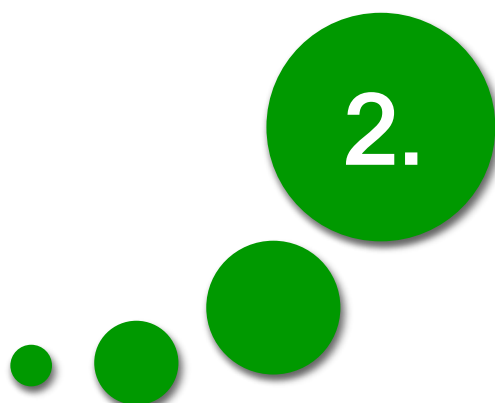




*Metodické listy OPVK*

# Obecná pravidla výživy, energetická hodnota výživy, bezpečnost potravin



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



## ÚVOD

### Obecná pravidla výživy

Strava člověka by měla splňovat několik kritérií. Jde především energetickou a biologickou hodnotu potravy a rovněž gastronomické a ekonomické hledisko. Potraviny by rovněž měly být bezpečné. **Energetická hodnota** potravy by měla odpovídat výdeji energie organizmem. V případě, že energetický příjem delší dobu převyšuje výdej energie, dochází k ukládání zásob energie ve formě tuků. Naopak při převaze výdeje nad příjmem dochází k hubnutí. Z hlediska **biologické hodnoty** by měla potrava obsahovat kvalitativně a kvantitativně všechny základní živiny (cukry, tuky a bílkoviny), dále dostatek vody, minerálů, stopových prvků a vitamínů.

### CUKRY (sacharidy)

Chemicky lze sacharidy klasifikovat na jednoduché cukry (monosacharidy, disacharidy a další oligosacharidy) a polysacharidy – stravitelné škroby (glykogen), nestravitelné (vláknina – více viz speciální modul). Cukry jsou důležitým pohotovým zdrojem energie (glykolýza), který tvoří hlavní nebo jediný zdroj pro některé buňky (neurony, erytrocyty). Cukry jsou dále nezbytné pro svoji stavební funkci a jsou součástí biologicky důležitých molekul (ATP, RNA, DNA, ...). Fyziologická koncentrace glukózy v krvi (**glykémie**) je nalačno 3,6–5,6 mmol/l. Postprandiálně glykémie stoupá, nicméně by neměla přesáhnout hodnoty 10 resp. 11 mmol/l. Při nedostatku sacharidů se zvyšuje oxidace tuků s případnou tvorbou ketolátek (s posunem pH na kyselou stranu). Hladina glykémie je regulována humorálně. Inzulín snižuje glykémii, naopak glukagon, katecholaminy a glukokortikoidy glykémii zvyšují. Přesná regulace glykémie je důležitá, výkyvy na obě strany nesou s sebou zdravotní rizika.

Snížení hladiny glukózy v krvi (**hypoglykémie**) je akutní, život ohrožující stav, neboť glukóza je téměř výhradním zdrojem energie pro mozek. Je provázána vyplavením hyperglykemizujících hormonů. Mírnější hypoglykémie se projevuje slabostí, bolestmi hlavy, pocitem hladu a pocením, výraznější pokles glykémie je charakterizován bezvědomím, křečemi a může ev. vést až ke smrti.

**Hyperglykémie** je nebezpečná zejména při dlouhodobém působení, při kterém vede k poruchám regulace glykémie inzulínem. Hyperglykémie, obvykle společně s obezitou, vede ke vzniku tzv. inzulinorezistence, což je stav, při kterém je snížena odpověď cílových tkání (zejména tukové tkáně a svaloviny) na inzulín. Pro stejný účinek je třeba uvolnit větší množství inzulínu, což vede k hyperinzulinémii. Hyperglykémie, hyperinzulinémie a inzulinorezistence jsou hlavní patofyziologické faktory, které se podílejí na vzniku metabolického syndromu a diabetes mellitus typu II u geneticky predisponovaných jedinců. Metabolický syndrom je soubor klinických a laboratorních symptomů vzniklých na podkladě inzulinové rezistence. Přítomnost metabolického syndromu zvyšuje riziko rozvoje aterosklerózy, vzniku diabetu typu II a některých nádorových onemocnění. **Metabolický syndrom** je definován přítomností alespoň 3 z 5 kritérií. Jsou zvýšený obvod pasu (muži > 102 cm, ženy > 88 cm), zvýšený klidový systolický a diastolický krevní tlak ( $\geq 130/85$  mm Hg, nebo léčba hypertenze), zvýšená hladina plazmatických triacylglycerolů (> 1,7 mmol/l, nebo léčba zvýšené hladiny triacylglycerolů), snížená koncentrace HDL cholesterolu (muži < 1,0 mmol/l, ženy < 1,3 mmol/l, nebo léčba snížené koncentrace HDL cholesterolu) a zvýšená glykémie nalačno (> 5,6 mmol/l nebo diagnostikovaný diabetes mellitus typu II).

Z pohledu civilizačních chorob (např. metabolický syndrom a jeho komplikace) je důležitá znalost tzv. **glykemického indexu** (GI) potravy, který vypovídá o rychlosti vzestupu glykémie a tedy i o sekreci inzulínu. GI je vyjádřený v procentech a je definován jako poměr ploch pod vzestupnou částí křivky postprandiální glykémie při srovnávání testované potravy (která obsahuje 50 g stravitelných sacharidů) versus čistá glukóza (50 g). Poměrně složitou definici GI dále komplikuje fakt, že existuje ještě GI porovnávací testovanou potravinu s obsahem 50 g stravitelných sacharidů s bílým chlebem s obsahem 50 g sacharidů. Samotná znalost GI není praktická. Daleko důležitější je znalost tzv. **glykemické nálože** (GN). GN je definována jako  $GI/100 \times$  hmotnostní procento stravitelných sacharidů v potravě  $\times$  váha potravy. GN vypovídá o zvýšení glykémie po snědení konkrétního množství konkrétní potravy a je prakticky využitelnější než GI.



## TUKY (lipidy)

Mezi nejdůležitější tuky v těle patří neutrální tuky (triacylglyceroly), fosfolipidy, cholesterol a jeho estery. Triacylglyceroly, nejvíce zastoupená forma tuků, jsou estery glycerolu a mastných kyselin, které podle své chemické struktury mohou být nasycené, mononenasycené a vícenenasycené (PUFA). Tukové mají významnou stavební funkci (fosfolipidy a cholesterol tvoří buněčné membrány), jsou zásobní formou energie a slouží jako výchozí látky pro syntézu řady signálních molekul. Jejich příjem je důležitý pro vstřebávání v tukách rozpustných látek (např. vitamíny A, D, E, K). Tuková tkáň (místo primárního ukládání tuků v těle) vykazuje mechanické vlastnosti a je rovněž zdrojem některých hormonů, tzv. adipokiny.

Podle původu dělíme tuky na živočišné (sádlo, máslo, dále jsou obsaženy v mase, mléce a mléčných výrobcích) a rostlinné tuky (oleje, margaríny). Živočišné tuky tvoří zejména nasycené (např. kyselina palmitová a stearová) a mononenasycené (např. kyselina olejová) mastné kyseliny a obsahují obvykle větší množství cholesterolu. Oproti tomu rostlinné tuky obsahují zejména vícenenasycené mastné kyseliny (PUFA) a málo cholesterolu. Některé vícenenasycené mastné kyseliny jsou pro organizmus esenciální, neboť si je nedokáže sám syntetizovat. Podle pozice dvojnásobné vazby v molekule se PUFA dělí na 2 hlavní skupiny  $\omega$ -3 (řepkový olej, mořské ryby, ořechy) a  $\omega$ -6 (rostlinné oleje) mastné kyseliny. V potravě je obvykle dostatek  $\omega$ -6 PUFA (např. kyselina arachidonová a linolová) a relativní nedostatek  $\omega$ -3 PUFA (např. kyselina linolenová, eikosapentaneová a dokosaheptaenová), proto je vhodné zvýšit příjem těchto kyselin (doporučený poměr omega-3:omega-6 PUFA je 1:3 až 1:5). Podle výživových doporučení je vhodné přijímat cca 1/3 tuků s nasycenými mastnými kyselinami, 1/3 tuků s mononenasycenými mastnými kyselinami a 1/3 tuků s vícenenasycenými mastnými kyselinami. Zvláštní skupinou jsou tzv. trans-nenasycené mastné kyseliny, které mají negativní vliv na naše zdraví.

