

# PŘEMĚNA LÁTEK A ENERGIÍ

Přeměna látek neboli **METABOLISMUS** je základním projevem existence života vůbec.

Obecně přeměnu látek přijatých z vnějšího prostředí do organismu dělíme do tří stupňů:

1. stupeň – změna přijatých živin v trávicí soustavě
2. stupeň – přeměna látek při přesunu z trávicí soustavy do buněk organismu (procesy resorpce)
3. stupeň – probíhá v buňkách organismu jako molekulární transformace a interakce látek (vlastní metabolismus).

## **ANABOLIZMUS vers. KATABOLIZMUS**

Vzájemným propojením anabolických a katabolických dějů se vytvářejí v organismu různé meziprodukty (intermediární metabolity) –

## **INTERMEDIÁRNÍ METABOLIZMUS**

- *Metabolismus aerobní*
- *Metabolismus anaerobní*
- *Dočasný anaerobní metabolismus*

## Intermediární metabolismus sacharidů

Monosacharid **glukóza** je formou, kterou nejčastěji vstupují sacharidy do organismu.

**Glykémie, Glykogenosyntéza, Glukoneogeneze**

Evolucí se v živočišných buňkách vytvořily tři základní typy štěpení sacharidů:

- 1) **anaerobní glykolýza (glykogenolýza)**
- 2) **aerobní pentózový cyklus**
- 3) **aerobní citrátový cyklus (Krebsův cyklus)**

## Intermediární metabolismus lipidů

Organizmem vstřebaný tuk je:

- 1) komplexně oxidován ve tkáních za uvolnění energie
- 2) ukládá se jako neutrální tuk v buňkách tukové tkáně
- 3) je včleňován do struktur všech tkání

Metabolismus **cholesterolu** – původ **endogenní**, nebo **exogenní**

Štěpení lipidů na **glycerol** a **masné kyseliny** štěpení **beta-oxidací** na dvojuhlíkaté štěpy (Lynenův cyklus). V některých případech se dvojuhlíkaté štěpy slučují za vzniku **ketolátek** - **ketonémie, ketonurie, ketóza**.

Biosyntéza masných kyselin probíhá v podstatě opačným pochodem než jejich štěpení, zejména v játrech, tukové tkáni, ale i ve střevě a v plicích.

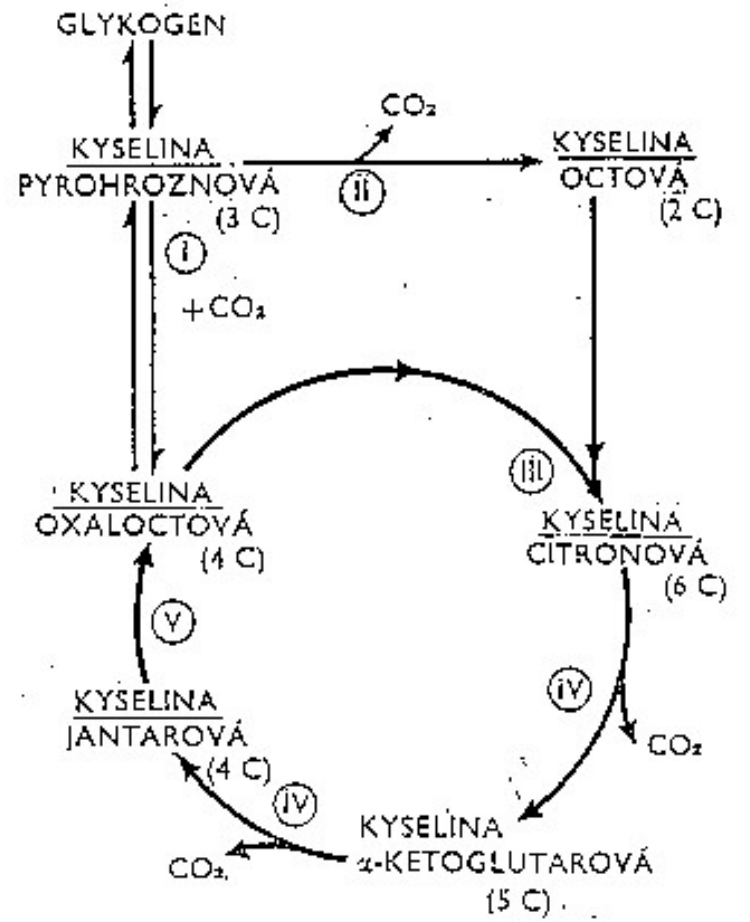
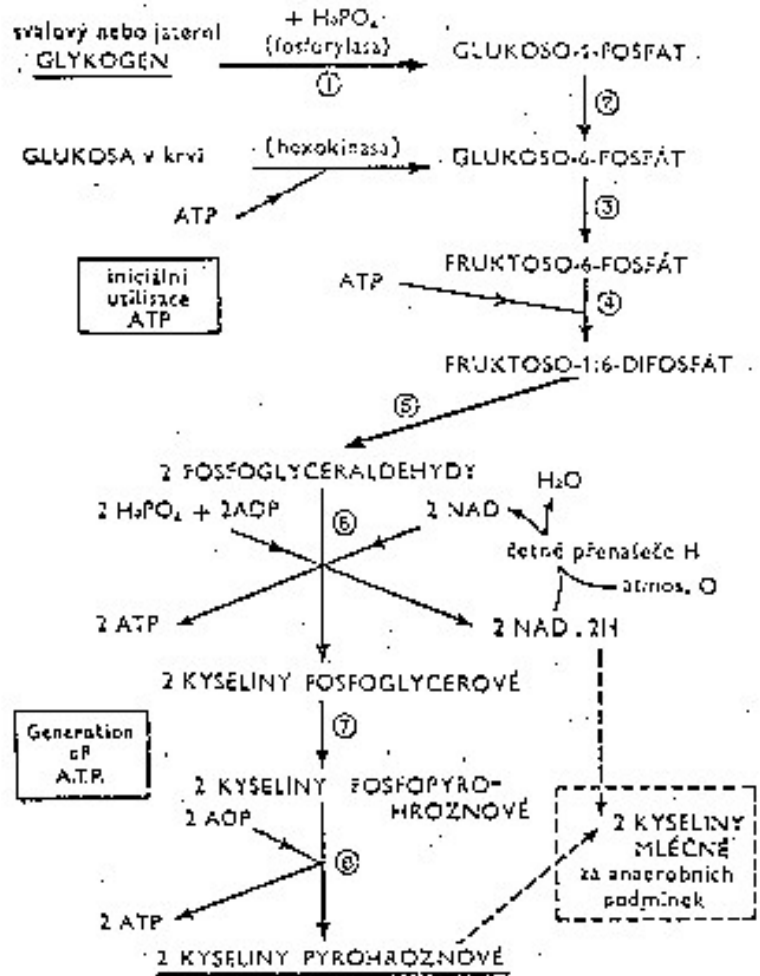
## **Intermediární metabolismus sacharidů**

