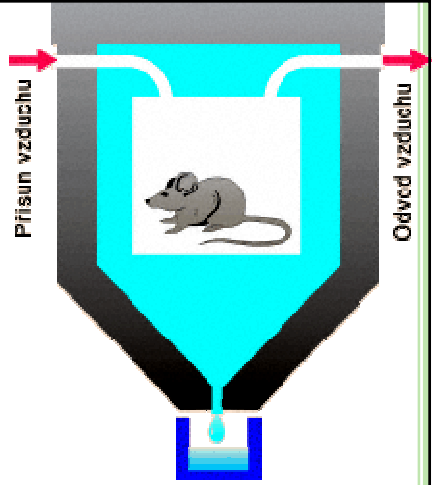
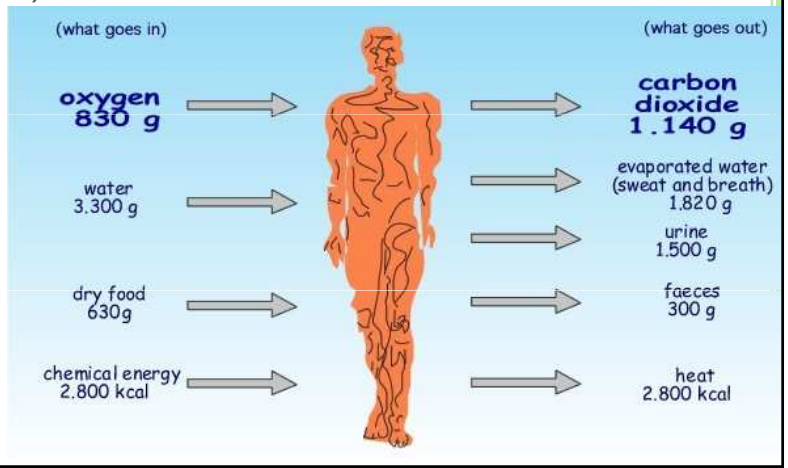
METABOLIZMUS A KALORIMETRIE



= příjem a distribuce živin, H_2O a O_2, jejich biotransformace a odstranění zplodin a metabolitů látek

= souhrn všech energetických a látkových přeměn v organizmu

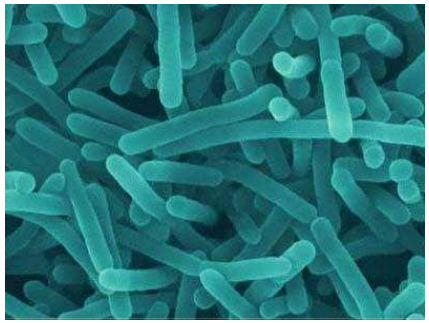
- živočichové - zisk E z chemických vazeb živin → **oxidace O_2** → E tělu vlastních látek = **ATP** (centrální molekula metabolizmu)
- → mezi spotřebou O_2 a množstvím uvolněné E je přímý vztah
- **využití E z ATP:**
  - mechanická práce (pohyb)
  - syntéza látek
  - tvorba koncentračních gradientů (aktivní membránový transport)
  - elektrická a světelná práce (luminiscence)
  - udržování tělesné teploty



METABOLIZMUS (LÁTKOVÁ PŘEMĚNA)

Typy metabolizmu – rozdělení organizmů:

- podle zdroje C
  a) autotrofní (litotrofní) – CO_2
  b) heterotrofní (organotrofní) – organická látka
- podle zdroje E
  a) fototrofní – sluneční světlo; *fotoautotrofní (fotolitotrofní)* – zdroj C CO_2; vytváří většinu organických látek na Zemi (rostliny, bakterie); *fotoheterotrofní (fotoorganotrofní)* – zdroj C organické látky
  b) chemotrofní – E přeměnou chemických látek, *chemoautotrofní (chemolitotrofní)* – zdroj C CO_2; *chemoheterotrofní (chemoorganotrofní)* – zdrojem C i E jsou organické látky (bakterie, houby, živočichové)



Chemoheterotrofní živočichové

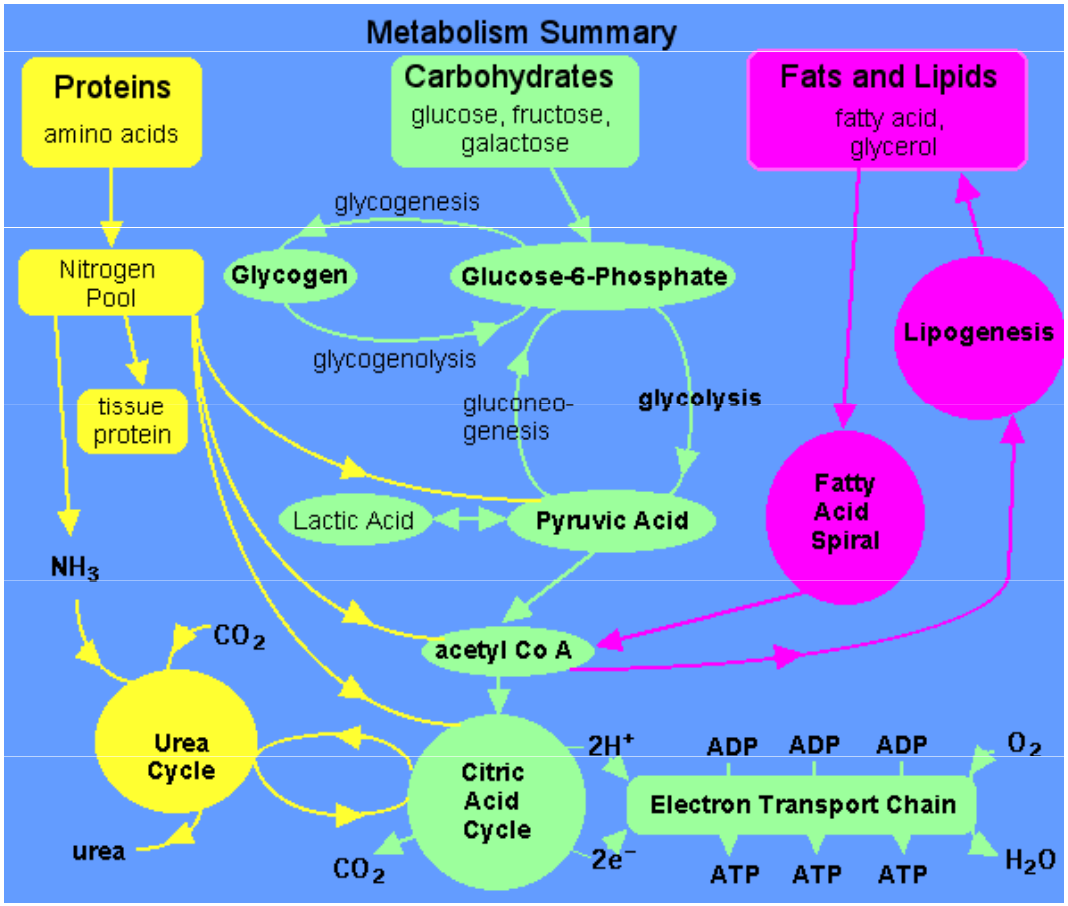
- zpracování organických látek:

- aerobní metabolizmus – oxidace vzdušným O_2 až na CO_2 a vodu (E nejvýhodnější, vyšší organizmy)
- anaerobní metabolizmus – kvašení, pak aerobní metabolizmus (v prostředí bez O_2, bakterie, střevní paraziti)

METABOLICKÉ DRÁHY

= sled enzymových reakcí vedoucích od substrátu ke konečnému produktu

- **katabolizmus**– rozklad složitějších látek na jednodušší + zisk E (př.: glykolýza a kvašení, oxidace mastných kyselin, cyklus kys. citronové, oxidativní fosforylace)
- **anabolizmus** – syntéza složitějších látek s využitím E (př.: biosyntéza glyceridů, polysacharidů, fotosyntéza)
- E propojení mezi dráhami = **soustava adenozinfosfátů** – anabolické děje získávají E štěpením ATP na ADP nebo AMP, katabolické děje dodávají energii pro resyntézu ATP



BAZÁLNÍ METABOLIZMUS (BM)

= minimální množství E nutné k udržení základních životních pochodů
(udržení stálého iontového složení, resyntéza bílkovin, zpětná resorpce iontů v ledvinách, stahy srdce = srdeční činnost, dýchání, vylučování, přenos látek, udržení teploty těla)

- vyšetření: nalačno, tělesný a duševní klid v leže, termoneutrální teplota (20°C), 3 dny před nejíst bílkoviny
- BM se udává v **kJ**, činí zhruba 7000 kJ/den

Faktory ovlivňující BM

- věk (u žen po 40 se zpomaluje metabolizmus)
- pohlaví (u žen je pomalejší)
- hmotnost a povrch těla
- genetické faktory
- teplota okolí (chlad = ↑ metabolizmus → tvorba tepla)
- specificko-dynamický účinek potravy (příjem potravy ↑ spotřebu E použitou pro vstřebávání a ukládání živin; bílkoviny zvyšují metabolizmus více než např. glukóza)
- fyziologické stavy (těhotenství, laktace = ↑ metabolizmus)
- patologické stavy (nemoc, hormonální poruchy; diabetes, rakovina – více E)
- práce (největší aktivátor BM)

Rubnerův povrchový zákon

- hodnota BM vztažená na kg hmotnosti těla se u jednotlivců liší
- → těžší jedinci mají relativně nižší úroveň BM
- vztáhne-li se hodnota BM na povrch těla (na m^2), vychází shodná

= s relativním zvětšováním povrchu těla homoiotermních živočichů se zvětšuje i jejich metabolizmus
(omezení - na výdej tepla do prostředí má vliv i podkožní tuk, prokrvení kůže a pokryv peřím nebo srstí)

Klidový metabolismus – podmínkou při měření je klid

Celkový metabolizmus = bazální metabolizmus + E na veškeré další aktivity organizmu; závisí na teplotě prostředí a druhu vykonané práce

Řízení metabolizmu - endokrinní žlázy hypotalamo-hypofyzárního systému (hormony) = **tyroxin** (štítná žláza), **tyreotropin (TSH**; adenohypofýza), **tyreotropin stimulující hormon (TRH**; hypothalamus)

E nejnáročnější orgány: svalovina, srdce, ledviny

VÝŽIVA

- E bohaté substráty + voda = E pro zajištění základních životních potřeb

Bílkoviny (proteiny) = maso, ryby, vejce, mléčné výrobky, luštěniny, obiloviny

- základní stavební složka všech buněk organizmu; růst, obnova a správná funkce všech tkání, imunita
- minimální potřeba je **0,5 g/kg hmotnosti/den**

Cukry (sacharidy) = ovoce, zelenina, slazená jídla a nápoje, rýže, brambory

- pohotový zdroj většiny E pro tělo (<u>škroby</u>, <u>cukry</u>)
- nadměrná konzumace - nevyužité sacharidy → tuky - ukládají se v těle → obezita

Tuky (lipidy) = nasycené (máslo, maso, sýr, mléko); nenasycené (zdravější) = rostlinný olej, margarín, ryby, ořechy, semena