Cholesterol je pro život nezbytnou látkou, neboť tvoří důležitou součást biologických membrán a je výchozí látkou pro tvorbu biologicky významných látek (žlučové kyseliny, steroidní hormony, vitamín D<sub>3</sub>). V těle se většina cholesterolu tvoří (tzv. endogenní produkce, nejvíce v játrech) a menší část je přijímána s potravou (živočišné tuky – hovězí a vepřové maso, máslo, mléčné výrobky, žloutek, vnitřnosti). Doporučený příjem je do 300 mg/den. Nadbytek cholesterolu v těle je rizikovým faktorem kardiovaskulárních onemocnění. Celkový cholesterol v plazmě by měl být nižší než 5 mmol/l. Důležitější je však množství a poměr jeho hlavních transportních forem v plazmě – tzv. LDL (*low density lipoprotein*) a HDL (*high density lipoprotein*) cholesterol. Zatímco LDL cholesterol má proaterogenní účinky (podporuje vznik aterosklerózy), HDL cholesterol má antiaterogenní účinky (ochranný vliv proti rozvoji aterosklerózy). LDL cholesterol se zvyšuje při obezitě, kouření a nevhodné stravě (živočišné tuky). HDL cholesterol je pak zvyšován fyzickou aktivitou a malými dávkami alkoholu. HDL cholesterol rovněž zvyšují estrogeny, které významně chrání ženy do menopauzy před aterosklerózou. Poměr celkového cholesterolu a HDL cholesterolu je tzv. aterogenní index, který by měl být nižší než 5.

## BÍLKOVINY (proteiny)

Bílkoviny jsou složeny z aminokyselin, které jsou spojeny tzv. peptidovou vazbou. Bílkoviny mají stavební funkci (součást buněčných membrán, buněčného skeletu, aj.) a jsou základem enzymů a transportérů. Aminokyseliny lze klasifikovat na esenciální (naše tělo je neumí tvořit a je nutné je přijímat v potravě) a neesenciální. Podle původu lze bílkoviny dělit na živočišné (maso, mléčné výrobky, vejce) a rostlinné (např. luštěniny). Živočišné bílkoviny by měly tvořit cca 1/2 příjmu. Jsou stravitelnější a obsahují všechny esenciální aminokyseliny v dostatečném množství, nicméně s jejich příjmem je obvykle spojen též příjem tuků, cholesterolu a často i kuchyňské soli. Rostlinné bílkoviny by pak měly tvořit druhou 1/2 příjmu bílkovin. Rostlinné bílkoviny často neobsahují dostatečné množství všech esenciálních aminokyselin a jsou hůře stravitelné. Naproti tomu je jejich příjem spojen s příjmem tělu prospěšných látek (vláknina, esenciální mastné kyseliny) a obsahují jen velmi málo cholesterolu. Denní potřeba bílkovin je u dospělého člověka cca 1 g/kg tělesné hmotnosti. V případě růstu, těhotenství, laktace a při některých dalších stavech je potřeba vyššího příjmu bílkovin.



## Obecná výživová doporučení (+ základní doporučení vhodné životosprávy)

Týkají se dospělé populace především v ekonomicky vyspělých zemích s vysokým výskytem civilizačních chorob. Většinu doporučení lze použít i na dětskou populaci.

1. optimalizovat, obvykle snížit celkový energetický příjem (vyrovnaný energetický příjem a výdej)
2. zajistit vyvážený příjem jednotlivých živin – sacharidy by měly tvořit cca 55 %, tuky cca 30 % a bílkoviny cca 15 % energetického příjmu
3. omezit příjem jednoduchých cukrů ( $\leq 10$  % energetického příjmu, omezit sladkosti, slazené nápoje)
4. omezit příjem tuků ( $\leq 30$  % energetického příjmu, u dětí ve školním věku max. 30–35 % energetického příjmu)
5. omezit příjem živočišných / nasycených / transnenasycených tuků tak, aby energie z nasycených tuků tvořila  $\leq 10$  % celkového energetického příjmu, 7–10 % celkového energetického příjmu by měly tvořit polynenasycené tuky a  $\leq 10$  % mononenasycené tuky, poměr  $\omega$ -3: $\omega$ -6 polynenasycených tuků  $\leq 1:5$ , snížit příjem transnenasycených tuků a cholesterolu ( $\leq 300$  mg/d), (omezit příjem červeného masa a vepřového masa, preferovat rostlinné oleje, zejména řepkový, zvýšit příjem ryb, zejména mořských)
6. vyvážený příjem kvalitních bílkovin (z živočišných bílkovin preferovat bílé maso, ryby a zakysané mléčné výrobky, z rostlinných bílkovin zejména luštěniny)
7. zvýšit příjem ovoce a zeleniny (cca 600 g, poměr ovoce : zelenina 1 : 2), preferovat celozrnné pečivo, syrovou zeleninu, příjem vlákniny cca 30 g/d
8. omezit příjem kuchyňské soli ( $\leq 5$ –6 g/d, jídlo zbytečně nepřisolovat, nejprve jídlo ochutnat)
9. příjem vitamínu C by měl být pro dospělé cca 100 mg/d (preferovat přirozené zdroje)
10. dostatečný pitný režim (1,5–2 l/d, neslazené, vhodné minerální složení)
11. omezit příjem alkoholu (do 20 g alkoholu/d u mužů, do 10 g alkoholu/d u žen)
12. nekouřit
13. optimalizovat, obvykle zvýšit fyzickou aktivitu (nejlépe aerobního charakteru, 30–60 min. alespoň 3× týdně)
14. udržení optimální tělesné hmotnosti (pro dospělé BMI 18,5–25, u dětí mezi 10.–90. percentilem referenčních hodnot pro příslušné pohlaví a věk)

Obecně bychom měli jíst stravu pestrou, vícekrát denně, vyvážené porce a nezapomínat na snídani. Energetická hodnota by měla být rozložena rovnoměrně během dne a nepřijímat větší množství energie pozdě večer (tři hlavní denní jídla s energetickým obsahem pro snídani 20 %, pro oběd 35 % a pro večeři 25–30 %, pro dopolední a odpolední svačinu 5–10 %, pauza mezi jídly cca 3 h). Důležité je rovněž jíst pomalu, potravu dostatečně žvýkat a jídlo si vychutnávat. Velmi důležité je vytvoření vhodných stravovacích návyků během dětství (nezbytná role rodiny a školy). Vhodné stravovací návyky přispívají k prevenci dětské obezity, ale i obezity v dospělosti a rovněž předchází rozvoji civilizačních onemocnění.

Vedle žádoucích složek obsahují potraviny také **kontaminanty**, které mohou mít ve vyšších koncentracích negativní dopady na lidské zdraví (kancerogenní, mutagenní, teratogenní, neurotoxicke a další toxické účinky). Mezi kontaminanty patří **pesticidy** – sloučeniny určené pro prevenci, ničení, potlačení či kontrolu škodlivých činitelů, tj. nežádoucích mikroorganismů, rostlin a živočichů během produkce, skladování, transportu, distribuce a zpracování potravin, zemědělských komodit a krmiv (definice *Food and Agriculture Organization*). Pesticidy dělíme např. podle cílového škodlivého agens na: insekticidy, akaricidy, fungicidy, moluskocidy, rodenticidy, herbicidy a regulátory růstu rostlin. Např. jedním z nejznámějších a v minulosti nejčastěji používaných insekticidů je DDT (1,1,1-trichlor-2,2-bis(4-chlorfenyl)ethan). Výroba a používání DDT je dnes zakázána ve většině zemí světa; bylo prokázáno, že rozpadový produkt DDT působí jako endokrinní disruptor významně narušující funkci androgenů. Potraviny mohou být kontaminovány také dalšími nebezpečnými látkami, jako jsou např. mykotoxiny, polycyklické aromatické uhlovodíky nebo kontaminanty z obalů potravin, které mohou obsahovat změkčovadla (ftaláty a další) a které ve stopovém množství přecházejí do skladované potraviny. Bez nebezpečí negativního dopadu na lidský organizmus nejsou ani aditiva, přidávaná do potravy, kde plní nejrůznější funkce (antioxidanty, barviva, konzervanty, kyseliny, kypřicí látky, náhradní sladidla, stabilizátory a řada dalších). Používání těchto látek je regulováno legislativou a jejich koncentrace by neměly přesáhnout bezpečné limity.

