



Metodické listy OPVK

Obecná pravidla výživy, energetická hodnota výživy



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



ÚVOD

Obecná pravidla výživy

Zdravá výživa by měla vyhovovat po stránce energetické i nutriční. Energetická hodnota potravy je množství pro tělo využitelné energie (ne všechna energie obsažená ve stravě může být naším tělem využita). Energetický příjem by měl být v rovnováze s energetickým výdejem. Platí zákon zachování energie, takže pokud energetický příjem delší dobu převyšuje výdej energie, energie se ukládá ve formě tuků (nadváha, obezita). Naopak při dlouhodobé převaze výdeje nad příjmem dochází k hubnutí.

Biologická hodnota potravy se týká kvality a kvantity základních živin (cukry, tuky a bílkoviny), dále minerálů, stopových prvků a vitamínů. V neposlední řadě by strava člověka měla být chutná, ekonomicky přijatelná a hlavně bezpečná (neměla by obsahovat škodlivé látky).

Vedle žádoucích složek obsahují potraviny také **kontaminanty**, které mohou mít ve vyšších koncentracích negativní dopady na lidské zdraví (kancerogenní, mutagenní, teratogenní, neurotoxické a další toxické účinky).



CUKRY (sacharidy)

Cukry jsou základním zdrojem energie, který v procesu glykolýzy, což je buněčné štěpení glukózy, poskytuje pohotově energii. Produkty glykolýzy jsou pak dále přeměněny mnoha složitými reakcemi až na oxid uhličitý a vodu. Glukóza je pohotovým zdrojem energie, který tvoří hlavní nebo jediný zdroj pro některé buňky (nervové buňky, červené krvinky). Cukry se podílejí na stavbě těla a tvoří součást důležitých molekul v těle (RNA, DNA, ...). Sacharidy lze dělit na jednoduché cukry (monosacharidy, disacharidy a další oligosacharidy) a polysacharidy. Polysacharidy mohou být stravitelné (rostlinný škrob, živočišný glykogen) nebo nestravitelné (vláknina – podrobnosti viz speciální modul).

Fyziologická koncentrace glukózy v krvi (**glykémie**) je nalačno 3,6–5,6 mmol/l. Po jídle glykémie stoupá, nicméně by neměla přesáhnout hodnoty 10 resp. 11 mmol/l. Při nedostatku sacharidů se zvyšuje oxidace tuků s případnou tvorbou ketolátek, což může vést k poklesu pH v organismu. Hladina glukózy v krvi 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 (glukagon, katecholaminy a glukokortikoidy). 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, opakovaném působení, při kterém dochází k poruchám regulace glykémie inzulínem – tzv. inzulínové rezistenci (snížená odpověď zejména tukové a svalové tkáně na inzulín). Ta vzniká snáze u obézních osob a je jednou ze základních příčin vzniku metabolického syndromu a diabetu mellitus typu II u geneticky predisponovaných jedinců. **Metabolický syndrom** je soubor klinických a laboratorních symptomů vzniklých na podkladě inzulínové 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:

- 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)
- zvýšená glykémie nalačno (> 5,6 mmol/l nebo diagnostikovaný diabetes mellitus typu II).

Pro vznik inzulinové rezistence jsou nebezpečné zejména potraviny, které vedou k rychlému zvýšení glykémie (provázené zvýšením sekrece inzulinu). O zvýšení glykémie po požití potraviny s 50g obsahem stravitelných sacharidů v porovnání s 50 g glukózy vypovídá tzv. **glykemický index (GI)** potravy. Definice GI: GI je definován jako poměr ploch pod vzestupnou částí křivky glykémie vyjádřený v % po požití potraviny (s 50 g stravitelných sacharidů) versus čistá glukóza (50 g). Poměrně složitou definicí GI dále komplikuje fakt, že existuje ještě GI porovnávající testovanou potravinu s obsahem 50 g stravitelných sacharidů s bílým chlebem s obsahem 50 g sacharidů.

Samotná znalost GI není prakticky využitelná. Z nutričního pohledu je důležitější tzv. **glykemická nálož (GN)**. GN vypovídá o zvýšení glykémie po snědení konkrétního množství konkrétní potraviny.

$GN = GI/100 \times \text{množství g cukrů v 1 g potraviny} \times \text{celkové množství snědené potraviny v g}$

Vysvětlivky:

GI/100 – hodnota GI vyjádřená v relativním čísle, nikoli v %
množství g cukrů v 1 g potraviny – nabývá hodnoty od 0 do 1

Příklad:

GN pro 150 g jablek = $36/100 \times 0,14 \times 150 = 7,6$

(GI pro jablka je 36, obsahují 14 g cukru ve 100 g jablek, resp. 0,14 g v 1 g)

BÍLKOVINY (proteiny)

Bílkoviny jsou složeny z aminokyselin, které vytvářejí různé prostorově uspořádaný řetězec. Bílkoviny mají stavební funkci (součást buněčných membrán, buněčného skeletu, aj.) a jsou základem enzymů a jiných funkčních proteinů. Některé aminokyseliny (esenciální) si tělo neumí vytvořit a proto je nutné je přijímat v potravě, jiné aminokyseliny si člověk vytvořit dokáže (tzv. 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.

