

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

DIPLOMOVÁ PRÁCE
(magisterská)

2013

Petra MACHÁČKOVÁ

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

HODNOCENÍ VZTAHU MEZI TĚLESNÝM SLOŽENÍM A POHYBOVOU AKTIVITOU
U ADOLESCENTNÍCH DÍVEK

Diplomová práce
(magisterská)

Autor: Bc. Petra Macháčková
Vedoucí práce: Mgr. Aleš Gába, Ph.D.
Olomouc 2013

Jméno a příjmení: Petra Macháčková

Název diplomové práce: Hodnocení vztahu mezi tělesným složením a pohybovou aktivitou u adolescentních dívek

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Aleš Gába, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2013

Abstrakt: Diplomová práce se zabývá analýzou vybraných parametrů tělesného složení a pohybové aktivity u adolescentních dívek ve věku 15–18 let. Výzkumný soubor tvořilo 48 dívek. Tělesné složení bylo hodnoceno pomocí bioimpedanční metody a úroveň pohybové aktivity byla sledována pomocí akcelerometru. Nadváha a obezita byla u dívek zaznamenána jen v několika případech. Ve výzkumném souboru převažovaly dívky s normálním zastoupením tělesného tuku, a to i přesto, že většina z nich nesplňovala daná doporučení k pohybové aktivitě. Při hodnocení vztahu vybraných parametrů pohybové aktivity a tělesného složení, nebyly nalezeny statisticky významné vztahy. Stejně tak nebyly nalezeny významné korelace mezi věkem a tělesným složením.

Klíčová slova: tělesný tuk, tukuprostá hmota, nadváha, obezita, adolescence, Tanita, ActiTrainer

Diplomová práce byla zpracována v rámci řešení výzkumného grantu FTK UP v Olomouci č. FTK_2012:022 „Zdravotní efekty pohybové aktivity adolescentů z aspektu tělesného složení a aktivity autonomního nervového systému“.

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Jméno a příjmení: Petra Macháčková

Název diplomové práce: Evaluation of the relationship between body composition and physical activity among adolescent girls

Pracoviště: Department of Natural Sciences in Kinanthropology

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Aleš Gába, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2013

Abstract: This thesis deals with the analysis of selected parameters of body composition and physical activity among adolescent girls aged 15-18 years. The sample consisted of 48 girls. Body composition was evaluated by using bioelectrical impedance method and level of physical activity was monitored using an accelerometer. Prevalence of overweight and obesity among girls was observed only in a few cases. In research set of girls with normal body fat percentage, even though most of them did not meet the recommendations for physical activity. When evaluating the the relationship of selected parameters of physical activity and body composition were not found statistically significant. Similarly, significant correlations were not found between age and body composition.

Keywords: body fat, fat free mass, overweight, obesity, adolescence, Tanita, ActiTrainer

This thesis was supported by FTK UP Olomouc research grant, n. FTK_2012:022 „Health effects of adolescent physical activity from the aspect of body composition and heart rate variability.

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Aleše Gáby Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržela zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 19. 6. 2013

.....

Velké poděkování patří Mgr. Alešovi Gábovi, Ph.D., za odborné vedení, trpělivost, cenné rady a připomínky, které mi poskytl při zpracování diplomové práce.

OBSAH

1 ÚVOD	9
2 SYNTÉZA POZNATKŮ	10
2.1 Sociální, psychologické a biologické aspekty adolescence.....	10
2.1.1 Sociální aspekty.....	10
2.1.2 Psychologické aspekty	10
2.1.3 Biologické aspekty	11
2.2 Tělesné složení	11
2.2.1 Základní teorie a modely tělesného složení	11
2.2.2 Diagnostika tělesného složení	14
2.2.3 Bioelektrická impedanční analýza	16
2.3 Komponenty tělesného složení.....	19
2.3.1 Tělesná voda.....	19
2.3.2 Tělesný tuk	20
2.3.3 Tukuprostá hmota.....	23
2.4 Faktory ovlivňující tělesné složení.....	24
2.4.1 Pohlaví a věk	24
2.4.2 Pohybová aktivita.....	27
2.4.3 Prevalence sedavého životního stylu.....	31
2.5 Problematika dětské obezity.....	34
2.5.1 Etiologie	34
2.5.2 Zdroje dětské obezity	34
2.5.3 Prevalence nadváhy a obezity	36
2.5.4 Hodnotící kritéria obezity.....	37
3 CÍLE A HYPOTÉZY	41
3.1 Dílčí cíle	41
3.2 Hypotézy	41

4 METODIKA.....	43
4.1 Charakteristika výzkumného souboru.....	43
4.2 Hodnocení tělesného složení.....	43
4.2.1 Sledované somatické ukazatele.....	43
4.3 Hodnocení úrovně pohybové aktivity.....	45
4.3.1 Sledované ukazatele pohybové aktivity.....	45
4.4 Statistické zpracování.....	46
5 VÝSLEDKY A DISKUZE.....	47
5.1 Hodnocení výskytu nadváhy a obezity.....	48
5.2 Segmentální analýza tělesného složení.....	50
5.3 Vztah mezi vybranými parametry tělesného složení a věkem.....	52
5.4 Hodnocení vybraných parametrů pohybové aktivity.....	53
5.5 Vztah mezi tělesným složením a pohybovou aktivitou.....	57
6 ZÁVĚR.....	60
7 SOUHRN.....	61
8 SUMMARY.....	62
9 REFERENČNÍ SEZNAM.....	63
10 PŘÍLOHY.....	68

1 ÚVOD

Nadváha a obezita celosvětově nabývají rozměrů pandemie. Vyskytují se nejen ve vyspělých zemích, ale čím dál více i v zemích rozvojových, kde došlo ke změně životních podmínek. Příčinnou nadváhy a obezity je pozitivní energetická bilance, kdy energetický příjem převažuje nad výdejem.

Tento problém se netýká jen dospělé populace, ale často postihuje i děti a adolescenty, kterým způsobuje velmi vážné zdravotní, sociální a psychické problémy, které přetrvávají až do dospělosti. Mezi nejčastější onemocnění spojené s obezitou patří diabetes 2. typu, hypertenze, dyslipidémie, astma, nádorová onemocnění, ortopedické problémy a funkční poruchy pohybového aparátu. V České republice mělo při posledním antropologickém výzkumu v roce 2001, ve věku 15–18 let nadváhu 16,1 % adolescentů a 2,5 % trpělo obezitou.

Na rozvoji nadváhy a obezity se podílí jak genetické zázemí jedince, tak především jeho životní styl. Ten současný především vybízí ke konzumnímu způsobu života. Mnoho adolescentů tráví svůj volný čas sezením u televize nebo počítače. Za posledních deset let výrazně stoupla dostupnost internetu a mnoho z nich vlastní počítač. V poslední době se také těší velké oblibě sociální sítě, které výrazně přispívají k sedavému způsobu života. Virtuální kontakt s kamarády nahradil setkání venku, při hře nebo sportu.

Přítom optimální pohybová aktivita je jedním z nejlepších preventivních prostředků v boji proti nadváze a obezitě. Období dětství a dospívání je velmi důležité pro utváření vazeb k zdravému životnímu stylu a aktivnímu životu. Lidé, kteří byli pohybově aktivní v mládí, jsou většinou aktivní i v dospělosti.

Dle mnoha autorů dochází ke snížení objemu pohybové aktivity právě v adolescenci. Proto jsme si vybrali soubor adolescentních dívek ve věku 15–18 let, u kterých jsme posuzovali tělesné složení, úroveň pohybové aktivity a hodnotili vztahy mezi nimi.

2 SYNTÉZA POZNATKŮ

2.1 Sociální, psychologické a biologické aspekty adolescence

2.1.1 Sociální aspekty

Mezi hlavní vývojové úkoly období dospívání patří na jedné straně uvolnění z přílišné závislosti na rodičích a na druhé straně navazování diferencovanějších a významnějších vztahů k vrstevníkům obojího pohlaví. I když proces stálého osamostatňování a rozšiřování a rozrůžňování sociálních vztahů je základním pochodem, který začíná od útlého dětství a pokračuje i v dospělosti, přece jen je období dospívání v tomto směru klíčové a rozhodující pro uspokojivé převzetí pozdějších základních rolí manželských a rodičovských (Krejčířová & Langmeier, 2006, 152).

Prostředí, v němž se mladí lidé pohybují, interpersonální vztahy, které budují, i společenské instituce, které se zpravidla podílejí na jejich výchově a vzdělávání, sehrávají nesmírně významnou roli v psychosociálním vývoji adolescentů (Krejčová, 2011).

2.1.2 Psychologické aspekty

Nový způsob myšlení má významné následky pro postoj dospívajícího k celému světu a zejména k lidem. Zatímco dítě v mladším školním věku bralo svět realisticky a střízlivě, dospívající nyní srovnává existující a přítomné poměry s tím, co by mohlo nebo mělo být, tedy se stavem, který si jako ideál vytvoří ve své mysli. Odtud plyne jeho kritičnost a nespokojenost, zklamání, nejasné toužení a třeba i vystupňovaný pesimismus. Dospívání často doprovází emoční instabilita, časté a nápadné změny nálad, zejména směrem k negativním rozladám, impulzivita jednání, nestálost a nepředvídatelnost reakcí a postojů (Krejčířová & Langmeier, 2006).

Adolescenti používají v myšlení radikalismus, tedy jednoznačné a rychlé řešení. Kompromis není žádoucí, přijímají spíše krajní varianty, u nichž předpokládají definitivnost. Lépe používají formálně logické operace, zafixovali si je cvičením a hromaděním zkušeností. Pokud jde o pružnost myšlení, v této době dosahuje rozvoj inteligence maxima (Zacharová & Šimíčková-Čížková, 2011).

