

# Metabolické pochody a jejich poruchy Metabolismus bílkovin

Jiří Wilhelm (†Václav Pelouch)

kapitola ve skriptech - 3.2

# Výživa

- **Vyvážená strava** člověka musí obsahovat:
  - cukry (50 – 55 %)
  - tuky (30 %)
  - bílkoviny (15 – 20 %)
  - vitaminy, různé anorganické látky
  - **vodu** - denní potřeba odpovídá **2,4 l**
  - z tohoto objemu přijímá dospělý člověk
    - vodu v objemu kolem 1200ml,
    - 900 ml je přijato ve stravě a kolem
    - 300 ml vody je vytvořeno během metabolické přeměny

# Výživa

- **Denní potřeba energie** je:
  - u dospělého muže 12600 kJ
  - u dospělé ženy ~ 9200 kJ
  - skutečná potřeba však závisí na:
    - tělesné hmotnosti
    - rozsahu tělesné aktivity
    - dalších fyziologických a patofyziologických faktorech
- **Denní minimum přijatých bílkovin** musí být:
  - 37g u mužů
  - 29 g u žen
  - **fyziologická potřeba je zhruba dvojnásobná!!!**
  - jsou především využity k výstavbě těla

# Složení aminokyselin v proteinech



řetězec aminokyselin v proteinu (jejich pořadí = primární struktura)

aminokyseliny neutrální s hydrofobním postranním řetězcem:

- Gly, Val, Leu, Ile, Met, Phe

aminokyseliny neutrální s hydrofilním (polárním) postranním řetězcem:

- Ser, Thr, Tyr, Cys, Asn, Gln

aminokyseliny kyselé s hydrofilním postranním řetězcem:

- Asp, Glu

aminokyseliny bazické s hydrofilním postranním řetězcem:

- Lys, Arg, His

# Složení aminokyselin v proteinech

- **esenciální aminokyseliny:**

- Val, Leu, Ile („větvené aminokyseliny“)
- Lys, Trp, Phe, Met, Thr

- **semiesenciální aminokyseliny:**

- Arg a His (jsou vyžadovány především v době růstu)

- **nadbytek** přijatých **aminokyselin**

- tělo degraduje a používá jako zdroj energie
- z aminokyselin tvořeny další substráty:
  - glukogenní aminokyseliny užívá tělo pro výstavbu sacharidů
  - ketogenní aminokyseliny jsou přeměněny na „keto“ látky a různé lipidy

# Degradace proteinů

- každý den dochází v těle k degradaci a syntéze bílkovin
  - **turnover**
- **tělo** dospělého člověka obsahuje asi **14 kg bílkovin**:
  - metabolické
  - membránové
  - kontraktilní
  - extracelulární
- z tohoto množství celkových bílkovin je přibližně:
  - 1 – 2 % denně degradováno
  - asi 75% je znovu reutilisováno

# Degradace proteinů

- **v lysozomech jsou degradovány**
  - extracelulární proteiny
  - membránové proteiny
  - jiné proteiny s dlouhým poločasem
  - proces **nevyžaduje ATP**
- **v proteasomech jsou degradovány**
  - metabolické bílkoviny
  - proteiny s krátkým poločasem
  - proces **vyžaduje ATP** a specifický protein *ubikvitin*

# Degradace proteinů

- Denní potřeba proteinů (v g) je u dospělého zdravého člověka asi:  
**0,75 x tělesná hmotnost** (v kg)
- Při nedostatečném příjmu proteinů ve stravě dochází k negativní dusíkové bilanci
  - přibližně 25 – 35 g proteinů se denně přemění na močovinu



# Degradace proteinů

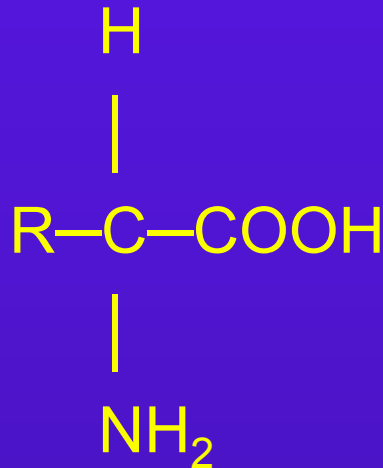
- **Po přijetí potravy v trávicím traktu působí na rozštěpení proteinového řetězce řada endopeptidas a exopeptidas**
  - výsledkem je rozštěpení peptidového řetězce na řadu různě velkých peptidů
- **pepsin** v žaludku (aktivován účinkem 0,1 mol/l HCl)
  - nejprve denaturuje protein
  - pak štěpí peptidovou vazbu s účastí aromatických aminokyselin (Tyr a Phe)
  - pH optimum je ~ 2
- **trypsin** v pankreatické šťávě (aktivován účinkem střevní enteropeptidasy)
  - štěpí peptidovou vazbu s účastí bazických aminokyselin (Arg, Lys)
  - pH optimum je ~ 8,2