TUKY (lipidy)

Tuky jsou energeticky nejbohatší živinou (obsahují v 1 g živiny více než 2× více energie než cukry nebo bílkoviny). V těle najdeme nejvíce neutrálních tuků (triacylglyceroly), dále fosfolipidy, cholesterol a jeho estery. Triacylglyceroly jsou složeny z glycerolu a mastných kyselin, které podle své chemické struktury (přítomnost či nepřítomnost jedné či více dvojných vazeb) mohou být nasycené, mononenasycené a vícenenasycené. Tuky mají významnou stavební funkci (fosfolipidy a cholesterol tvoří buněčné membrány). Jsou zásobní formou energie v těle (průměrně zásoby tuků jsou schopny pokrýt energetické potřeby dospělého člověka na cca 30 dní). Tuky slouží pro syntézu řady biologicky významných molekul. Jejich příjem je rovněž důležitý pro vstřebávání v tukích 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 (tzv. PUFA) a málo cholesterolu. Některé vícenenasycené mastné kyseliny si tělo nedokáže samo syntetizovat a proto je nutné je přijímat v potravě (tzv. esenciální



PUFA). Podle pozice dvojnásobné vazby v molekule se PUFA dělí na 2 hlavní skupiny ω -3 (řepkový olej, mořské ryby, ořechy) a ω -6 (rostlinné oleje) mastné kyseliny. V potravě je obvykle dostatek ω -6 PUFA (např. kyselina arachidonová a linolová) a relativní nedostatek ω -3 PUFA (např. kyselina linolenová, eikosapentaenová 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 (MK). Zvláštní skupinou jsou tzv. trans-nenasycené mastné kyseliny, které mají negativní vliv na naše zdraví.

Cholesterol tvoří součást biologických membrán a je výchozí látkou pro tvorbu biologicky významných látek (žlučové kyseliny, steroidní hormony, vitamín D₃). V těle se většina cholesterolu tvoří (tzv. endogenní produkce, nejvíce v játrech) a menší část je přijímána s potravou (zejména živočišné tuky např. 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 než absolutní hladina celkového cholesterolu je množství a poměr jeho hlavních transportních forem v plazmě – tzv. LDL (lipoproteiny o nízké hustotě) cholesterol a HDL (lipoproteiny o vysoké hustotě) cholesterol. Zatímco **LDL cholesterol** má proaterogenní účinky (podporuje vznik aterosklerózy), **HDL cholesterol** má antiaterogenní účinky (ochranný vliv proti rozvoji aterosklerózy, pro zapamatování „*H jako hodný*“). 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 estrogény, které významně chrání ženy do menopauzy před aterosklerózou. Tzv. aterogenní index je poměr celkového cholesterolu a HDL cholesterolu (měl by být nižší než 5).

Obecná výživová doporučení (+ základní doporučení vhodné životosprávy)

Tato doporučení se vztahují k dospělé populaci ekonomicky vyspělých zemí s vysokým výskytem civilizačních chorob. Většinu doporučení lze použít i na dětskou populaci.

Obecně bychom měli jíst stravu pestrou, vícekrát denně, vyvážené porce a nezapomínat na snídani. 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 předcházejí rozvoji civilizačních onemocnění.

a) Vyvážení celkový energetický příjem ve vztahu s energetickým výdejem

- u velké části populace jde o snížení energetického příjmu

b) Vyvážený příjem živin

- sacharidy by měly tvořit cca 55 %
- tuky cca 30 %
- bílkoviny cca 15 % energetického příjmu

c) Rovnoměrné rozložení jídla během dne

- tři hlavní denní jídla a 2 svačiny:
 - snídaně 20 %
 - dopolední svačina 5–10 %
 - oběd 35 %
 - odpolední svačina 5–10 %
 - večeře 25–30 % energetického příjmu,
- nepřijímat větší množství energie pozdě večer, pauzy mezi jídly cca 3 h

d) Omezit příjem jednoduchých sacharidů

- omezit sladkosti a slazené nápoje
- obecně by měli jednoduché sacharidy tvořit ≤ 10 % energetického příjmu

e) Omezit příjem tuků, zejména živočišných tuků

- (omezit příjem červeného masa a vepřového masa, výrazně redukovat viditelně tučné maso, preferovat rostlinné oleje, zejména řepkový, zvýšit příjem ryb, zejména mořských)
- tuky celkem do 30 % u dospělých



- u dětí ve školním věku max. 30–35 % energetického příjmu
 - nasycené MK \leq 10 %, polynenasycené MK 7–10 % a mononenasycené MK \leq 10 % celkového energetického příjmu
 - poměr ω -3 : ω -6 polynenasycených MK \leq 1 : 5
 - snížit příjem transnenasycených tuků a cholesterolu (\leq 300 mg/d)
- f) Vyvážený příjem kvalitních bílkovin**
(z živočišných zdrojů preferovat bílé maso, ryby a zakysané mléčné výrobky, z rostlinných zdrojů luštěniny)
- g) Zvýšit příjem ovoce a zeleniny a vlákniny obecně**
- příjem vlákniny cca 30 g/d
- dospělí cca 600 g ovoce a zeleniny, poměr ovoce : zelenina 1 : 2
- preferovat celozrnné pečivo, syrovou zeleninu
- h) Omezit příjem kuchyňské soli**
- \leq 5–6 g NaCl/d, jídlo zbytečně nepřisolovat, nejprve jídlo ochutnat
- i) Dostatečný příjem přirozeného vitamínu C**
- pro dospělé cca 100 mg/d
- j) Dostatečný pitný režim**
- 1,5–2 l/d, neslazené, vhodné minerální složení
- k) Omezit příjem alkoholu**
- do 20 g alkoholu/d u mužů, do 10 g alkoholu/d u žen
- l) Nekouřit**
- m) Optimalizovat fyzickou aktivitu**
- jde obvykle o zvýšení fyzické aktivity
- doporučené zejména aktivity aerobního charakteru, 30–60 min. alespoň 3× týdně
- n) Optimální tělesná hmotnost**
- pro dospělé BMI 18,5–25
- u dětí mezi 10.–90. percentilem referenčních hodnot pro příslušné pohlaví