2.1.3 Biologické aspekty

V adolescenci se růst do výšky výrazně zpomaluje, až se úplně zastaví. V tomto období roste více trup, než dlouhé kosti a s jeho ukončením vrcholí vývoj tělesných i duševních sil jednotlivce. V podstatě již jde o celkové kvalitativní upevňování dosažené dospělosti. Kolem 18. roku mizí chrupavčité spojení mezi kostí týlní a klínovou, a tyto kosti spolu pevně srůstají. Toto věkové období se vyznačuje vysokou interindividuální variabilitou. Jeho začátek patří k vrcholům motorické aktivity. Vytváří se typicky mužská a ženská motorika (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Adolescence je období růstu od konce puberty, kdy jsou již zralé reprodukční funkce, do dosažení maximálního vzrůstu – u dívek v 17 letech a u chlapců ve 20 letech. Přičemž platí, že po ukončení puberty růstová rychlost strmě klesá. U chlapců je období mezi 15. a 18. rokem života charakterizováno nejvyšší energetickou potřebou, která je spojena s prudkým rozvojem svalové hmoty a dosahuje 11,5 MJ denně. Tyto obecně vypočítané dávky potřebné energie jsou však individuálně výrazně modifikovány jak individuální rychlostí pohlavního zrání, ale také mírou fyzické aktivity (Svačina et al., 2008).

Dle HBSC ČR (Kalman, Sigmund, Sigmundová, Hamřík, Beneš, Benešová, & Csémy, 2010), dochází u mladých lidí během dospívání k výrazným změnám ve vzhledu těla. Sebehodnocení postavy hraje významnou roli při vytváření sebeobrazu, mentálního zdraví a psychické pohody. Pubertální vývoj často souvisí s horším sebehodnocením postavy u dívek, přičemž chlapci poměrně častěji hodnotí svou postavu pozitivně, což se přisuzuje tradičním očekáváním. Sebehodnocení těla často nesouvisí se skutečným stavem výživy, ve skutečnosti je pocit nadměrné tělesné hmotnosti nejsilnějším prediktorem snah o zhubnutí, což může vést ke zdravotnímu riziku v důsledku nesprávných změn ve stravování.

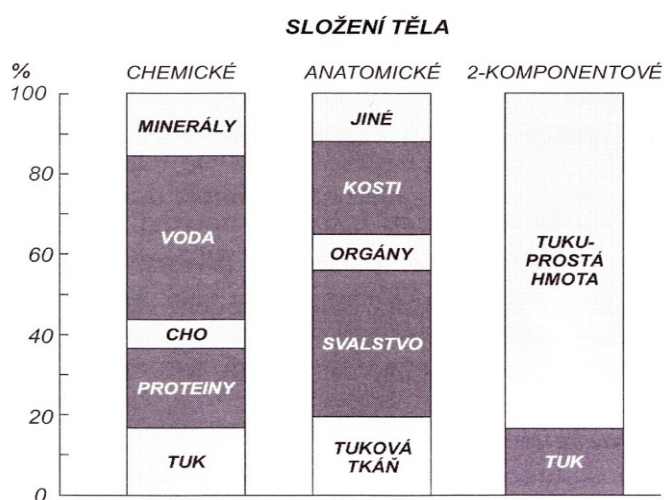
2.2 Tělesné složení

2.2.1 Základní teorie a modely tělesného složení

Původní pohled na komponenty tělesného složení byl dán chemickým či anatomickým modelem. Chemicky je tělo tvořeno tukem, bílkovinami, sacharidy, minerály a vodou. Tento klasifikační systém je preferován ve vztahu k tělesným energetickým zásobám. Anatomicky

je tělo tvořeno tukovou tkání, svalstvem, kostmi, vnitřními orgány a ostatními tkáněmi (Riegerová et al., 2006).

Vyšetření složení těla probíhá na pěti základních úrovních: atomové, molekulární, buněčné, tkáňové a celotělové. Na atomové úrovni vychází měření z faktu, že v triacylglycerolech je konstantní poměr uhlíku, vodíku a kyslíku (76,7 %, 12,0 % a 11,3 %). Z tohoto stabilního poměru lze vypočítat celkový obsah tuku z množství celotělového uhlíku a dalších prvků. Molekulární úroveň je charakterizovaná například stanovením obsahu vody (Hainer et al., 2011).



Obrázek 1. Chemický, anatomický a dvoukomponentový model tělesného složení (upraveno podle Wilmora, 1992).

Zdroj: Riegerová et al. (2006)

Definice modelů tělesného složení dle Riegerová et al. (2006):

Anatomický model

Vychází ze zastoupení jednotlivých prvků v organismu. 98 % tělesné hmotnosti je kryto šesti prvky: O, C, H, N, Ca, P, zbývající 2 % představuje dalších 44 prvků.

Molekulární model

11 hlavních prvků tvoří molekuly, které představují více než 100 000 chemických sloučenin tvořících lidském tělo. Hlavní sledované komponenty jsou:

$$\text{Hmotnost těla} = \text{lipidy} + \text{voda} + \text{proteiny} + \text{minerály} + \text{glykogen}$$

Buněčný model

Je založen na spojení jednotlivých molekulárních komponent buňky. V této souvislosti vystupuje do popředí pojem:

extracelulární tekutina (ECT) = plazma + intersticiální tekutina
(94 % tvoří voda, zbytek a další organické a neorganické komponenty)

Hmotnost těla = buňky tukové tkáně + BM + ECT + ECPL

BM – svalové, pojivové, epiteliální, nervové buňky

ECT – plazma + intersticiální tekutina

ECPL – organické a anorganické látky

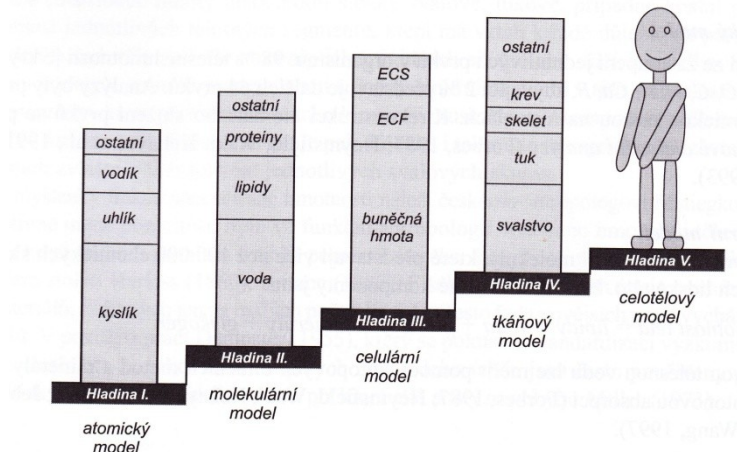
Tkáňově-systémový model

Vychází z organizace molekul do tkání – kostní, svalové a tukové. Většina informací vychází ze studií na mrtvolách.

Hmotnost těla = muskuloskeletální + kožní + nervový + respirační + oběhový + zažívací + vyměšovací + reprodukční + endokrinní systém

Celotělový model – antropometrická měření

Tělesná výška, hmotnost, hmotnostně-výškové indexy, délkové, šířkové, obvodové rozměry, kožní řasy, objem těla a z něj zjišťovaná denzita těla, která vypovídá o aktivní tělesné hmotě a depotním tuku.



Obrázek 2. Pětistupňový model tělesného složení člověka (upraveno dle Heymsfield, Waki, & Keihayas et al., 1991)

Zdroj: Riegerová et al. (2006)

V klinické a antropologické praxi je využíván podle možností a použití různých přístrojů a technik dvou-, tří-, případně čtyřkomponentový model. Z praktického a klinického hlediska je dvoukomponentový model nejpoužívanější. Lidské tělo je děleno na dvě základní komponenty – tuk a tukuprostou hmotu (Riegerová et al., 2006).

Hills, Lyell a Byrne (2001), definuje dvoukomponentový model jako tělesný tuk (BF) + tukuprostou hmotu (FFM) = celková tělesná hmotnost. Poukazuje na to, že tento model předpokládá relativně stejné množství tří hlavních složek aktivní tělesné hmoty (vody, minerálů a bílkovin) u všech jedinců. Proto je limitující pro ty, jež mají jiné množství minerálů v kostech a obsah vody v aktivní tělesné hmotě, jak referenční skupiny. Například děti mají více celkové tělesné vody, ale relativně méně kostních minerálů než dospělí. Chemické složení FFM se mění v průběhu dětství a adolescence, a až ve věku 17–20 let dosahuje podobných hodnot, jako mají dospělí. Z tohoto důvodu bývá při použití dvoukomponentového modelu nadhodnocen celkový tělesný tuk u dětí.

Tříkomponentový model rozlišuje v rámci tělesného složení tuk, vodu a sušinu (proteiny, minerály). V praxi byl zjednodušen na podíl tuku, svalstva a kostní hmotu (Riegerová et al., 2006).

Čtyřkomponentový model specifikuje hmotnost jako tuk + extracelulární tekutinu + buňky + minerály (Riegerová et al., 2006).

2.2.2 Diagnostika tělesného složení

Metody pro odhad tělesného složení dělíme na laboratorní a terénní metody. Vybrané laboratorní metody jsou současně referenčními metodami. Pro terénní praxi jsou náročné z hlediska technického vybavení, nároků na odbornost obsluhy, organizační možnosti (probandi se musí dostavit do laboratoře, vyšetření trvá delší dobu) a cenové relace přístrojové techniky (Riegerová et al., 2006, 27).

Měřením složení těla se stanoví obsah tukové tkáně, beztukové tělesné hmoty, vody, kostních minerálů a dalších složek těla (Hainer et al., 2011).

Metody odhadu tělesného složení

1. Metody standardizované antropometrie

Měření kožních řas pomocí kaliperu na standardních místech

Procentuální podíl tuku v těle se stanoví výpočtem podle příslušných vzorců nebo nomogramů. Pro běžnou praxi je tato metodika časově náročná (Jirák et al., 2010, 110).

Tato metoda vychází z předpokladu, že existuje těsný vztah mezi podkožním, útrobním a celkovým tělesným tukem (Hamar & Lipková, 2001).

