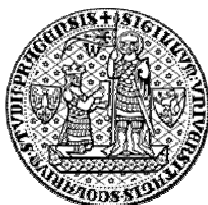


Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy  
Katedra antropologie a genetiky člověka



# **Objektivita a využití BMI a dalších indexů tělesné hmotnosti v praxi**

Bakalářská práce

Vypracovala: Dana Šmahelová

Školitel: Doc. RNDr. Pavel Bláha, Csc.

Praha 2007

# Obsah

1. Abstrakt .....	3
2. Úvod .....	4
3. Tělesné složení .....	5
4. Metody zjišťování složení těla a rozložení (distribuce) tukové tkáně .....	5
4.1. Antropometrické vyšetření .....	6
4.1.1. Obvodové rozměry .....	6
4.1.2. Sagitální abdominální rozměr (SAD) .....	7
4.1.3. Měření kožních řas .....	7
4.2. Metody založené na vodivosti těla .....	9
4.2.1. Bioelektrická impedanční analýza (BIA) .....	9
4.2.2. Celková tělesná vodivost (TOBEC) .....	10
4.3. Referenční metody .....	10
4.3.1. Hydrodensitometrie .....	10
4.3.2. Pletysmografie .....	10
4.3.3. Duální rentgenová absorpciometrie (DEXA) .....	10
4.3.4. Počítačová tomografie (CT) a nukleární magnetická rezonance (NMR) .....	11
4.4. Měření na atomové úrovni .....	11
4.4.1. Celotělová uhlíková metoda .....	11
4.4.2. Měření přirozeného izotopu draslíku $^{40}\text{K}$ .....	11
5. Indexy tělesné hmotnosti .....	12
5.1. BMI .....	12
5.1.1. BMI a děti .....	14
5.1.2. BMI jako indikátor obezity .....	18
5.1.3. BMI jako indikátor podvýživy .....	20
5.2. Další indexy tělesné hmotnosti (ITH) .....	22
5.2.1. Index Queteleta – Boucharda .....	22
5.2.2. Index Queteleta – Kaupa – Gouda .....	23
5.2.3. Index Rohrera – Buffona – Bardeena .....	23
5.2.4. Index C .....	24
5.2.5. Index K .....	24
5.2.6. Index D .....	25

5.2.7. Index E.....	26
5.2.8. Index F.....	26
6. Závěr.....	28
7. Seznam použité literatury.....	29
8. Internetové zdroje.....	31

## 1. Abstrakt

Tato bakalářská práce vznikla jako literární rešerše, jež popisuje některé metody měření tělesného tuku a objasňuje základní indexy tělesné hmotnosti, ze kterých k nejznámějším patří BMI (Body Mass Index). Ten je zároveň i nejpoužívanějším v obezitologických šetřeních z hlediska snadného získání dat pro jeho výpočet. Dále se práce zabývá, jak již bylo řečeno, dalšími hmotnostními indexy, u nichž nastiňuje jejich pozitiva a negativa.

### Abstract

This composition has grown up like literary recherche, which describes some methods of measurement of body fat and it brings out basic body mass indices. The knownest index is BMI (Body Mass Index). The BMI is the most used in epidemiological studies, because data finding is easy for its calculation. Then the composition brings out positive and negative points of body mass indices.

**Klíčová slova:** metody stanovující množství tělesného tuku, BMI, percentilové grafy, obezita, mentální anorexie a bulimie.

## 2. Úvod

V současnosti v důsledku především zhoršeného životního stylu a vnějších vlivů, na jejichž základě se také díky globalizaci hrozba obezity rozšiřuje i do oblastí, kde se v minulosti téměř nevyskytovala, dochází k růstu významnosti využití metod měřících obsah tuku v těle. A také v neposlední řadě stoupá důležitost uplatnění některých indexů tělesné hmotnosti, zejména klíčovou roli sehrávají v oblasti prevence. Když pomineme katastrofální statistická čísla týkající se obezity dospělých, vidíme hrozivou statistiku i u dětí, u nichž dochází také v poslední době k zvýšenému výskytu nadváhy a obezity. Logicky z toho vyplývá, že pokud chceme dosáhnout snížení počtu obézních dospělých, je nezbytné přeměřovat a sledovat případné odchylky u dětí. Jelikož čím dříve se začnou aplikovat potřebné kroky k nápravě, tím lépe.

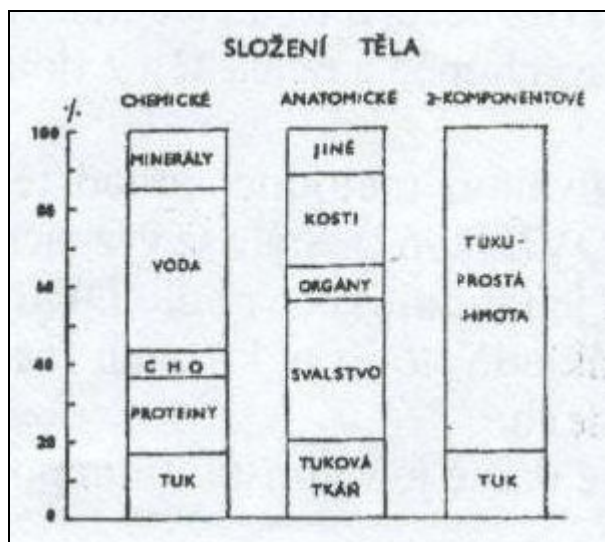
Do dnešní doby bylo stanoveno velké množství indexů tělesné hmotnosti. Některými z nich se tato práce bude zabývat podrobněji a o jiných se pouze zmíním. Detailněji je zpracován BMI, což vzhledem k jeho rozšířenosti a snadnému výpočtu, není nic překvapujícího. Pozice BMI v obezitologických vyšetřeních zůstává neotřesitelná, i přestože může poskytovat mnohdy zkreslené a zavádějící výsledky. BMI navíc neodráží zastoupení tuku v organismu, tedy poměr tuku a beztukové tělesné hmoty. Proto je vhodné jej doplnit stanovením množství tuku v těle, k čemuž slouží např. antropometrické ukazatele nebo bioelektrická impedance, popř. některá z dalších mnoha metod, jimž se tato práce také věnuje.

### 3. Tělesné složení

Složení těla je významný faktor, jehož analýza nám umožňuje stanovit léčebné postupy řady onemocnění a současně na jejím základě lze jednoduše kontrolovat výsledky těchto terapeutických postupů.

Lidské tělo se skládá z komponent, jež můžeme charakterizovat na základě hlediska chemického či anatomického. Chemicky ho tvoří tuk, bílkoviny, uhlovodany, minerály a voda. Anatomická skladba zahrnuje tukovou tkáň, svalstvo, kosti, vnitřní orgány a další tkáň. Existuje řada modelů lidského těla (čtyřkomponentový, tříkomponentový), jenž byly zjednodušeny na dvoukomponentový model, podle kterého se tělo dělí na tuk a tukuprostou hmotu (fat – free mass FFM). FFM neobsahuje žádné látky lipidové povahy. Známa je ještě tzv. netuková tělesná hmota (lean body mass LBM) tvořená tukuprostou hmotou a menším množstvím esenciálního tuku. V běžné praxi se používá spíše termín aktivní tělesná hmota (ATH = LBM). (Ulbrichová, Riegerová, 1998)

**Obr. 1 Chemický, anatomický a dvoukomponentový model tělesného složení podle WILMORA (1992)**



Zdroj: Riegerová, J., Ulbrichová, M.: Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu, Olomouc, 1998.

### 4. Metody zjišťování složení těla a rozložení (distribuce) tukové tkáně

Měřením složení těla se stanovuje obsah tukové tkáně, tukuprosté tělesné hmoty, vody, kostních minerálů a dalších složek těla. Stanovení tělního složení se uskutečňuje na pěti základních úrovních (atomové, molekulární, buněčné, tkáňové a celotělové). Měření na atomové úrovni čerpá z toho, že triacylglyceroly obsahují konstantní poměr C, H, O. Díky tomu lze spočítat celkový obsah tuku z množství celotělového C a dalších prvků. Z hlediska molekulárního se určuje obsah vody, lipidů, bílkovin, glykogenu a minerálů. Na buněčné

úrovni se tělo skládá z buněčné tělesné hmoty, extracelulární tekutiny a extracelulárních pevných látek. Tkáňová úroveň vyšetření stanovuje především tukovou tkáň, kosterní svalstvo, skelet, viscerální orgány a další tkáně. Nakonec celotělové určení obsahu tuku spočívá zejména ve vážení, v měření kožních řas a stanovení obvodů.

#### 4.1. Antropometrické vyšetření

Antropometrii řadíme k velmi levným, jednoduchým a neinvazivním metodám sloužících k zjišťování obsahu tukové tkáně. V kombinaci s dalšími klinickými vyšetřeními může upozorňovat na řadu poruch jako např. kardiovaskulární onemocnění, poruchy metabolismu, diabetes apod. Většina antropologických měřidel pracuje na principu posuvného měřidla. Mezi takové nástroje patří např. antropometr, dotykové měřidlo, kefalometr, torakometr či kaliper. Tato měřidla se užívají pro zjišťování délkových rozměrů. Dále se v antropometrii používá pásové měřidlo (nejvhodnější je plastové nebo kovové) pro měření obvodových a obloukových rozměrů, jež se podobá klasickému krejčovskému metru. U pacientů s obvodem nad 150 cm klasický krejčovský metr často nestačí a musí být použita speciální měřítka, např. měřítka s pružinou zpřesňující a zrychlující měření nebo měřidla s dvěma různě barevnými stranami, jež pomáhají eliminovat chyby. K zjišťování tělesné hmotnosti slouží digitální, náslapná či páková váha, které jsou položeny na pevném rovném povrchu.