Energii získanou ze živin využívá naše tělo pro **metabolismus** (tzn. veškeré chemické a energetické procesy probíhající v organizmu). 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 organizmus 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 (dýchání, činnost srdce, ledvin aj.) za bazálních podmínek. Lze zjednodušeně říci, že se jedná (téměř) o minimální množství energie, které naše tělo potřebuje k životu. Bazální podmínky jsou tělesný a duševní klid (tělesná i duševní činnost zvyšují spotřebu energie), lačnění 12–14 h, 3 dny před vyšetřením omezit příjem bílkovin (trávení a vstřebávání jídla, zejména bílkovin zvyšuje spotřebu energie) a optimální teplota prostředí (vyšší nebo nižší než optimální teplota vyžaduje energii na termoregulaci). 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 obdobné 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. Při **nepřímé kalorimetrie** se výpočet energetického výdeje provádí na základě změření spotřeby kyslíku za určitý čas. Tato metoda je založena na předpokladu, že $>$ 95 % energie se v organizmu uvolňuje za přítomnosti kyslíku (při oxidaci živin se průměrně při spálení 1 litru kyslíku uvolní cca 20,17 kJ). Praktické měření je složitější. **Přímá kalorimetrie** je založena na předpokladu, že se veškerá energie v těle nakonec přemění na teplo. Jde tedy o měření celkově vytvořeného tepla tělem za určitou dobu (měří se v tzv. 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 teploty 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 nutrice, 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, pohyb), 10 % termoregulace a 10 % termický efekt potravy.

Pro výpočet **energetického příjmu** je nutné znát tzv. **fyzilogické spalné teplo**, což je množství energie, která se uvolní v organismu při spálení 1 g živiny. Fyzilogické spalné teplo je pro sacharidy a bílkoviny cca 17 kJ/g a pro tuky cca 38–39 kJ/g.

PRAKTICKÁ ČÁST

Cílem praktických 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.

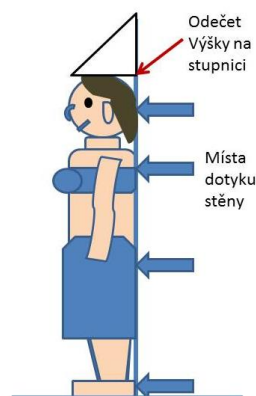
Celkový energetický výdej je vhodné porovnat s celodenním energetickým příjmem. Pro to je nutné znát principy výpočtu energetického obsahu potravin a procentuálního zastoupení jednotlivých živin. Pro příklad kvalitativního hodnocení přijímané potravy je demonstrován výpočet glykemické nálože potravin.

1. Měření tělesné výšky

Pomůcky: nástěnný metr, pravoúhlý trojúhelník.

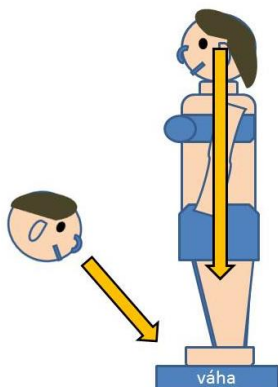
Postup: nástěnný metr připevníme na zeď tak, aby se jeho spodní konec dotýkal podlahy (0 cm). Měříme naboso při vzpřímeném, nenuceném postoji. Paty, hýždě, lopatky a hlava se se dotýkají stěny. Pravoúhlý trojúhelník přitiskneme odvěsnou ke stěně a shora sjíždíme k hlavě. Když se druhá odvěsna trojúhelníku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

BMI (*body mass index*) 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, u osob s amputovanou končetinou apod.

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

Vysvětlivky:

W – hmotnost v kg s přesností na 0,1 kg

H² – druhá mocnina výšky v m s přesností na cm

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)

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

Pozn.: u osob do 18 let je vhodnější hodnocení BMI, ale i tělesné hmotnosti s pomocí percentilových grafů pro příslušný věk. Hodnoty by měly ležet optimálně mezi 25. a 75. percentilem (širší hodnocení mezi 10. a 90. percentilem). Percentilové grafy pro hodnocení lze nalézt na: http://www.szu.cz/uploads/documents/obi/CAV/6.CAV_5_Rustove_grafy.pdf

Např. 16letá dívka (58 kg hmotnost a výška 168 cm) má BMI = 20,5 (přiměřená hmotnost). Podle percentilového grafu leží téměř přesně na 50. percentilu.