Neschopnost získat měřením kožních řas přesný odhad množství tuku v těle je způsobena nerovnoměrnou interindividuální distribucí tuku v dalších kompartmentech mimo podkoží. To je intermuskulárně, intramuskulárně, intratorakálně a abdominálně – viscerálně. Ukazuje se, že jednotlivé kompartmenty mají pro svého nositele různou závažnost v metabolických komplikacích (Svačina et al., 2008).

Procento celkového tělesného tuku měřené metodou DEXA, koreluje s výsledky měření procenta tělesného tuku metodou měření tloušťky kožních řas. U mužů jsou výsledky měření stejné, ale u žen dochází k nadhodnocení procenta tělesného tuku zjištěné metodou měření tloušťky kožních řas (Pařízková & Hills, 2005).

2. Biofyzikální a biochemické metody

Počítačová tomografie (CT) – finančně a časově náročné vyšetření, vhodné pro vědecké účely. Dovede velmi přesně posoudit jak množství podkožního, tak intraabdominálního tuku (Jirák et al., 2010).

Metoda umožňuje velmi zřetelné znázornění jednotlivých tkání na příčném řezu libovolného tělesného segmentu (Hamar & Lipková, 2001).

Magnetická rezonance (MR) – metoda založená na principu chování atomových jader jako magnetů. Silné magnetické pole, které přístroj vysílá, ovlivňuje pohyb vodíkových iontů, který je součástí vody v těle, tudíž je všudypřítomný (Riegerová et al., 2006).

Počítačová tomografie a magnetická rezonance jsou v současné době považovány za tzv. „zlatý standart“ díky minimálním chybám v měření tělesného složení. Kvůli jejich vysoké ceně se ale hlavně používají ve výzkumech a ve zdravotnictví jako diagnostický přístroj (Kohl & Murray, 2012).

Duální rentgenová absorpciometrie (DEXA; DualEnergy X-Ray Absorptiometry) – tato metoda měří diferenciální ztenčení dvou rentgenových paprsků, které prochází

organismem, rozlišuje kostní minerály od měkkých tkání, a ty rozděluje na tuk a tukuprostou hmotu (čtyřkomponentový model – kostní minerály, proteiny, voda a tuk). Snímací plocha je 60×90 cm. Nelze tedy vyšetřit obézní subjekty, nebo subjekty s větší tělesnou výškou (Riegerová et al., 2006).

„Tato metoda je považována za nejlepší referenční metodu, tzv. „zlatý standart“ (Riegerová et al., 2006, 42).

Duální rentgenová absorpciometrie stanovuje množství tzv. centrálního tuku, tedy obsah tukové tkáně v oblasti trupu. Vyhodnotit lze obsah centrálního tuku a obsah periferního tuku v oblasti končetin (Hainer et al., 2011).

Ve srovnání s měřením celého těla magnetickou rezonancí a počítačovou tomografií může dojít k chybě okolo 1 %. Pokud se ale neměří celé tělo, může být tato metoda méně přesná (Kohl & Murray, 2012).

Hydrostatické vážení – objem těla je zjišťován z rozdílu hmotnosti těla měřené „na suchu“ a pod vodou, s korekcí na denzitu a teplotu vody v okamžiku vážení. Metoda vyžaduje měření reziduálního objemu plic (Riegerová et al., 2006).

Osoby, které mají více tuku, budou více nadnášeny než štíhlejší jedinci, a v důsledku toho bude jejich hmotnost menší pod vodou. Tato metoda bývá považována také za „zlatý standart“ a bývá často používána. Vykazuje chybu v měření od 2 do 3 % ve srovnání s MR, CT a metodou DEXA (Kohl & Murray, 2012).

Pletysmografie – pletysmograf je tvořen uzavřenou nádobou a objem těla je stanoven na základě tlakových změn vyvolaných pumpou o známém zdvihu (Riegerová et al., 2006).

Denzitometrie – je založena na dvoukomponentovém modelu lidského těla, jehož složky mají odlišnou denzitu (Riegerová et al., 2006).

Tato metoda bývá využívána u dětí školního věku a u adolescentů, ale není snadné ji vždy použít u obézních jedinců, protože tato metoda vyžaduje delší přípravu a nácvik jedince k měření (Pařízková & Hills, 2005).

2.2.3 Bioelektrická impedanční analýza

Bioelektrická impedanční analýza (BIA) je metodou neinvazivní, relativně levnou, terénní, bezpečnou a v poslední době velmi rozšířenou po celém světě. Princip této metody spočívá na rozdílech v šíření elektrického proudu nízké intenzity v různých biologických strukturách. FFM, obsahující vysoký podíl vody a elektrolytů je dobrým vodičem, zatímco BF se chová jako izolátor. Aplikace konstantního střídavého proudu nízké intenzity vyvolává

impedanci vůči šíření proudu, závislou na frekvenci, délce vodiče, jeho konfiguraci a průřezu. Hodnota odporu tkáně, tzv. bioelektrická impedance je nepřímo úměrná objemu tkáně, kterou elektrický proud prochází (Thomas in Riegerová et al., 2006, 36).

„Výsledkem vyšetření je určení zastoupení tělesného tuku, beztukové tkáně a vody. Stanovení netučné tělesné tkáně je však zatíženo chybou vyplývající z akutního stavu hydratace jedince“ (Svačina, 2008, 60).

Metodou BIA lze měřit množství centrálního tuku při měření celkového obsahu tuku v těle, kdy je softwarově vyhodnocen pouze centrální tuk (InBody). Vyšetření centrálního tuku pomocí BIA velmi dobře koreluje s vyšetřením centrálního tuku metodou DEXA (Hainer et al., 2011).

V praxi využívané BIA metody mohou pracovat s jednou nebo více frekvencemi. Monofrekvenční metody neumožňují stanovit intracelulární a extracelulární objemy tekutin. Pro jejich stanovení musí být použito multifrekvenční zařízení (Bunc, 2007).

U metody BIA byla prokázána přesnost v hodnocení FFM a celkové tělesné vody u dětí (Tyrrell, Richards, Hofman, Gillies, Robinson, & Cutfield, 2001).

Elektrody mohou být umístěny po dvou na zápěstí a nad hlezenním kloubem pravostranných končetin (systém Bodystat). Další možností je lokalizace elektrod na ploskách nohou nášlapné váhy (bipedální umístění; systém Tanita a Omron). Dále se používají přístroje se čtyřmi elektrodami – bimanuální a bipedální současně (systém Tanita, Omron a InBody). K přesnějšímu stanovení tělesného složení těla je možné použít multifrekvenční měření v různém počtu pásem frekvence elektrického proudu (5–100 pásem), přitom frekvence <10 kHz měří jen extracelulární prostor, frekvence >100 kHz měří intracelulární objem, prochází buněčnou membránou (systém Bodystat, Tanita a InBody). Některé přístroje (systém Bodystat, Tanita a InBody), mají vloženu rovnici ke stanovení obsahu tuku u dětí v různých věkových kategoriích (Hainer, 2011, 168).

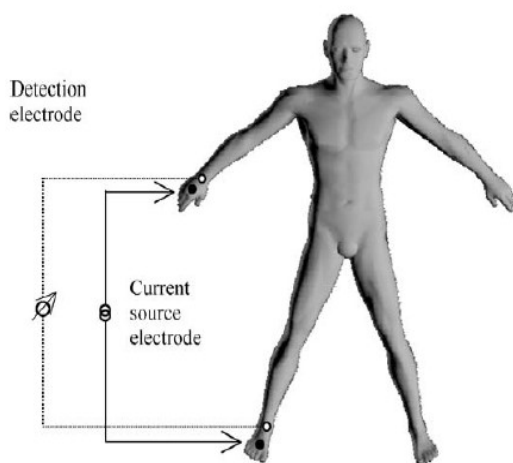
Dělení metody BIA dle Kyle, Bosaeus, Lorenzo, Deurenberg, Elia, Gómez, & et al. (2004) :

1. Monofrekvenční bioelektrická impedanční analýza (SF-BIA)

Tato metoda pracuje s jednou frekvencí (běžně 50 kHz). Elektrický proud prochází mezi povrchovými elektrodami umístěnými na ruce a noze. Umožňuje odhadnout množství TBW a FFM, ale nehodnotí rozdíly v ICW.

2. Multifrekvenční bioelektrická impedanční analýza (MF-BIA)

Metoda MF-BIA používá více frekvencí od 1, 5, 50, 100, 200 až 1 000 kHz a hodnotí množství FFM, TBW, ECW a ICW.



Obrázek 3. Standardní umístění elektrod na ruce a zápěstí, na noze a kotníku pro tetrapolární jednoduché měření (SF-BIA) a multifrekvenční měření (MF-BIA)

Zdroj: Kyle et al. (2004)

3. Bioelektrická spektroskopie (BIS)

Používá matematické modely a rovnice k vytvoření vztahu mezi rezistencí a tělesným složením.

4. Segmentální bioelektrická impedanční analýza

Používá více než dvě elektrody (např. osm dotykových elektrod), které jsou umístěny například na zápěstí a noze na opačné polovině těla a na trupu. Trup, i přes svůj vysoký průřez tvoří 10 % impedance těla, ale jeho hmotnost tvoří 50 %. Tato metoda může poskytnout informace o hromadění tekutiny v oblasti plic nebo břicha při některých onemocněních.

Pro odborné studie je vhodné využívat tetrapolárních přístrojů pro stanovení BIA, kdy jsou k dispozici čtyři elektrody – dvě na horní končetině a dvě na dolní končetině u ležící osoby. V komerční sféře se využívá bipolárních přístrojů. Bipolární BIA jsou označovány jako ruční – kdy elektrický proud probíhá pouze horní polovinou těla, nebo bipedální – nožní, kdy proud prochází dolní částí těla (Riegerová et al., 2006).

Multifrekvenční i monofrekvenční BIA metody lze použít pro stanovení tělesného složení u dětí a mládeže za předpokladu použití adekvátních predikčních rovnic a za dodržení předepsaných podmínek (Bunc, 2007).