Energii získanou ze živin využívá naše tělo pro **metabolismus** (tzn. veškeré chemické a energetické procesy probíhající v organismu). Naše tělo je schopné převádět chemickou energii živin na chemickou energii jiných látek (např. ATP, kreatinfosfát aj.) a tu pak dále transformovat na



mechanickou (např. svalová kontrakce), elektrickou (např. membránový potenciál) a tepelnou energii. Zdrojem energie pro organismus jsou všechny základní živiny (cukry, tuky, bílkoviny). Energie je uvolňována oxidací těchto substrátů, největší množství energie se uvolní v rámci buněčného dýchání v mitochondriích.

Termín **bazální metabolismus** (BM) označuje minimální množství energie nezbytné k zajištění základních životních funkcí za bazálních podmínek. Tato energie je využita pro dýchání, činnost srdce a ledvin, udržení stálé tělesné teploty, aj. Za bazální podmínky označujeme tělesný a duševní klid (0,5–1 h v leže před vyšetřením, osoba relaxována a nemluví), měření ráno po 12–14 h lačnění (žádné jídlo, ani pití před vyšetřením, ani káva, nekouřit, ne větší fyzický výkon před měřením), 3 dny před vyšetřením významně redukovat příjem bílkovin a indifferenční teplota prostředí (20 °C pro oblečeného, 27 °C pro svlečeného člověka). Náležitá hodnota BM nejlépe koreluje s povrchem těla, který lze vypočítat z tělesné výšky a hmotnosti.

Pro praktické měření je vhodnější tzv. **klidový energetický výdej** (KEV), což je množství energie nezbytné k zajištění základních životních funkcí za podmínek, které jsou shodné s bazálními podmínkami s výjimkou redukce bílkovin ve stravě na 72 h a lačnění po dobu 12–14 h (lačnění pouze po dobu 2–3 h před vyšetřením). Hodnota KEV je cca o 10 % vyšší než hodnota BM. Znalost KEV je důležitá pro výpočet odhadu celkového energetického výdeje, který lze využít pro odhad doporučeného energetického příjmu.

Hodnotu BM nebo KEV lze zjistit pouze měřením, a to metodou přímé a nepřímé kalorimetrie na specializovaných pracovištích (nepřímá kalorimetrie dostupná ve fakultních nemocnicích, přímá kalorimetrie určena zejména pro experimentální účely). **Nepřímé kalorimetrie** provádí výpočet energetického výdeje na základě množství spotřebovaného kyslíku. Tato metoda je založena na předpokladu, že > 95 % energie se v organismu uvolňuje za přítomnosti kyslíku. Energetický ekvivalent kyslíku vyjadřuje množství energie, které se uvolní při spálení 1 litru kyslíku za standardních podmínek. Pro smíšenou stravu činí 20,17 kJ/1 l O<sub>2</sub>. Při nepřímé kalorimetrii měříme rovněž produkci oxidu uhličitého pro výpočet tzv. respiračního koeficientu (RQ = vyprodukovaný CO<sub>2</sub>/spotřebovaný O<sub>2</sub>), který slouží pro určení spalovaných substrátů (cukry, tuky). Přesnější měření energetického výdeje lze provést po určení množství degradovaných bílkovin.

**Přímá kalorimetrie** je založena na předpokladu, že se veškerá energie v těle nakonec přemění na teplo. Jde tedy o měření vytvořeného tepla tělem za určitou dobu. Vyšetřovaná osoba je umístěna do kalorimetru, což je speciální izolovaná komora. V plášti kalorimetru cirkuluje voda a změna její teploty je použita pro výpočet vyprodukovaného tepla (měří se rovněž teplota a vlhkost cirkulujícího vzduchu v kalorimetru).

Řada **faktorů ovlivňuje velikost BM**. Mezi tyto faktory patří věk, pohlaví (ženy mají cca o 10 % nižší BM oproti mužům), povrch těla (výpočet se provádí z výšky a váhy), tělesná teplota (nárůst o 1 °C vede ke zvýšení BM o cca 10–12 %), stav organismu (katabolismus/anabolismus), hormonální změny (zejména hormony štítné žlázy, katecholaminy, ...), podnebí a genetické faktory. Faktory stavu organismu zahrnují akutní zdravotní obtíže, růst, těhotenství, laktaci, rekonvalescenci, užívání léků, dlouhodobý a aktuální stav nutriční, pohybové a stresové zátěže.

Jako **celkový energetický výdej** se označuje energie potřebná k zajištění všech pochodů v těle. Skládá se z bazálního metabolismu, dále z energie nutné ke zpracování přijaté potravy (tzv. termický efekt potravy), energie potřebné pro termoregulaci a energie potřebné pro práci. Termický efekt smíšené stravy je cca 10 % z energie přijaté potravou. Energetický výdej při sedavém způsobu života tvoří cca 60 % BM, 20 % fyzická aktivita (práce), 10 % termoregulace a 10 % termický efekt potravy.

Pro výpočet **energetického příjmu** je nutné znát tzv. **fyziologické spalné teplo**, což je energie, která se uvolní v organismu při spálení 1 g živiny. Fyziologické spalné teplo je pro sacharidy a bílkoviny cca 17 kJ/g a pro tuky cca 38–39 kJ/g. Jako **fyzikální spalné teplo** se označuje množství energie, které se uvolní v kalorimetrické bombě při spálení 1 g živiny. Fyzikální spalné teplo pro cukry a tuky je stejné jako fyziologické (při spálení v kalorimetrické bombě vznikají stejné produkty jako při biologické oxidaci v těle, tedy CO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>O), pro bílkoviny je fyzikální spalné teplo vyšší (cca 23 kJ/g), neboť dusík z bílkovin je spálen na oxidy dusíku (z těla je však bílkovinný dusík vylučován ve formě močoviny).



## PRAKTICKÁ ČÁST

Cílem praktického cvičení je porozumět a na příkladech vysvětlit vztahy mezi energetickým příjmem a výdejem. K tomu je nutné znát stav výživy, celkový energetický výdej a celkový energetický výdej. Vedle kvantitativního hlediska je důležitá i kvalita přijímaného jídla.

K posouzení stavu výživy slouží základní antropometrické metody, mezi které patří měření tělesné hmotnosti a výšky, výpočet tzv. BMI, určení procenta tělesného tuku metodou kaliperace kožních řas a hodnocení rozložení tělesného tuku měřením obvodu pasu a boků. K ověření procenta tělesného tuku lze využít i bioimpedanční metody.

K určení energetického výdeje je nutné znát náležitou hodnotu bazálního metabolismu. Tu lze buď vypočítat, nebo nalézt v tabulkách. Znalost BM je základem pro výpočet klidového energetického výdeje a celkového denního energetického výdeje, který ovlivňuje řada faktorů, především však stupeň fyzické aktivity.

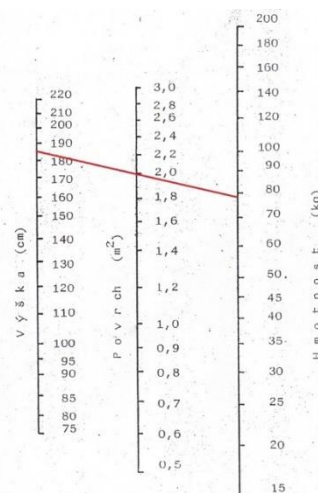
Celkový energetický výdej je vhodné porovnat s celodenním energetickým příjmem. Pro to je nutné znát principy výpočtu energetického obsahu potravin a procentuálního zastoupení jednotlivých živin. Pro příklad kvalitativního hodnocení přijímané potravy je demonstrován výpočet glykemické nálože potravin.