Monosacharid **glukóza** je formou, kterou nejčastěji vstupují sacharidy do organismu.

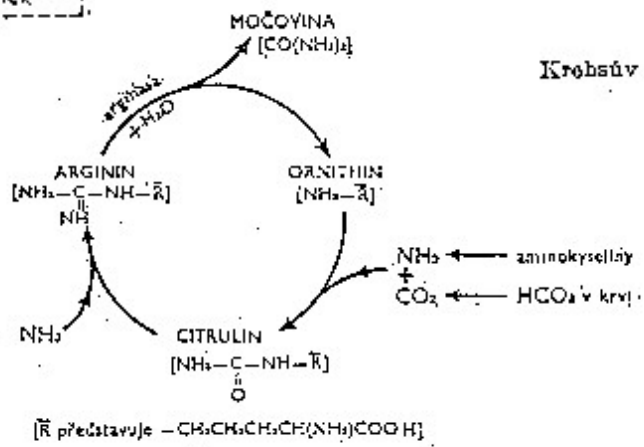
**Glykémie, Glykogenosyntéza, Glukoneogeneze**

Evolucí se v živočišných buňkách vytvořily tři základní typy štěpení sacharidů:

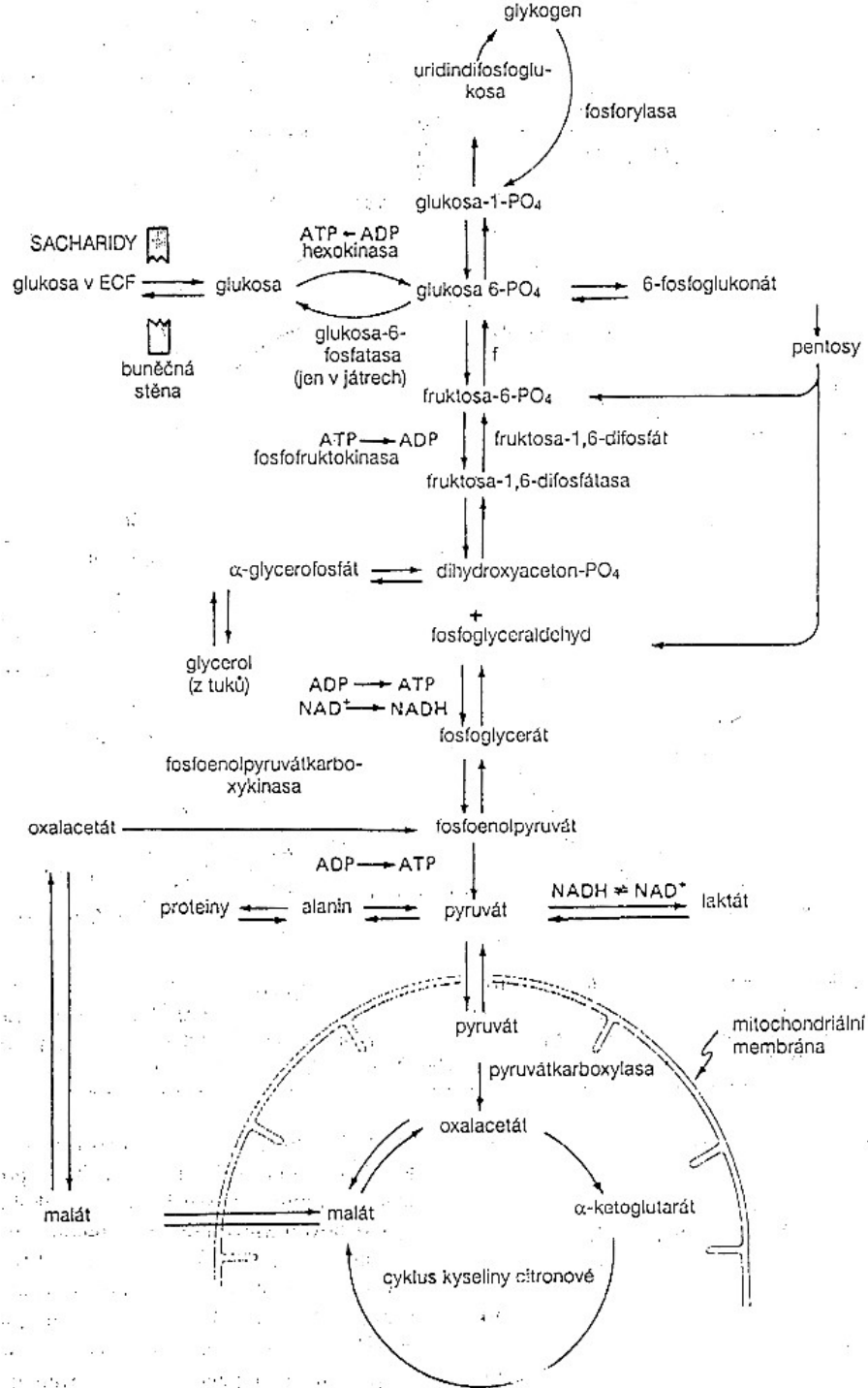
- 1) **anaerobní glykolýza (glykogenolýza)**
- 2) **aerobní pentózový cyklus**
- 3) **aerobní citrátový cyklus (Krebsův cyklus)**