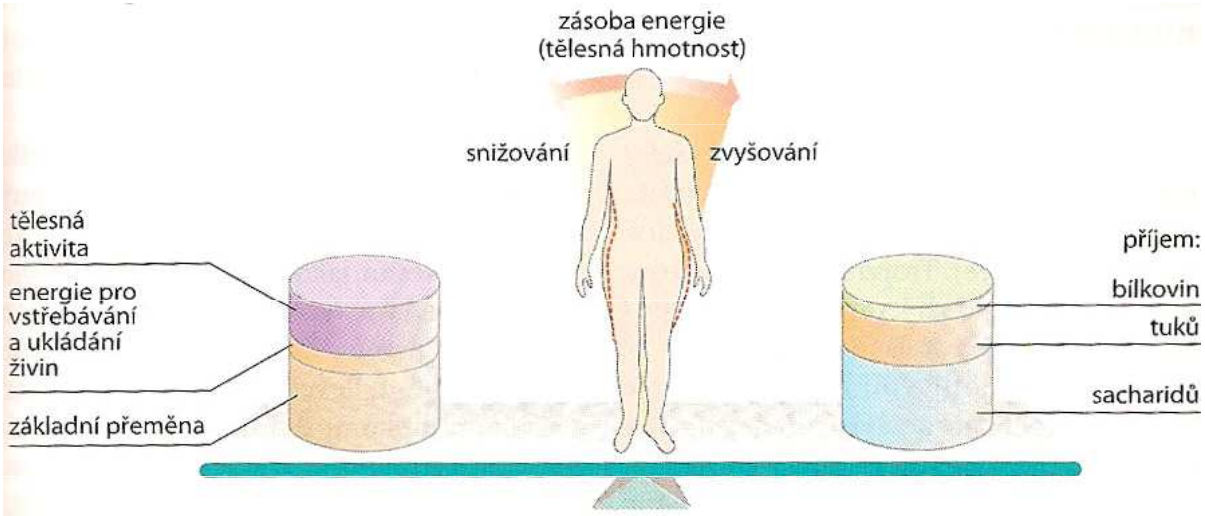
- energeticky nejvydatnější
- využití vitamínů A, D, E a K (rozpustné v tucích), syntéza hormonů
- nadměrné množství tuku - negativní vliv na zdraví a celkovou kondici

Cukry a tuky se mohou jako zdroj E zastoupit, tuk je postradatelný, ale musí být zajištěn přívod vitamínů rozpustných v tucích a esenciálních mastných kyselin

Vitamíny a minerální látky - nepostradatelné; podporují IS, účastní se metabolizmu, napomáhají správné funkci mozku, podporují hormonální vyváženost

Vláknina - napomáhá trávení a dodává pocit nasycenosti, podporuje a urychluje vylučování toxických látek z organizmu; patří mezi složené cukry - organizmus není schopen ji v tenkém střevě rozložit, vstřebat a využít jako zdroj E; váže na sebe vodu - v trávicím traktu nabobtná a dodá pocit sytosti na delší dobu = cereálie, celozrnné pečivo, zelenina, luštěniny, ovoce

ENERGETICKÁ ROVNOVÁHA



- rovnováha mezi E přijímanou z potravy a jejím výdejem fyzickou aktivitou = zdraví + optimální tělesná hmotnost
- největší zásobárna E v těle = zásoby tuku (regulace tělesné hmotnosti)
- normální, snížená a zvýšená hmotnost se určují pomocí **indexu tělesné hmotnosti (body-mass index, BMI)**

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

- normální tělesná hmotnost: BMI 20-25; BMI<19 = podváha; BMI>24 = nadváha, BMI>30 = obezita – snižují očekávanou délku života (diabetes mellitus 2. typu, vysoký krevní tlak, srdeční choroby)
- **regulační centrum** = hypothalamus – propojení s limbickým systémem, mozkovou kůrou a kmenem

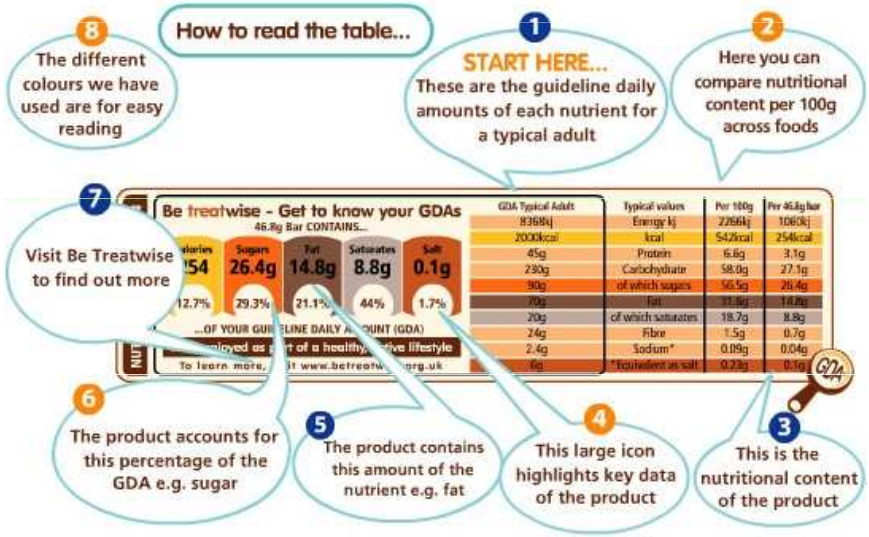
DENNÍ PŘÍJEM ENERGIE

GDA (guideline daily amounts) = doporučovaná denní dávka živin na potravinářských obalech; hodnoty používané pro dospělou ženu platí pro všechny; využitelná E (množství kalorií), % doporučovaného denního příjmu kalorií, složení výrobku, nutriční hodnoty

Stanovení denního energetického výdeje

- výdej E se řídí intenzitou a dobou trvání činnosti
- stanovení měřením spotřeby O_2 nebo výpočtem pomocí tabulek
- zjištěný denní energetický výdej je nutno navýšit o 6% = E vynaložená

na zpracování potravy (**termodynamický efekt** přijaté potravy)



Denní příjem energie

- dospělý *muž*: 2200-2400 kcal (9240-11340 kJ)
- dospělá *žena*: 1800-2200 kcal (7560-9240 kJ)
- *dítě*: 1500-2000 kcal (6300-8400 kJ)
- <u>energetická hodnota živin</u>:

1g bílkoviny = 4 kcal = 17 kJ
1g sacharidu = 4 kcal = 17 kJ
1g tuku = 9 kcal = 37 kJ