### 1. Měření tělesné výšky

**Pomůcky:** nástěnný metr, pravoúhlý trojúhelník.

**Postup:** nástěnný metr připevníme na zeď tak, aby se jeho spodní konec dotýkal podlahy (0 cm). Měříme naboso při vzpřímeném, nenuceném postoji. Paty, hýždě, lopatky a hlava se se dotýkají stěny. Pravoúhlý trojúhelník přitiskneme odvěsnou ke stěně a shora sjíždíme k hlavě. Když se druhá odvěsna trojúhelníku dotkne temene hlavy, odečteme výšku. Změřenou výšku v cm zapíšete do protokolu.

**Pozn.:** Měření je vhodné provádět ráno či dopoledne.



### 2. Měření tělesné hmotnosti

**Pomůcky:** osobní váha.

**Postup:** Nakalibrovanou osobní váhu položíme na vodorovnou plochu. Vážít bychom měli bosé osoby, které mají jen nezbytně nutný oděv. Vážíme ráno či dopoledne, neboť tělesnou váhu ovlivňuje řada faktorů (příjem potravy, pravidelnost stolice, příjem a výdej tekutin). Na digitální váze odečítáme hmotnost s přesností na 1 desetinné místo, na analogové váze pak s přesností 0,5 kg. Změřenou váhu v kg zapíšete do protokolu.

**Pozn.:** Vážení na většině vah je ovlivněno těžištěm těla. Vážená osoba by neměla sama odečítat váhu (často provázeno předklonem a přesunem těžiště dopředu), ani měnit polohu těla (volný, vzpřímený postoj).

### 3. Výpočet povrchu těla

Pro výpočet tělesného povrchu je potřeba znát výšku a tělesnou hmotnost.

**Pomůcky:** kalkulačka.

Jednoduchý vzorec pro výpočet povrchu těla ( $m^2$ ) =  $0,167 \times \sqrt{(\text{hmotnost v kg} \times \text{výška v m})}$

Vzorec pro výpočet povrchu těla podle DuBois:  $BSA = 0,007184 \times (W^{0,425} \times H^{0,725})$

**Vysvětlivky:** W – tělesná hmotnost v kg s přesností na 0,1 kg, H – výška v cm

**Pozn.:** Pro rychlé, orientační zjištění povrchu těla lze použít přiložený nomogram tak, že spojíme hodnotu výšky těla na stupnici vlevo s hmotností na stupnici vpravo a na stupnici uprostřed odečteme svůj povrch těla (viz obrázek – pro 185 cm a 78 kg vážící osobu je povrch těla cca  $2 m^2$ ).

### 4. Výpočet BMI



BMI (*body mass index*, Queteletův index tělesné hmoty) je jednoduchý výpočet pro orientační posouzení stavu výživy. Tento index nevypovídá o složení těla, nerozlišuje mezi hmotou svalů, tukové tkáně apod. Výsledek není směrodatný u poměrně velké skupiny fyziologických a patofyziologických změn: např. sportovci s velkým podílem svalové hmoty, u těhotných, u pacientů s otoky či velkými nádory, u dehydratovaných pacientů, u osob s amputovanou končetinou apod.

$$\text{BMI} = W/H^2$$

**Vysvětlivky:** W – hmotnost v kg s přesností na 0,1 kg, H<sup>2</sup> – druhá mocnina výšky v m s přesností na cm

**Úkol:** S použitím svých změřených hodnot spočítejte svůj BMI a zhodnoťte ho.

Hodnocení BMI pro dospělé	
< 16,5	těžká podvýživa
16,5-18,5 (20)	podváha
18,5 (20)-25	přiměřená hmotnost
25-30	nadváha
30-35	obezita I. stupně
35-40	obezita II. stupně
> 40	obezita III. stupně (monstrózní obezita)

## 5. Měření obvodu pasu a obvodu boků a výpočet jejich poměru

Měření obvodu pasu a boků provádíme při klidném dýchání ve volném, vzpřímeném postoji. Obvod pasu se měří cca ve výši pupku (tj. mezi dolním okrajem žeber na boku a horním okrajem lopaty kosti pánevní na boku). Obvod boků se měří v místě největšího obvodu boků, tzn. v oblasti hrbolů kosti kyčelní (nahmátneme z boku vystupující kost na stehnech). Měříme krejčovským metrem s přesností na 0,5 cm.



Hodnoty obvodu pasu u obézních dospělých lze využít pro posouzení rizika kardiovaskulárních onemocnění a rizika metabolického syndromu u obézních osob, neboť větší obvod pasu je obvykle spojen s ukládáním tuku ve viscerálních oblastech břicha.

Změřené hodnoty obvodu pasu a boků využijeme rovněž pro výpočet poměru obvodu pasu k obvodu boků (*waist to hip ratio*, **WHR**). WHR nehodnotí množství tělesného tuku a nelze použít bez znalosti dalších parametrů (tělesná hmotnost, BMI). Stejný WHR index může mít hubený i obézní člověk, neboť je hodnocen pouze poměr. U obézních lidí či lidí s nadváhou lze WHR použít jako tzv. index centrální obezity. Hodnoty WHR u mužů > 0,95 a u žen > 0,85 jsou považovány za rizikové z hlediska metabolického syndromu.

	Nízké riziko:	Zvýšené riziko:	Vysoké riziko:
<b>Muži</b>	< 94 cm	94-102 cm	> 102 cm
<b>Ženy</b>	< 80 cm	80-88 cm	> 88 cm

$$\text{WHR} = \text{obvod pasu v cm} / \text{obvod boků v cm}$$

Podle hodnoty WHR rovněž můžeme hodnotit typ postavy:

- **Typ „hruška“ (periferní typ):** WHR u mužů < 0,85 a u žen < 0,75. Tuk se ukládá především na bocích a na hýždích.
- **Vyrovnaný typ:** WHR u mužů 0,85–0,9 a u žen 0,75–0,8. Tuk se v těle ukládá víceméně rovnoměrně.
- **Centrální typ:** WHR u mužů 0,9–0,95 a u žen 0,8–0,85. Tuk se více ukládá na břicho než je vhodné. Zdravotní rizika se zvyšují.
- **Typ „jablko“:** WHR u mužů > 0,95 a u žen > 0,85. Tuk se preferenčně ukládá na břicho. Zdravotní rizika jsou vysoká.

**Doporučení pro rizikové skupiny s nadváhou či obezitou:** Zvýšení energetického výdeje (ideálně aerobní cvičení) spolu s úpravou jídelníčku (snížení energetického příjmu a změna složení jídelníčku). Zvýšit příjem zeleniny a ovoce, mléčných výrobků se sníženým obsahem tuku, celozrnné potraviny (pečivo, rýže, těstoviny) aj. Snížit příjem jednoduchých cukrů, nasycených tuků a obecně stravy typu fast food, sladkostí, slazených nápojů, atd. (podrobněji viz výživová doporučení).

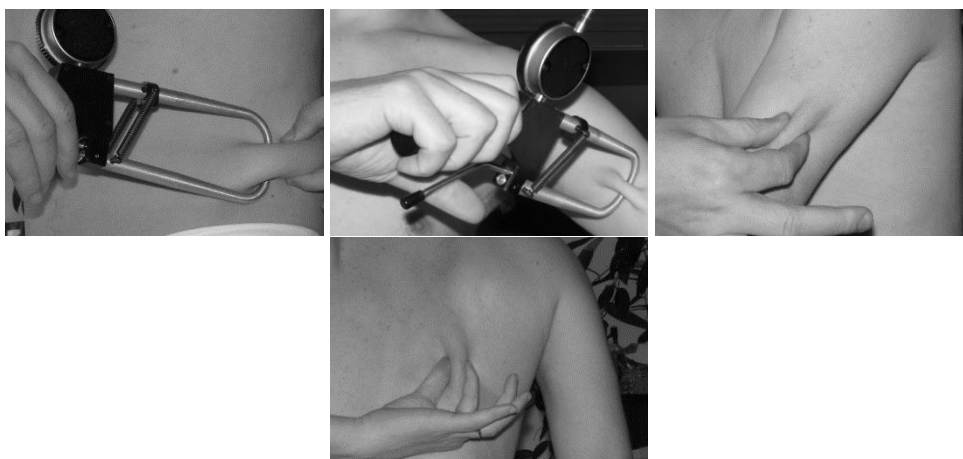
## 6. Kaliperace kožních řas

Dříve hojně používanou metodou pro stanovení procenta tělesného tuku je metoda kaliperace kožních řas (měření tloušťky kožních řas). Provádí se pomocí tzv. kaliperu, což je v podstatě „tloušťkoměr“. Měření se provádí na přesně definovaných místech těla. Přesnější měření je s využitím 10 míst, méně přesně pak 2–5 míst. Naměřené hodnoty se



Kaliper

sečtou a porovnájí s příslušnou tabulkou (pro muže, pro chlapce, pro ženy a pro dívky), kde se odečte procento tělesného tuku.