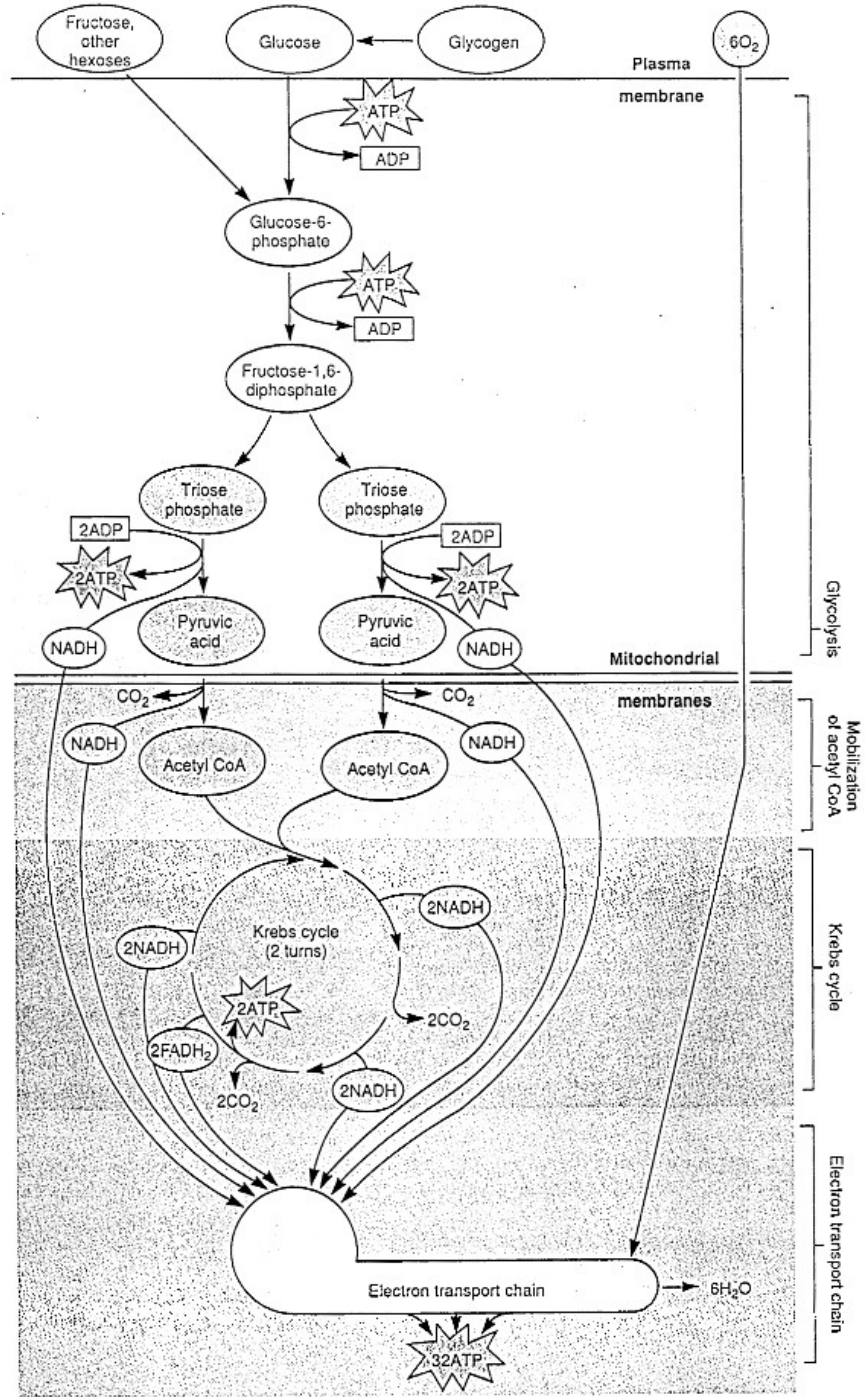


Krebsův cyklus kyseliny citronové



Krebsův cyklus močoviny





## Intermediární metabolismus lipidů

Organismem vstřebaný tuk je:

- 1) komplexně oxidován ve tkáních za uvolnění energie
- 2) ukládá se jako neutrální tuk v buňkách tukové tkáně
- 3) je včleňován do struktur všech tkání

Metabolismus **cholesterolu** – původ **endogenní**, nebo **exogenní**

Štěpení lipidů na **glycerol** a **masné kyseliny** štěpení **beta-oxidací** na dvojuhlikaté štěpy (Lynenův cyklus). V některých případech se dvojuhlikaté štěpy slučují za vzniku **ketolátek** - **ketonémie**, **ketonurie**, **ketóza**.

Biosyntéza mastných kyselin probíhá v podstatě opačným pochodem než jejich štěpení, zejména v játrech, tukové tkáni, ale i ve střevě a v plicích.

## LIPIDY V PLAZMĚ

Této složce lipidů byla v posledních letech věnována mimořádná pozornost, protože se ukázaly významné korelace mezi obsahem některých forem cirkulujících **lipoproteinů** a aterosklerotickými projevy a riziky.

Podle své denzity (dáno poměrem apoproteinové a lipidové složky) byly lipoproteiny separovány do čtyř hlavních tříd:

- **chylomikra**
- lipoproteiny o velmi nízké denzitě (**VLDL**)
- lipoproteiny o nízké denzitě (**LDL**)
- lipoproteiny o vysoké denzitě (**HDL**)

Chylomikra transportují exogenní triacylglyceroly, VLDL pak v organizmu vzniklé endogenní triacylglyceroly. Transport cholesterolu zajišťují LDL (k periferním buňkám) a HDL (z periferních buněk do jater, kde je metabolizován). **Apoproteiny** jsou nezbytné pro stabilizaci lipoproteinového komplexu a některé mají specifické fyziologické funkce (kofaktory, nebo inhibitory enzymů).