Používané jednotky

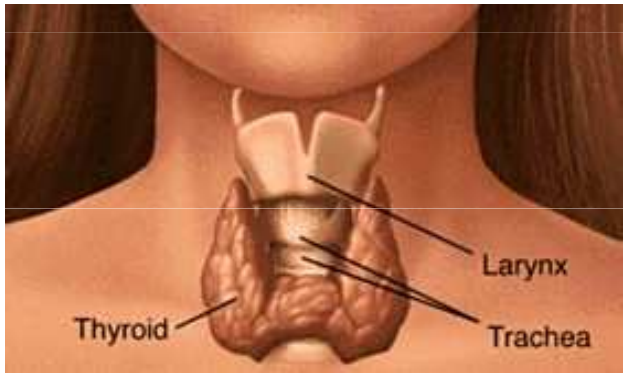
- ✓ **Kalorie (cal)** = jednotka energie, používaná dříve (není jednotkou soustavy SI – podobně 1 palec = 2,54 cm); vyjadřování E hodnoty potravin (obvykle se používá její násobek kcal)
  - různé definice, nyní platí = množství E, které dokáže zvýšit teplotu 1 gramu vody ze 14,5 °C na 15,5 °C.
  - měrná tepelná kapacita vody je asi 4185 $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ → 1 cal ≈ 4,185 J
- ✓ **Kilokalorie (kcal)** – jednotka 1000x větší („velká kalorie“) = 4,185 kJ
- ✓ **Joule (J)** = jednotka práce a energie; v soustavě SI patří mezi odvozené jednotky vztahem: J = $kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$ (N.m) = práce, kterou koná síla 1 N působící po dráze 1 m

<u>Přepočty</u>

1 cal ≈ 4,185 J — **1 kcal** = 1000 cal ≈ 4,185 kJ **≈ 4,2 kJ**

1 J ≈ 0,239 cal — **1 kJ** ≈ 239 cal = 0,239 kcal **≈ 0,24 kcal**

ŠTÍTNÁ ŽLÁZA (*GLANDULA THYROIDEA*)



- endokrinní žláza na kraniálním konci průdušnice, někdy zasahuje až na hrtan
- vazivové pouzdro; laloky – lalůčky – uzavřené váčky (folikuly) se sítí kapilár

Folikuly

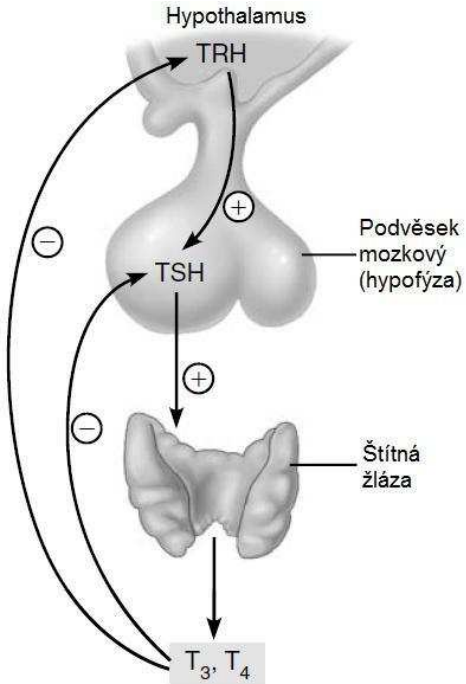
- z krve vychytávají jód ve formě anorganické soli (NaI, NaK) a uskladňují ho
- jód se naváže na tyrosinové zbytky **tyreoglobulinu** pomocí thyroperoxidázy
- jodované tyrosinové zbytky - monojodtyrosin (MIT) nebo dijodtyrosin (DIT) kondenzují v **trijodtyronin** T_3 (MIT+DIT) nebo v **tyroxin** T_4 (DIT+DIT) - neaktivní, navázané na tyreoglobulin
- zásoba neaktivních hormonů se ve folikulech hromadí → koloid
- **tyreotropin** → tyreoglobulin se dostane zpět do folikulárních buněk → odštěpí se proteinová složka → hormony se uvolní do krve
- v krvi převažuje tyroxin → v cílových buňkách je přeměněn na účinnější trijodtyronin

Parafolikulární buňky (**C-buňky**) - kalcitonin (kalcitropní hormon) - ↓ hladinu Ca v krvi

Funkce hormonů štítné žlázy

- diferenciační faktory během nitroděložního vývoje a krátce po narození
- ↑ úroveň bazálního metabolismu a spotřebu O_2 většiny tkání
- ovlivňují činnost nervstva a pohlavních žláz, zrychlují reflexní odpověď
- ↑ počet receptorů pro katecholaminy v srdečním svalu → ↑ frekvence a síly stahů
- ↓ hladiny cholesterolu v krvi

Hypothalamo-hypofyzární vrátnicový systém - specializované uspořádání krevních cév = vrátnicová žíla spojující 2 kapilární řečiště; transportuje hormony z hypothalamu do hypofýzy



REGULACE A PORUCHY FCE ŠTÍTNÉ ŽLÁZY

Regulace

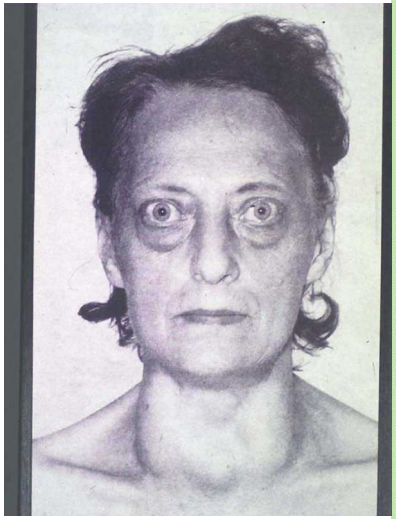
- **tyreotropin** (adenohypofýza) - stimuluje aktivní transport jódu z krve do folikulárních buněk, jeho zabudování do tyreoglobulinu i vlastní sekreci hormonů
- tvorba tyreotropinu je řízena **tyreotropin stimulujícím hormonem** (TRH) z hypotalamu a jeho sekrece je tlumena vysokými hladinami trijodtyroninu a tyroxinu v krvi
- přebytečný tyroxin se také může metabolizovat na neúčinný reverzní trijodtyronin

Poruchy funkce štítné žlázy

- poměrně časté, většinou celoživotní
- *vliv*: zásobení jodem, genetika, ženské pohlaví, vnější prostředí, věk, hormony a stres