1. Měření tloušťky supraspinální kožní řasy 2. Měření tloušťky kožní řasy nad bicepsem 3.-4. Místo měření tloušťky kožní řasy nad tricepsem a pod lopatkou (subskapulárně)

**Úkol:** Změřte tloušťku 4 kožních řas metodou podle Durnina a Wormesleyho – nad tricepsem, nad bicepsem, subskapulárně (pod lopatkou na zádech) a supraspinálně (nad předním trnem lopaty kosti kyčelní). Kožní řasu (kůže a podkožní tuk) uchopíme mezi pevně mezi palec a ukazovák a tahem ji oddálíme od svaloviny ležící pod ní. Cca 1 cm od chycené kožní řasy změříme tloušťku řasy (měří se tloušťka řasy stlačená kaliperem a ne prsty). Hodnotu odečteme za 1–2 s. Na malé stupnici kaliperu se odečítají desítky milimetrů, na velké stupnici pak jednotky resp. desetiny milimetru. Hodnoty sečtete a % tělesného tuku odečtete z příložených příslušných tabulek. Hodnoty vyšší než 21 % u mužů a 31 % u žen znamenají obezitu.

Příklad – součet 4 kožních řas u muže je 56 mm. V tabulce (pozn. není zde úplná) nalezneme hodnotu 56 mm a ve sloupci pro muže odečteme 21,2 % tělesného tuku.

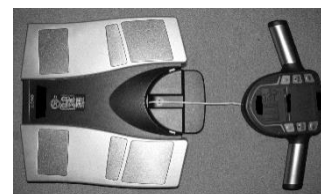
**Procento tuku odpovídající součtu 4 kožních řas**

(nad bicepsem, nad tricepsem, pod lopatkou a nad spinou) (Die J. Durnina a kol.)

Ø tuku		Součet kožních řas [mm]	Ø tuku		Ø tuku		Ø tuku		
Muži	Hoši		Dívky	Ženy	Muži	Hoši	Dívky	Ženy	
5,5	9,0	15	12,5	12,0	21,2	25,7	56	29,7	29,2
6,2	9,8	16	13,2	12,6	21,6	26,1	53	30,2	29,6
7,0	10,4	17	13,9	13,3	22,0	26,5	60	30,7	30,0
7,6	11,1	18	14,6	14,1	22,4	26,9	62	31,2	30,5
8,3	11,8	19	15,3	14,9	22,8	27,3	64	31,7	31,0
9,0	12,5	20	16,0	15,5	23,2	27,7	66	32,2	31,4
9,5	13,1	21	16,6	16,1	23,6	28,1	68	32,8	32,0
10,0	13,7	22	17,2	16,7	24,0	28,5	70	33,0	32,4
10,5	14,3	23	17,8	17,3	24,4	28,9	72	33,4	32,8

## 7. Bioimpedanční metoda stanovení procenta tělesného tuku

Metoda je založena na měření odporu těla při průchodu definovaného elektrického proudu (nízká intenzita proudu, vysoká frekvence). Elektrická vodivost tuku, který obsahu velmi málo vody v porovnání s ostatními tkáněmi, je velmi nízká. Naopak vodivost svalové hmoty je díky vysokému obsahu vody vysoká. Výsledek může být ovlivněn stavem hydratace organismu (např. dehydratace, pacienti s otoky, ascitem aj.). Moderní bioimpedanční váhy jsou schopné po zadání pohlaví, věku, výšky a hmotnosti pacienta spočítat po zvážení a změření odporu těla i velikost bazálního metabolismu resp. klidového energetického výdeje. Pro sofistikovanější měření složení těla existují i bioimpedanční přístroje s více elektrodami.



Bioimpedanční váha

Podle doporučeného postupu u konkrétní bioimpedanční váhy stanovte procento tělesného tuku a porovnejte výsledek s hodnotou získanou kaliprací kožních řas. Rovněž odečtete hodnotu bazálního





metabolizmu či klidového energetického výdeje a porovnejte ji s hodnotami zjištěnými v dalších úlohách.

## 8. Výpočet náležité hodnoty bazálního metabolismu

Pro výpočet náležité hodnoty BM je třeba znát výšku, váhu, pohlaví a věk osoby resp. její tělesný povrch. Pozor: jde pouze o výpočet předpovídané hodnoty BM, nejde o skutečnou hodnotu BM pro konkrétního jedince. Ta je ovlivněna řadou faktorů (viz teoretický úvod). Pro odhad klidového energetického výdeje lze předpovídanou hodnotu BM vynásobit  $1,1\times$  (hodnota KEV je cca o 10 % vyšší než hodnota BM).

Vzorec pro výpočet hodnoty BM podle Harris-Benedictova vzorce:

**Pro muže:**  $BM (kJ/24h) = 4,1868 \times (66,5 + 13,8xW + 5xH - 6,75xA)$

**Pro ženy:**  $BM (kJ/24h) = 4,1868 \times (655 + 9,6xW + 1,85xH - 4,68xA)$

**Vysvětlivky:** W – váha v kg, H – výška v cm, A – věk v letech, 4,1868 – faktor pro přepočtení výsledku z kcal na kJ

Přepočítejte hodnotu BM v kJ/d na kJ/h ( $BM/24$ ) a kJ/min ( $BM/(24 \times 60)$ ).

**Příklad č. 1:** Spočítejte velikost predikovaného BM pro muže ve věku 35 let, který měří 182 cm a váží 76,3 kg.

**Řešení:**

$BM = 4,1868 \times (66,5 + 13,8 \times 76,3 + 5 \times 182 - 6,75 \times 35) = 7508 \text{ kJ/d}$

Další možný vzorec pro výpočet BM pro dospělého člověka (méně přesný, ale jednoduchý):

**Pro muže:**  $BM (kJ/h) = S \times 168$

**Pro ženy:**  $BM (kJ/h) = S \times 150$

**Vysvětlivky:** S – povrch těla v  $m^2$

## 9. Zjištění hodnoty BM v tabulkách

**Pomůcky:** Harris-Benedictovy tabulky

**Postup:** Vyberte tabulky pro příslušné pohlaví. V nich v tabulce I najdete hodnotu pro hmotnost (s přesností na desetiny kg) a v tabulce II pak najdete hodnotu pro věk a výšku. Obě hodnoty sečtete a výsledek vynásobíte 4,1868. Výsledek je pak hodnota odhadu BM v kJ/d.

**Příklad č. 1:** Najděte hodnotu predikovaného BM v Harris-Benedictových tabulkách pro muže ve věku 35 let, který měří 182 cm a váží 76,3 kg (stejný příklad jako v úloze č. 8). Porovnejte nalezenou hodnotu se spočítanou hodnotou z úlohy č. 8.

**Řešení:** V tabulce I pro muže jsme našli hodnotu 1116 kcal pro hmotnost 76,3 kg (76 kg na y ose, 0,3 kg na x ose). V tabulce II pro muže pak hodnotu 674 kcal pro 35 let (x osa) a výšku 182 cm (y osa). Provedeme součet a výsledek (1790 kcal) vynásobíme 4,1868 (přepočtení na kJ). Výsledek je 7494 kJ/d. Porovnáme hodnoty spočítané a nalezené v tabulce (výsledek se liší o méně než 0,2 %).



TABULKA A I.