##### 4.1.1. Obvodové rozměry

Nejčastěji měříme obvod pasu, poměr pas/boky nebo poměr pas/výška. Obvod pasu se měří na standardním místě v polovině vzdálenosti mezi spodním okrajem dolního žebra a crista iliaca v horizontální rovině. Hraniční hodnoty pro muže jsou 94 cm a pro ženy 80 cm. Hodnoty nad tyto hraniční body sebou přinášejí výskyt řady rizik jako např. zvýšený krevní tlak a hladinu krevních tuků, onemocnění kardiovaskulárního systému, cukrovka, dna, popř. onemocnění kloubů a páteře. Hodnoty přesahující 102 cm u mužů a 88 cm u žen jsou již jasně alarmující a představují vysoké riziko vzniku metabolických a oběhových komplikací.

K měření obvodu boků dochází ve výši maximálního vyklenutí hýždí v horizontální rovině. Hraniční hodnoty bezrozměrného indexu pas/boky (waist to hip ratio - WHR) jsou 1 u mužů a 0,85 u žen. (Hainer, 1998) V současné době se již od metody poměru pas/boky upouští ve prospěch měření obvodu pasu, jež je dostačující a přesný jako ukazatel intraabdominálního tuku.

#### 4.1.2. Sagitální abdominální rozměr (SAD)

Představuje vzdálenost mezi přední břišní stěnou a zády ve střední čáře horizontálně ve výši L4/5, jež měříme pomocí pelvimetru u osoby vzpřímeně stojící.

#### 4.1.3. Měření kožních řas

Jedná se o metodu, jež není příliš nákladná, je přenosná a poměrně jednoduchá. Používá se k určení tloušťky vrstvy podkožního tuku tak, že sevřená kůže zkoumané osoby je změřena posuvným měřidlem, tzv. kaliperem v několika standardizovaných bodech na těle. Vychází z poznatku, že přibližně polovina celkového tuku v těle se ukládá pod kůži a přestože koreluje s celkovým obsahem tuku, nemusí být správně posouzen obsah tuku vnitřního. Přičemž se stoupající hmotností roste i procento vnitřního tuku, který kromě ochrany vnitřních orgánů, přináší hlavně negativní aspekty při jeho nadměrném množství. Do současnosti byla stanovena celá řada rovnic na výpočet tělesné kompozice, zejména z důvodu nízké finanční náročnosti této metody. Nevýhodou zůstává, že výsledky mohou být nepřesné a nereprodukovatelné, zejména pokud nemá vyšetřující dostatečné zkušenosti a odbornost.

##### Kaliper

Jedná se o kovové měřidlo, které tvoří rukojeť, cejchovaná stupnice a dvě branže, jež stlačují kožní řasu konstantním tlakem. Existují různé typy kaliperů (Best, Harpeden, Lange, Somet atd.), u nás se nejčastěji používá kaliper typu Harpeden nebo Holtain, popř. typu Best. Kaliper typu Harpeden měří s přesností 0,2 mm, u typu Best se jedná o přesnost 0,5 mm.

##### Typy měření

Existuje několik metodik pro měření tloušťky kožních řas, jež se liší počtem měřících míst na těle. Podrobnější vyšetření zahrnuje měření 10 (dle Pařízkové, 1977; viz tabulka 1) resp. 4 (Durnin & Wommersley, 1974) kožních řas. Měření tloušťky kožních řas podle Pařízkové je uskutečňováno pomocí kaliperu typu Best, podle Durnin & Wommersley se používá Harpedenův, popř. Holtainův kaliper. Další antropometrickou metodou vyšetření distribuce tuku je poměr subskapulární řasy a řasy nad tricipsem, tzv. index centralizace. Hodnocení se provádí součtem tloušťky řas nebo pomocí rovnic na výpočet procenta tuku ze součtu řas.

**Tabulka 1: Anatomická lokalizace řas měřených metodou dle Pařízkové**

Řasa	Lokalizace
tvář	horizontální ř.; pod spánkem, ve výši tragu
brada	vertikální ř.; nad jazylkou



hrudník I	šikmá ř.; v přední axilární čáře nad m. pectoralis major
paže	vertikální ř.; nad tricepssem, v polovině vzdálenosti mezi acromion a olecranon
záda	šikmá ř.; pod dolním úhlem lopatky
břicho	šikmá ř.; v mediální 1/3 spojnice pupek – iliospinale ant. sup.
hrudník II	šikmá ř.; ve výši 10. žebra, v přední axilární čáře
bok	šikmá ř.; nad hřebenem kosti kyčelní v prodloužení přední axil. čáry
stehno	vertikální ř.; nad patelou
lýtka	vertikální ř.; 5 cm pod fossa poplitea

Zdroj: Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M.: Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu, Olomouc, 2006. Vlastní úprava.

#### Vlastní měření

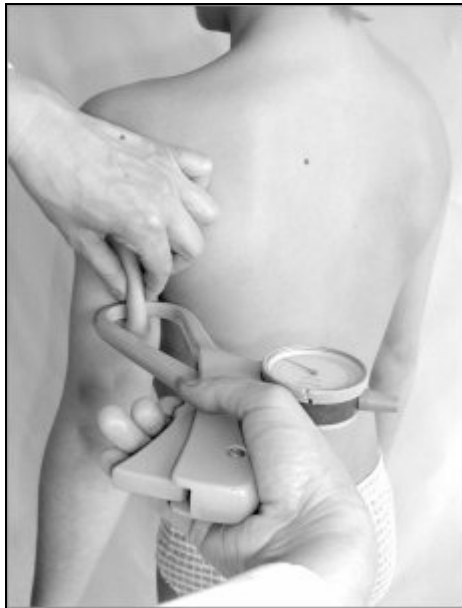
Vyšetřující uchopí kožní řasu palcem a ukazovákem levé ruky ve vzdálenosti 1 cm od místa měření a tahem ji oddělí od svaloviny. Poté přiloží kaliper (v pravé ruce) a do cca 3 sekund odečte tloušťku kožní řasy, čili ještě dříve než dojde ke kompresi tkání. Příliš dlouhý stisk nebo mnohokrát opakovaný stisk branží kaliperu na stejném místě vede k zavádějícím nižším hodnotám. Subskapulární kožní řasa společně s řasou tricipitální bývá v praxi nejčastěji měřenou kožní řasou a nejužívanějším ukazatelem množství trunkálního tuku. U kojenců a novorozenců tyto řasy měříme vleže, starší kojence a malé děti kaliperujeme v náručí druhé osoby a starší zdraví jedinci stojí, nemocní bývají změřeni vleže.

#### Obrázek 1: Měření subskapulární kožní řasy



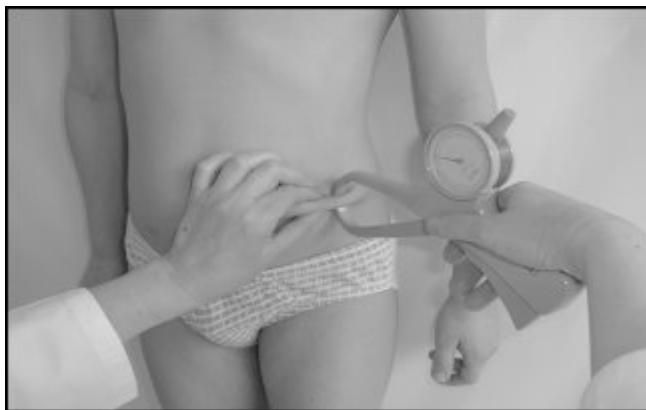
Zdroj: <http://www.mzcr.cz/data/c764/lib/hkaai.htm>

**Obrázek 2: Měření kožní řasy nad tricepsem**



Zdroj: <http://www.mzcr.cz/data/c764/lib/hkaak.htm>

**Obrázek 3: Měření suprailiální kožní řasy**



Zdroj: <http://www.mzcr.cz/data/c764/lib/hkaaj.htm>

## 4.2. Metody založené na vodivosti těla

### 4.2.1. Bioelektrická impedanční analýza (BIA)

Určuje obsah tuku v těle na základě stanovení odporu těla při průchodu proudu o nízké intenzitě a vysoké frekvenci. Přístroj měří elektrické napětí v lidském těle a na základě tohoto měření a znalosti napětí a proudu stanoví odpor z Ohmova zákona ( $\text{napětí} = \text{proud} \times \text{odpor}$ ). To znamená, že tělo s nízkým obsahem tuku má malý odpor, zatímco tělo s vysokým obsahem tuku vykazuje velký elektrický odpor. Jednotlivé analyzátory složení lidského těla se liší podle lokalizace elektrod, mezi nimiž probíhá proud. Elektrody přístroje Bodystat jsou připevněny po dvou na zápěstí a nad hlezenním kloubem. Dalšími možnostmi lokalizace jsou plošky nohou či madla pro uchopení rukama. Existují elektrody různého typu, například

přilnavé elektrody, inhalační elektrody, elektrody s úchytkami a v současné době kontaktní elektrody. Hodnota stanovená analýzou může být ovlivněna tím, zda se používá gel, dochází k ohybu těla, pokožka má určitý stupeň vysušení, podle polohy kontaktu elektrody a typu vodiče elektrody. Výhodou naopak zůstává nenáročnost tohoto vyšetření v kombinaci s nezatěžováním pacienta.