<u>Nedostatek hormonů štítné žlázy (hypofunkce štítné žlázy) = hypotyreóza</u>

- nedostatkem jódu v potravě
- *kompenzace*: zvětšení folikulů → zvýšení kapacity a schopnosti buněk vychytat jód = zvětšení štítné žlázy (**struma**)
- <u>zpomalení metabolismu</u>, únava, pocit chladu, ↓ výkonnost, poruchy paměti a soustředění, kůže je suchá a šupinatá, vlasy a nehty jsou lámavé a ztrácí lesk, ↑ hladina cholesterolu v krvi (riziko aterosklerózy), zácpa, bolesti svalů, u žen poruchy cyklu a nepravidelná ovulace
- u nenarozených dětí a novorozenců během vývoje mozku = mentální retardace (**kretenismus**)
- *léčba* hormonální substitucí

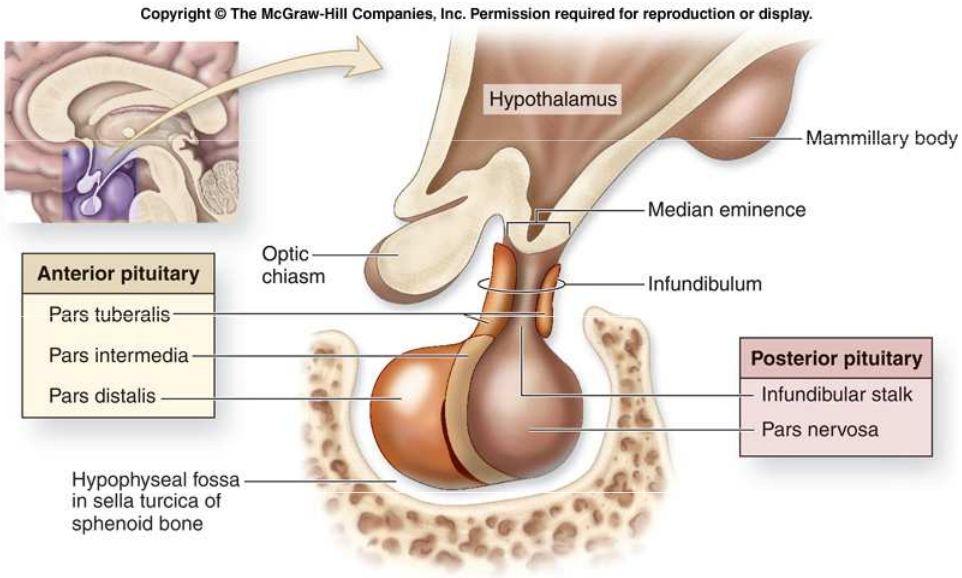


<u>Nadbytek hormonů štítné žlázy (hyperfunkce štítné žlázy)</u>

- nadbytek tyroxinu - **Graves-Basedowova choroba**
- hubnutí, nadměrný příjem potravy, zvýšená dráždivost, vypoulení očí, zvětšení štítné žlázy
- častěji u žen mezi 30. – 50. rokem, i u dospívajících
- *léčba* = **tyreostatika** - interferují s produkcí a uvolňováním hormonů ve štítné žláze, ovlivňují konverzi tyroxinu na trijodtyronin = karbimazol, thiamazol (methimazol) a **<u>propylthiouracil</u>**

HYPOFÝZA (PODVĚSEK MOZKOVÝ, *GLANDULA PITUITARIA*)

- centrální endokrinní žláza, nadřazená všem ostatním žlázám s vnitřní sekrecí v těle
- uložena na bázi lebky v podvěskové jámě klínové kosti v tureckém sedle
- spojena nálevkou s hypotalamem – ovládá její činnost



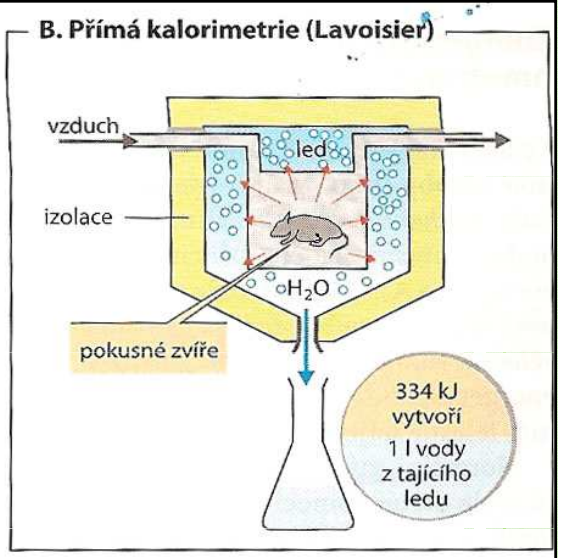
Adenohypofýza (přední lalok hypofýzy)

- *regulace*: hypofýzotropní hormony (hypothalamus)
- růstový hormon (somatotropní hormon, STH), luteotropní hormon (prolaktin, LTH), folikuly stimulující hormon (FSH), luteinizační hormon (LH), adrenokortikotropní hormon (ACTH), endorfiny
- **tyreotropní hormon** (TSH, tyreotropin) - stimuluje syntézu a uvolňování hormonů štítné žlázy, ↑ prokrvení a látkovou výměnu štítné žlázy

Neurohypofýza (zadní lalok hypofýzy)

- produkce hormonů v hypothalamu → axonální transport do neurohypofýzy (jen skladování)
- antidiuretický hormon (vasopresin, ADH) – podporuje retenci vody, vazokonstrikční účinky, reguluje sekreci ACTH
- oxytocin - vyvolává porodní kontrakce děložní svaloviny a stimuluje ejekci mléka