(pokračování). Číslo pro tělesnou váhu mužských osob.

kg	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
46	699	700	702	703	705	706	707	709	710	711
47	713	714	716	717	718	720	721	722	724	725
48	727	728	729	731	732	733	735	736	738	739
49	740	742	743	744	746	747	749	750	751	753
50	754	755	757	758	760	761	762	764	765	766
51	768	769	771	772	773	775	776	777	779	780
52	782	783	784	786	787	788	790	791	793	794
53	795	797	798	799	801	802	804	805	806	808
54	809	810	812	813	815	816	817	819	820	821
55	823	824	826	827	828	830	831	832	834	835
56	837	838	839	841	842	843	845	846	848	849
57	850	852	853	854	856	857	859	860	861	863
58	864	865	867	868	870	871	872	874	875	876
59	878	879	881	882	883	885	886	887	889	890
60	892	893	894	896	897	898	900	901	903	904
61	905	907	908	909	911	912	914	915	916	918
62	919	920	922	923	925	926	927	929	930	931
63	933	934	936	937	938	940	941	942	944	945
64	947	948	949	951	952	953	955	956	958	959
65	960	962	963	964	966	967	969	970	971	973
66	974	975	977	978	980	981	982	984	985	986
67	988	989	991	992	993	995	996	997	999	1000
68	1002	1003	1004	1006	1007	1008	1010	1011	1013	1014
69	1015	1017	1018	1019	1021	1022	1024	1025	1026	1028
70	1029	1030	1032	1033	1035	1036	1037	1039	1040	1041
71	1043	1044	1046	1047	1048	1050	1051	1052	1054	1055
72	1057	1058	1059	1061	1062	1063	1065	1066	1068	1069
73	1070	1072	1073	1074	1076	1077	1079	1080	1081	1083
74	1084	1085	1087	1088	1090	1091	1092	1094	1095	1096
75	1098	1099	1101	1102	1103	1105	1106	1107	1109	1110
76	1112	1113	1115	1116	1117	1118	1120	1121	1123	1124
77	1125	1127	1128	1129	1131	1132	1134	1135	1136	1138
78	1139	1140	1142	1143	1145	1146	1147	1149	1150	1151
79	1153	1154	1156	1157	1158	1160	1161	1162	1164	1165
80	1167	1168	1169	1171	1172	1173	1175	1176	1178	1179
81	1180	1182	1183	1184	1186	1187	1189	1190	1191	1193
82	1194	1195	1197	1198	1200	1201	1202	1204	1205	1206
83	1208	1209	1211	1212	1213	1215	1216	1217	1219	1220
84	1222	1223	1224	1226	1227	1228	1230	1231	1233	1234
85	1235	1237	1238	1239	1241	1242	1244	1245	1246	1248
86	1249	1250	1252	1253	1255	1256	1257	1259	1260	1261
87	1263	1264	1266	1267	1268	1270	1271	1272	1274	1275
88	1277	1278	1279	1281	1282	1283	1285	1286	1288	1289
89	1290	1292	1293	1294	1296	1297	1299	1300	1301	1303
90	1304	1305	1307	1308	1310	1311	1312	1314	1315	1316

TABULKA A II.

(pokracování). Číslo pro stáří a výšku mužských osob.

Roku em	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
151	533	526	519	512	506	499	492	485	479	472	465	458	452
152	538	531	524	517	511	504	497	490	484	477	470	463	457
153	543	536	529	522	516	509	502	495	489	482	475	468	462
154	548	541	534	527	521	514	507	500	494	487	480	473	467
155	553	546	539	532	526	519	512	505	499	492	485	478	472
156	558	551	544	537	531	524	517	510	504	497	490	483	477
157	563	556	549	542	536	529	522	515	509	502	495	488	482
158	568	561	554	547	541	534	527	520	514	507	500	493	487
159	573	566	559	552	546	539	532	525	519	512	505	498	492
160	578	571	564	557	551	544	537	530	524	517	510	503	497
161	583	576	569	562	556	549	542	535	529	522	515	508	502
162	588	581	574	567	561	554	547	540	534	527	520	513	507
163	593	586	579	572	566	559	552	545	539	532	525	518	512
164	598	591	584	577	571	564	557	550	544	537	530	523	517
165	603	596	589	582	576	569	562	555	549	542	535	528	522
166	608	601	594	587	581	574	567	560	554	547	540	533	527
167	613	606	599	592	586	579	572	565	559	552	545	538	532
168	618	611	604	597	591	584	577	570	564	557	550	543	537
169	623	616	609	602	596	589	582	575	569	562	555	548	542
170	628	621	614	607	601	594	587	580	574	567	560	553	547
171	633	626	619	612	606	599	592	585	579	572	565	558	552
172	638	631	624	617	611	604	597	590	584	577	570	563	557
173	643	636	629	622	616	609	602	595	589	582	575	568	562
174	648	641	634	627	621	614	607	600	594	587	580	573	567
175	653	646	639	632	626	619	612	605	599	592	585	578	572
176	658	651	644	637	631	624	617	610	604	597	590	583	577
177	663	656	649	642	636	629	622	615	609	602	595	588	582
178	668	661	654	647	641	634	627	620	614	607	600	593	587
179	673	666	659	652	646	639	632	625	619	612	605	598	592
180	678	671	664	657	651	644	637	630	624	617	610	603	597
181	683	676	669	662	656	649	642	635	629	622	615	608	602
182	688	681	674	667	661	654	647	640	634	627	620	613	607
183	693	686	679	672	666	659	652	645	639	632	625	618	612
184	698	691	684	677	671	664	657	650	644	637	630	623	617
185	703	696	689	682	676	669	662	655	649	642	635	628	622
186	708	701	694	687	681	674	667	660	654	647	640	633	627
187	713	706	699	692	686	679	672	665	659	652	645	638	632
188	718	711	704	697	691	684	677	670	664	657	650	643	637
189	723	716	709	702	696	689	682	675	669	662	655	648	642
190	728	721	714	707	701	694	687	680	674	667	660	653	647
191	733	726	719	712	706	699	692	685	679	672	665	658	652
192	738	731	724	717	711	704	697	690	684	677	670	663	657
193	743	736	729	722	716	709	702	695	689	682	675	668	662
194	748	741	734	727	721	714	707	700	694	687	680	673	667
195	753	746	739	732	726	719	712	705	699	692	685	678	672
196	758	751	744	737	731	724	717	710	704	697	690	683	677
197	763	756	749	742	736	729	722	715	709	702	695	688	682
198	768	761	754	747	741	734	727	720	714	707	700	693	687
199	773	766	759	752	746	739	732	725	719	712	705	698	692
200	778	771	764	757	751	744	737	730	724	717	710	703	697

## 10. Výpočet energetického výdeje různých činností podle průměrné tepové frekvence

Při sledování závislosti spotřeby kyslíku organizmem při různých činnostech na tepové frekvenci bylo zjištěno, že existuje lineární vztah mezi energetickým výdejem a tepovou frekvencí od 90 do 150 tepů/min. Při nižších frekvencích (energetický výdej se blíží klidovému energetickému výdeji), ani při vyšších frekvencích (zapojení anaerobního metabolismu) nelze níže uvedený výpočet použít.

**Pozn.:** vzorec byl zjištěn na vzorku 115 mužů a žen o hmotnosti 47–120 kg ve věku 18–45 let, proto nelze s jistotou využít u dětí a starých lidí.

**Pomůcky:** sporttester, kalkulačka, sportovní oblečení a boty.

**Praktické provedení:** Po správné aplikaci sporttesteru (viz návod příslušného přístroje) začneme s požadovanou činností (např. běh, jízda na kole aj.) po požadovanou dobu (cca 20–30 min.). Je vhodné nastavit horní a dolní limit tepové frekvence (150 resp. 90 tepů/min), abychom byli zvukovým signálem upozorněni v případě, že je intenzita činnosti příliš vysoká nebo nízká. Sporttester rovněž měří i čas aktivity, který je nutný znát pro výpočet. Dražší sporttestery jsou schopné po zadání věku, pohlaví a hmotnosti (ev. i výšky) spočítat energetický výdej automaticky.

**Vzorec pro výpočet energetického výdeje pro muže (výsledek je uveden v kJ):**

$$= (-55.0969 + 0.6309 \times TF + 0.1988 \times W + 0.2017 \times A) \times t$$

**Vzorec pro výpočet energetického výdeje pro ženy (výsledek je uveden v kJ):**

$$= (-20.4022 + 0.4472 \times TF - 0.1263 \times W + 0.074 \times A) \times t$$

**Vysvětlivky:** TF – průměrná tepová frekvence za celou dobu cvičení uvedená v tepech/min, W – tělesná hmotnost v kg, A – věk v letech, t – čas aktivity v minutách.