Doporučené podmínky pro měření metodou bioelektrické impedanční analýzy dle Riegerové et al. (2006):

- Nejíst a nepít po dobu 4–5 hodin před testem
- Necvičit po dobu 12 hodin před testem
- Nepoužívat alkohol po dobu 24 hodin před testem
- Vyprázdnit močový měchýř před testem, organizmus opět zavodnit neslazenou tekutinou
- Důležité je přesné umístění elektrod a běžná teplota v místnosti

Neměli by se měřit ženy v raných stádiích těhotenství, ženy a dívky v období premenstruace a menstruace, pacienti s pace markerem, kardiostimulátorem, nebo jinými implantáty a pacienti užívající léky ovlivňující vodní režim.

2.3 Komponenty tělesného složení

2.3.1 Tělesná voda

„Nejvýznamnější složkou celkové tělesné hmotnosti je tělesná voda“(Riegerová et al., 2006, 56).

Celková tělesná voda (TBW), se podílí na tělesné hmotnosti v závislosti na věku a pohlaví od 46 % do 75 %. Kojenec má v těle ještě 75 % vody, tato hodnota klesá u mladého muže na 64 % a u ženy 53 %. Ve stáří je hodnota u muže 53 % a u ženy na 46 %. Tyto pohlavní a také individuální rozdíly jsou způsobeny hlavně různým podílem tuku na tělesné hmotnosti: zatímco většina tkání obsahuje průměrně 73 % vody, v tukové tkáni je jí jen okolo 2 % (Silbernagl & Despopoulos, 2004).

Tělo člověka o hmotnosti 70 kg obsahuje asi 42 l vody. Malé děti mají podíl tělesné vody vyšší než dospělí, rovněž v těhotenství dochází k retenci tekutin. Naopak ve stáří se podíl vody snižuje. Ženy mají méně celkové vody než muži, protože mají větší obsah tuku v organismu. Z téhož důvodu je nižší podíl vody u obézních osob (Navrátil et al., 2008).

U dívek dochází k ustálení obsahu vody kolem 15 až 16 let. Vliv pohlaví se projevuje v postpubertálním období, kdy se u chlapců míra hydratace zvyšuje a u dívek snižuje (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004).

Čím více je tukové tkáně, tím menší podíl tělesné hmotnosti připadá na vodu (Langmeier et al., 2009).

Dle Merkunové a Orla (2008), ztrácí člověk přibližně 2,5 l vody denně a to: močí (1,5 l), stolicí (200ml), formou par ve vydechovaném vzduchu (300 ml), kůží tzv. neviditelným pocením (500 ml) a nekonstantní množství vody ve formě zjevného potu z velkých potních žláz. Příjem vody člověka je v podobě nápojů, jako součást pevných potravin a 300 ml vody vzniká denně při spalování živin v tkáních (tzv. metabolická voda).

Voda se v organismu nachází jako:

Intracelulární tekutina (ICT) – voda vázaná uvnitř buněk. Představuje 40 % celkové hmotnosti organismu.

Extracelulární tekutina (ECT) – voda v cévách a v mezibuněčném prostoru – představuje 20 % z celkové hmotnosti organismu (Jiráček et al., 2010).

„Přibližně čtvrtinu ECT najdeme v cévách – je to tekutina **intravaskulární (IVT)** neboli voda plasmy. Zbytek ECT se nachází v mezibuněčném prostoru jako tzv. **intersticiální tekutina (IST)** neboli tkáňový mok“ (Navrátil et al., 2008).

2.3.2 Tělesný tuk

„Nejvariabilnější komponentou hmotnosti těla je tuk, který je hlavním faktorem inter- i intra- individuální variability tělesného složení v průběhu celého vývoje. Je snadno ovlivnitelný výživovými aspekty a pohybovou aktivitou, je však významným faktorem vzniku a průběhu řady onemocnění“ (Riegerová et al., 2006, 50).

Dle Vítka (2008), jsou tuky pro lidské tělo velmi důležité a plní celou řadu důležitých funkcí. Tuky a tuková tkáň slouží zejména jako:

- Stavební kámen buněčných membrán. Tuk je nezbytný pro zdravý vývoj, buňky v lidském těle obsahují značné množství tuků, mozek je z nich tvořen dokonce ze 70 %.
- Zásobárna energie – tuková tkáň je energeticky nejbohatší tkání.
- Transportní systém pro vitaminy rozpustné v tucích (vitaminy A, D, E, K). Z klinické medicíny je zjištěno, že jedinci trpící poruchami trávení tuků mají často hypovitaminózy těchto vitaminů s příslušnými klinickými následky.
- Termoregulační orgán – chrání tělo před chladem.

- Mechanická ochrana – tuková tkáň tlumí nárazy a snižuje nebezpečí mechanického poškození organismu.
- Endokrinní orgán – je významným zdrojem hormonů. Mezi nejznámější patří leptin. Jejich základní funkcí je regulace příjmu potravy a ukládání energie, regulace účinků inzulínu a úloha v protizánětlivé obraně. Významnou roli mají také v regulaci metabolismu pohlavních hormonů.
- Imunitní orgán – tuková tkáň slouží také jako rezervoár imunitních buněk, které po opuštění tukové tkáně přeměňují ve vlastní výkonné buňky imunitního systému.

Tuk a tuková tkáň v těle jsou odlišné pojmy – tuková tkáň se skládá z adipocytů, extracelulární tekutiny, cév, nervových zakončení a pojivové tkáně, zatímco tuk je tvořen pouze lipidy v tukové tkáni a je kvantitativně zastoupen z převážné většiny triacylglyceroly (Hainer et al., 2011, 167).

Hamar a Lipková (2001), rozdělují tělesný tuk na zásobní a esenciální. Esenciální tuk je uložený v kostní dřeni, srdci, plicích, ledvinách, játrech, svalech a centrálně nervovém systému, kde je jeho přítomnost potřebná pro normální funkci buněk těchto tkání. U žen patří k esenciálnímu tuku pohlavně specifický tuk, který přispívá k somatometrickým odlišnostem ženské postavy. Zásobní tuk představuje tuk uložený v podkoží a mezi vnitřními orgány. Kromě toho, že představují zásobu energie, poskytují též ochranu před mechanickými a do určité míry tepelnými vlivy okolního prostředí. Uvádí, že rozdíl v podílu zásobního tuku mezi mužem a ženou je minimální (12 % u mužů a 15 % u žen), procentuální podíl esenciálního tuku bývá u žen až čtyřnásobně vyšší než u mužů.

Zásobní tuk seskládá z podkožního a viscerálního tuku. Podkožní tuk je uložen pod kůží, a tvoří největší množství z celkového tělesného tuku. Esenciální tuk je minimální množství nezbytného tuku pro vlastní fyziologické funkce a tvoří přibližně 3 % z celkové hmotnosti u mužů a 12 % u žen. Z těchto 12 % je zhruba 9 % přisuzováno tuku, který je nezbytný pro vlastní hormonální a reprodukční funkce (Dunford & Dayle, 2012).

Muži a ženy mají uložený zásobní tuk na místech, která jsou specifická pro každé pohlaví (Dunford & Dayle, 2012).

Tuková tkáň mužů a žen se liší svou metabolickou aktivitou, schopností lipolýzy a výbavou hormonálními receptory, ale i vlastní hormonální aktivitou. V populaci je obecně více mužů s nadváhou, ale více žen je obézních (Vítek, 2011).

Distribuce tělesného tuku představuje nezávislý rizikový faktor pro aterosklerózu a její komplikace, a to bez ohledu na množství tuku v těle. Více rizika je spojeno se zmnožením tuku v horní polovině, zejména v dutině břišní v podkoží kolem pasu. V tomto případě hovoříme o tzv. androidním (centrálním) typu nadváhy nebo obezity a bývají jím postiženy více muži. Ženy mívají svůj nadbytečný tuk lokalizován častěji v dolní polovině těla (zejména na bocích a na stehnech). Jedná se o gynoidní (periferní) typ obezity, který je z hlediska onemocnění srdce a cév méně rizikový (Dunford & Dayle, 2012; Fořt, 2005; Jiráček et al., 2010; Stejskal, 2004; Svačina & Bretšnajdrová, 2008; Vítek, 2008).

Dle Fořta (2005), je mužský typ nadváhy a obezity spojen s vyšším rizikem vzniku nebo zhoršením některých chorob, jako jsou oběhová onemocnění, diabetes, nádory tlustého střeva, impotence, astma. Ženský typ nadváhy a obezity je spojen s vyšším rizikem vzniku nebo zhoršením chorob jakými jsou osteoporóza, sterilita, žlučnickové kameny, artróza, křečové žíly, rakovina prsu, dělohy a vaječníků, vznik nebo zvýraznění celulitidy.

Podkožní tuk

Vrstva subkutánního tuku se nachází hned pod pokožkou a převážně je složen z bílého tuku. Tvoří kolem 50 % z celkového tělesného tuku. Pomáhá zadržovat tělesné teplo při nižších teplotách (Skolnik & Chernus, 2011).

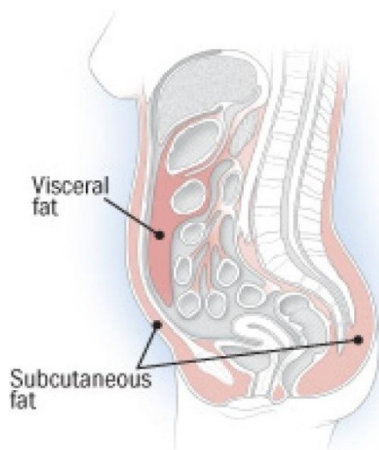
Podkožní tuk není v těle rozložen rovnoměrně; nejvíce je ho v oblasti břicha, hýždí, stehnech a ramenou. V některých částech zcela chybí například v kůži očních víček, na ušních boltcích nebo na hřbetu nosu (Machová et al., 2009).