Percentilový graf pro hodnocení BMI ve vztahu k věku pro dívky od 0 do 18 let (zdroj SZÚ)

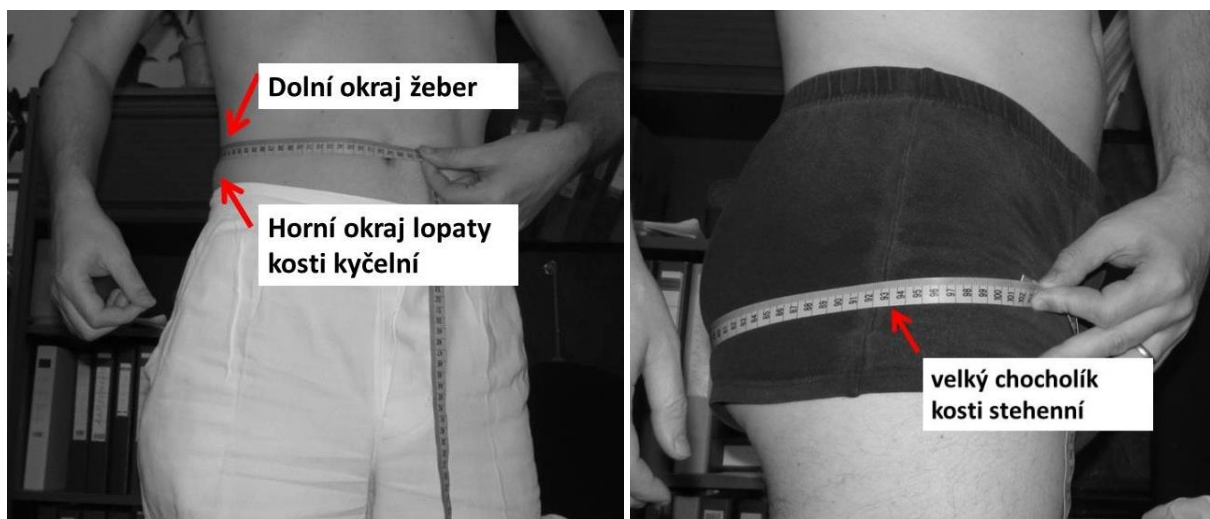


Hodnocení BMI do 18 let s využitím percentilových grafů:

Percentilové pásmo	Hodnocení
> 97	obezita
90–97	nadváha
75–90	robustní postava
25–75	proporcionální postava
10–25	štíhlá postava
< 10	podváha

4. 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 velkého chocholíku 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, neboť větší obvod pasu je obvykle spojen s ukládáním tuku ve viscerálních oblastech břicha.

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

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.

WHR = obvod pasu v cm/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.

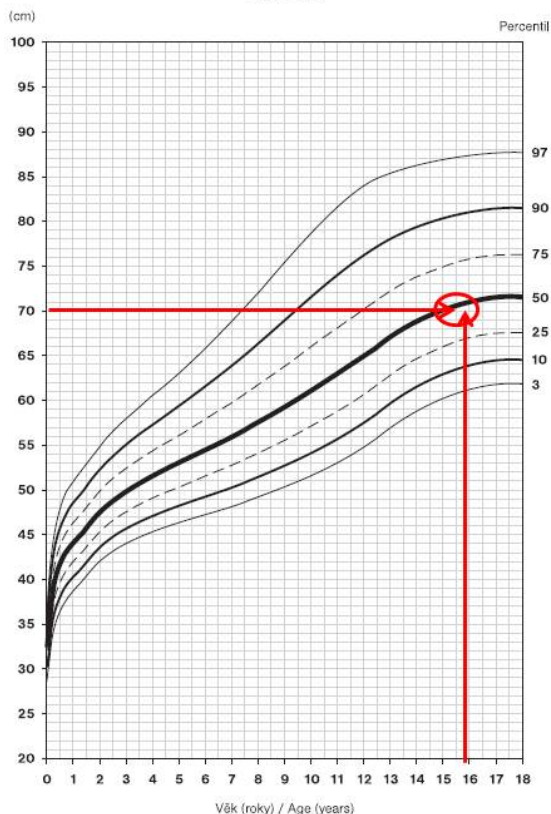
Doporučení pro rizikové skupiny s nadváhou či obezitou:

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).

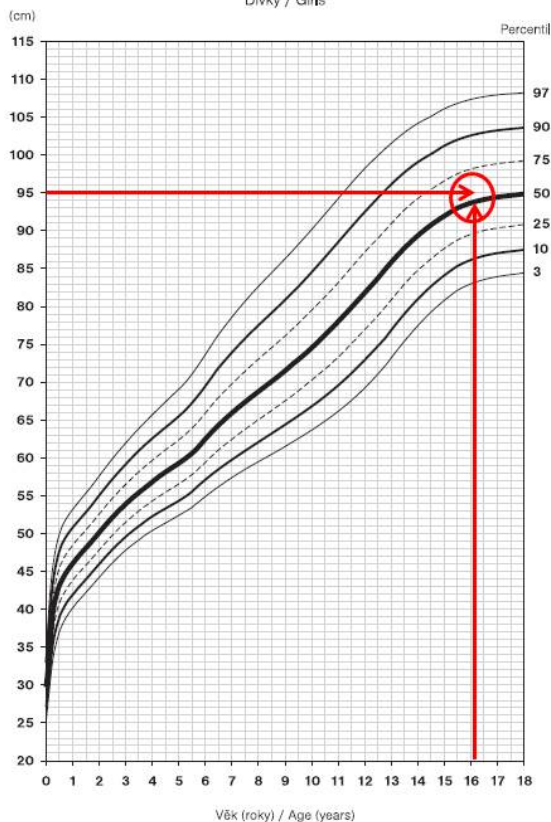
Pozn.: do 18 roků je lepší opět hodnotit obvod pasu a boků pomocí percentilových grafů. Hodnoty by měly ležet optimálně mezi 25. a 75. percentilem (širší hodnocení mezi 10. a 90. percentilem). Percentilové grafy pro hodnocení lze nalézt na: http://www.szu.cz/uploads/documents/obi/CAV/6.CAV_5_Rustove_grafy.pdf

Příklad pro 16letou dívku (70 cm obvod pasu a 95 cm obvod boků). Podle percentilového grafu leží obě hodnoty velmi blízko 50. percentilu.