#### 4.2.2. Celková tělesná vodivost (TOBEC)

Jde o techniku založenou na rozdílech elektrické vodivosti a dielektrických vlastnostech ATH a tuku. Výpočet obsahu tuku vyplývá z měření vodivosti těla v elektromagnetickém poli. (Weits, Kopperschaar, 1989)

### 4.3. Referenční metody

#### 4.3.1. Hydrodensitometrie

Vážení pod vodou řadíme k nejstarším metodám. Tato metoda funguje na principu Archimedova zákona. V nádrži se váží osoba ponořená ve vodě a tato hmotnost se srovná s hmotností osoby na vzduchu. Tím se určí procentový obsah tělesného tuku výpočtem celkové hustoty těla. Čím méně pak člověk ponořený ve vodě váží, tím více tělesného tuku obsahuje - tuk plave, protože jeho hustota ( $0,9\text{g/cm}^3$ ) je nižší než hustota vody ( $1\text{ g/cm}^3$ ). Densita beztukové tělesné hmoty činí  $1,1\text{g/cm}^3$ . K výpočtu obsahu tuku se užívá různých rovnic, jejichž výsledky se mohou značně lišit. U nás se nejčastěji používá rovnice podle Brožka, Keyse a Brožka nebo Siriho. Pokud provádíme tuto metodu správně, poskytuje přesné a reprodukovatelné výsledky. Velmi záleží na schopnosti osoby vytlačit veškerý vzduch z plic, jinak dochází ke zkreslení výsledků. (Weits, Kopperschaar, 1989), (Brozek, Grande, Anderson, Keys, 1963)

#### 4.3.2 Pletysmografie

Metoda založená na principu stanovení těla v hermeticky uzavřeném prostoru vyplněném vzduchem. Měří se malé změny tlaku vzduchu, poté se vypočítá objem těla odečtem od objemu vzduchu v prázdné místnosti. Z důvodu dobré tolerance a menší nutnosti spolupráce se tato metoda často užívá u dětí a lidí s morbidní obezitou.

#### 4.3.3. Duální rentgenová absorpciometrie (DEXA)

Vychází z odlišné absorpce záření o dvou různých energiích různými tkáněmi. Stanovuje podíl tělesných tkání – tukové, kostní a ostatních. Jedná se o přesnou metodu, která

je však náročná na čas a vyžaduje velmi nákladné zařízení. Proto se používá ve specializovaných centrech, především k výzkumným účelům. Problém může nastat u obézního pacienta, jenž se nemusí vejít do skenovaného pole. (Eston, 2001)

#### 4.3.4. Počítačová tomografie (CT) a nukleární magnetická rezonance (NMR)

Při CT prochází paprsky různými vnitřními orgány a v závislosti na jejich biochemickém složení dochází k tlumení paprsků. Úkolem výkonného počítače, nedílné součásti tomografu, je zrekonstruovat plošný řez vyšetřovaným objektem. Poskytuje poměrně přesné výsledky o složení pacientova těla, tedy i o vnitřním a podkožním tuku. Stinnou stránkou používání CT představuje vystavení pacienta radioaktivnímu záření.

NMR představuje fyzikální princip magnetické rezonance (MRI), při němž se využívá velké magnetické pole a elektromagnetické vlnění s vysokou frekvencí. S pomocí MRI je možné získat řezy určité oblasti těla, ty dále zpracovávat a spojovat až třeba k výslednému 3D obrazu požadovaného vnitřního orgánu lidského těla. Výhodou této zobrazovací metody je absence škodlivého ionizujícího záření a vysoká přesnost. Pro pacienty jsou hlavním nebezpečím vedlejší účinky při přítomnosti kovových materiálů v těle a u pacientů s kardiostimulátory či jinými elektrickými přístroji tato technika nelze zpravidla ani provést.

Společným znakem obou zobrazovacích metod jsou vysoké pořizovací a provozní náklady.

### 4.4. Měření na atomové úrovni

#### 4.4.1. Celotělová uhlíková metoda

Jedná se o velmi přesnou metodu, jež vychází z faktu, že v celém těle je obsažen uhlík, jako součást tuku, glykogenu, bílkovin a kostního materiálu. Využívá se jen výjimečně, jelikož představuje určitou radiační zátěž pro pacienta a také jen několik málo pracovišť má tři systémy aktivace neutronů, pro tuto metodu nezbytných.

#### 4.4.2. Měření přirozeného izotopu draslíku $^{40}\text{K}$

Přirozený izotop draslíku  $^{40}\text{K}$  je v těle zastoupen v konstantním procentu celkového draslíku. Koncentrace  $^{40}\text{K}$  u mužů činí 66 mmol/kg a 60 mmol/kg u žen.  $^{40}\text{K}$  je radioaktivní a emituje charakteristické gama záření, které může být detekováno. Je obsažen pouze v beztukové tělesné hmotě a z celkového draslíku v těle lze stanovit množství netukové hmoty (LBM). (Weits, Kopperschaar, 1989)

## Shrnutí

Jako nejpřesnější metody stanovení distribuce tuku se jeví tzv. zobrazovací techniky (CT, NMR), jejichž využití je však limitováno vysokou cenou příslušných zařízení a nedostatečnou dostupností vyšetření. Naopak metoda měření kožních řas nevyžaduje přílišné finanční náklady a poskytuje poměrně přesné výsledky. Je však vhodné ke zvýšení přesnosti kombinovat ji s některými proporcionálními indexy, popř. s impedančním měřením. BIA však neposkytuje objektivní výsledky pro dětské a adolescentní jedince. Jako orientační ukazatele distribuce tuku slouží měření obvodových rozměrů, zejména pasu a boků. Výhoda spočívá v jednoduchosti, proto si tato měření může provést téměř každý jedinec a v kombinaci s BMI navíc získá poměrně přesnou představu o množství tuku v těle.

## **5. Indexy tělesné hmotnosti**

Ke zhodnocení hmotnosti z hlediska zdravotních rizik dochází buď na základě porovnání hmotnosti s tabulkami nebo se využívá hmotnostně-výškových indexů. Za optimální se považuje hmotnost s nejnižší mortalitou. V současnosti je asi nejvíce používán hodně popularizovaný BMI, ale samozřejmě existuje celá řada jiných indexů (viz 5.2.).

### 5.1. BMI

Body mass index, v minulosti známý jako Queteletův index tělesné hmotnosti, patří v dnešní době k nejpoužívanějším indexům tělesné hmotnosti v celosvětovém měřítku. Dává do poměru výšku a hmotnost:

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

Vypočítaná hodnota nám poskytuje informaci, ve které kategorii se nacházíme (viz tabulka 2). Pokud BMI přesahuje hodnotu 30,0 jedná se o obezitu (onemocnění z nadměrného uložení tuku v organismu), jež je výsledkem působení genetických a vnějších faktorů (stres, přejídání, nedostatek pohybu, psychologické vlivy apod.). Podíl tuku se normálně pohybuje u žen do 25% až 30% a u mužů do 20 až 25%, což se mění v závislosti na věku (viz tabulka 3). Zdravotní rizika stoupají od BMI 25 a osoby s morbidní obezitou (BMI nad 40) většinou nepřežívají 60 let. Na opačném konci stupnice se nacházejí lidé s BMI pod 18,5, u nichž většinou procento tělesného tuku klesne pod minimální hodnoty (pod 5% u mužů a 12% u žen). V tomto případě mluvíme již o podvýživě.

**Tabulka 2: Klasifikace tělesné hmotnosti dle BMI (WHO, 2000)**

Klasifikace	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Riziko komplikací obezity
podváha	< 18,5	nízké (riziko jiných chorob)
normální váha	18,5 - 24,9	průměrné
zvýšená váha	≥ 25	
nadváha	25,0 - 29,9	zvýšené
obezita I. stupně (mírná o.)	30,0 - 34,9	středně vysoké
obezita II. stupně (střední o.)	35,0 - 39,9	vysoké
obezita III. stupně (těžká, morbidní o.)	≥ 40	velmi vysoké

**Tabulka 3: Procento tělesného tuku u žen a mužů v závislosti na věku**

věk	Tělesný tuk (%) - ženy				Tělesný tuk (%) - muži			
	výborný	dobrý	průměrný	vysoký	výborný	dobrý	průměrný	vysoký
20-24	18,2	22,0	25,0	29,6	10,8	14,9	19,0	23,3
25-29	18,9	22,1	25,4	29,8	12,8	16,5	20,3	24,3
30-34	19,7	22,7	26,4	30,5	14,5	18,0	21,5	25,2
35-39	21,0	24,0	27,7	31,5	16,1	19,3	22,6	26,1
40-44	22,6	25,6	29,3	32,8	17,5	20,5	23,6	26,9
45-49	24,3	27,3	30,9	34,1	18,6	21,5	24,5	27,6
50-59	26,6	29,7	33,1	36,2	19,8	22,7	25,6	28,7
>60	27,4	30,7	34,0	37,3	20,2	23,7	26,2	29,3

Zdroj: [http://medispo.net/on/archiv/obesity\\_news\\_07\\_2.pdf](http://medispo.net/on/archiv/obesity_news_07_2.pdf) Vlastní úprava.

Tento index se v průběhu života výrazně mění, zejména u dětí a dospívajících, proto se jeví jako lepší jeho využití spíše u starších věkových kategorií. Také záleží na fyzické aktivitě daného jedince. Obecně platí, že pro vrcholové sportovce jeho vypovídací schopnost ztrácí smysl, jelikož vysoce vyvinutá svalová hmota může zapříčinit chybnou diagnózu obezity. Naopak může dojít k chybné diagnóze ve smyslu falešně negativní diagnózy obezity u osob s relativně velkým zastoupením tukové tkáně, tzv. frustní obezitou. (Fried, 2005)

Jeho využití se tedy omezuje na běžnou populaci z důvodu, že sportovcům, dětem, těhotným a kojícím ženám může poskytovat zkreslené a zavádějící výsledky. Dokonce nelze stoprocentně tvrdit, že člověk s vysokým BMI se nachází v rizikové skupině, jež je ohrožena kardiovaskulárními a jinými metabolickými chorobami. Jelikož novější studie prokázaly, že o výskytu řady chorob spojených s obezitou rozhoduje zejména kumulace tuku v rizikových partiích (především abdominální a subkutánní), nikoliv míra zastoupení tuku v celém těle.