„V průběhu stárnutí se mění relativní rozložení podkožního tuku. Zatímco u nejmladších dětí je maximum podkožního tuku uloženo na končetinách a minimum na trupu, u dospělých a hlavně starších osob je ho pak naopak nejvíce na trupu“ (Pařízková, 1973, 29).

Viscerální tuk

Viscerální (útrobní) tuk, je na rozdíl od podkožního tuku metabolicky aktivnější, obsahuje velké inzulinorezistentní buňky a má vyšší hustotu adrenergických receptorů, zatímco podkožní tuková tkáň obsahuje malé inzulinosenzitivní tukové buňky a méně adrenergických receptorů (Holeček, Rokyta, & Vlasák, 2007).

Je to tuk, který obklopuje vnitřní orgány a je důležitý pro jejich ochranu. Jeho nadměrné množství je ale rizikovější než ukládání tuku v oblasti boků a stehen. Tukové buňky obsahující tento typ tuku jsou velké a velmi aktivní. Do krevního řečiště uvolňují volné mastné kyseliny společně s prozánětlivými substancemi, které mohou přispět k rozvoji diabetu a srdečních onemocnění. Pozitivní je fakt, že cvičení má významný efekt v prevenci a redukci tohoto typu tuku (Dunford & Dayle, 2012; Skolnik & Chernus, 2011).



Obrázek 4. Viscerální a podkožní tuk
Zdroj: www.charlespoliquin.com

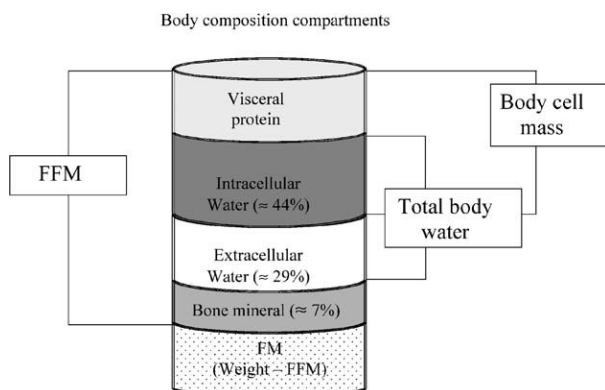
2.3.3 Tukuprostá hmota

Tukuprostou hmotu tvoří z 60 % svalstvo, z 25 % opěrné a pojivové tkáně a 15 % hmotnost vnitřních orgánů. Vzájemný poměr jejich složek je variabilní v závislosti na věku, pohybové aktivitě a dalších exogenních a endogenních faktorech (Riegerová et al., 2006).

Pařízková (1973, 51) uvádí, že zastoupení aktivní tělesné hmoty a celkového depotního tuku, stejně jako množství a rozložení podkožního tuku, má význačný ontogenetický trend, odlišný u obou pohlaví a proměnlivý v průběhu celého života“.

Podstatně vyšších hodnot FFM dosahují jedinci výrazně pohybově aktivní, a to ve značné závislosti na typu tělesného zatížení. Nejvyšších hodnot dosahují sportovci vysoké sportovní výkonnosti především v silových sportech (Riegerová et al., 2006).

LeMura & Maziakas (2002), také potvrzují, že vlivem tělesného cvičení se u obézních dětí a adolescentů snižuje procento tělesného tuku, BMI a tělesná hmotnost a naopak se zvyšuje procento FFM.



Obrázek 5. Tělesné složení zobrazující podíl tukuprosté hmoty, celkové tělesné vody, intracelulární a extracelulární vody a vnitrobuněčné hmoty

Zdroj: Kyle et al. (2004)

2.4 Faktory ovlivňující tělesné složení

2.4.1 Pohlaví a věk

Tělesný tuk

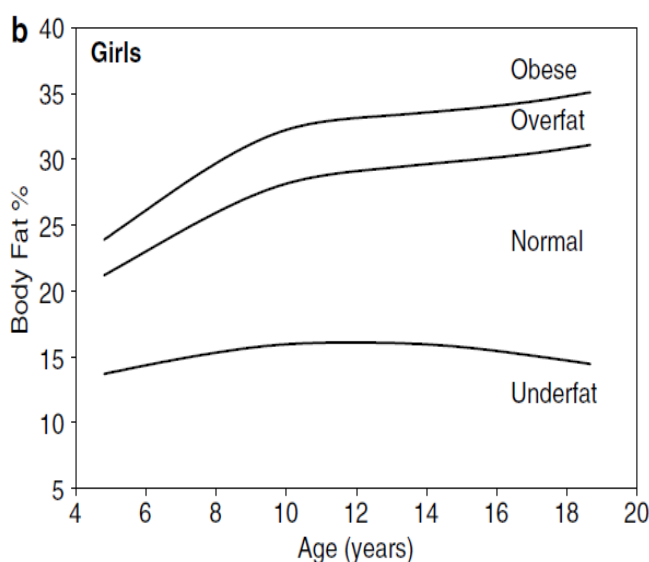
Složení těla, absolutní (kg) a relativní (%) množství tukové tkáně a FFM je jednou z nejdůležitějších faktorů v diagnostice obezity. Množství BF ve vztahu k nadváze a obezitě závisí na věku a pohlaví. Například u dětí v prepubertálním období je přijatelná úroveň množství BF 17–18 %. Pro chlapce ve věku 18 let je to hodnota 15–18 %, pro dívky stejného věku je to 20–25 % (Pařízková & Hills, 2005).

McCarthy, Cole, Fry, Jebb a Prentice (2006), uvádí jako normální množství BF%, pro chlapce od 14 do 18 let, 12,3–18,3 % BF, a pro dívky stejné věkové kategorie 18,3–28,5 % BF. Na obrázku 6 jsou uvedeny hodnoty BF% definující nadváhu a obezitu dívek různého věku.

Množství BF se výrazně zvyšuje během prvního roku života. V dalších letech se podíl tukové složky snižuje až do šesti let, kdy dosahuje minima. V mladším školním věku se procentuální podíl opět zvyšuje u obou pohlaví. V pubertální fázi se pak u chlapců postupně relativní podíl BF snižuje a narůstá svalová hmota. U dívek po mírném poklesu na začátku puberty nastává opět postupný nárůst BF% v těle. Dívky mají v každém věku vyšší průměrné hodnoty relativního množství BF% v těle než chlapci (Machová, 2009).

Dle Bunce (2007), BF% jak u dívek, tak i u chlapců s rostoucím věkem klesá do věku 12 let. Poté u dívek začíná narůstat a u chlapců v podstatě stagnuje. Pokles BF% s rostoucím věkem u dětí před pubertou je jedním z fyziologických projevů mladého organismu. Objevuje se ale nový fenomén a to stagnace nebo dokonce nárůst BF% v období puberty u chlapců. Příčinou bude pravděpodobně nedostatek pohybového zatížení v tomto věku a nevhodné stravovací návyky, hlavně pak konzumace vysokoenergetických nápojů.

Pařízková (1973) uvádí, že se v průběhu růstu a vývoje zvětšují rozdíly dle pohlaví. Relativně nejvíce se chlapci odlišují od děvčat v období vyvrcholení puberty, kdy u chlapců dochází k redukci podkožního tuku. V dospělosti a ve stáří, kdy stále přibývá podkožního tuku u obou pohlaví, je sexuální rozdíl stále uchován na významné úrovni.



Obrázek 6. Doporučené hodnoty pro určení podváhy, normální váhy, nadváhy a obezity u dívek v závislosti na věku

Zdroj: McCarthy et al. (2006)

Věk ovlivňuje jak množství tukové tkáně, tak i její distribuci. Množství tukové tkáně stoupá do 60. – 70. roku, více u mužů, ale také u žen s vyššími hladinami mužských pohlavních hormonů (androgenů). Také množství útrobního tuku se zvyšuje s věkem, podobně u mužů i žen. Dospívající mají podstatně méně tohoto tuku než dospělí, ženy mají obecně 2krát méně viscerální tukové tkáně než muži. S věkem nabývá tohoto metabolicky nebezpečnějšího tuku na převaze. U mladých mužů představuje viscerální tuk zhruba 20 % veškerého abdominálního tuku, ale u muže ve věku sedmdesáti let je to už skoro 50 % (Vítek, 2011).

Dívky mají více podkožního tuku již od kojeneckého věku do 18 let. Po rychlém nárůstu během prvních šesti měsíců dochází u dívek i chlapců kolem 7. roku k redukci podkožního tuku. U dívek pak dochází k lineárnímu nárůstu podkožního tuku v období puberty. U chlapců dochází k nepatrnému nárůstu podkožního tuku mezi 7. a 13. rokem a později během puberty, dochází ke snížení. Vliv pohlaví na distribuci tuku se vyvíjí v období puberty. Chlapci mají sklon k ukládání podkožního tuku na trupu, u dívek dochází k ukládání tuku jak na trupu, tak na zejména na dolních končetinách (Malina et al., 2004).

U žen dochází ke změnám v množství celkového BF hlavně po menopauze. Jeho množství vrcholí v období mezi pátým a sedmým deceniem, poté zůstává stejné nebo mírně klesá. Srovnáním různých dlouhodobých studií byl u žen prokázán nárůst celkového tělesného tuku v každém desetiletí o 2,58 kg. Co se týká tuku viscerálního, jeho množství se díky hormonálním změnám v menopauze také zvyšuje. Obecně platí, že mladší ženy mají menší množství viscerálního tuku, a díky tomu mají také menší riziko zdravotních komplikací spojených s abdominální obezitou (Gába & Přidalová, 2013).

Tukuprostá hmota

Vzájemný poměr složek FFM (kostry, svalů a ostatních orgánů) je variabilní v závislosti na věku, pohybové aktivitě a dalších exo- i endogenních faktorech.

K největšímu nárůstu kosterního svalstva dochází mezi 15. a 17. rokem u chlapců, u dívek kolem 13. roku s výraznými sexuálními diferencemi při nástupu a v průběhu adolescence. Rozvoj svalstva u mužů mezi 17. a 40. rokem a u žen mezi 15. a 60. rokem je relativně stabilní. Pak následuje postupný pokles (Riegerová et al., 2006).