Obvod břicha (0 - 18 roků)
Abdominal circumference (0 - 18 years)
Dívky / Girls



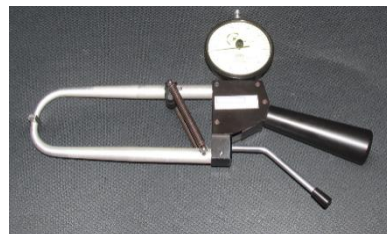
Obvod boků (0 - 18 roků)
Gluteal circumference (0 - 18 years)
Dívky / Girls



Percentilové grafy pro hodnocení obvodu pasu a boků ve vztahu k věku pro dívky od 0 do 18 let (zdroj SZÚ)

5. Kaliperace kožních řas

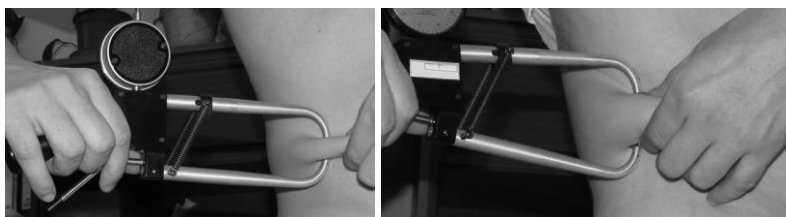
Dříve hojně používanou metodou pro stanovení procenta tělesného tuku je metoda kaliperace kožních řas (měření tloušťky kožních řas). Provádí se pomocí tzv. *kaliperu*, což je v podstatě „tloušťkoměr“. Měření se provádí na přesně definovaných místech těla. Přesnější měření je s využitím 10 míst, méně přesně pak 2–5 míst. Naměřené hodnoty se sečtou a porovnají s příslušnou tabulkou (pro muže, pro chlapce, pro ženy a pro dívky), kde se odečte procento tělesného tuku.



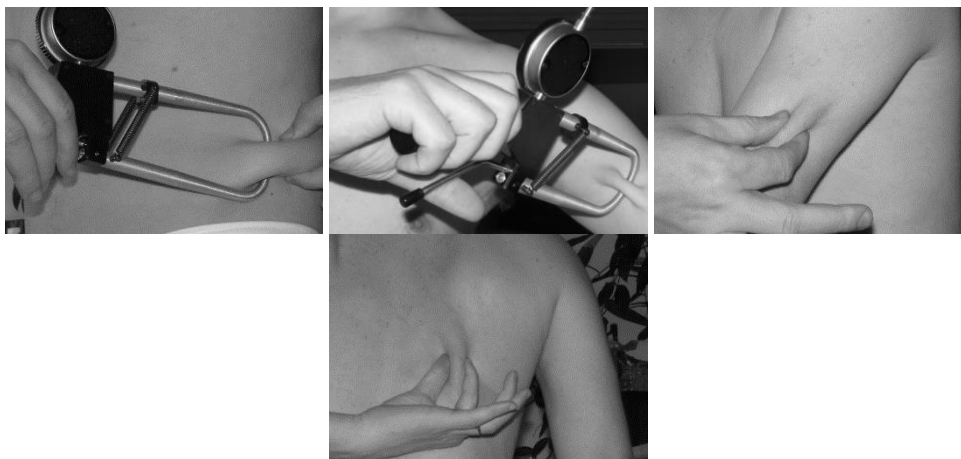
Kaliper

Úkol: Změřte tloušťku 4 kožních řas metodou podle Durnina a Wormesleyho – nad tricepsem, nad bicipsem, 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 2 různě tlustých kožních řas:



Místa měření kožních řas:



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).

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]
[Dle J. Durnina a kol.]

Ø tuku		Součet kožních řas (mm)	Ø tuku		Ø tuku		Součet kožních řas (mm)	Ø tuku	
Muži	Hoši		Divky	Ženy	Muži	Hoši		Divky	Ženy
5,5	9,0	15	12,5	12,0	21,2	56	29,7	29,2	
6,2	9,8	16	13,2	12,6	21,6	57	30,2	29,6	
7,0	10,4	17	13,9	13,3	22,0	58	30,7	30,0	
7,6	11,1	18	14,6	14,1	22,4	59	31,2	30,5	
8,3	11,8	19	15,3	14,9	22,8	60	31,7	31,0	
9,0	12,5	20	16,0	15,5	23,2	61	32,2	31,4	
9,5	13,1	21	16,6	16,1	23,6	62	32,6	32,0	
10,0	13,7	22	17,2	16,7	24,0	63	33,0	32,4	
10,5	14,3	23	17,8	17,3	24,4	64	33,4	32,8	

6. Bioimpedanční metoda stanovení procenta tělesného tuku

Metoda je založena na měření odporu těla při průchodu definovaného elektrického proudu. Elektrická vodivost tuku je velmi nízká. Naopak vodivost svalové hmoty je 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 zvažení a změření odporu těla i velikost bazálního metabolismu resp. klidového energetického výdeje.

Podle doporučeného postupu u konkrétní bioimpedanční váhy stanovte procento tělesného tuku a porovnejte výsledek s hodnotou získanou kaliperací kožních řas. Rovněž odečtěte hodnotu bazálního metabolismu či klidového energetického výdeje a porovnejte ji s hodnotami zjištěnými v dalších úlohách.