### Shrnutí

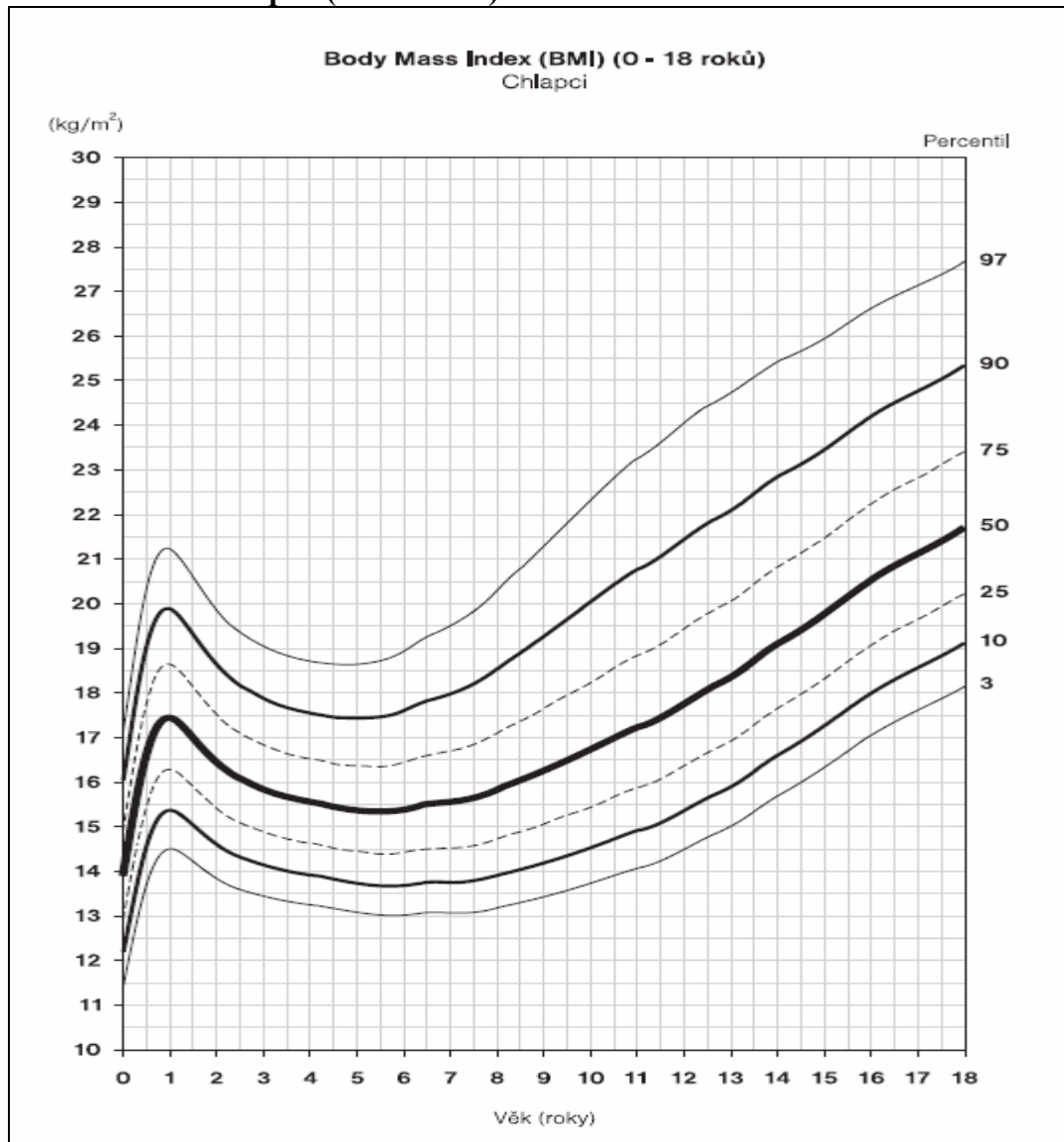
BMI tedy jako ukazatel míry zastoupení tuků v mnohých případech selhává. Přesto však hlavně z důvodu jednoduchosti a snadného získání dat patří k uznávanému měřítku pro stanovení obezity. V minulosti se dlouho používal tzv. Broccův index, jež také dával do souvislosti výšku a hmotnost:  $BI = \text{hmotnost (kg)} / (\text{výška (cm)} - 100)$ . Sloužil zejména u laické veřejnosti k určení doporučené váhy, šlo však o maximální doporučenou váhu pro danou výšku. Tento index se nehodí univerzálně pro malé i velké jedince a jeho vypovídací schopnost je nižší než u BMI, proto byl zatlačen do pozadí právě Queteletovým indexem, zavedeným před více než sto lety.

#### 5.1.1. BMI a děti

BMI se v dětském věku mění. Proto byly na základě národních studií sestaveny percentilové grafy BMI (viz grafy 1 a 2). Podkladem pro sestavení těchto grafů jsou antropometrická vyšetření reprezentativního souboru jedinců. Ve většině vyspělých zemí se používají národní standardy (resp. referenční údaje). Percentilové, resp. růstové grafy znázorňují hodnoty hlavních percentilů (nejčastěji 3., 10., 25., 50., 75., 90. a 97.) referenční populace. (Bláha, P., Vignerová, J., 2001)

Od 1. ledna 1995 se stal dostupným zdrojem těchto grafů Zdravotní a očkovací průkaz dítěte a mladistvého, což pomáhá pediatrovi a především rodičům hodnotit základní růstová data dítěte (tělesná výška, tělesná hmotnost, obvod hlavy, obvod paže) od narození až do jeho osmnácti let. V dnešní době vzhledem k rostoucímu počtu dětí s nadměrnou hmotností se stává nezbytností všimnout si zejména grafů zaznamenávající BMI a hmotnost k tělesné výšce.

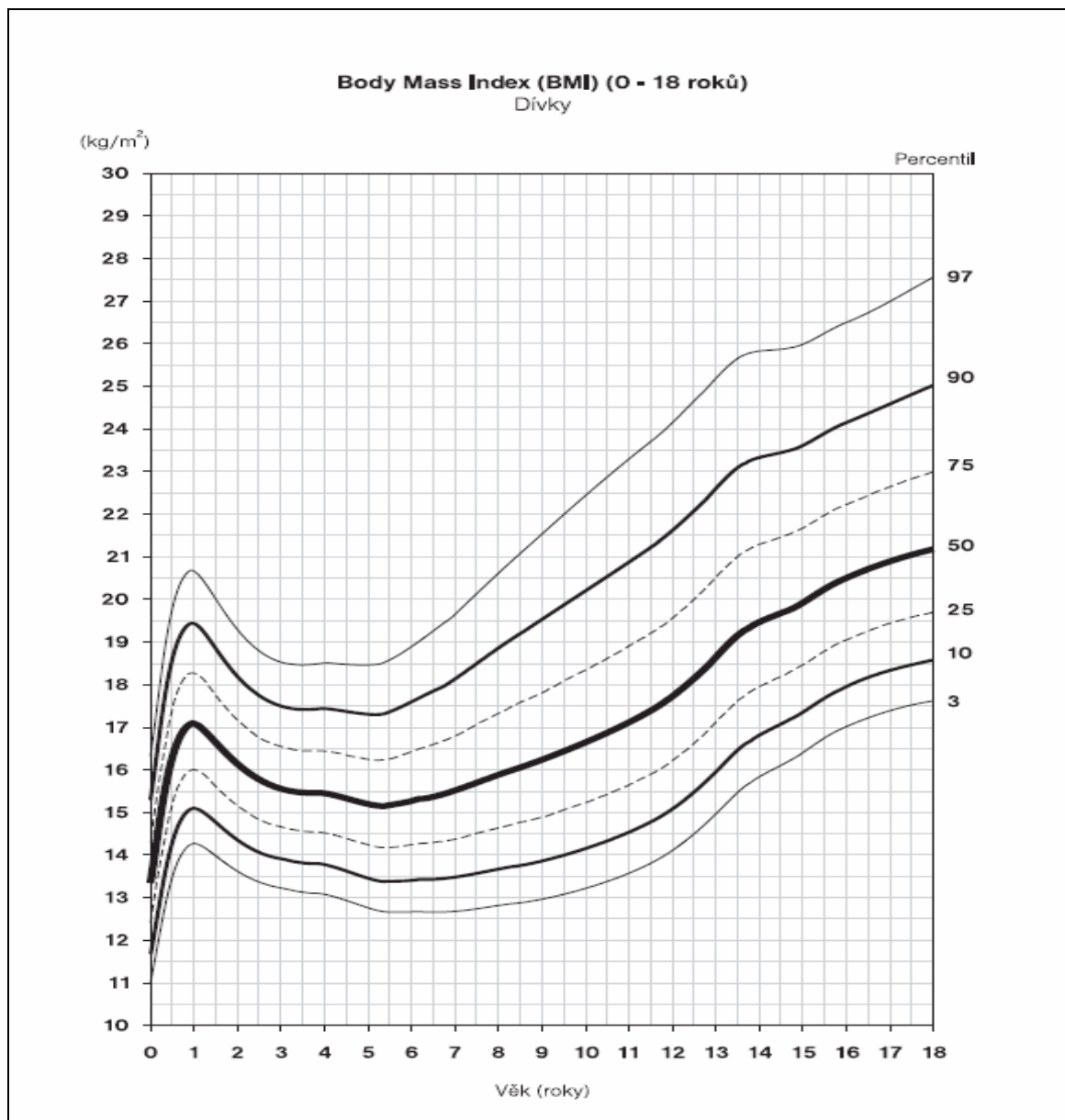
**Graf 1: BMI u chlapců (0 – 18 roků)**



Zdroj: <http://www.szu.cz/czpz/prevence/vyzkum/graphs/bmi0-18h.pdf>. Vlastní úprava.



**Graf 2: BMI u dívek (0 – 18 roků)**



Zdroj: <http://www.szu.cz/czzp/prevence/vyzkum/graphs/hmotnost0-18d.pdf>. Vlastní úprava.

