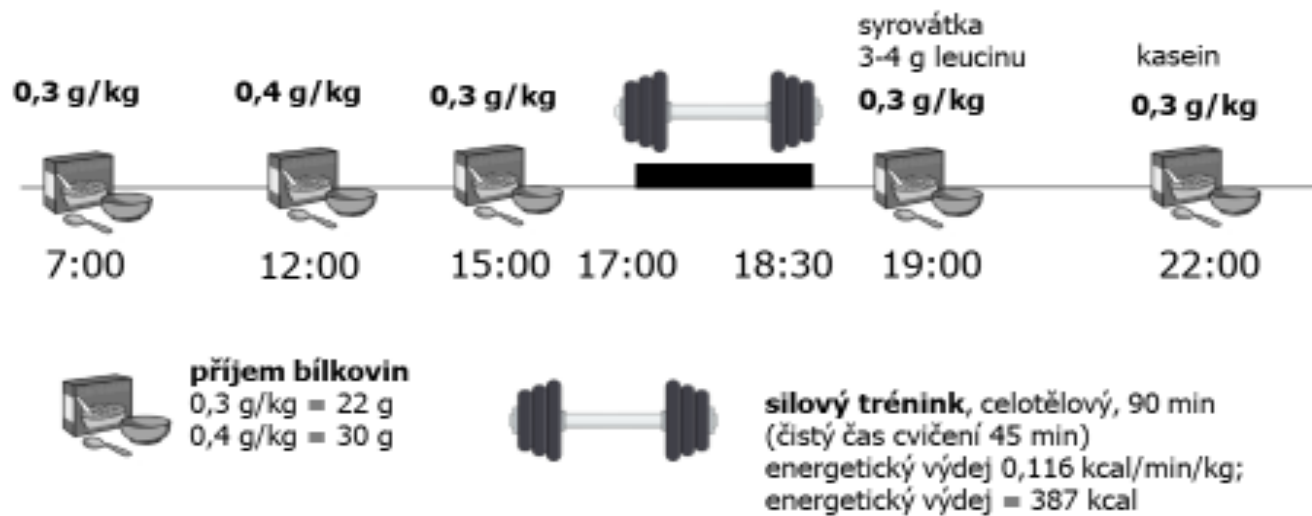
Fáze časně regenerace

2 hod

# Obecná doporučení pro příjem S a B ve vztahu k PA

## Vytrvalostní vs silově-rychlostní výkony

- ▶ Pro příjem bílkovin v podstatě nejsou rozdílná doporučení pro vytrvalostní a silově-rychlostní sport.
- ▶ Příjem bílkovin by měl být vyvážený v průběhu celého dne do adekvátních porcí (ve vztahu k hmotnosti sportovce).
- ▶ **Pravidelné dávky 0,3-0,4 g B čtyřikrát až pětkrát denně jsou naprosto adekvátní pro podporu výkonnosti, regenerace či hypertrofie sportovce vytrvalostního i silově-rychlostního.**
  - ▶ **Optimální celodenní příjem B pro vytrvalostního sportovce činí 1,2-1,4 g B/kg TH:**
    - ▶ 4 porce B v objemu 0,3 g/kg až 5 porcí B v objemu 0,3 g/kg
  - ▶ **Optimální celodenní příjem B pro silově-rychlostního sportovce činí 1,4-1,8 (2) g B/kg TH:**
    - ▶ 5 porcí B v objemu 0,3 g/kg až 5 porcí B v objemu 0,4 g/kg



# Příklad rozložení příjmu bílkovin během jednoho dne