

(XXII, XXIII)

# Stanovení energetického výdeje nepřímou kalorimetrií a výpočtem

© *Fyziologický ústav*  
*Lékařská fakulta*  
*Masarykova univerzita*  
2016  
*M. Bébarová, Z. Nováková*

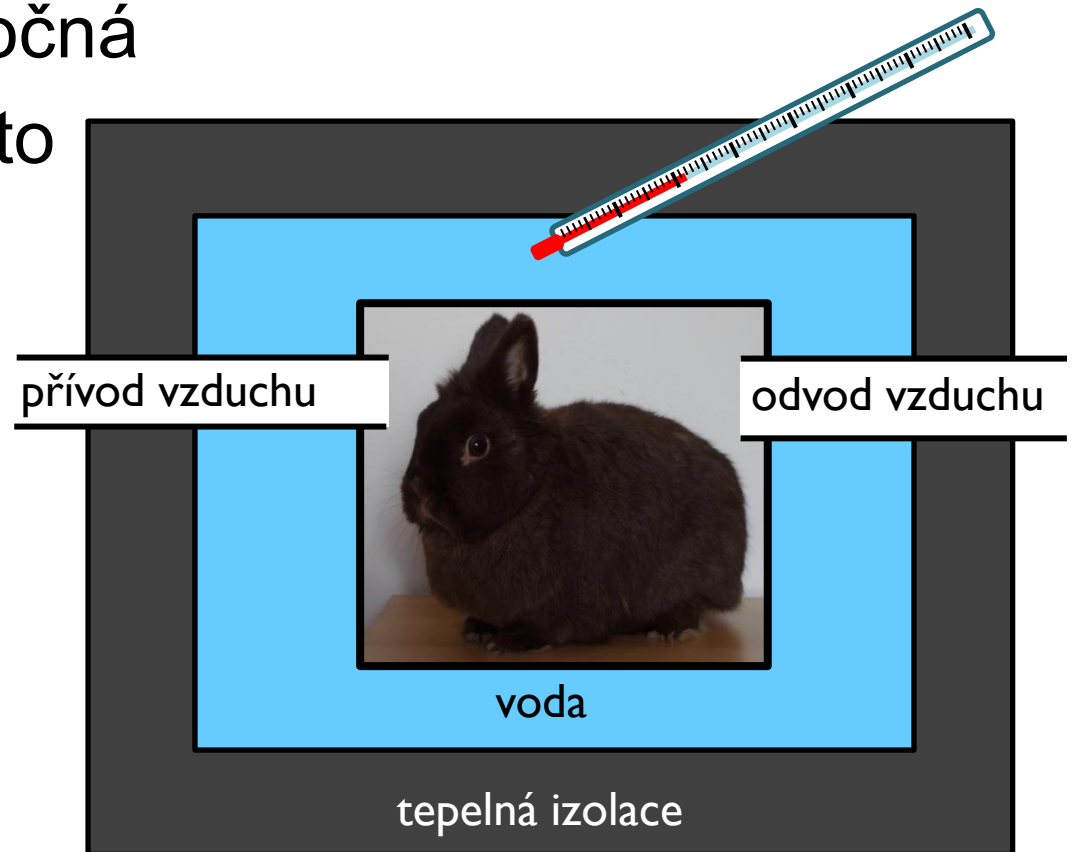


- přímá a nepřímá kalorimetrie
- bazální vs. klidový metabolismus
- bazální podmínky
- katabolismus/anabolismus
- energetická bilance
- dusíková bilance
- energetický ekvivalent kyslíku



# Přímá kalorimetrie

- vychází z předpokladu, že všechny metabolické děje jsou provázeny tvorbou tepla (tepelné energie)
- technicky náročná
- v praxi se často nepoužívá



# Nepřímá kalorimetrie

- předpoklad:  
**přeměna  $O_2$ , výdej  $CO_2$  a odpad dusíkatých metabolitů jsou ve vztahu ke spotřebě energie**
- možnost měřit v otevřeném či uzavřeném systému
- naše praktikum: uzavřený systém Kroghova respirometru (+ natronové vápno)



# Energetický ekvivalent kyslíku (EE)

= množství energie, které se uvolní při spotřebě 1 l kyslíku:

- univerzální konstanta pro výpočet energetického výdeje při smíšené stravě

$$EE = 20,19 \text{ kJ / liter O}_2$$

## EE živin:

Glukóza 21,4 kJ / liter O<sub>2</sub>

Proteiny 18,8 kJ / liter O<sub>2</sub>

Lipidy 19,6 kJ / liter O<sub>2</sub>



# Spalné teplo

teplo/energie vzniklé oxidací 1 g substrátu za dostatečného přísunu kyslíku

- **fyzikální spalné teplo** – energie vzniklá hořením substrátu
- **fyziologické spalné teplo** – energie vzniklá oxidací substrátu živým organismem

cukry a tuky: fyziologické = fyzikální spalné teplo

bílkoviny: fyzikální > fyziologické spalné teplo

(hořením bílkovin vznikají oxidy dusíku, metabolizováním bílkovin vzniká močovina, která v sobě část chemické energie uchovává)

- **spalné teplo živin**

cukry 17,1 kJ/g

tuky 38,9 kJ/g

fyzikální spalné teplo bílkovin: 23 kJ/g

fyziologické spalné teplo bílkovin: 17,1 kJ/g



# Metabolismus

všechny chemické a energetické děje probíhající v těle

- v souvislosti s potravou: energetické a chemické přeměny, které probíhají v organismu po přijetí potravy (zahrnuje zpracování, trávení, vstřebávání a distribuci k buňkám)
- živý organismus oxiduje živiny za vzniku  $H_2O$ ,  $CO_2$  a energie potřebné pro životní procesy
- **katabolismus**: komplexní, postupný proces rozkladu látek na jednodušší sloučeniny, při němž se uvolňuje energie. Energie se uvolňuje jako teplo nebo jako chemická energie (uložená do makroergních sloučenin, např. ATP)
- **anabolismus**: proces tvorby složitějších látek z jednodušších, energie se spotřebovává



# Dusíková bilance

poměr (nebo rozdíl) mezi dusíkem přijatým v potravě (bílkoviny, aminokyseliny) a dusíkem vyloučeným (především močí, ve stolici je dusíku minimálně)

- indikátor rozpadu bílkovin a aminokyselin nebo tvorby nové tkáně (zabudovávání bílkovin)
  - negativní dusíková bilance
    - dusík je více vylučován než přijímán
    - znak degradace bílkovin a aminokyselin
    - hladovění, nucená dlouhodobá nehybnost, nedostatek některé esenciální aminokyseliny, rozpad tkání (rozsáhlá zranění, popáleniny, rozpad nádorů, pooperační stavy)
  - pozitivní dusíková bilance
    - dusík je více přijímán než vylučován
    - růst, těhotenství





# Bazální metabolismus

množství energie nezbytné pro zachování základních životních funkcí

**Bazální energetický výdej (BEE):** energetický výdej organismu za definovaných - tzv. bazálních podmínek:

- termoneutrální prostředí
- tělesný a duševní klid (ráno než vstaneme z lůžka)
- dieta bez bílkovin 12-18 hodin před měřením

I přes splnění podmínek je získaná hodnota pouze odhadem skutečné energie spojené s bazálním metabolismem



# Praktikum: měření aktuálního energetického výdeje

(*actual energy expenditure, AEE*)

- 1) **v klidu** (AEE v klidu  $\neq$  BEE !)
- 2) **ve stoji**
- 3) **po fyzické zátěži**
  - stanovte spotřebu kyslíku (l/s)
  - zkorigujte měřené hodnoty na 0 °C a 101,325 kPa (*Praktická cvičení z fyziologie a neurovědy, 2013, str. 85*)
  - vypočítejte AEE (kJ/s, kJ/den)
  - vysvětlete rozdíly v hodnotě AEE za různých podmínek



# Praktikum: výpočet energetického výdeje

## 1) bazální energetický výdej

- dle Harris-Benedictovy rovnice  
(*Praktická cvičení z fyziologie a neurověd, 2013, str. 87*)
- kcal/den – převést na kJ/den (1 kcal = 4,18 kJ)

## 2) aktuální energetický výdej

- lze vypočítat na základě:
  - bazálního energetického výdeje
  - aktivity (*activity factor, AF*)
  - tělesné teploty (*temperature factor, TF*)
  - poškození (*injury factor, IF*)