Jedinci vyskytující se v rozmezí 75. – 90. percentilu vykazují nadměrnou hmotnost. Hodnoty nad 97. percentilem znamenají jednoznačně obezitu. Naproti tomu hodnoty pod 25. percentilem znamenají sníženou hmotnost a pod 3. percentilem se již jedná o hodnoty alarmující kriticky nízkou hmotnost (viz tabulka 4).

**Tabulka 4: Hodnocení BMI a hmotnosti k tělesné výšce dle percentilových grafů**

Percentilové pásmo	Hodnocení
> 97	obézní
90 – 97	nadměrná hmotnost
75 – 90	robustní
25 – 75	proporciální
10 – 25	štíhlé
< 10	hubené

Zdroj: Vignerová, J., Riedlová, J., Bláha, P., Kobzová, J., Krejčovský, L., Brabec, M., Hrušková, M.: 6. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001 Česká republika, Praha, 2006. Vlastní úprava.

Tato kritéria neplatí pro kojence, u kterých o tělesné hmotnosti rozhoduje způsob výživy (hmotnost kojených dětí bývá nižší než u dětí příkrmovaných umělou výživou). U dětí od pěti do deseti let lze používat grafy hmotnosti k tělesné výšce, u starších dětí grafy BMI. (Vignerová, Riedlová, Bláha, Kobzová, Krejčovský, Brabec, Hrušková, 2006)

Problémem percentilových grafů zůstává nejednoznačné vymezení hranic obezity. Podle různých autorů je za hraniční hodnotu BMI považován 90., 91., 95. nebo 97. percentil. Především v období pubertálního růstu bývá určité procento jedinců chybně zařazeno pod nebo nad 90. percentil. Významným krokem by byla minimalizace těchto falešně negativně a pozitivně zařazených jedinců. Současné české růstové grafy se mohou svým průběhem lišit od růstových standardů WHO. V budoucnosti se WHO bude snažit o konstrukci nových grafů BMI, jež by byly mezinárodně použitelné.

#### Shrnutí:

V poslední době, kdy se o dětské obezitě hovoří jako o epidemii, je nezbytné si uvědomit, jaké nedozírné dopady na populaci a její vývoj to může mít. Proto se děti stávají významnou skupinou, na níž je zaměřena pozornost současného výzkumu. Pozitivem zůstává rostoucí zájem rodičů o vývoj jejich potomka. Svítá zde tedy naděje do budoucna, že rodiče společně s pediatrem včas začnou aplikovat příslušné léčebné kroky v případě nadměrné hmotnosti dítěte, čímž mohou předejít některým zdravotním komplikacím. K tomuto významně přispívají právě percentilové grafy BMI.

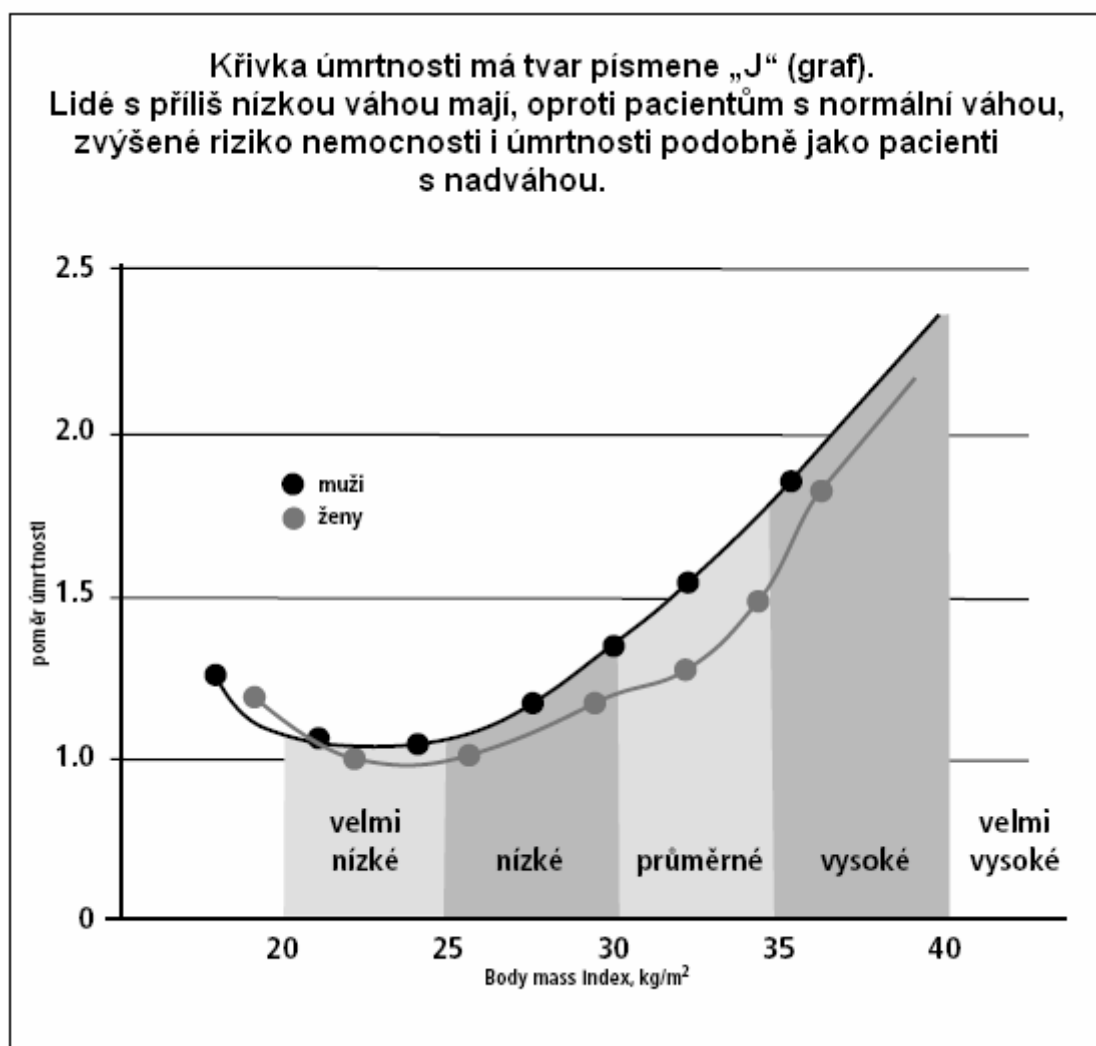
### 5.1.2. BMI jako indikátor obezity

Výpočet BMI je považován za rychlou orientační metodu pro určení nadváhy, popř. obezity. V kombinaci s předchozími metodami lze získat přesné informace o distribuci tukové tkáně v těle. Důležité je zejména stanovení, zda se jedná o obezitu mužského typu (androidní, typ jablko), u které se tuk hromadí v horní polovině těla (na hrudníku a břiše) či jde o obezitu ženského typu (gynoidní, typ hruška), u něhož se tuk ukládá na stehnech a hýždích. Zatímco u gynoidního typu jde většinou o kosmetický problém, androidní obezitu doprovází rozvoj metabolických a kardiovaskulárních komplikací.

Obezita již dlouho není jen estetickou záležitostí, ale přispívá k rozvoji dalších zdravotních problémů. Je druhou nejčastější příčinou (hned po kouření) vzniku rakoviny. Nadváhu a obezitu řadíme k rizikovým faktorům, jež indikují vyšší pravděpodobnost vzniku některých civilizačních onemocnění, jako jsou vysoký krevní tlak (hypertenze), neplodnost (sterilita), cukrovka (diabetes mellitus II), křečové žíly, srdeční a mozkové příhody apod. Obezita v důsledku nadměrného zatížení kloubů vyvolává jejich nevratné poškození a společně s předchozími zdravotními potížemi značně snižuje kvalitu života člověka. Zvyšuje také riziko úmrtnosti (viz graf 3).

Léčba obezity vychází z komplexního přístupu, jedná se tedy o kombinaci až pěti léčebných postupů (diety, psychoterapie, pohybového režimu, farmakoterapie a chirurgické léčby). Dietoterapie je léčebný způsob nezbytný pro každého pacienta. Největším problémem bývá nedostatečná fyzická aktivita pacienta. Proto se fyzické nároky musí klást postupně, začínat přirozenějšími pohyby např. chůzí, dále pak jízdou na kole, plaváním apod. Jako nejefektivnější metoda se jeví chirurgická léčba, se kterou v žádném případě nesouvisí např. liposukce a další plastické operace, jež nemají na komplikace obezity žádný efekt.

**Graf 3: Závislost mezi BMI a úmrtností**



Zdroj: <http://www.joalis.cz/UserFiles/File/cs-files/bulletin/kvetencerven2007.pdf>, str. 14. Vlastní úprava.

Léčba obezity vychází z komplexního přístupu, jedná se tedy o kombinaci až pěti léčebných postupů (diety, psychoterapie, pohybového režimu, farmakoterapie a chirurgické léčby). Dietoterapie je léčebný způsob nezbytný pro každého pacienta. Největším problémem bývá nedostatečná fyzická aktivita pacienta. Proto se fyzické nároky musí klást postupně, začínat přirozenějšími pohyby např. chůzí, dále pak jízdou na kole, plaváním apod. Jako nejefektivnější metoda se jeví chirurgická léčba, se kterou v žádném případě nesouvisí např. liposukce a další plastické operace, jež nemají na komplikace obezity žádný efekt.

#### Shrnutí

V dnešní době, kdy je obezita považována za epidemii třetího tisíciletí, roste význam možnosti výpočtu BMI (i navzdory některým negativům uvedených výše). Internet poskytuje nespočet stránek, které za nás pohodlně spočítají BMI. Poté už jen záleží na každém z nás, zda se rozhodneme se svou hmotností něco dělat.