Bioimpedanční váha



7. 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× (hodnota KEV je cca o 10 % vyšší než hodnota BM).

Vzorec pro výpočet hodnoty BM podle Harris-Benedictova vzorce:

Pro muže: $BM (kJ/24h) = 4,186 8 \times (66,5 + 13,8 \times W + 5 \times H - 6,75 \times A)$

Pro ženy: $BM (kJ/24h) = 4,186 8 \times (655 + 9,6 \times W + 1,85 \times H - 4,68 \times A)$

Vysvětlivky: W – váha v kg, H – výška v cm, A – věk v letech, 4,186 8 – faktor pro přepočet výsledku z kcal na kJ.

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

Příklad č. 1:

Spočítejte velikost predikovaného BM pro dívky ve věku 16 let, která měří 168 cm a váží 58 kg.

Řešení:

$$BM = 4,186 8 \times (655 + 9,6 \times 58 + 1,85 \times 168 - 4,68 \times 16) = 6 061 \text{ kJ/d}$$

8. 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 4,186 8. Výsledek je pak hodnota odhadu BM v kJ/d.

Příklad č. 1: Najděte hodnotu predikovaného BM v Harris-Benedictových tabulkách pro dívky ve věku 16 let, která měří 168 cm a váží 58 kg (stejný příklad jako v úkolu č. 7). Porovnejte nalezenou hodnotu se spočítanou hodnotou z úlohy č. 7.

Řešení: V tabulce I pro ženy jsme našli hodnotu 1 210 kcal pro hmotnost 58,0 kg (58 kg na y ose, 0,0 kg na x ose). V tabulce II pro ženy pak hodnotu 263 kcal pro 16 let (x osa) a výšku 168 cm (y osa). Pozn.: stupnice výšky v tabulce II pro věk do 19 let je dělena po 4 cm. Provedeme součet a výsledek (1 473 kcal) vynásobíme 4,186 8 (přepočet na kJ). Výsledek je 6 167 kJ/d. Porovnáme hodnoty spočítané a nalezené v tabulce (výsledek se liší o méně než 2 %).



TABULKA B I
(pokračování). Číslo pro tělesnou váhu ženských osob.

kg	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
51	1113	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1150	1151
52	1112	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161
53	1112	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171
54	1112	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180
55	1111	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190
56	1111	1192	1193	1194	1194	1195	1196	1197	1198	1199
57	1111	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209
58	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1216	1217	1218
59	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228
60	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238
61	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247
62	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257
63	1258	1259	1260	1260	1261	1162	1263	1264	1265	1266
64	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276
65	1277	1278	1279	1280	1281	1281	1282	1283	1284	1285
66	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295
67	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1303	1304
68	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314
69	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324
70	1325	1325	1326	1327	1328	1329	1330	1331	1332	1333
71	1334	1335	1336	1337	1338	1339	1340	1341	1342	1343
72	1344	1345	1346	1347	1347	1348	1349	1350	1351	1352
73	1353	1354	1355	1356	1357	1358	1359	1360	1361	1362
74	1363	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1369	1370	1371
75	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381
76	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391
77	1391	1392	1393	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400
78	1401	1402	1403	1404	1405	1406	1407	1408	1409	1410
79	1411	1412	1413	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1419
80	1420	1421	1422	1423	1424	1425	1426	1427	1428	1429
81	1430	1431	1432	1433	1434	1435	1435	1436	1437	1438
82	1439	1440	1441	1442	1443	1444	1445	1446	1447	1448
83	1449	1450	1451	1452	1453	1454	1455	1456	1457	1457
84	1458	1459	1460	1461	1462	1463	1464	1465	1466	1467
85	1468	1469	1470	1471	1472	1473	1474	1475	1476	1477
86	1478	1479	1479	1480	1481	1482	1483	1484	1485	1486
87	1487	1488	1489	1490	1491	1492	1493	1494	1495	1496
88	1497	1498	1499	1500	1501	1501	1502	1503	1504	1505
89	1506	1507	1508	1509	1510	1511	1512	1513	1514	1515
90	1516	1517	1518	1519	1520	1521	1522	1522	1523	1524
91	1525	1526	1527	1528	1529	1530	1531	1532	1533	1534
92	1535	1536	1537	1538	1539	1540	1541	1542	1543	1544
93	1544	1545	1546	1547	1548	1549	1550	1551	1552	1553
94	1554	1555	1556	1557	1558	1559	1560	1561	1562	1563
95	1564	1565	1566	1566	1567	1568	1569	1570	1571	1572
96	1573	1574	1575	1576	1577	1578	1579	1580	1581	1582
97	1583	1584	1585	1586	1587	1588	1588	1589	1590	1591
98	1592	1593	1594	1595	1596	1597	1598	1599	1600	1601
99	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608	1609	1610	1610
100	1611	1612	1613	1614	1615	1616	1617	1618	1619	1620

TABULKA B II.

Číslo pro stáří a výšku ženských osob.