Odhady energetického výdeje při různých činnostech lze provést výpočtem s využitím kalorických tabulek pro jednotlivé činnosti. Tyto tabulky jsou však společné pro muže a pro ženy a neberou v potaz věk ani individuální odpověď organismu na zátěž. Průměrné hodnoty energetického výdeje pro různé činnosti nalezneme např. na <http://www.kaloricketabulky.cz/tabulka-aktivit.php>.



Sporttester



Přesnější by bylo využití tzv. poměru fyzické aktivity (*physical activity ratio, PAR*), které vyjadřuje poměr mezi energetickým výdejem při činnosti a bazálním metabolismem. Energetický výdej pro konkrétní činnost by se vypočítal jako hodnota BM v kJ/min  $\times$  PAR  $\times$  doba trvání činnosti v min. Dostupnost hodnot PAR je jen pro omezený počet činnosti (např. spánek 1, sezení 1,4, stání 1,6, pomalá chůze 3, rychlá chůze 4,6, rekreační plavání 7,5, jogging 8,6).

Častěji než PAR se využívá tzv. MET (*metabolic equivalent of task*). 1 MET je definován jako energetický výdej při spotřebě 3,5 ml O<sub>2</sub> na kg váhy za min, což odpovídá energetickému výdeji „průměrné“ dospělé osoby o povrchu těla 1,77 m<sup>2</sup>, která klidně sedí. Tato hodnota se přibližně rovná hodnotě klidového energetického výdeje.

Pro odhad celkového denního výdeje pro různé životní styly byla zvedena tzv. úroveň fyzické aktivity (*physical activity level, PAL*), která vyjadřuje číslo, kterým musíme vynásobit hodnotu denního BM, abychom zjistili celkový denní energetický výdej.

#### **Základní hodnoty PAL:**

- Život při upoutání na vozík nebo na lůžko **1,2**
- Sedavá práce bez vstávání s minimem volnočasových fyzicky náročných aktivit **1,4–1,5**
- Sedavá práce s občasným vstáváním s minimem volnočasových aktivit **1,6–1,7**
- Práce ve stoje **1,8–1,9**
- Fyzicky náročná práce nebo fyzicky vysoce náročné volnočasové aktivity **2,0–2,4**

**Pozn.:** při fyzicky náročné volnočasové aktivitě 4–5  $\times$  za týden po dobu 30–60 min je nutné přičíst k PAL pro Váš životní styl ještě **+0,3**

**Pomůcky:** kalkulačka.

**Prakticky:** Vypočítejte energetický výdej pro následující činnosti s využitím známého energetického výdeje na kg hmotnosti a 1 min činnosti:

#### **Příklady výpočtu 1:**

Průměrný energetický výdej při spaní je 0,06 kJ/kg/min. Spočítejte, kolik energie vydáte při 8 h spánku. K výpočtu je nutné znát Vaši tělesnou hmotnost (např. 78 kg).

**Výpočet:** Energetický výdej = 0,06  $\times$  78 (hmotnost)  $\times$  8 (hodin)  $\times$  60 (minut v hodině) = 2246 kJ

#### **Příklady výpočtu 2:**

Průměrný energetický výdej při běhu po rovině rychlostí cca 10 km/h je 0,73 kJ/kg/min. Spočítejte, kolik energie vydáte při 40 min běhu. K výpočtu použijte stejnou tělesnou hmotnost jako v příkladu 1.

**Výpočet:** Energetický výdej = 0,73  $\times$  78 (hmotnost)  $\times$  40 (minut) = 2278 kJ

#### **Příklady výpočtu 3:**

Průměrný energetický výdej při chůzi po rovině rychlostí cca 5 km/h (svižná chůze) je 0,28 kJ/kg/min. Spočítejte, kolik energie vydáte při chůzi po dobu 100 minut. K výpočtu použijte stejnou tělesnou hmotnost jako v příkladu 1.

**Výpočet:** Energetický výdej = 0,28  $\times$  78 (hmotnost)  $\times$  100 (minut) = 2184 kJ

**Závěr:** Energetický výdej při 8h spánku, při 40 min běhu rychlostí 10 km/h a při 100 min chůzi rychlostí 5 km/h je přibližně stejný.

**Pozn.:** Při součtu všech celodenních aktivit (spánek, jídlo, chůze, psaní, cvičení, sezení, ...) lze vypočítat **celodenní energetický výdej**. Nelze sečíst veškeré denní aktivity, vybrat alespoň ty hlavní. Součet dob trvání počítaných aktivit by měl být 24h! U krátkodobých činností (čištění zubů, toaleta, jízda výtahem, městskou hromadnou dopravou apod.) je třeba odhadnout dobu jejich celkového trvání a pak použít energetický výdej např. pro sezení či stání. Pro výpočet celodenního energetického výdeje je vhodné si 1 den před počítáním zapisovat veškeré denní aktivity.

## 11. Výpočet energetického obsahu potravin

Pro výpočet energetického obsahu jednotlivých potravin je třeba znát hmotnost zkonsumované potraviny a obsah jednotlivých živin ve 100 g potraviny. S využitím znalosti fyziologického spalného tepla jednotlivých živin (17 kJ/g cukrů a bílkovin a 38–39 kJ/g tuků) lze dopočítat energetický obsah potraviny. Jednodušší je pak najít si konkrétní potravinu v kalorických tabulkách. Volně přístupné kalorické tabulky jsou např. na <http://www.kaloricketabulky.cz/>. Cílem není matematické cvičení, ale uvědomění si, že lze energetický obsah potravy spočítat. Rovněž je důležité si uvědomit rozdílná fyziologická spalná tepla cukrů a bílkovin (17 kJ/g) oproti tukům (39 kJ/g). Další význam tkví v porovnání 2 potravin o stejné váze, např. 200 g jablka a 200 g čokolády.



**Příklady výpočtu 1:** Např. jablko ‘Golden Delicious’ obsahuje ve 100 g 0,6 g bílkovin, 14 g sacharidů a 0,2 g tuků. Pokud sníme 1 jablko o váze 200 g (nepočítáme nesnědené části), pak přijmeme 1,2 g bílkovin, 28 g sacharidů a 0,4 g tuků. Po výpočet energetického příjmu použijeme fyziologická spalná tepla pro jednotlivé živiny (tedy pro cukry:  $28\text{g} \times 17\text{ kJ/g}$ , pro bílkoviny:  $1,2\text{ g} \times 17\text{ kJ/g}$ , pro tuky  $0,4\text{ g} \times \text{cca } 38\text{ kJ/g}$ ), výsledek činí zaokrouhleně 512 kJ. Spočítaná hodnota se může mírně lišit oproti hodnotám nalezeným v tabulkách, neboť jablka obsahují i další stravitelné živiny (např. ovocné kyseliny).



**Příklady výpočtu 2:** Např. mléčná čokoláda obsahuje ve 100 g 6,7 g bílkovin, 52 g sacharidů a 33 g tuků. Pokud bychom snědli 2 tabulky čokolády (tedy 200 g), pak přijmeme 13,4 g bílkovin, 104 g sacharidů a 66 g tuků. Výsledný energetický obsah ve 200 g mléčné čokolády činí zaokrouhleně 4570 kJ (pro cukry:  $104\text{g} \times 17\text{ kJ/g}$ , pro tuky  $66\text{ g} \times \text{cca } 39\text{ kJ/g}$  a pro bílkoviny  $13,4\text{g} \times 17\text{ kJ/g}$ ).

**Závěr:** Energetický obsah mléčné čokolády je téměř 9× vyšší než energetický obsah jablka. Vysvětlené: Živiny v čokoládě tvoří téměř 92 % její hmotnosti, navíc 1/3 její hmotnosti jsou tuky, které mají více než 2× vyšší fyziologické spalné teplo oproti cukrům a bílkovinám. Naopak v jablčích je vysoký podíl vody (cca 80–85 % jejich hmotnosti tvoří voda).