### 5.1.3. BMI jako indikátor podvýživy

Podváha (BMI činí méně než 18,5) není diagnóza, je to pouze příliš nízká hmotnost vzhledem k tělesné výšce. Většinou však svědčí o podvýživě, což je stav způsobený nedostatečnou nebo nesprávnou stravou. Existují různé příčiny nedostatečné výživy, např. nedostupnost kvalitní stravy (chudoba, válečné strádání), neschopnost příjmu potravy (nechutenství, obtížné žvýkání, poruchy polykání...), poruchy trávení a vstřebávání, popř. zvýšené nároky organismu (závažná celková onemocnění, septické stavy, popáleniny...), jež nejsou z různých důvodů pokryty. Jako poslední příčiny podvýživy zmíním mentální anorexii a bulimii, které patří do skupiny psychosomatických chorob.

Mentální anorexie je porucha charakterizovaná zejména úmyslným snižováním tělesné hmotnosti. Touto poruchou trpí nejčastěji dívky (asi v 95%) a to ve věku 16-25 let. Výjimkou není ani anorexie zjištěná u dívky po 13.roce věku nebo dokonce až po 40. roce věku. Při mentální bulimii se opakují záchvaty přejídání spojené s přehnanou kontrolou tělesné hmotnosti, která zahrnuje nejen zvracení, nýbrž i střídavé období hladovění, užívání projímadel a prostředků na odvodnění.

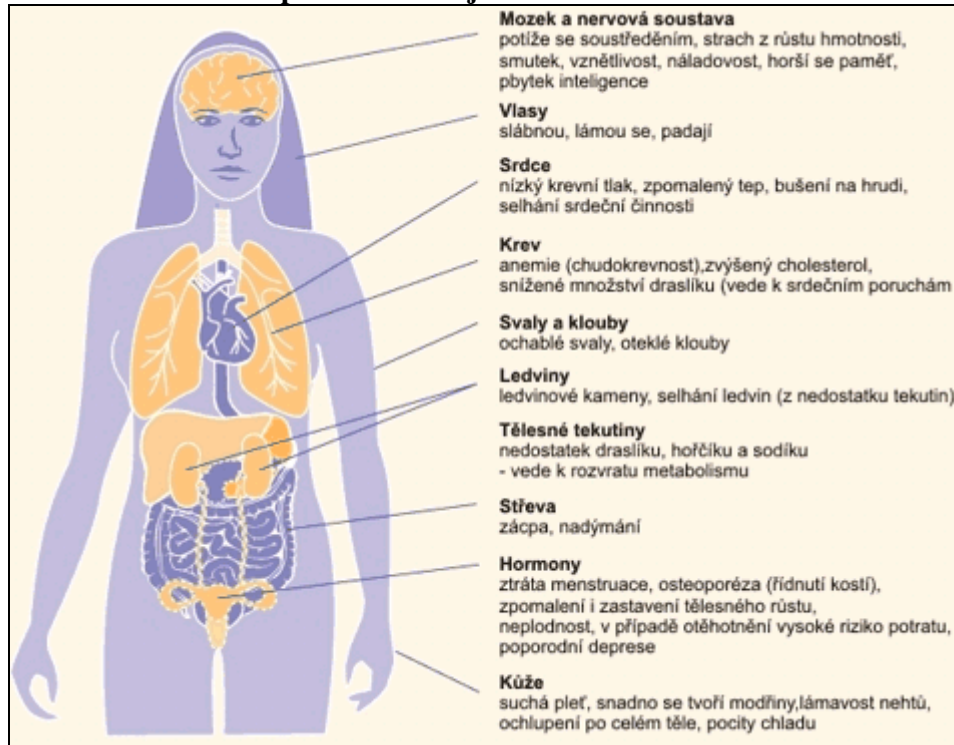
Tyto poruchy příjmu potravy doprovází řada zdravotních komplikací různé závažnosti (viz obr. 4 a 5). Dochází k potížím jak v oblasti fyzické, tak i psychické a sociální. Pokud nenastane léčba, může nakonec dojít k metabolickému rozvratu a smrti. Anorexie a bulimie patří k nejobtížněji léčitelným poruchám. Léčba může trvat několik týdnů, měsíců, roků nebo nemusí dojít k vyléčení vůbec. Terapie probíhá u lehčích případů ambulantně, v těžších případech je nutná hospitalizace na psychiatrické klinice, popř. na jednotce intenzivní péče se zavedením umělé výživy.

#### Shrnutí

Každodenně z novin, časopisů, televize hledí vyhublé modelky a herečky na mladé dívky a ženy. Tento trend současné civilizace neblaze působí na mladé dívky, jež se těmito „ideálům krásy“ chtějí vyrovnat, ne-li je v hubenosti překonat. Existuje však mnoho dalších faktorů, jež k těmto poruchám přispívají, např. nepříznivé životní situace, negativní sebehodnocení, problémy v rodině apod.

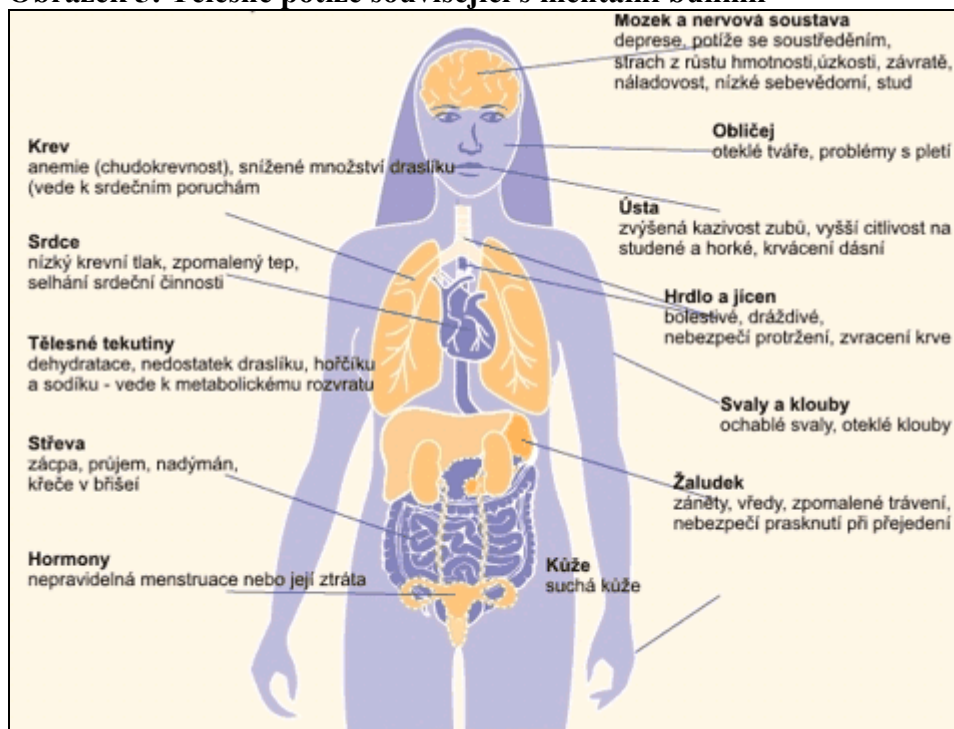
Studie ukázaly, že počet případů anorexie se od padesátých let zvyšuje každých 5 let o 36%. Přibližně 8 milionů lidí, většinou žen, dnes trpí mentální anorexií či bulimií. Tyto poruchy příjmu potravy se tedy vyskytují alespoň u tří dívek ze sta. Terapie je velice složitá a pokud dívka v sobě nenajde sílu se léčit, nikdo ji k tomu nemůže donutit ani jí nijak zvlášť pomoci. V opačném případě, kdy se rozhodne pro léčbu, se pro ni často stávají velkou oporou její rodiče, partneři nebo přátelé.

**Obrázek 4: Tělesné potíže související s mentální anorexií**



Zdroj: [http://www.pppinfo.cz/vyzkousejte\\_potize-a.asp](http://www.pppinfo.cz/vyzkousejte_potize-a.asp)

**Obrázek 5: Tělesné potíže související s mentální bulimií**



Zdroj: [http://www.pppinfo.cz/vyzkousejte\\_potize-b.asp](http://www.pppinfo.cz/vyzkousejte_potize-b.asp)

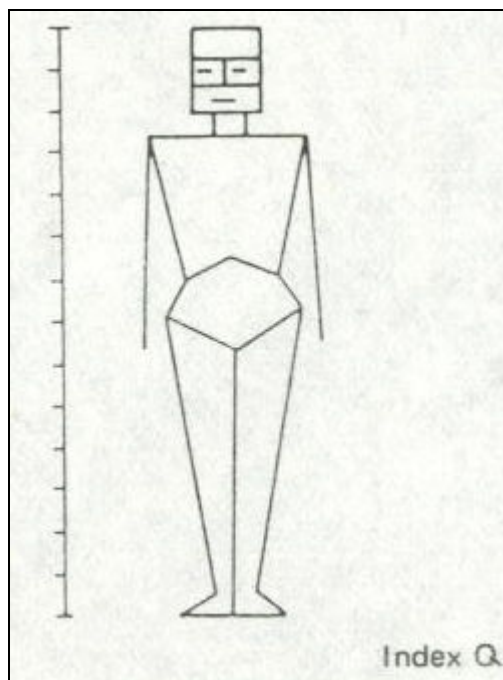
## 5.2. Další indexy tělesné hmotnosti (ITH)

Představují formu, kterou lze popsat a vyjádřit tělesnou konstituci a je možno také predikovat hmotnost lidského těla. Jedná se o tzv. proporční indexy, jež vztahují daný tělesný rozměr k jinému rozměru. Statistické vlastnosti ITH popsané standardními postupy nám dávají možnost zkoumání dynamiky jejich závislosti na věku. Zároveň statistické charakteristiky tří tělesných rozměrů (tělesné výšky- X; obvodu hrudníku- Y a hmotnosti těla- W) nám dávají důležité informace pro predikci tělesné hmotnosti. Z ITH plyne, že výška X souvisí těsněji s hmotností W než s obvodem hrudníku Y. Mezi 6 až 50 lety vztah X a Y postupně slábne (k stabilizaci dochází na úrovni  $r_{XY} = 0,2$ ), u vztahu X a W je to obdobné, i když slábnutí je méně výrazné ( $r_{XW} = 0,5 - 0,6$  pro muže a  $r_{XW} = 0,4 - 0,5$  pro ženy). Vztah obvodu hrudníku a tělesné hmotnosti zůstává těsný nezávisle na věku ( $r_{YW} = 0,8$  v dospělosti). (Bláha et al., 1987)