„Mezi 12.–16. rokem dochází k dramatickým změnám v rozvoji FFM. Chlapci téměř zdvojnásobují podíl FFM, u dívek dochází k nárůstu o 50 %“ (Maffulli in Riegerová et al., 2006).

Gába a Přidalová (2013), uvádí ve studii zkoumající tělesné složení u českých žen ve věku od 18 do 89 let průměrnou hodnotu FFM 45,8 kg. Tato hodnota mírně klesala s věkem v průměru o 0,09 kg za 10 let. Nejvyšší hodnota FFM byla naměřena ve čtvrtém deceniu a tvořila hodnotu 48,4 kg. Množství FFM se zvyšuje od dětství a dosahuje vrcholu v období mezi 40 a 59 lety. Poté její množství klesá. Důvodem je úbytek svalové hmoty. I když klesá množství FFM, tělesná hmotnost může vzrůstat díky nárůstu množství tělesného tuku. Příčinnou může být výskyt obezity nebo sarkopenie (NHANES in Gába & Přidalová, 2013).

2.4.2 Pohybová aktivita

Bouchard a Katzmarzyk (2010), definuje pohybovou aktivitu (PA) jako veškerý tělesný pohyb, který má za následek zvýšení energetického výdeje nad klidovou hodnotu a může být prováděn jak ve volném čase, tak i mimo něj. Upozorňují na čtyři hlavní oblasti PA, které jsou spojené se zaměstnáním (školou), domácími pracemi, přesunem a volným časem.

PA je považována za důležitý faktor regulace a udržování hmotnosti těla. Při tréninku dochází ke zvýšení aktivní tělesné hmoty – zejména svalů a snížení tukové komponenty, přičemž nemusí vůbec docházet ke změně tělesné hmotnosti. To platí nejen u dospělých, ale i u rostoucích jedinců. Tělesná cvičení mají vliv na mineralizaci kostí. Zvýšení aktivity vede ke zvýšené mineralizaci, inaktivita ke snížení. Také svaly reagují na tělesnou zátěž hypertrofií, a na inaktivitu atrofií (Riegerová et al., 2006).

Pravidelné aerobní cvičení zvyšuje energetický výdej, brání ukládání tuku do podkoží a dutiny břišní a tím brání vzniku obezity nebo ji pomáhá redukovat. Dočasně brání poklesu bazálního metabolismu, ke kterému dochází nejen se zvyšujícím se věkem, ale také v důsledku redukční diety. Při dlouhodobém cvičení kombinujícím dietu s aerobním a silovým tréninkem dochází u obézních osob ke snížení tělesného tuku a ke zvýšení svalové hmoty. Při tomto režimu může bazální metabolismus zůstat trvale vyšší (Stejskal, 2004).

Cvičení zabraňuje osteoporóze, tedy úbytku kostní hmoty. Působí pozitivně na novotvorbu kostní tkáně. Pohybově aktivní děti mají nižší výskyt zlomenin v dospělosti, v porovnání s dětmi se sedavým způsobem života (Vítek, 2008).

PA má klíčový význam v prevenci nadváhy a obezity. Podílí se na celkovém energetickém výdeji zhruba 20–40 %. Správná PA zapojuje rovnoměrně všechny svalové skupiny, přispívá k harmonickému vývinu dítěte a má také velký vliv na jeho pozitivní ladění. Dítě, které pravidelně cvičí, má správně vyvinuté svalstvo a podstatně méně patologických odchylek v držení těla (Marinov et al., 2012).

Největší přínosy v redukci tělesného tuku u dětí byly zaznamenány při dlouhotrvajícím cvičení nízké intenzity, kombinující tělesné cvičení aerobního charakteru a posilování, při frekvenci opakování 8–12 cviků (LeMura & Maziekas, 2002).

USDHHS (2008) považuje za důležité podporovat mladé lidi k účasti na PA, která odpovídá jejich věku a zájmům. Tito lidé jsou pak pohybově aktivní i v dospělosti.

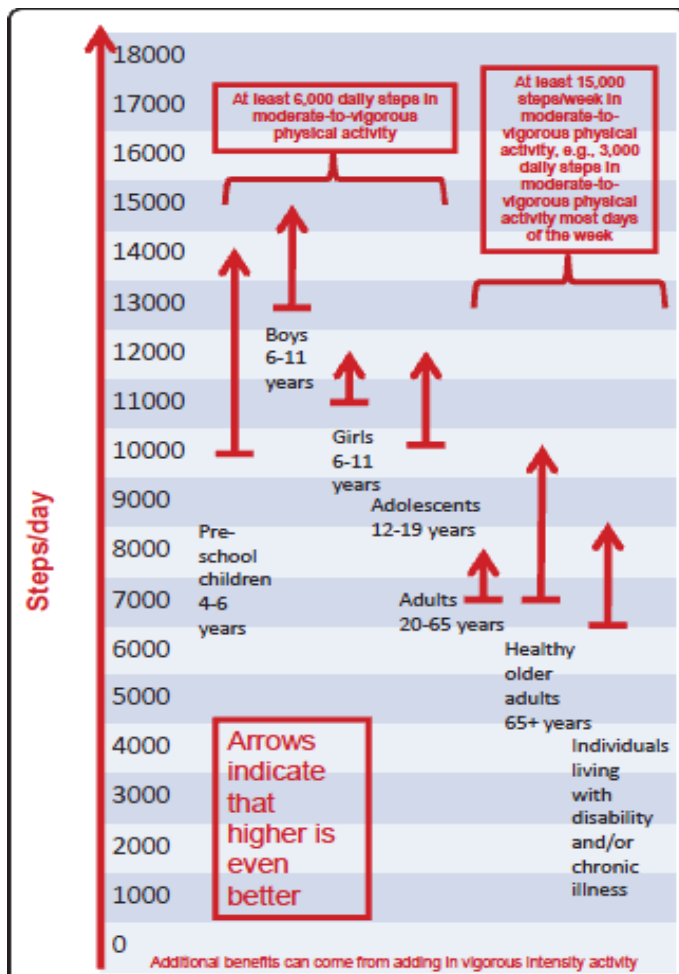
Všeobecná doporučení k pohybové aktivitě

USDHHS (2008) doporučuje dětem a adolescentům vykonávat 60 minut a více PA za den. Většina z těchto 60 minut za den by měla být aerobního charakteru, střední až vysoké intenzity (MVPA – moderate and vigorous activity). Vysoká intenzita aerobní PA by měla být zařazena 3krát týdně. Stejně tak by se obden měly provádět posilovací cvičení a cviky na zpevnění pohybového aparátu. Střední intenzita je popisována na úrovni 3 až 5,9 METs, zatímco vysoká intenzita je definována jako větší jak 6 METs.

Děti a mládež ve věku 5–17 let, by měly vykonávat MVPA alespoň 60 minut denně. Provádění PA déle jak 60 minut přináší další zdravotní přínosy. Většina denní PA by měla být aerobního charakteru. PA střední až vysoké intenzity by měla být prováděna nejméně 3krát týdně a měla by obsahovat posilovací cvičení a cviky na zpevnění pohybového aparátu (WHO, 2013).

Stejná doporučení pro adolescenty (12–17 let) uvádí i kanadské doporučení PA ParticipACTION (2013). Jako příklad PA aerobního charakteru uvádí rychlou chůzi, běhání, plavání nebo jízdu na kole. U posilovacích cvičení kromě klasických posilovacích cviků navrhuje i využití lezecké stěny. Pro posílení pohybového aparátu doporučuje například skákání přes švihadlo, různé poskoky, gymnastiku, basketbal, volejbal a tenis. Úroveň střední intenzity popisuje jako takovou, při které se jedinec lehce zpotí, a je schopen nepřetržitě mluvit. U vysoké intenzity dochází již ke většímu zpotení, a mluvit se dá jen s obtížemi.

Dle Tudor-Locke, Craig, Brown, Clemen, De Cocker, Giles-Corti a Blair (2011), 60 minut MVPA za den představuje u adolescentů 10 000–11 700 kroků za den (obrázek 7). Pro českou adolescentní populaci je doporučený minimální počet kroků pro chlapce 11 000 a pro dívky 9 000 kroků za den (Sigmundová, Ansari, Sigmund, & Frömel, 2011).



Obrázek 7. Počet kroků za den odpovídající MPA v daném věkovém období
Zdroj: Tudor-Locke et al. (2011)

Na obrázku 8 Craig, Cameron a Tudor-Locke (2012) definuje v kategorii 15–19letých dívek tyto úrovně PA, dle počtu dosažených kroků za den:

- Nejnižší úroveň: <6 439 kroků/ den
- Nízká úroveň: 6 439–8 251 kroků/ den
- Průměrná úroveň: 8 252–9 812 kroků/ den
- Vyšší úroveň: 9 813–12 026 kroků/ den
- Nejvyšší úroveň: >12 026 kroků/ den

Steps per Day, Relative to Peers					
	Lowest	Lower than Average	Average	Higher than Average	Highest
Boys (age group, yr)					
5-7	<9452	9452-11,376	11,377-13,195	13,196-15,574	>15,574
8-10	<9837	9837-11,893	11,894-13,826	13,827-16,120	>16,120
11-14	<8562	8562-10,710	10,711-12,766	12,767-15,246	>15,246
15-19	<7190	7190-9204	9205-11,116	11,117-13,763	>13,763
Girls (age group, yr)					
5-7	<8975	8975-10,647	10,648-12,046	12,047-13,871	>13,871
8-10	<8928	8928-10,559	10,560-12,078	12,079-14,104	>14,104
11-14	<7744	7744-9404	9405-11,058	11,059-13,085	>13,085
15-19	<6439	6439-8251	8252-9812	9813-12,026	>12,026

Obrázek 8. Počet kroků rozdělených do kategorií dle věku a pohlaví

Zdroj: Craig et al. (2012)

Tudor-Locke a Bassett (2004) definují PA dle počtu kroků na:

- <5000 – sedavý způsob života
- 5 000–7 499 nízká úroveň PA (úroveň PA, která nezahrnuje cvičení a sport)
- 7 500–9 999 docela aktivní
- ≥10 000 aktivní
- >12 500 vysoce aktivní

Doporučení k PA můžeme vyjádřit také pravidlem **FITT** (Stejskal, 2004; Pastucha 2012):

- **Frekvence** (3krát až 5krát týdně, minimálně obden)
- **Intenzita** (tepová frekvence odpovídající 50–60 % VO₂max, asi 3–6 MET)
- **Trvání** (postupně, nikoliv nárazově, prodlužovat délku na 45–60 minut)

Poměr aerobní a silové aktivity by měl být přibližně 3 : 1 ve prospěch aerobní vytrvalostní zátěže.