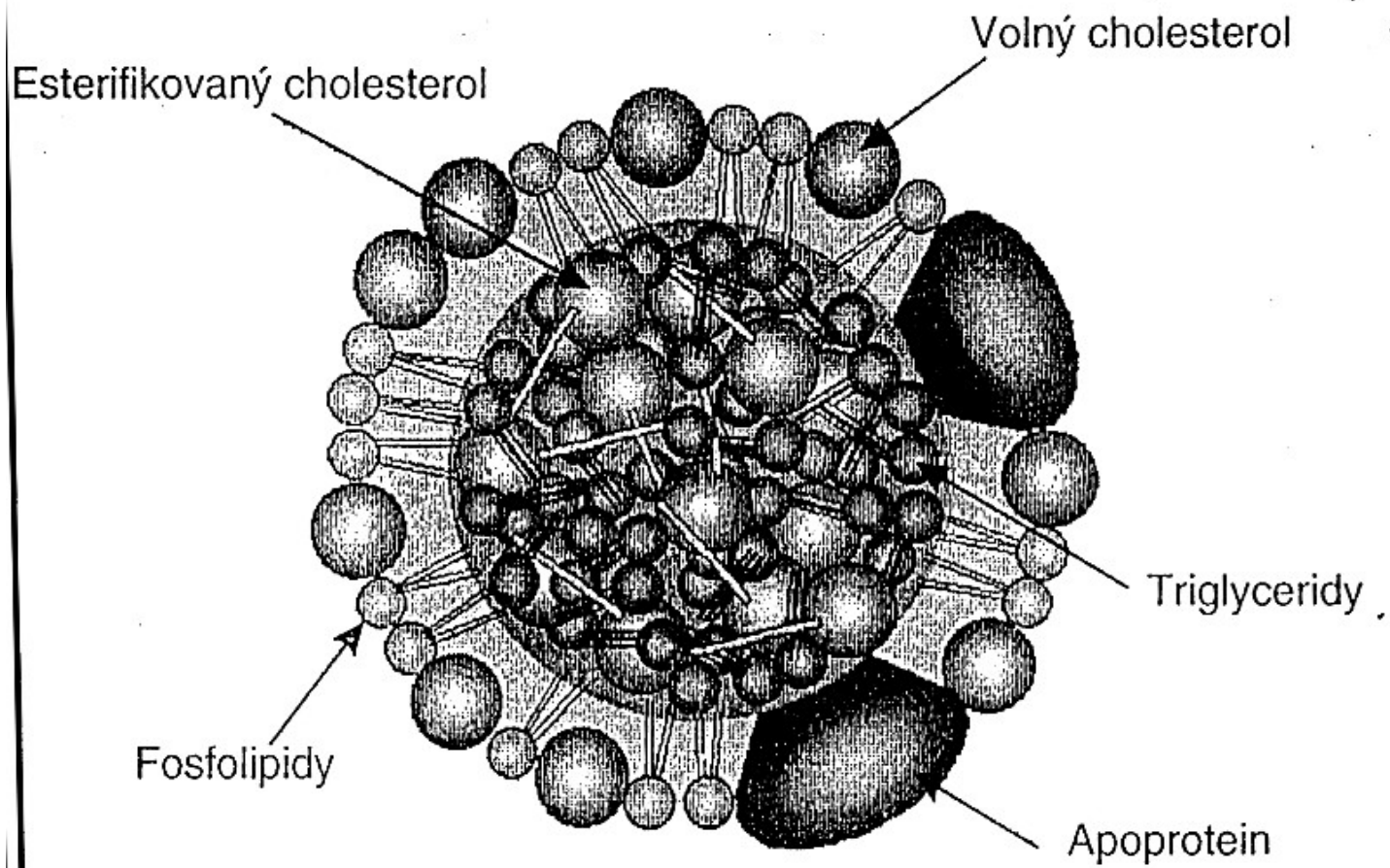
V praxi se můžeme setkat s řadou tzv. **aterogenních indexů**, které mají zpřesňovat stanovení rizika vyplývajícího z naměřených hodnot krevních lipidů. Jedním z nich je

### **Ukazatel aterogenosti:**

Poměr, kde v čitateli je hodnota celkového cholesterolu bez cholesterolu HDL, ve jmenovateli cholesterol HDL.