# Degradace proteinů

- **chymotrypsin** (aktivován účinkem trypsinu)
  - štěpí peptidovou vazbu s účastí aromatických aminokyselin (Tyr a Phe) na karboxylovém konci
  - pH optimum chymotrypsinu odpovídá trypsinu
- další enzymy:
  - **elastasa**
  - **C-peptidasa**
  - **N-peptidasa**
  - **dipeptidasy**
- Výsledkem působení těchto enzymů je rozštěpení řetězce na jednotlivé aminokyseliny, které vstupují do enterocytů:
  - přestup z lumen střeva do buněk se děje pomocí přenašečových proteinů s paralelním navázáním  $\text{Na}^+$  iontů
  - následuje kotransport monovalentního iontu a příslušné aminokyseliny (jde o rozdíl gradientů  $\text{Na}^+$  iontů uvnitř enterocytu a ve střevním lumen)

# Metabolismus proteinů a aminokyselin

- Aminokyseliny obsahují nejméně 2 funkční skupiny: **karboxyl** a **aminoskupinu**:



- řada těchto L-aminokyselin (kromě glycinu) obsahuje i další funkční skupiny:
  - OH
  - SH
  - další  $\text{NH}_2$
  - další  $\text{COOH}$

# Metabolismus proteinů a aminokyselin

- **Metabolická degradace aminokyselin** znamená odbourání pomocí:

- **dekarboxylace**

- odstranění  $\text{CO}_2$  a vznik aminů

- **deaminace**

- odstranění aminoskupiny ornithinovým cyklem

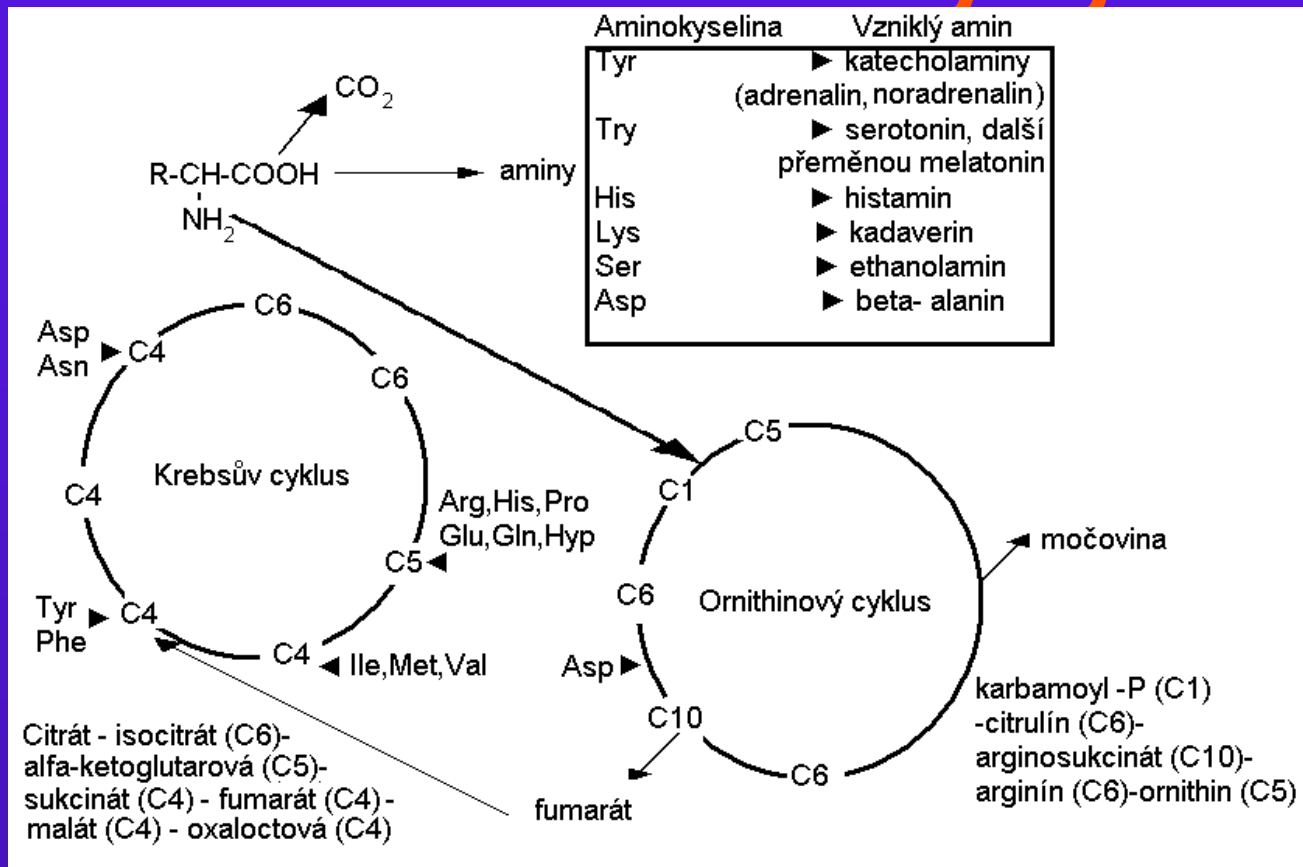
- **transaminace**

- přenos  $-\text{NH}_2$  na ketokyselinu

- následuje **metabolismus kostry aminokyselin**

- **vstup** zbytků aminokyselin **do Krebsova cyklu**

# Krebsův a ornithinový cyklus



další aminokyseliny vstoupí do Krebsova cyklu přes:

**pyruvát** (Ala, Cys, Gly, Ser, Thr, Hyp)

**$CH_3CO\sim SCoA$**  (Ile, Leu, Trp)

**$CH_3COCH_2CO\sim SCoA$**  (Phe, Tyr, Leu, Lys, Trp)