Stejskal (2004) navíc uvádí i další možnost a to výrazně zkrátit některý z aerobních tréninků a zařadit po něm posilovací cvičení formou kruhového tréninku.

Zdravotní přínosy PA (Kalman, Hamřík, & Pavelka, 2009; Stejskal, 2004):

- zlepšuje pružnost a pevnost kloubních vazů a úponových svalových šlach, ohebnost kloubů, svalovou sílu, vytrvalost a klidové napětí svalu;
- uvolňuje svalové napětí a odstraňuje záporné emoce;
- má preventivní vliv na úbytek vápníku z kostí;
- snižuje klidovou hodnotu srdeční frekvence, zlepšuje činnost srdce, normalizuje krevní tlak;
- upravuje biochemické hodnoty tuků v krvi, mění metabolismus tuků;

- zpomaluje proces stárnutí, prodlužuje délku života a aktivní délku života ve stáří.

ParticipACTION (2013) a Sigmundová et al. (2011) specifikují benefity přímo pro adolescentní populaci takto:

- mají nižší riziko výskytu kardiovaskulárních onemocnění nebo diabetes mellitus 2. typu,
- jsou celkově zdravější a šťastnější,
- mají lepší výsledky ve škole,
- při hře a sportu sdílejí společně zážitky s kamarády,
- jsou více sebevědomí,
- naučí se nové vědomosti a dovednosti.

„Pravidelné cvičení i přirozená (obvyklá, habituální) pohybová aktivita jsou spolu s přiměřeným příjmem energie nejlepším, nejbezpečnějším a ekonomicky nejméně náročným preventivním (a často i léčebným) prostředkem většiny civilizačních onemocnění“ (Stejskal, 2004, 12).

2.4.3 Prevalence sedavého životního stylu

Hallal, Andersen, Bull, Guthold, Haskell a Ekelund (2012), uvádí, že 80,3 % adolescentů ve věku od 13 do 15 let nevykoná 60 minut MVPA denně. Z výsledků HBSC studie (HBSC in Hallal et al., 2012), prováděné ve 40 zemích Evropy a Severní Ameriky vyplynulo, že 66 % chlapců a 68 % dívek ve věku 13 až 15 let, strávilo dvě i více hodin denně sledováním televize.

HBSC ČR (2010) zjistila, že většina českých dětí tráví před televizní obrazovkou více než 2 hodiny denně. Zároveň přibližně 7 z 10 dětí tráví více než 2 hodiny denně u počítače. S rostoucím věkem došlo k nárůstu času stráveného u počítače, a to jak u chlapců, tak u dívek. Sledování televize u dětí ve srovnání s daty z roku 2002 mírně pokleslo, dramaticky ovšem narostl počet dětí, které tráví 2 a více hodin u počítače ve všech věkových kategoriích. Například ve skupině dětí ve věku 15 let, je tento nárůst přibližně z 30 % na 80 % (Kalman et al., 2010).

S pohybovou inaktivitou v mládí se pojí riziko nadváhy a obezity v dospělosti. Každá hodina navíc, strávená sledováním televize, přidává 100kcal/den navíc (Bouchard & Katzmarzyk, 2010).

Sigmundová et al. (2011), poukazuje na významný pokles PA a zároveň zvýšení sedavého způsobu života zejména v období dospívání (od 14 let), pravděpodobně v důsledku nadměrného používání počítačů. Ve výzkumu srovnávající skupiny adolescentů v roce 1998–2000 a 2008–2010 popisuje, že v ČR tráví adolescentní chlapci sledováním televize nebo sezením u počítače 2 hodiny denně, dívky 1–1,5 hodiny denně. Nárůst doby strávené na počítači je způsobený také tím, že v České republice v roce 2000 vlastnilo osobní počítač 17,9 % dospívajících. V roce 2009 to už bylo 54,2 %. Stejný efekt může mít připojení k internetu, které v roce 2001 mělo jen 5,8 % adolescentů, a v roce 2009 už necelých 50 % dospívajících.

Velmi negativní je dopad techniky a různých moderních vymožeností, od používání dálkových televizních ovladačů, mobilních telefonů, automobilů a dalších. To vše představuje minimalizaci přirozeného pohybu a navyšování tělesné hmotnosti. V současnosti tráví některé děti až 26 hodin týdně u počítače nebo sledováním televize. Více než 3 hodiny denně u počítače prosedí přes 20 % českých dětí. Jen dálkové ovladače a mobilní telefony ušetří za rok až 25 hodin chůze, což představuje ekvivalent 0,4–0,8 kg tukové tkáně (Marinov et al., 2012).

Dětem ve věku 12–17 let se doporučuje omezit čas, který každý den stráví sezením u počítače nebo u televize. Tento čas, by neměl přesáhnout 2 hodiny. Místo toho by měly čas trávit venku s rodinou nebo přáteli. Dále by měly omezit čas stráveným sezením v dopravních prostředcích a využívat aktivního transportu do školy, např. jízdou na kole, nebo pěšky (ParticipACTION, 2013).

Možnosti hodnocení pohybové aktivity

Dotazníky – například IPAQ – je standardizovaný nástroj, který umožňuje monitorovat úroveň PA a pohybové inaktivity (PI) v různých zemích a navzájem je porovnávat. V letech 1997 až 1998 Mezinárodní koncesní skupina vyvinula čtyři dlouhé a čtyři krátké formy IPAQ, které mohou být realizovány telefonickými rozhovory nebo vlastní administrací. Jsou určeny pro zjišťování úrovně PA za posledních 7 dní nebo v „běžném“ týdnu. Pro ověření spolehlivosti a platnosti byly dotazníky aplikovány v průběhu roku 2000 v 14 zemích (Craig, Marshall, Sjöström, Bauman, Booth, Ainsworth, & et al., 2003).

GPAQ – je dotazník vyvinutý WHO k měření úrovně PA a to zejména v rozvojových zemích. Je zaměřen na monitoring sedavého chování a na tři domény PA: PA na pracovišti, aktivní transport a rekreační PA (WHO, 2007; Kalman et al., 2009).

Monitoring srdeční frekvence – slouží k optimalizaci intenzity zatížení při cvičení a zvýšení efektivity cvičení. Součástí přístroje je hrudní pás, ve kterém jsou elektrody, snímající elektrický srdeční potenciál, a vysílačka, jejíž pomocí se registrovaný signál přenáší na monitor. Ten bývá nejčastěji umístěn na předloktí jako náramkové hodinky. Můžeme si nastavit cílovou srdeční frekvenci a dle toho pak regulujeme rychlost pohybu. Pokud překročíme dané hodnoty, přístroj nás upozorní zvukovým signálem. Typů přístrojů na trhu je několik a každý si může vybrat dle svého sportovního zaměření (Stejskal, 2004).

Krokoměr – pracuje na mechanickém principu setrvačnicku a na elektronickém displeji zaznamenává počet kroků při chůzi nebo běhu (stejně jako poskoky nebo změny poloh), měří překonanou vzdálenost, velikost energetického výdeje v kilokaloriích a současně umožňuje i měření času, po který je měření prováděno. Je možné nastavit údaje o průměrné délce kroku a hmotnosti každého probanda (Frómel, Novosad & Svozil, 1999).

Akcelerometr – je přístroj poskytující objektivní informace o celkovém průběhu PA a její intenzitě. Většina přístrojů měří pohyb ve vertikální ose. Surová data celkové PA rozděluje na počet minut PI a úroveň lehké, střední a vysoké PA a určuje také množství vydané energie v METs nebo kilokaloriích. Akcelerometry jsou často využívaným nástrojem pro měření dětské PA, poskytují informace o frekvenci, intenzitě a trvání PA, ale neposkytují informace o způsobu provedení naměřené PA (Bouchard & Katzmarzyk, 2010; Gabel, Proudfoot, Obeid, Macdonald, Bray, Cairney, & et al., 2012). Akcelerometr ActiTrainer měří a zobrazuje množství vydaných kalorií, srdeční frekvenci, vykonanou vzdálenost, počet kroků, tempo a intenzitu. Používá se spolu s hrudním pásem monitorující srdeční frekvenci. Přístroj se již běžně využívá v univerzitních a výzkumných organizacích ve více než 55 zemích světa (www.actitrainer.com).

Dále můžeme použít metodu pozorování (chronologický záznam, analýza videozáznamu) nebo rozhovoru (Frómel et al., 1999).

2.5 Problematika dětské obezity

2.5.1 Etiologie

Obezita je definována patologickým zmnožením tukové tkáně v organismu. Rozhodujícím faktorem při vzniku obezity je nepoměr mezi příjmem a výdejem energie v určité etapě života jedince. Na jejím rozvoji se však podílí celá řada faktorů jak vnitřních, tak zevních. Mezi zevní faktory patří nadměrný příjem stravy a nedostatečná PA. Rozložení BF v těle je dáno pohlavím, věkem, etnickým charakterem populace a genetickými faktory. Obezita zatěžuje kosti, vazivo, chrupavky, zvyšuje nemocnost a zkracuje život. Normální hodnota podílu tuku u mužů je do 25 % u žen do 30 % (Jirák et al., 2010).