Pokud je hodnota tohoto koeficientu vyšší než 4,0, pak lze hovořit o vysoké možnosti vzniku aterosklerózy, zejména koronární, při hodnotě pod 3,0 je tato pravděpodobnost naopak nízká.





*Struktura lipoproteinové částice*

**Table 23.2**

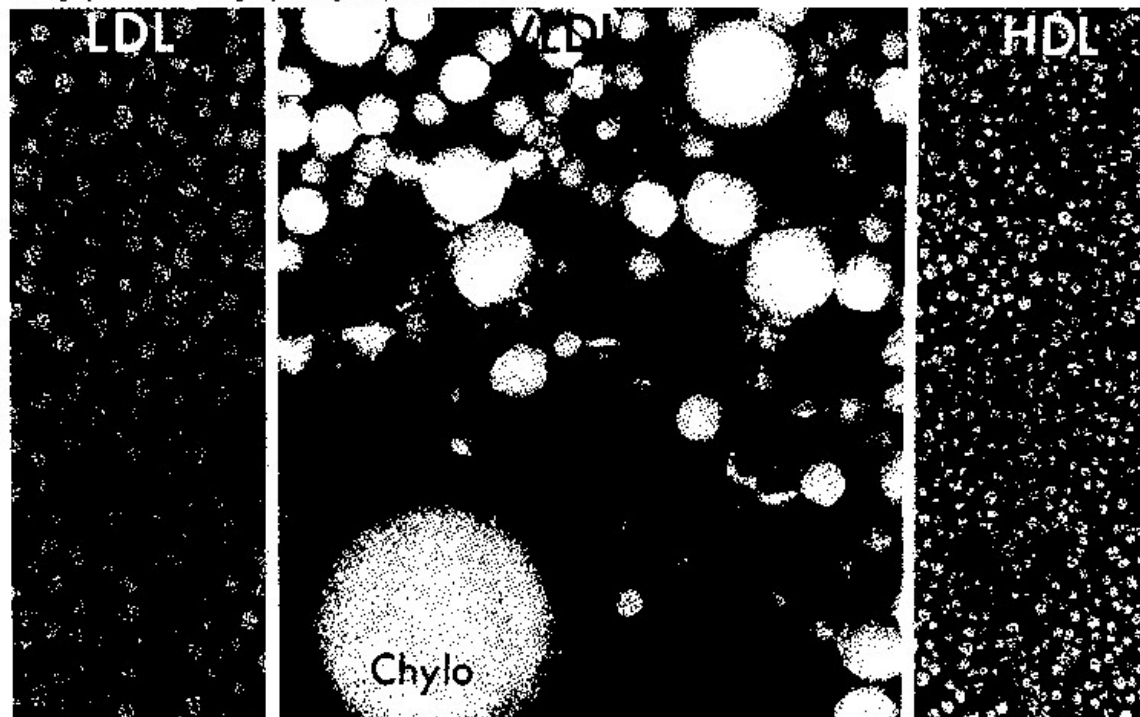
Composition and Density of Human Lipoproteins