Měsíců

0	2	4	6	8	10	12
- 535	- 475	- 420	- 370	- 325	- 265	- 225

Roků

Výška (cm)	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
40										
41										
48										
52										
56										
60										
64										
68	-95									
72	-84	-89								
76	-68	-73	-75							
80	-52	-57	-60	-66						
84	-31	-31	-41	-50	-55					
88	-9	-5	-17	-34	-39	-43				
92	9	19	0	-18	-22	-27	-2			
96	22	27	13	-2	-5	-11	7	-21		
100	38	43	31	14	10	5	0	-5	-10	-14
104	58	62	45	30	25	21	6	11	6	2
108	80	85	65	56	47	37	2	27	23	18
112	96	101	87	72	62	53	8	43	38	34
116	112	117	107	98	84	69	4	59	54	50
120	133	143	129	114	97	80	7	75	71	66
124	148	159	145	130	115	101	11	101	91	82
128	167	175	161	146	132	117	12	107	103	98
132	186	191	177	162	148	133	18	123	119	114
136	202	207	192	178	159	140	10	139	134	130
140	219	228	211	194	180	165	10	155	150	146
144	244	241	230	210	195	181	16	171	167	162
148	260	265	250	236	220	197	12	187	182	178
152	277	281	267	252	232	212	26	201	197	192
156	292	297	279	260	243	227	21	215	210	206
160	298	303	289	274	258	242	24	229	224	220
164	311	313	301	290	274	257	23	243	239	234
168	335	325	315	306	288	271	263	255	250	246
172		331	324	318	301	288	270	267	263	258
176				328	314	299	289	279	274	270
180					323	313	302	291	287	282
184						327	315	303	298	294
188							318	313	309	304
192								323	319	314
196								333	329	324
200									339	334

9. 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 menších 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):

$$= (-20,4022 + 0,4472 \times TF - 0,1263 \times W + 0,074 \times A) \times t$$



Sporttester



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.

Příklad výpočtu:

Dívka ve věku 16 let (hmotnost 58 kg, výška 168 cm) běžela 20 min. rychlostí 10 km/h. Spočítejte odhad spotřebované energie, pokud měla průměrnou tepovou frekvenci 148 tepů/min.

Energetický výdej = $(-20,402 2 + 0,447 2 \times 148 - 0,126 3 \times 58 + 0,074 \times 16) \times 20 = 793 \text{ kJ}$.

10. Výpočet energetického výdeje různých činností podle kalorických tabulek

Odhady energetického výdeje při různých činnostech lze orientačně provést výpočtem s využitím kalorických tabulek. 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>.

Pomůcky: kalkulačka.

Prakticky: Vypočítejte energetický výdej při některých činnostech s využitím známého energetického výdeje na kg hmotnosti a 1 min činnosti.

Příklady výpočtu pomocí kalorických tabulek:

Průměrný energetický výdej při běhu po rovině rychlostí cca 10 km/h je 0,73 kJ/kg/min. Spočítejte, kolik energie se spotřebuje při 20 min běhu. K výpočtu použijte hodnoty z předchozího příkladu nebo svoje vlastní.

Výpočet: Energetický výdej = $0,73 \times 58 \text{ (hmotnost)} \times 20 \text{ (minut)} = 846,8 \text{ kJ}$

Úkol: Porovnejte energetický výdej při 8h spánku a při 40min běhu rychlostí 10 km/h. Energetický výdej při spánku je cca 0,06 kJ/kg/min, při běhu rychlostí 10 km/h 0,73 kJ/kg/min. Můžete použít tělesnou hmotnost z předchozího příkladu.

Výpočty:

Energetický výdej spánku = $0,06 \times 58 \text{ (hmotnost)} \times 8 \text{ (hodin)} \times 60 \text{ (minut v hodině)} = 1 670 \text{ kJ}$

Energetický výdej při běhu = $0,73 \times 58 \text{ (hmotnost)} \times 40 \text{ (min)} = 1 694 \text{ kJ}$

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

Pozn.: Při součtu všech celodenních aktivit (spánek, jídlo, chůze, psaní, cvičení, sezení, ...) lze vypočítat **celodenní energetický výdej**.

Odhad celkového denního 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× za týden po dobu 30–60 min je nutné přičíst k PAL pro Váš životní styl ještě **+0,3**

Úkol: Vypočítejte odhadovaný celkový energetický výdej. Při znalosti pohlaví, věku, tělesné hmotnosti a výšky spočítáme nebo v tabulkách nalezneme hodnotu BM, kterou vynásobíme příslušnou hodnotou PAL.

Příklad: Vypočítejte celkový energetický výdej u 16leté dívky (58 kg, 168 cm), která žije sedavým způsobem života (PAL = 1,65).

Celkový energetický výdej = hodnota BM × PAL = $6 167 \times 1,65 = 10 176 \text{ kJ}$

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 energetického obsahu různých potravin o stejné váze (např. 100 g jablka a 100 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 100 g (nepočítáme nesnědené části), pak přijmeme 0,6 g bílkovin, 14 g sacharidů a 0,2 g tuků. Po výpočet energetického příjmu použijeme fyziologická spalná tepla pro jednotlivé živiny (tedy pro cukry: 14g x17 kJ/g, pro bílkoviny: 0,6 g × 17 kJ/g, pro tuky 0,2 g × cca 38 kJ/g), výsledek činí zaokrouhleně 256 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 1 tabulku čokolády (tedy 100 g), pak je energetický obsah 100 g mléčné čokolády 2 285 kJ (pro cukry: 52 g x17 kJ/g, pro tuky 33 g × cca 39 kJ/g a pro bílkoviny 6,7 g × 17 kJ/g).



Závěr: Energetický obsah mléčné čokolády je téměř 9× vyšší než energetický obsah jablka. Vysvětlení: 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 jablcích je vysoký podíl vody (cca 80–85 % jejich hmotnosti tvoří voda).

Úkol: Jaké množství jablek nebo čokolády obsahuje stejné množství využitelné energie, jaké spálíme při běhu 20 min. rychlostí 10 km/h?