### 5.2.1. Index Queteleta – Boucharda

$$Q [kg \cdot cm^{-1}] = \frac{W}{X}$$

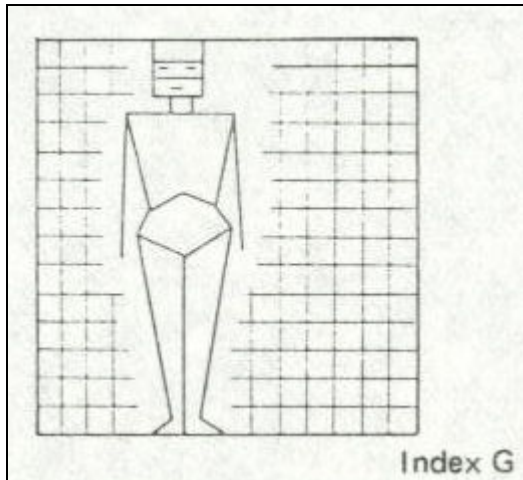
Vztahuje hmotnost těla W na jednotku výšky X. Střední hodnoty indexu neustále vzrůstají s rostoucím věkem. V souvislosti s absolutními hodnotami se průměry indexu v šesti letech mění od 0,2 do 0,45 (muži) a do 0,40 (ženy). Směrodatná odchylka pro dospělé tvoří asi 10% průměru.



### 5.2.2. Index Queteleta – Kaupa – Gouda

$$G [g \cdot cm^{-2}] = \frac{W}{X^2} 10^3$$

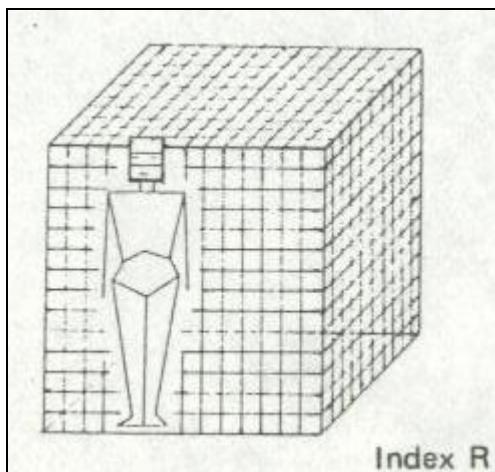
Vyjadřuje plošnou hustotu, kterou zaujímá hmotnost lidského těla ve čtverci o straně odpovídající tělesné výšce X. Jeho hodnota stále roste během celého ontogenetického vývoje. V šesti letech stoupne průměr indexu z 1,50 na 2,60 (muži) a 2,50 (ženy).



### 5.2.3. Index Rohrera – Buffona – Bardeena

$$R [mg \cdot cm^{-3}] = \frac{W}{X^3} 10^6$$

Měří prostorovou hustotu, s níž vyplňuje tělesná hmotnost krychli o hraně rovné tělesné výšce X. Hodnoty během vývoje klesají a opětovně vzrůstají. Nominální hodnoty průměru klesají z 13,0 v šesti letech na 11,5 ve 13 až 14 letech (muži) a 12 až 13 letech (ženy). Směrodatné odchylky příliš nepřesahují 10% hodnoty příslušných průměrů. Ženy mají index poněkud proměnlivější.

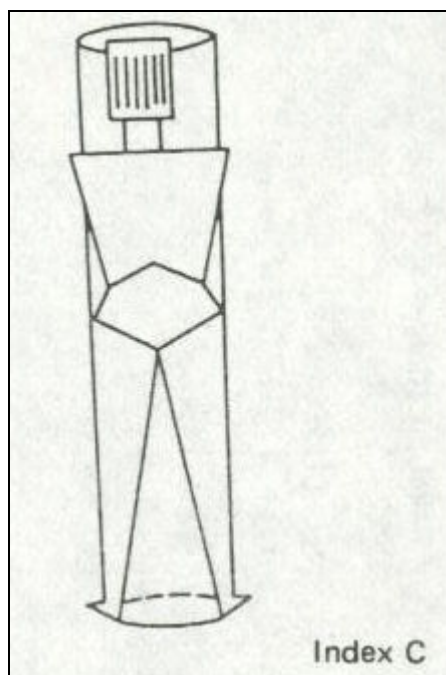




#### 5.2.4. Index C

$$C [g.cm^{-2}] = \frac{W}{XY} 10^3$$

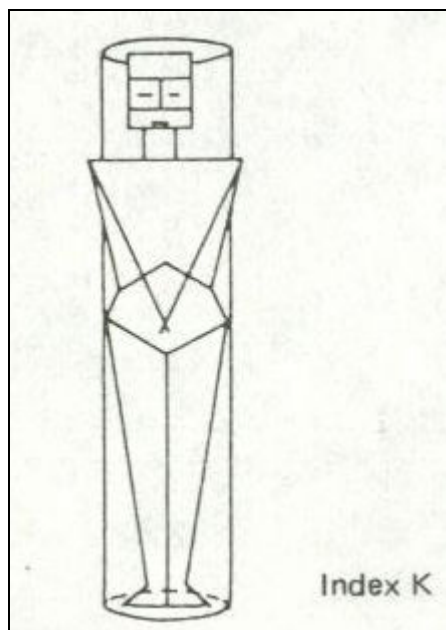
Vyjadřuje plošnou hustotu, s níž hmotnost lidského těla zaujímá povrch otevřeného válce, jehož výška odpovídá výšce lidského těla X a obvod se rovná obvodu hrudníku Y. V průměru roste do zhruba 20 let, poté se v dospělosti nijak zvlášť nemění. Nominální hodnoty průměrů rostou v šesti letech asi od 3,20 do 4,55 (muži) a 4,40 (ženy). Směrodatné odchylky zůstávají výrazně pod 10% průměrných hodnot indexu.



#### 5.2.5. Index K

$$K [g.cm^{-3}] = \frac{W}{XY^2} 4\pi 10^3$$

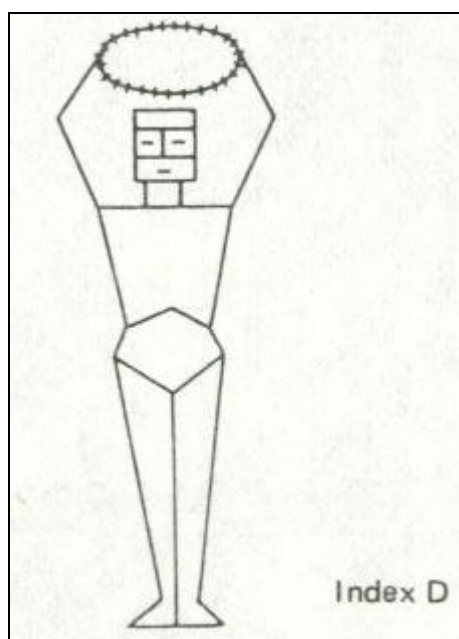
Udává prostorovou hustotu, se kterou vyplňuje hmotnost lidského těla objem válce o výšce rovnající se výšce lidského těla X s obvodem shodným s obvodem hrudníku Y, tj. objem  $X.Y^2/4\pi$ . Průměrné hodnoty s věkem klesají, v dospělosti pak méně výrazně. Hodnoty indexu žen jsou podstatně vyšší než u mužů. Nominální hodnoty průměru klesají v šesti letech z asi 0,7 na 0,57 (muži) a na 0,63 (ženy). Směrodatné odchylky se nacházejí hluboko pod úrovní 10% příslušných průměrů indexu.



#### 5.2.6. Index D

$$D [kg \cdot cm^{-1}] = \frac{W}{Y}$$

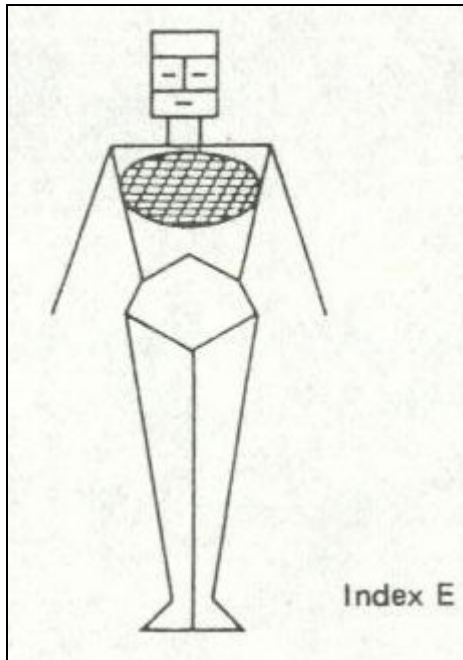
Vztahuje hmotnost těla  $W$  na jednotku obvodu kruhu, shodného s obvodem hrudníku  $Y$ . S věkem se průměrné hodnoty zvyšují, v dospělosti se mění jen nepatrně. Index dosahuje v průměru vyšších hodnot pro muže. Nominální hodnoty se mění v šesti letech od 0,39 do 0,81 (muži) a do 0,71 (ženy). Směrodatné odchylky se blíží 10% příslušných hodnot průměrů indexu.