	Chylomicron	VLDL	IDL	LDL	HDL
Density (g/ml)	<0.95	0.95-1.006	1.006-1.019	1.019-1.063	1.063-1.210
Diameter (nm)	75-1,200	30-80	25-35	18-25	5-12
Components (% dry weight)					
Protein	1-2	10	18	25	33
Triacylglycerol	83	50	31	10	8
Cholesterol and cholesterol esters	8	22	29	46	30
Phospholipids	7	18	22	22	29
Apoprotein composition	A-I, A-II B-48 C-I, C-II, C-III	B-100 C-I, C-II, C-III E	B-100 C-I, C-II, C-III E	B-100	A-I, A-II C-I, C-II, C-III D E
Classification by electrophoresis	Omega	Pre-beta	Between beta and pre-beta	Beta	Alpha

**Figure 23.12**

Electron micrographs of low-density lipoproteins (LDL), very-low-density lipoproteins (VLDL), chylomicrons (Chylo), and high-density lipoproteins (HDL). Lipids are transported in plasma as components of these particles. The larger particles contain a higher percentage of lipid and therefore are

less dense, whereas the smaller particles have less lipid, a higher percentage of protein, and are more dense. (Photograph courtesy of Dr. Robert Hamilton, University of California, San Francisco.)



## UKAZATEL ATEROGENNOSTI

**Celkový cholesterol minus cholesterol v HDL**

---

**cholesterol v HDL**

**Vyšší než 4,0**

**Nižší než 3,0**

## Intermediární metabolismus bílkovin

Aminokyseliny uvolněné hydrolýzou bílkovin a peptidů jsou vstřebávány do střevních kapilár a odtud portální žilou do jater. Současně dochází ve většině tkáňových bílkovin plynule ke štěpení a uvolňování aminokyselin, které se potom stávají součástí celkové aminokyselinové hotovosti.

Takto uvolněné aminokyseliny se bud:

- 1) využívají k proteosyntéze jiných makromolekul,
- 2) vstupují do metabolických dějů za vzniku různých metabolitů a poskytování energie,
- 3) katabolizují se

Do metabolických procesů vstupují aminokyseliny prostřednictvím citrátového cyklu. Rozklad aminokyselin se uskutečňuje procesy: **deaminace, transaminace a transdeaminace**.

## Tvorba močoviny

Probíhá v játrech a spočívá v zásadě na spojení dvou molekul  $-NH_2$  s jednou molekulou  $CO_2$  za současné eliminace vody. Probíhá prostřednictvím cyklického systému enzymatických reakcí (Krebsův močovinový cyklus).

## Metabolismus nukleových kyselin

V organizmu živočichů a člověka probíhá specifická biosyntéza nukleových kyselin a jejich součástí do komplexních útvarů – polynukleotidů. Nukleové kyseliny se syntetizují ze sloučenin endogenního původu. Ribóza a deoxyribóza se získávají přeměnou glukózy v pentózovém cyklu. Puriny a pyrimidiny si dovede organizmus syntetizovat sám a není třeba je dodávat v potravě.

Při katabolismu nukleových kyselin se tyto štěpí pomocí nukleáz na mononukleotidy. Ty se dále štěpí nukleotidázami na nukleozidy a kys. fosforečnou. Nukleozidy jsou potom štěpeny nukleozidázami na dusíkaté baze a pentózy. Puriny se štěpí za vzniku různých katabolitů, které jsou specifické svou přítomností pro určité živočišné skupiny. Z těchto katabolitů jsou významné zejména: xanthin, kys. močová, alantoin, močovina, amoniak a oxid uhličitý. Pyrimidiny se po deaminaci mění na močovinu a oxid uhličitý.

# PŘEMĚNA ENERGIÍ – ENERGETICKÝ METABOLIZMUS

Přeměna chemické energie živin na jiné formy energie probíhá v organismu zpravidla ve dvou stupních: 1) syntéza ATP na účet energie uvolněné rozpadem živin  
2) štěpení ATP a uvolňování energie pro různé životní pochody

## Energetický ekvivalent.

Každá organická látka je mimo jiné odlišná obsahem svého energetického potenciálu a také jiným poměrem spotřebovaného kyslíku k uvolněné energii. Množství energie uvolněné při spotřebě jednoho litru kyslíku je u různých živin odlišné. Hovoříme o tzv. energetickém ekvivalentu. Vycházíme z toho, že určité množství kyslíku (např. 1 litr), použité na „spálení“ daného substrátu dá jen takové množství tepla, které se u jednotlivých živin liší jen asi o 10% od průměrné hodnoty 20,1 kJ. Je to důkaz toho, že se většina energie uvolňuje v organismu stejným způsobem. Energetický ekvivalent pro sacharidy (21 kJ), lipidy (19kJ), bílkoviny (18 kJ).