METODY MĚŘENÍ



Kalorimetrie = měření množství E uvolněné pro životní potřeby

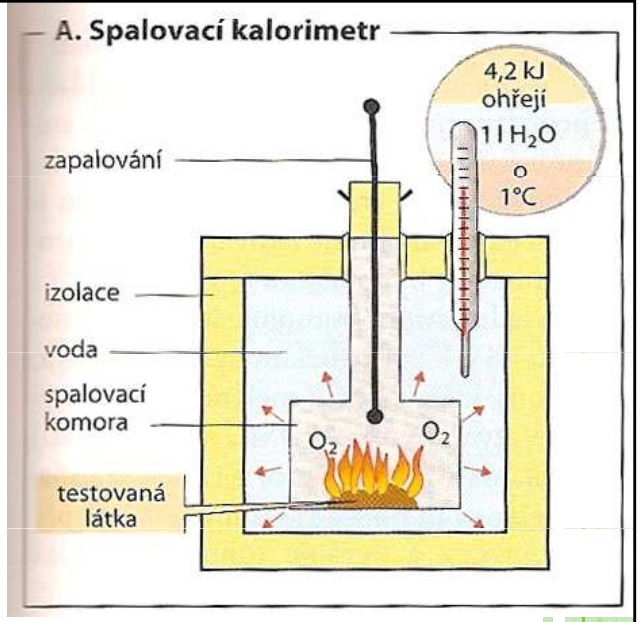
Přímá kalorimetrie (přesné, ale technicky náročné)

- měření celkové produkce tepla organizmem v uzavřených komorách
- vodní nebo ledový plášť nádržky přijímá měřené teplo - množství lze vypočítat ze vzestupu teploty tekutiny nebo podle množství tající vody → čím více tepla organizmus vydává, tím vyšší je metabolizmus
  - Lavoiserův kalorimetr : nádoba s ledem, uvolněné teplo rozpouští led; 1l $H_2O \approx$ 333 kJ
  - Atwaterův kalorimetr: větší organismy, uvolněné teplo ohřívá vodu v okolních trubkách; 1l H_2O ohřeje vodu o 1°C při spálení 4,2 kJ

Nepřímá kalorimetrie

- měření spotřebovaného O_2 (spotřeba O_2 se zvyšuje s intenzitou metabolizmu)
- E je ze substrátu uvolněna oxidativní fosforylací
- známe-li množství E, která se při odbourávání určité živiny uvolní na 1l prodýchaného kyslíku **(respirační koeficient),** můžeme z jeho spotřeby vypočítat, kolik E substrát oxidací poskytne (EE) a zjistit množství uvolněné E v kJ
- měříme tedy spotřebu O_2 a produkci CO_2 pomocí respirometru s uzavřeným okruhem (sledujeme úbytek O_2) nebo s otevřeným okruhem (analyzujeme vdechovaný a vydechovaný vzduch)

VÝPOČET ENERGETICKÉ PŘEMĚNY



1) **Stanovení fyzikálního spalného tepla (ST_{fy})** - spalovací kalorimetr

- tepelně izolovaná vodní nádržka - spalovací komora → určité množství živiny se s O_2 spálí
- vznikající teplo je předáváno okolní vodě a její ohřátí je mírou hledaného St_{fy}

2) **Stanovení fyziologického spalného tepla (ST_{fl})**

- tuky a sacharidy jsou zcela oxidovány (spáleny) = odbourány za přítomnosti O_2 na CO_2 a H_2O → jejich biologicky využitelný E obsah odpovídá jejich spalnému teplu **$ST_{fl} = ST_{fy}$**
- bílkoviny nejsou plně odbourány → **$ST_{fy} > ST_{fl}$**

3) **Výpočet energetického (kalorického) ekvivalentu (EE, EQ, Q, KE)**

- spočítá se z ST_{fl} a množství O_2 potřebného k oxidaci
- 1l O_2 spotřebovaný spalováním živin vede k uvolnění 20,2 kJ = E získaná organizmem při spotřebování 1 litru O_2
- je nutné vědět, která živina je právě spalována (respirační kvocient)

4) **Zjištění respiračního koeficientu (kvocientu)** $RQ=V_{CO2\ vydýchaného}/\ V_{O2spotřebovaného}$; *RQ = 0,85* (smíšená potrava)

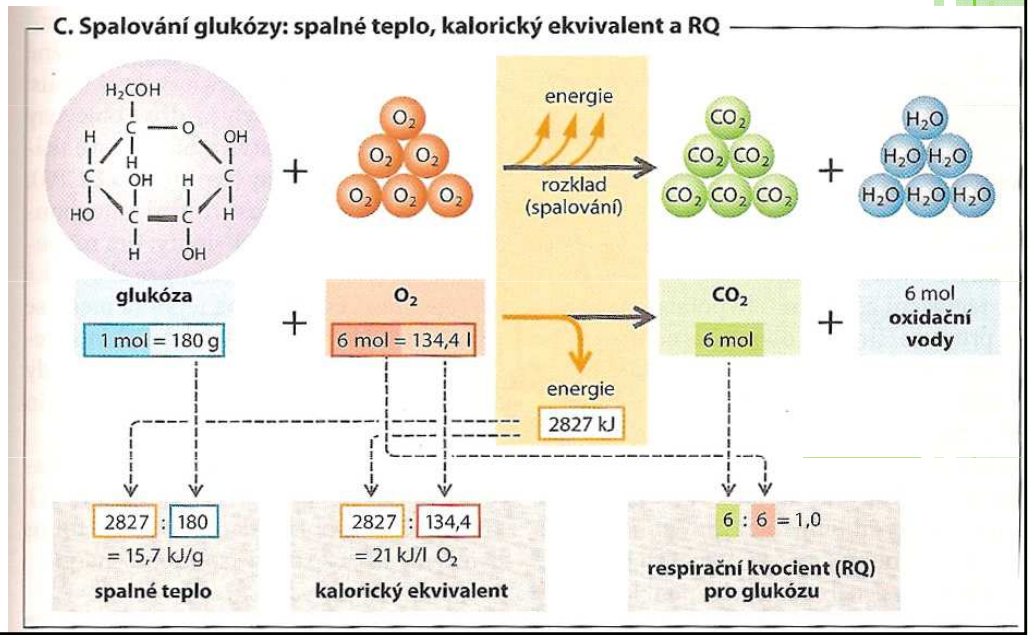
= kolik molekul O_2 je třeba na spálení určité látky (výživa pouze sacharidy ...)