Výpočet pro dívku ve věku 16 let (hmotnost 58 kg, výška 168 cm):

Energetický výdej při běhu = 793 kJ (viz úloha č. 9)

Výpočet váhy jablek = 793 kJ / 256 kJ ve 100 g jablek × 100 g (přepočet na g) = **310 g**

Výpočet váhy čokolády = 793 kJ / 2 285 kJ ve 100 g čokolády x100 g (přepočet na g) = **35 g**

Závěr: Při 20 minutovém běhu rychlostí 10 km/h se spálí energie, která odpovídá energii ve 310 g jablek (cca 2 jablka) nebo 35 g čokolády (5 čtverečků).

Pozn.: Velikost spotřebované energie významně závisí na tělesné hmotnosti.

12. Výpočet energetického a nutričního obsahu obvyklého denního jídelníčku, racionální výživa

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 soli, 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 dívky (16 let, výška 168 cm, hmotnost 58 kg) žijící sedavým způsobem života (PAL = 1,65) činí u 12 105 kJ. Obsah bílkovin ve stravě je 65 g, cukrů 358 g sacharidů a



126 g tuků. Vypočítejte % zastoupení jednotlivých živin a porovnejte energetický příjem a energetický výdej.

Hodnota predikovaného energetického výdeje činí:

$$= \text{BM} \times \text{cca } 1,65 = 6\,167 \text{ kJ} \times 1,65 = 10\,176 \text{ kJ/d}$$

Výpočet % zastoupení živin podle energetického obsahu

(nutno znát fyziologické spalné teplo živin):

Živina	energetický obsah	% zastoupení živin	
Cukry	= 358 g × 17 kJ/g = 6 086 kJ	= 6 086 × 100 / 12 105	=50,3 %
Tuky	= 126 g × 39 kJ/g = 4 914 kJ	= 4 914 × 100 / 12 105	=40,6 %
Bílkoviny	= 65 g × 17 kJ/g = 1 105 kJ	= 1 105 × 100 / 12 105	=9,1%
Součet:	= 12 105 kJ	(kontrola - součet % = 100%)	

Závěr č. 1: Energetický příjem je cca o 1 930 kJ vyšší než výdej. Při dlouhodobé převaze energetického příjmu nad výdejem by tato dívka začala tloustnout.

Závěr č. 2: V potravě hradí tuky více než 40 % energetického denního příjmu (oproti doporučeným max. 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, hranolky, 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/czcp/edice/plne_znani/glykemie.pdf; 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	$22/100 \times 0,509 \times 150 = 16,8$

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

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

Meloun, přestože má 2. nejvyšší GI, má nejnižší energetický obsah 210 kJ/150 g (vysoký obsah vody). Přestože hořká čokoláda obsahuje nejvyšší množství využitelné energie (3 454 kJ), má nejnižší hodnotu GI. Hranolky obsahují cca 5,5× více využitelné energie (2 319 kJ), oproti vařeným bramborům (426 kJ).



13. 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. Je lepší hradit příjem energie sladkostmi nebo ovocem a proč?
4. Odhadněte, která potravina obsahuje více využitelné energie a z jakého důvodu? Porovnání např. jablka, hrušky vs. sušenky a fast food stravu.
5. Která metoda stanovení klidového energetického výdeje je nejpřesnější (výpočet vs. měření nepřímou kalorimetrií vs. hodnoty v tabulce vs. hodnota zjištěná pomocí bioimpedanční váhy) a proč?.

Rejstřík odborných pojmů

Adipokiny – hormony tukové tkáně

Aterogenní index – poměr celkového cholesterolu a HDL cholesterolu

ATP – adenosintrifosfát (zdroj energie pro naprostou většinu procesů v těle)

DNA – deoxyribonukleová kyselina (nositel genetické informace v buňce)

Esenciální aminokyseliny – aminokyseliny, které je nezbytné přijmout v potravě, neboť je tělo samo neumí vytvořit

Glykemický index – index vyjadřující rychlost vzestupu glykémie po požití potraviny s obsahem sacharidů 50 g ve vztahu k příjmu 50 g čisté glukózy

Glykemická nálož – vypovídá o zvýšení glykémie po snědení konkrétního množství konkrétní potraviny

Glykémie – hladina glukózy v plazmě

Glykogen – živočišný škrob, lidmi stravitelný

Glykolýza – proces chemického štěpení glukózy

HDL – *high density lipoproteins*, lipoproteiny o vysoké hustotě

Hypoglykémie – snížená glykémie pod fyziologickou mez

Hyperglykémie – zvýšená glykémie nad fyziologickou mez

Hyperinzulinemie – zvýšená hladina inzulínu v plazmě

Inzulinorezistence – stav snížené odpovědi cílových tkání na inzulín

Ketolátky – sloučeniny, které se zvýšeně produkují při hladovění nebo při absolutním nedostatku inzulínu

Laktace – tvorba a vylučování mateřského mléka

LDL – *low density lipoproteins*, lipoproteiny o nízké hustotě

Metabolický syndrom – je soubor klinických a laboratorních symptomů vzniklých na podkladě inzulinorezistence

Postprandiální glykémie – glykémie po příjmu potraviny

RNA – ribonukleová kyselina (nutná pro přepis genetické informace)

Rekonvalescence – zotavení z nemoci



Praktické cvičení - pokus kategorie a - vyžadující běžné vybavení

Úlohy č. 1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14

Praktické cvičení - pokus kategorie b - vyžadující určité laboratorní vybavení

Úlohy č. 5, 6, 9

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

Úloha č. 15