## Spalné teplo

Je celkové množství energie vázané v jednotlivých živinách.

**Fyzikální spalné teplo** – sacharidy (17 kJ), proteiny (23 kJ), lipidy (38 kJ)

**Fyziologické spalné teplo** – proteiny (16,7 kJ), ostatní téměř stejné.

**Respirační kvocient (RQ)** – dává představu o tom, která z živin je v organismu v převaze využívána. Je to poměr mezi množstvím vyloučeného  $\text{CO}_2$  a přijatého  $\text{O}_2$ .

Glycidy – 1,0, Bílkoviny – 0,8, Tuky – 0,7. Hodnoty pod 0,7 indikují hladovění, vzestup hodnot nad 1,0 znamenají transformaci glycidů na lipidy – lipogeneze.

**Měření energetického metabolismu:** A) přímá kalorimetrie, B) nepřímá kalorimetrie

## Klidový metabolismus

je taková úroveň metabolismu, kde je organismus ve stacionárním stavu. Velikost metabolismu se zásadně liší u studenokrevných a teplokrevných živočichů. U studenokrevných je velikost metabolismu v každé teplotě jiná, protože stoupá se stoupající okolní teplotou. U těchto živočichů hovoříme o hodnotách **klidového**, nebo **standardního metabolismu**. U teplokrevných je základní hodnotou celkového metabolismu **metabolismus bazální**. Jde o produkci tepla celého organismu **A)** v tělesném klidu, **B)** v zóně termoneutrality, **C)** na lačno.

**Rubnerův povrchový zákon (1894) - Kyslíkový dluh a jeho splácení.**

## FYZIOLOGIE VÝŽIVY

**Dělení živočichů:**

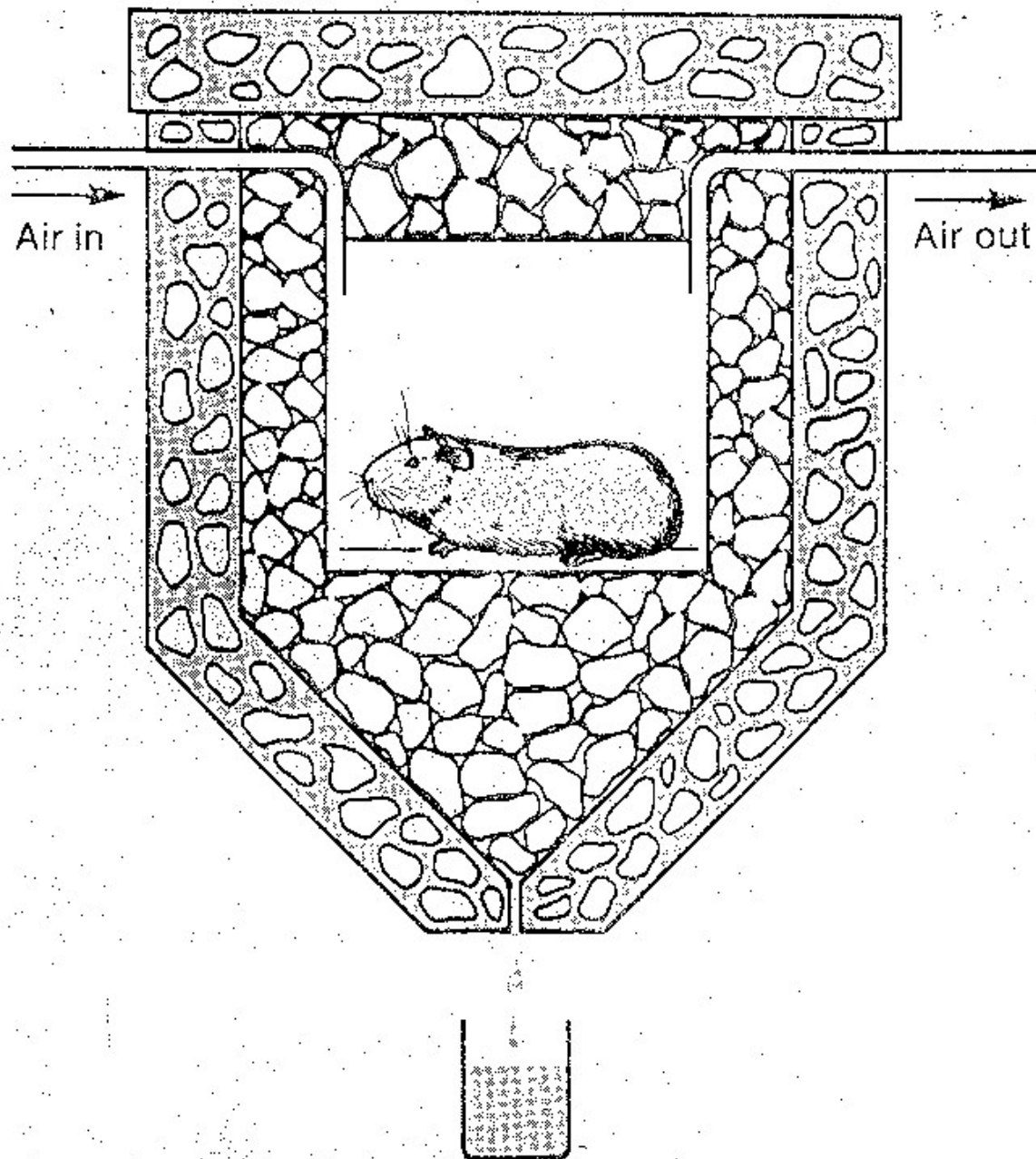
- 1) Z hlediska výživy: a) monofágní a b) polyfágní
- 2) Podle převažující složky potravy: a) býložravci (*herbivora*), b) masožravci (*carnivora*)  
c) všežravci (*omnivora*)
- 3) Podle charakteru potravy: a) biofágní, a to *fytofágní*, nebo *zoofágní*  
b) nekrofágní  
Zvláštním případem biofágie je *kanibalismus*: a) *kronismus*, b) *kainismus*  
nekrofágie může být: a) *saprofágní*, *dendrofágní*, nebo *koprofágní*
- 4) Podle velikosti potravy: a) histotrofní, b) merotrofní  
Zvláštní skupinu tvoří *endoparazité*