- cukry (glukóza) **RQ = 6/6 = 1** $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$
- proteiny (podíl ve výživě je konstantní) **RQ = 0,8**
- lipidy (tripalmitin) **RQ = 102/147 = 0,7** $2C_{51}H_{98}O_6 + 145O_2 \rightarrow 102CO_2 + 98H_2O$

- nadbytek cukrů → ukládání ve formě tuků (lipogeneze): sacharidy → lipidy (**RQ>1**)
- krize, hladovění, diabetes - málo cukrů, proteiny + lipidy → sacharidy (**RQ<1**)

	Fyzikální spalné teplo (ST_{fy})	Fyziologické spalné teplo (ST_{fl})	Energetický ekvivalent (EE)	Respirační kvocient (RQ)
Sacharidy	17,2 kJ/g	17,2 kJ/g	21,14 kJ/l O_2	1
Proteiny	23,0 kJ/g	17,2 kJ/g	18,67 kJ/l O_2	0,8
Lipidy	38,9 kJ/g	38,9 kJ/g	19,85 kJ/l O_2	0,7
Průměr			**20,2 kJ/l O_2**	**0,85**

- ke spálení 1 mol glukózy je třeba 6 mol O_2 (6 . 22,4 l = 134,4)
- ST_{fl} glukózy je 15,7 kJ/g
- 180 g glukózy vydá množství tepla odpovídající 2827 kJ při spotřebě 134,4 l O_2 → EE 21 kJ/l O_2



KALORIMETRICKÉ STANOVENÍ KLIDOVÉHO METABOLIZMU HMYZU

Barcroftův respirometr

- 2 komory spojené trubičkou s tekutinou nepropouštějící plyny
- na komory jsou napojeny injekční stříkačky
- v obou komorách je natronové vápno (nebo KOH)
- do jedné z komor se umístí zvážený živočich
- v komoře s živočichem bude díky spotřebě O_2 vznikat podtlak → přitahuje tekutinu
- pomocí stříkačky se bude vracet spotřebovaný objem plynu do komory s živočichem
- stříkačka je kalibrovaná → zjištění objemu O_2 spotřebovaného v průběhu pokusu

Tenebrio molitor (6-8ks)

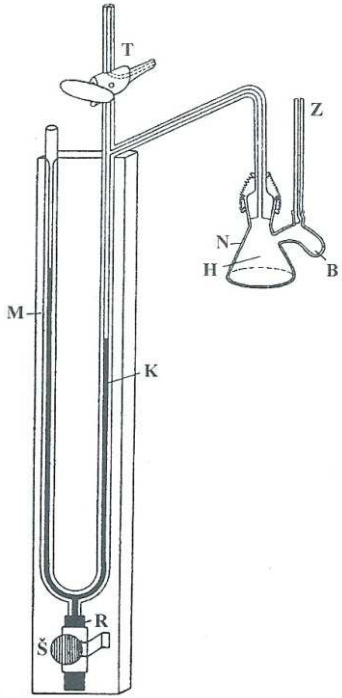
Výpočet

$$M = V \cdot EE \cdot 60 \cdot 24/m \qquad [kJ/24h/g]$$

(objem v l, hmotnost v g)

Bombyx mori (bourec morušový) - 3ks

Galleria mellonella (zavíječ voskový) – 3ks



Warburgův respirometr

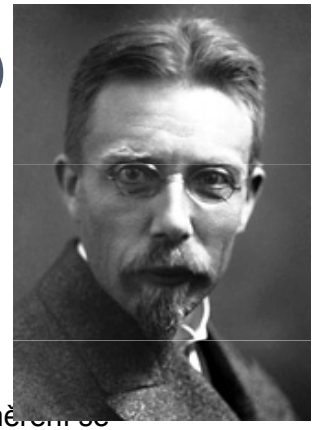
VÝPOČET KLIDOVÉHO METABOLIZMU - **HMYZ**

1) zvážit modelové organizmy… x (g)
2) sestrojit komůrku
3) spotřebu O_2 (ml) měřit 4x3(5) minut/y
4) spočítat průměr ml O_2 za 3 min/x g
5) přepočítat na ml/1 min/1 g
6) vynásobit 60 → **M = ml/1 h/1 g**
7) pro srovnání převést ml na l

čas (min)	ΔO_2 (ml)
3 (5)	
6 (10)	
9 (15)	
12 (20)	

Pozn.: 1 dílek stříkačky odpovídá 0,1 ml O_2

KALORIMETRICKÉ STANOVENÍ KLIDOVÉHO METABOLIZMU ČLOVĚKA



Kroghův respirometr

- vyšetřovaná osoba bude dýchat vzduch z uzavřeného prostoru s natronovým vápnem
- pohyb zvonu = průběh změn objemu uzavřeného prostoru v čase (výdech – zvětšení objemu, nádech naopak), v průběhu měření se bude objem uzavřeného prostoru neustále zmenšovat v důsledku spotřeby O_2
- záznamem se proloží přímka a odečte se objem O_2 spotřebovaného v průběhu pokusu
- **natrokalcid (natronové vápno)** – váže vydechovaný CO_2; **NaOH** – absorbuje CO_2; **CaCl2** – absorbuje vodní páry
- **normogram** → povrch těla = S [m^2]

- BM (kJ/24h) pro muže = 4,1868 . (66,5 + 13,8 . hmotnost v kg + 5 . výška v cm - 6,75 . věk)
- BM (kJ/24h) pro ženy = 4,1868 . (65,5 + 9,6 . hmotnost v kg + 1,85 . výška v cm - 4,68 . věk)

Norma (20 let) – muži 171 kJ/m^2/h; ženy 151 kJ/m^2/h

$$\mathbf{BM_{klid} = V \,.\, EE \,.\, 60 \,.\, 24/S}$$

[kJ/m^2/h] nebo [kJ/m^2/24h]

(objem v l, povrch těla v m^2)

VLIV HORMONŮ NA METABOLISMUS LABORATORNÍHO POTKANA

- intenzita energetické přeměny je pod vlivem vegetativního řízení, zejména hormonálních signálů
- dlouhodobé řízení hladiny metabolismu - **tyroxin** (štítná žláza) – ↑ metabolizmu
- **tyreotropin, TSH** (adenohypofýza) - ↑ sekreci tyroxinu = ↑ metabolizmus
- **propylthiouracil, PTU** – ↓ sekreci tyroxinu = ↓ metabolizmus