### 5.2.7. Index E

$$E [g.cm^{-2}] = \frac{W}{Y^2} 4 \pi 10^3$$

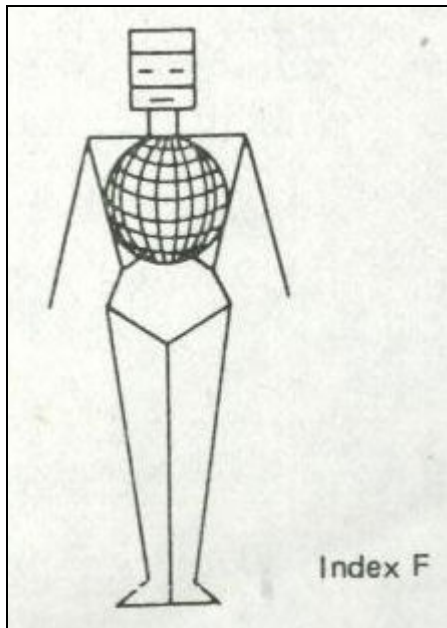
Měří plošnou hustotu hmotnosti lidského těla uvnitř kruhu, jehož obvod se rovná obvodu hrudníku  $Y$ , tj. na ploše  $Y^2/4\pi$ . Zvyšuje se zejména v období růstu, v dospělosti spíše nepatrně klesá. Nominální hodnoty v šesti letech se mění od 84 do 107 v rané dospělosti. Směrodatné odchylky nedosahují 10% příslušných průměrů.



### 5.2.8. Index F

$$F [g.cm^{-3}] = \frac{W}{Y^3} 6 \pi^2 10^3$$

Vyjadřuje objemovou hustotu, s níž vyplňuje lidské tělo prostor koule, jejíž hlavní kružnice se shoduje s obvodem hrudníku  $Y$ , tj. prostor s objemem  $Y^3/6\pi^2$ . V průměru klesá po celé sledované období. Nejvyšší hodnoty průměru v šesti letech činí asi 7,0 a nejnižší jsou 4,5 (muži) a 5,5 (ženy). Směrodatné odchylky vystupují nad 10% příslušných středních hodnot.



### Shrnutí

Každý z předložených indexů vypovídá svým způsobem o tělesné konstituci. První tři indexy řadíme ke klasickým prostředkům popisu ve fyzické antropologii déle než sto let. Zbývajících pět se využívá k získání informací o stavbě těla podstatně kratší dobu.

Index Rohrera - Buffona - Bardeena (index tělesné plnosti) nejlépe dokumentuje ontogenetické změny jako je střídání období plnosti a vytáhlosti. Má podobné výhody a nevýhody jako BMI, ale na druhou stranu, jak již bylo zmíněno, má vyšší vypovídací schopnost v pubertě, kdy je BMI vyloženě nespolehlivý. Stejně tak index Queteleta – Kaupa – Goulda (index tělesné stavby) neodráží změny ve vývoji, jeho průběh probíhá pouze ve shodě s přírůstkem výšky a hmotnosti (obdobně BMI). (Riegerová, Ulbrichová, Přidalová, 2006)

## 6. Závěr

Na konci každé větší části mé práce jsem uvedla stručné shrnutí daného problému, jenž byl v dílčím oddílu diskutován. Snažila jsem se o výstižné charakterizování jednotlivých měřících metod, jejichž uplatnění se vzhledem ke stoupajícímu výskytu obezity a nadváhy bude jistě rozšiřovat. Obdobná situace probíhá též u indexů tělesné hmotnosti.

Nespornou vedoucí pozici zaujímá BMI, který lze využít při posuzování „běžné“ populace. Záměrně jsem zdůraznila slovo „běžné“, jelikož jak jsem již výše uvedla, na určité skupiny jedinců ho nelze aplikovat. BMI totiž nezohledňuje podíl tuku a beztukové hmoty a vyvinutost muskulatury. Dva jedinci s podobnou postavou mohou mít stejný BMI, avšak naprosto rozlišný obsah tuku. Ženy mají větší podíl tuku než muži při shodném BMI, obdobné je to u starších a mladších jedinců a v neposlední řadě najdeme rozdíly mezi jednotlivými rasy (např. procento tuku bělocha versus podíl tuku černochoha při stejném BMI).

V praxi se významně uplatňuje využití percentilových grafů BMI, které jsou dostupné nejen pediatrům, ale především rodičům. U dospívajících chlapců nemusí vyšší hodnoty BMI jednoznačně indikovat rostoucí podíl tukové složky. Proto je vhodné, zejména při hodnotách vyšších než 85. percentil, podrobit jedince důkladnějšímu vyšetření obsahu tuku, k čemuž slouží řada výše zmiňovaných metod.

Ostatní indexy tělesné hmotnosti (ITH), jež se zpravidla využívají pro výzkumné účely, demonstrují, jak jednotlivé tělesné rozměry (tělesná výška, hmotnost a obvod hrudníku) mohou mezi sebou vzájemně korelovat. Na základě ITH lze předpovídat více či méně spolehlivě vhodnou tělesnou hmotnost. Informační účinnost predikce tělesné hmotnosti pomocí indexů C a K je poměrně vysoká pro dívky (resp. ženy) i chlapce (resp. muže). Informační účinnost hmotnostní predikce indexů D a E zůstává jen o trochu nižší pro obě pohlaví.

Nakonec bych po vzoru tvrzení „Děti jsou naše budoucnost“ vyzdvihla, jako již poněkolkáté, významnost využití metod zjišťujících obsah tuku v těle i jednotlivých indexů tělesné hmotnosti v praxi. Jelikož díky prevenci se snad podaří eliminovat obezitu a s ní spojené komplikace již v raném věku.

## 7. Seznam použité literatury

Bláha, P. et al.: Antropometrie československé populace od 6 do 55 let (Československá spartakiáda 1985). Díl II. část 2. Praha, *ÚNZ VS*, 1987.

Brozek, J., Grande, F., Anderson, J. T., Keys, A.: Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann. NY Acad. Sci.* 110, 1963, s. 113-140.

Brožek, J., Pařízková, J., Mendéz, J., Bartkett, H. L.: The evaluation of body surface, body volume and body composition in human biology research. *Anthropologie*, XXV/3, 1987, 235-259.

Dullo, AG., Antic, V., Montani, J-P.: Pathogenesis of the worst killers of the 21st century. *International Journal of Obesity*, Vol. 26, Suppl. 2, Switzerland, *Nature publishing group*, 2002, s. 1-2.

Eston, R., Reilly, T.: *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: Tests, procedures and data*. 2. vyd., London, *Routledge*, 2001, 302 str.

Fried, M.: *Moderní chirurgické metody léčby obezity*. Praha, *GRADA*, 2005.

Fung K. P., Lee J., Lau S. P., Chow O. K. W., Wong T. W., Davis D. P.: Properties and clinical implications of body mass indices. *Archives of Disease in Childhood*, 65, 1990, s. 516-519.

Hainer, V. a kol.: *Základy klinické obezitologie*. Praha, *GRADA*, 2004.

Komenda, S., Bláha, P.: Age dependence of the body mass indices. *Fac. Med.* 119, Olomouc, *Vydavatelství Univerzity Palackého*, 1988, s. 25-38.

Komenda, S., Bláha, P.: Body mass indices – prediction efficiency. *Fac. Med.* 119, Olomouc, *Vydavatelství Univerzity Palackého*, 1988, s. 41-50.

Komenda, S., Bláha, P.: Body mass prediction adequate to the skeletal dimensions. *Humanbiol. Budapest.* 19, Olomouc, Vydavatelství Univerzity Palackého, 1989, s. 141-144.

Revicki, D. A., Israel, R.G.: Relationship between Body Mass Indices and Measures of Body Adiposity. *American Journal of Public Health*, Vol. 76, 1986, s. 992-994.

Riegerová, J., Ulbrichová, M.: Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu. Olomouc, *Vydavatelství Univerzity Palackého*, 1998.

Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M.: Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie). Olomouc, *HANEX*, 2006.

Rolland-Cachera M. F.: Body Composition during Adolescence: Methods, Limitations and Determinants. *Horm Res, Suppl.* 3, 1993, s. 25-40.

Svačina, Š.: Obezita a diabetes. Praha, *MAXDORF s.r.o.*, 2000.

Vignerová, J., Riedlová, J., Bláha, P., Kobzová, J., Krejčovský, L., Brabec, M., Hrušková, M.: 6. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001 Česká republika. Praha, *Státní zdravotní ústav*, 2006.

Vignerová, J., Bláha, P.: Sledování růstu českých dětí a dospívajících. Praha, *Státní zdravotní ústav*, 2001.

Weits, T., Koppeschaar, H. P. F.: Body composition measurements. *Netherlands Journal of Medicine*, 35, *Elsevier*, 1989, s. 204-217.

## 8. Internetové zdroje

[http://www.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro\\_3.html](http://www.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html)

[http://sz.ordinace.cz/lekce\\_uvod.php?lekce=3](http://sz.ordinace.cz/lekce_uvod.php?lekce=3)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Body\\_fat\\_percentage#Measurement\\_techniques](http://en.wikipedia.org/wiki/Body_fat_percentage#Measurement_techniques)

<http://www.corazonplus.cz/analyzatory/bia.html>

<http://www.svet-cloveka.com/view.php?cisloclanku=2005103101>

<http://www.mzcr.cz/data/c764/lib/hkaaj.htm>

<http://zdravi.medicentrum.com/ed/0/do/diseases/obezita/>

[http://medispo.net/on/archiv/obesity\\_news\\_07\\_2.pdf](http://medispo.net/on/archiv/obesity_news_07_2.pdf)

<http://www.pppinfo.cz/anorexie.asp>

<http://www.pppinfo.cz/bulimie.asp>

<http://www.ordinace.cz/clanek/anorexie-mentalni-anorexie/>

<http://www.ordinace.cz/clanek/bulimie/>

<http://anorexie.czechian.net/SAKS.htm>

<http://anorexie.czechian.net/SAKS.htm>

<http://www.szu.cz/czpz/prevence/vyzkum.htm#grafy>