## PŘÍJEM POTRAVY

Řídící centra v hypotalamu

	hmotnost (kg)	kJ/kg/24 hod.	kJ/m <sup>2</sup> /24 hod.
myš	0,018	887	4 958
pes	15,0	213	4 347
člověk	65,0	134	4 351
kůň	440,0	46	3 966

Vztah mezi tzv. bazálním metabolismem u různých savců, jejich hmotností a povrchem těla. (Podle Rubnera).





## **Základní složky potravy.**

Sacharidy

Lipidy

Bílkoviny

Voda, minerální látky a stopové prvky

Vitamíny

Vláknina

Využitelnost živin (fyziologické spalné teplo, Rubnerův zákon izodynamie živin)

Látková bilance

Základy racionální výživy (**Body Mass Index**)

# B M I

Body Mass Index:

TĚLESNÁ HMOTNOST (Kg)

-----  
VÝŠKA TĚLA (m<sup>2</sup>)

Fyziologické (normální) hodnoty 20 – 25 kg/m<sup>2</sup>

-----  
-----

$$RQ = CO_2/O_2$$

$$\text{Glycidy} = 1,0$$

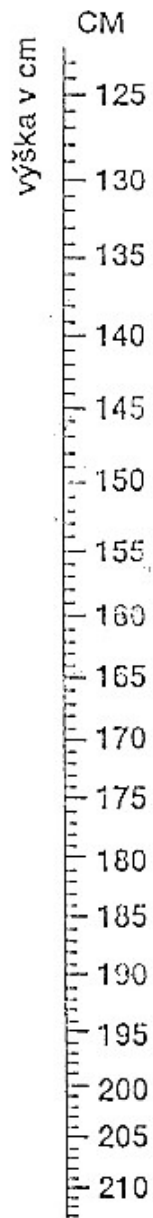
$$\text{Bílkoviny} = 0,8$$

$$\text{Lipidy} = 0,7$$

Nižší RQ – např. při hladovění

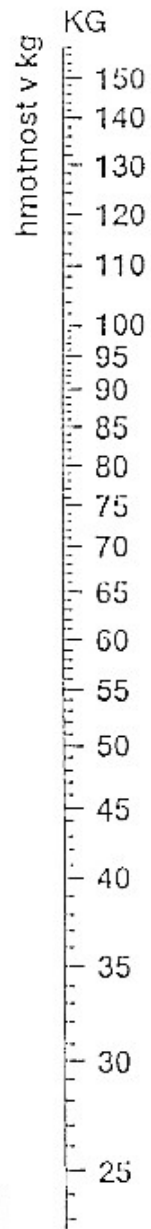
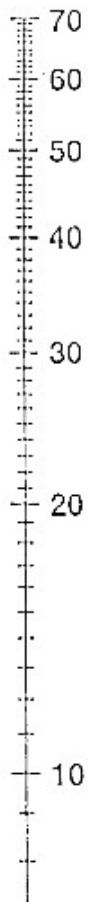
RQ hodnoty 1,2 - 1,4 Lipogeneze

# index tělesné hmotnosti BMI



↑  
zvyšující se riziko obezity

pásma přiměřené hmotnosti



hodnoty BMI:

- 20 - 25 = přiměřená hmotnost
- 25,1 - 30 = nadváha
- 30,1 - 40 = otylost (obezita)
- 40,1 a více = těžká (zhoubná obezita)

$$\text{BMI} = \frac{\text{tělesná hmotnost v kg}}{(\text{tělesná výška v m})^2}$$