Jaké množství jablek nebo čokolády obsahuje stejné množství využitelné energie, které spálíme při 8 h spánku, při 40 min běhu rychlostí 10 km/h resp. při 100 min chůzi rychlostí 5 km/h? (cca 800–850 g jablek, cca 100 g čokolády)

**Pozn.:** Velikost spotřebované energie je ovlivněna zejména na tělesnou hmotností.

## 12. Výpočet energetického a nutričního obsahu obvyklého denního jídelníčku

Vzhledem k tomu, že velké procento neinfekčních civilizačních onemocnění vzniká v souvislosti se špatnou životosprávou, je nanejvýše žádoucí odstranit nevhodné stravovací návyky a upravit životní styl. Za hlavní výživové faktory, které zvyšují výskyt nebo časnost manifestace těchto civilizačních onemocnění, se považují: vysoký příjem energie, nadbytečný příjem solí, vysoký příjem alkoholu, nevhodné složení tuků a nedostatečný příjem ovoce a zeleniny.

**Pomůcky:** kalorické tabulky, kalkulačka

**Postup:** Několik dní nebo alespoň 1 den poctivě zapisujte vše, co sníte a vypijete za celý den (včetně množství). Následně najdete všechny potraviny v kalorických tabulkách a zjistíte celkový denní energetický příjem a rovněž zjistíte zastoupení hlavních živin (cukrů, tuků a bílkovin). Celkový energetický příjem porovnejte s odhadnutým energetickým výdejem. Při sedavém způsobu života (s občasným vstáváním s minimem volnočasových fyzicky náročných aktivit) je celkový energetický výdej cca 1,6–1,7 × vyšší než hodnoty BM (viz úloha č. 10). Porovnejte rovněž zastoupení jednotlivých živin ve Vašem jídelníčku s doporučenými hodnotami. V případě, že se hodnoty významně liší, zjistěte, které potraviny jsou pro Vás nevhodné a zkuste je nahradit „zdravějšími“ potravinami.

**Příklad:** Celodenní energetický příjem 35letého muže (výška 182 cm a hmotnost 76,3 kg) činí u 14503 kJ. Muž žije sedavým způsobem života (tedy PAL hodnota je cca 1,6 – viz úloha 10), nemá fyzicky náročné koníčky. Obsah bílkovin ve stravě je 80 g, cukrů 429 g sacharidů a 150 g tuků.

Hodnota predikovaného energetického výdeje činí:  $= \text{BM} \times \text{cca } 1,6 = 7508\text{ kJ} \times 1,6 = 12013\text{ kJ/d}$

Výpočet % zastoupení živin podle energetického obsahu (nutno znát fyziologické spalné teplo živin):

Živina	energetický obsah	% zastoupení živin	
Cukry	$= 429\text{ g} \times 17\text{ kJ/g}$ $= 7293\text{ kJ}$	$= 7293 \times 100/14503$	<b>=50,3 %</b>
Tuky	$= 150\text{ g} \times 39\text{ kJ/g}$ $= 5850\text{ kJ}$	$= 5850 \times 100/14503$	<b>=40,3 %</b>
Bílkoviny	$= 80\text{ g} \times 17\text{ kJ/g}$ $= 1360\text{ kJ}$	$= 1360 \times 100/14503$	<b>=9,4%</b>
Součet:	<b>= 14503 kJ</b>	(kontrola - součet % = 100%)	

**Závěr č. 1:** Energetický příjem je cca o 2500 kJ vyšší než výdej. Při dlouhodobé převaze energetického příjmu nad výdejem by tento muž začal tloustnout.

**Závěr č. 2:** V potravě hradí tuky více než 40 % energetického denního příjmu (oproti doporučeným cca 30 %), energetický příjem ve formě sacharidů a bílkovin je nižší než doporučený příjem.



**Pozn.:** Správně bychom měli hodnotit i další kritéria, jako je podíl nasycených, mononenasycených a vícenenasycených mastných kyselin ve stravě, zdroje tuků (živočišné vs. rostlinné), podíl monosacharidů a disacharidů k celkovému příjmu sacharidů, rozložení příjmu potravy během dne, plnohodnotnost přijímaných bílkovin, podíl ovoce a zeleniny, množství vlákniny ve stravě, příjem soli a mnoho dalších parametrů.

### 13. Porovnání glykemického indexu a glykemické nálože potravin

**Pomůcky:** kalkulačka, tabulky glykemického indexu, kalorické tabulky

**Úkol 1:** Porovnejte glykemický index a glykemickou nálož jablka, melounu, chleba, hranolků, vařených brambor, nízkotučného mléka, hořké a mléčné čokolády. Pro porovnání glykemické nálože použijte množství 150 g potravin.

**Provedení:**

**Pozn.:** Tabulky glykemického indexu nalezneme např. na:  
[http://www.szu.cz/uploads/documents/czpzp/edice/plne\\_znani/glykemie.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/czpzp/edice/plne_znani/glykemie.pdf), [http://www.rozumnehubnuti.cz/?page\\_id=27](http://www.rozumnehubnuti.cz/?page_id=27),  
<http://www.zivotacukrovka.cz/vyziva-a-recepty/potraviny-a-jejich-glykemicky-index---seznam>

Glykemické indexy:		Glykemická nálož:	
jablko	36	jablko	$36/100 \times 0,14 \times 150 = 7,6$
meloun vodní	71	meloun vodní	$71/100 \times 0,07 \times 150 = 7,5$
bílý chleba	71	bílý chleba	$71/100 \times 0,45 \times 150 = 47,9$
hranolky	75	hranolky	$75/100 \times 0,59 \times 150 = 66,4$
brambory vařené	64	brambory vařené	$64/100 \times 0,156 \times 150 = 15,0$
mléko nízkotučné	32	mléko nízkotučné	$32/100 \times 0,046 \times 150 = 2,2$
hořká čokoláda	22	hořká čokoláda	$22/100 \times 0,509 \times 150 = 16,8$
mléčná čokoláda	43	mléčná čokoláda	$43/100 \times 0,58 \times 150 = 37,4$

**Závěr:** Nevyšší glykemický index mají hranolky, dále pak meloun, bílý chléb a vařené brambory. Největší glykemickou nálož mají hranolky, dále bílý chléb a mléčná čokoláda. Nejnižší glykemické nálože měly vodní meloun a jablka. Zajímavé je, že přestože měl vodní meloun druhý nejvyšší GI (71), jeho glykemická nálož byla nejnižší (díky malému množství cukrů a velkému obsahu vody).

**Úkol 2:** Porovnejte rovněž energetický obsah těchto potravin o uvedené hmotnosti (150 g).

Meloun, přestože má 2. nejvyšší GI, má nejnižší energetický obsah 210 kJ/150 g. Nejnižší hodnotu GI má hořká čokoláda, přesto, spolu s mléčnou čokoládou, obsahuje nejvyšší množství využitelné energie (3454 kJ). Hranolky obsahují cca 5,5× více využitelné energie (2319 kJ), oproti vařeným bramborům (426 kJ).

### 14. Ukázka měření klidového energetického výdeje metodou nepřímé kalorimetrie

Po domluvě s prof. Zadákem ve Fakultní nemocnici v Hradci Králové ev. s prof. Červinkovou na Ústavu fyziologie Univerzity Karlovy v Praze, Lékařské fakulty v Hradci Králové lze demonstrovat princip nepřímé kalorimetrie.

#### Kontrolní otázky

1. K čemu je dobré znát hodnotu svého klidového energetického výdeje?
2. Proč je vhodné mít optimální tělesnou hmotnost a netrpět ani nadváhou/obezitou ani podváhou?
3. Odhadněte, která potravina obsahuje více využitelné energie a z jakého důvodu? Porovnání např. meloun vs. sušenky.
4. Která metoda stanovení klidového energetického výdeje je nejpřesnější (výpočet vs. měření nepřímou kalorimetrií vs. hodnoty v tabulce vs. hodnota zjištěná pomocí bioimpedanční váhy).



**Praktické cvičení - pokus kategorie a - vyžadující běžné vybavení**

Úlohy č. 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 11, 12, 13

**Praktické cvičení - pokus kategorie b - vyžadující určité laboratorní vybavení**

Úlohy č. 6, 7, 10,

**Praktické cvičení - pokus kategorie c - možno realizovat  
po dohodě pouze na specializovaných pracovištích**

Úloha č. 14