HORMONÁLNÍ SUBSTITUČNÍ TERAPIE

- adenohypofýza - **folitropin (FSH; hormon stimulující folikuly)** - u žen podporuje růst folikulů ve vaječnících a tvorbu estrogenu, u mužů vyvolává rozmnožování pohlavních buněk (spermatogenezi)
- folikuly – **estrogen** - indukuje vývoj ženských sekundárních pohlavních znaků; zrychluje růst (výšku); urychluje metabolismus (spalování tuků); ↓ množství svalové hmoty; stimuluje růst děložní sliznice a dělohy; udržuje stav cév a kůže; ↓ řídnutí kostí, ↑ obnovu kostí; ↓ motilitu střev
- štítná žláza - **kalcitonin** - působí proti osteoporóze; inhibuje osteoklastickou aktivitu a ↓ koncentraci vápníku v krvi a přesouvá ho do kostí
- po menopauze vaječníky zastaví produkci estrogenu → ztráta hustoty kostí → osteoporóza, zlomeniny kostí
- **hormonální substituční terapie** = *estrogen* nebo *kalcitonin*

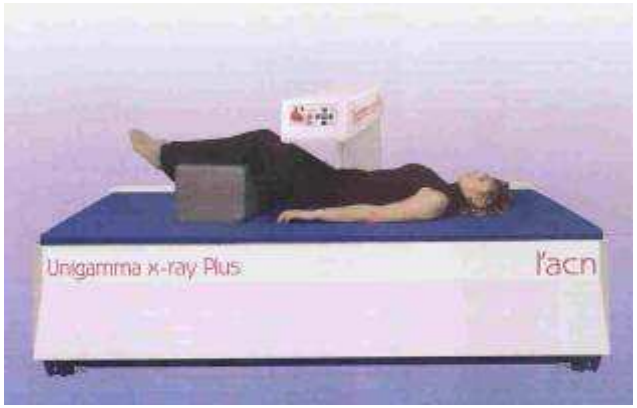
Denzitometrie

- metoda **rentgenové absorpční fotometrie využívající energie dvou paprsků** (DXA)
- stanovení hustoty kostní tkáně a určení množství minerálů v kostech
- sledování účinnosti léčby osteoporózy a monitorování stavu kostí nemocného
- dolní oblast páteře, kyčle, kosti zápěstí, prstů a paty
- o hustotě kostí vypovídají dva údaje:
  - **T skóre =** odchylka výsledku vyšetření od tabulkové hodnoty kostní minerální denzity mladých zdravých jedinců stejného pohlaví → vyjádření rizika zlomeniny

> –1	normální
–1 až –2,5	osteopenie (1. stadium řídnutí kostí)
< –2,5	osteoporóza

  - **Z-skóre** - porovnává výsledek vyšetření s průměrnými hodnotami u osob stejného pohlaví i věku

Centrální (celotělový) denzitometr - velká plochá deska, nad ní zavěšené pohyblivé rameno; sledování hustoty kostí páteře a pletence pánevního
(páteř 3min,předloktí 2min,celé tělo >8min)



Periferní denzitometr - mnohem menší, malá krabice s otvorem, do kterého pacient vloží ruku nebo nohu; měření hustoty kostí zápěstí, paty nebo prstů

VÝPOČET KLIDOVÉHO METABOLIZMU - **POTKAN**

V = 0,006 l (za 1 minutu)

E = 20 kJ/l

m = 250 g

$$\mathbf{M = V \,.\, EE \,.\, 60 \,.\, 24/m} \qquad [kJ/24h/g]$$

- spotřeba O_2 za 1min: 0,006 l
  za 1h: 0,006 . 60 = 0,36 l
  za 24h: 0,36 . 24 = 8,64 l
- přepočet hmotnosti na 1g: 8,64/250 = 0,03456 l/24h/1g

M = 0,03456 . 20 = **<u>0,6912 kJ/24h/g</u>**

nebo

M = 0,006 . 20 = 0,12 kJ za 1min

M_{24} (hodnota M za 24h) = 0,12 . 60 = 7,2 kJ za 1h = 7,2 . 24 = 172,8 kJ za 24h

M_{24} vztažená na 1g = 172,8/250 = **<u>0,6912 kJ/24h/g</u>**

VÝPOČET KLIDOVÉHO METABOLIZMU - **ČLOVĚK**

V = 0,68 l (za 5 minut)

M = 70 kg

EE = 20 kJ/l

M = V . EE . 60 . 24/S [kJ/m^2/h] nebo [kJ/m^2/24h]

M = 0,68 . 20 = 13,6 kJ za 5 min

M = 13,6/5 = 2,72 kJ za 1min

M_{24} (hodnota M za 24h) = 2,72 . 60 = 163,2 kJ za 1h = 163,2 . 24 = 3916,8 kJ za 24h

M_{24} vztažená na 1g = 3916,8/70000 = **<u>0,056 kJ/24h/g</u>**

VÝSLEDKY - VLIV HORMONŮ NA METABOLIZMUS

1) normální zvíře
2) potkan bez štítné žlázy (neprodukuje tyroxin; tyreotropin ani propylthiouracil proto nemají vliv na hladinu bazálního metabolizmu)
3) potkan bez hypofýzy (neprodukuje tyreotropin)

Množství spotřebovaného kyslíku (ml) po aplikaci	Normální potkan (m = 250 g)	Tyreoidektomický potkan (m = 245 g)	Hypofyzektomický potkan (m = 245 g)
-	6	5,6	5,5
Tyroxin	6,8	6,05	6,05
TSH	6,8	5,45	5,95
PTU	5,4	5,5	5,5

TEST

1. Která endokrinní žláza reguluje metabolizmus?
2. Napište základní molekulu metabolizmu.
3. V jakých jednotkách se uvádí hladina metabolizmu?
4. Na co se použije E získaná z živin?
5. Jakým způsobem můžeme měřit hladinu metabolizmu?

Příště:Ventilace a plicní objemy