Pařízková a Lisá (2007) informuje také o tzv. skryté obezitě, která není charakterizovaná příliš zvýšenou hmotností, ale podíl tuku je přesto nadměrně vyvinut na úkor ostatních tkání.

Dětská obezita je spojena s vyšší šancí obezity, předčasného onemocnění a invalidity i v dospělosti. Kromě toho, se u nich objevují dýchací potíže, mají zvýšené riziko zlomenin, hypertenzi, kardiovaskulární onemocnění, trpí inzulínovou rezistencí. Obezita má také vliv na psychiku dítěte (WHO, 2013).

„Až 80 % obézních dětí zůstává obézní i v dospělosti (Machová, 2009). Stejný názor zastává i Hainer et al. (2011), a dodává, že procento jedinců, kteří zůstanou obézními i v dospělosti, se zvyšuje se zvyšujícím se věkem nástupu obezity. Čím vyšší je stupeň obezity v dětství, tím vyšší je riziko obezity v dospělosti. Pařízková a Lisá (2007) zdůrazňuje, že zdraví dětí je klíčem ke zdraví celé dospělé populace.“

2.5.2 Zdroje dětské obezity

- *Životní styl rodiny* – hlavním zdrojem dětské obezity v civilizovaném světě lze jednoznačně pojmenovat – je to životní styl rodiny. Obézní rodiče mají třikrát častěji děti s nadváhou a obezitou. Pokud jsou obézní oba rodiče, pak je jejich potomek v 46 % případech také obézní (Marinov et al., 2012).

- *Genetické předpoklady* – na rozvoji běžné dětské obezity se podílí genetické zázemí jedince z 40–60 %. Z toho závažnou genetickou predispozici má dítě, pokud i jen jeden z jeho

biologických rodičů je nebo byl obézní v dětství, nebo pokud je jeden z prarodičů obézní, a vyskytuje se u něho diabetes mellitus 2. typu, infarkt myokardu, cévní mozková příhoda nebo gynekologický nádor (Marinov et al., 2012).

- *Návykové pití sladkých tekutin* – podíl příjmu slazených nápojů na zvýšeném energetickém příjmu a jeho souvislost s pandemií obezity je všeobecně akceptován především právě v dětské populaci. Nealkoholické slazené nápoje v současné době tvoří hlavní zdroj přidaných volných cukrů v denním energetickém příjmu. Spotřeba takových nápojů stoupla za posledních 20 let trojnásobně. Riziko dětské nadváhy se zvyšuje 1,6krát s každou přidanou sklenicí přislazovaného nápoje nad obvyklou denní potřebu (Marinov et al., 2012).

Fořt (2004) doporučuje radikálním způsobem omezit konzumaci všech limonád a slazených minerálních vod. Limonády obsahují umělá aroma, konzervanty, sladidla, barviva, fosforečné soli a obyčejný cukr. Tyto jsou hlavní příčinnou rostoucích problémů s alergií, obezitou, diabetem a osteoporózou.

- *Vynechávání snídaně* – vynecháním snídaně je nejvýkonnější část dne pokryta energetickým dluhem ze zásobního metabolismu, který se následně doplňuje v podvečerních hodinách fyzicky neaktivního období a fyziologického podvečerního hypokortikalismu. Dochází k rozpojení fyziologických a metabolických potřeb organismu od příjmu potravy s obrazem až patologického večerního hladu a posilování zásobních metabolických mechanismů (Marinov, et al., 2012).

Snídaně by měla obsahovat až 25 % veškerého kalorického příjmu. Doporučuje se konzumovat ovoce, mléčné výrobky a komplexní sacharidy (Vítek, 2008).

- *Bezpečnostní faktor* – velkým problémem je také faktor bezpečnosti volné hry a venkovního pohybu dětí. Rodiče se obávají o bezpečnost svých dětí, a proto raději své děti zavírají do uzavřeného prostředí s omezenou možností volného pohybu. Děti se dostanou k volné venkovní hře až v období, kdy umí ovládat mobilní telefon, tedy okolo 10 – 12let. V této době již ale klesá subjektivní potřeba volného pohybu (Marinov et al., 2012).

- *Industriální výroba potravin* – oblíbená dětská jídla mají většinou hluchou výživnou hodnotu, ale vysokou energetickou denzitu. Jedná se především o cukrářské a uzenářské výrobky, snacky, nealkoholické sladké nápoje, fast food jídla. Většina takových jídel je

bohatá na jednoduché sacharidy s vysokým glykemickým indexem, na tuky s nasycenými mastnými kyselinami nebo trans nenasycenými mastnými kyselinami, na cholesterol a sůl.

Potravinářský průmysl může hrát také významnou roli v prosazování zdravé výživy. A to například snížením obsahu tuku, cukru a soli v potravinách, nebo výrobou zdravých produktů, které by byli cenově dostupné pro všechny spotřebitele (WHO, 2013).

- *Výživa/školství* – školství nemá dostatečné kompetence a výuka racionálního životního stylu je na pokraji pedagogického zájmu. Jedinec tak nemá prakticky žádnou šanci se orientovat v záplavě nabízených potravinových produktů (Marinov et al., 2012).

Nauka o zdravém životním stylu by měla být nedílnou součástí výuky ve školách. Děti by měly již ze školy vědět, co je pro jejich budoucí život nezdравé (Vítek, 2011).

2.5.3 Prevalence nadváhy a obezity

Dle WHO (2013), žije více než 30 milionů dětí s nadváhou v rozvojových zemích a 10 milionů v zemích vyspělých. Nadváha a obezita jsou nyní na vzestupu v zemích s nízkými a středními příjmy, zejména v městském prostředí. Děti, které v takových zemích žijí, mají nedostatečnou prenatální, kojeneckou i dětskou výživu. Současně jsou pak vystaveny potravinám s nízkou nutriční hodnotou a vysokým obsahem tuku, cukru a soli. Ve spojení s nevhodnými stravovacími zvyklostmi a nízkou úrovní PA dochází k prudkému nárůstu dětské obezity. V roce 2011, bojovalo s nadváhou více než 40 milionů dětí mladších pěti let. Nadváha a obezita je častější příčinou úmrtí na celém světě, než podváha. Například 65 % světové populace žije v zemích, kde nadváha a obezita zabíjí více lidí než podváha.

Dle výsledků americké NHANES studie z let 2009–2010 zkoumající prevalenci obezity u dětí a adolescentů ve věku 2–19 let je 16,9 % dětí obézních a 31,8 % má nadváhu nebo je obézních. Mezi roky 1976–1980 a 2009–2010 se výskyt obezity zvyšuje. Mezi obdobím let 1999–2000 a 2009–2010 se neobjevil žádný významný trend zvýšení výskytu obezity u dívek, nicméně výrazný nárůst prevalence obezity byl zaznamenán u chlapců. Přesto, že se definice nadváhy a obezity ve věkové kategorii 2–19 let v různých zemích liší, odhaduje se, že prevalence v USA (2009–2010; 18,4 % obézních) je přece jen vyšší než v jiných zemích, například v Kanadě, kde bylo v roce 2004 11,7 % dětí obézních nebo v Mexiku, kde v roce 2006 bylo obézních 11,5 % dětí (NHANES, 2012; Ogden, Carroll, Kit, & Flegal, 2012).

Sigmundová et al. (2011), ve své studii srovnávající adolescenty z roku 1998–2000 a 2008–2010 došla k závěru, že 10,4 % adolescentů má nadváhu, a 5,5 % je obézních. Většina z nich splňovala zdravotní kritéria k PA (zejména adolescenti z období 1998–2000).

Nárůst dětské obezity v Evropě, USA i v rozvojových zemích znamená více než zdravotní riziko pro současnou a budoucí generaci. Je komplexním problémem, zasahujícím do mnoha oblastí života společnosti. Řešení je úkolem pro medicínu, vědu o výživě, zabývat by se jí měly i další obory. Globální důsledky obezity se týkají životního prostředí, zacházení s přírodními zdroji, ovlivňují ekonomiku i politiku (Fraňková in Gillernová, Kebza, & Rymeš, 2011).

Léčba obezity je náročná a nákladná. Komplex obezita – metabolický syndrom-diabetes mellitus 2. typu – kardiovaskulární ischemie spotřebovává 7–15 % úhrnných zdravotních nákladů. V České republice jsou průměrné náklady na komplexní léčbu dětského obézního pacienta přibližně 75 000 Kč za roka dospělého pacienta 115 000 Kč za rok. V našem státě je v produktivním věku více než 200 000 těžce obézních, dalších půl milionů se závažnou obezitou, přes 10 000 dětí s obezitou s komplexními metabolickými změnami a okolo 70 000 se závažnou obezitou (Marinov et al., 2012).

2.5.4 Hodnotící kritéria obezity

Body mass index (index tělesné hmotnosti, BMI)

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

Tělesnou hmotnost vážíme s přesností 0,1 kg a výšku měříme s přesností na 1 cm.

Podle Stejskala (2004), se za ideální hmotnost považuje u dospělé populace hodnota BMI 22 kg/m², za dolní hranici nadváhy BMI 25 kg/m² a za dolní hranici obezity BMI 30 kg/m².

Pro evropskou populaci se za fyziologické rozmezí BMI považuje 20–25 kg/m². Tento způsob je ale zatížen určitou chybou zejména u jedinců s větším objemem svalové hmoty – hmotnost užívaná ve vzorci zahrnuje samozřejmě tukovou, kostní ale přirozeně i svalovou tkáň.

Age (years)	Body mass index 25 kg/m ²		Body mass index 30 kg/m ²	
	Males	Females	Males	Females
15	23.3	23.9	28.3	29.1
15.5	23.6	24.2	28.6	29.3
16	23.9	24.4	28.9	29.4
16.5	24.2	24.5	29.1	29.6
17	24.5	24.7	29.4	29.7
17.5	24.7	24.8	29.7	29.8
18	25	25	30	30

Obrázek 9. Mezinárodní hodnoty Body mass indexu pro věkovou skupinu 15 – 18 let
Zdroj: Cole, Bellizzi, Flegal, & Dietz (2000)

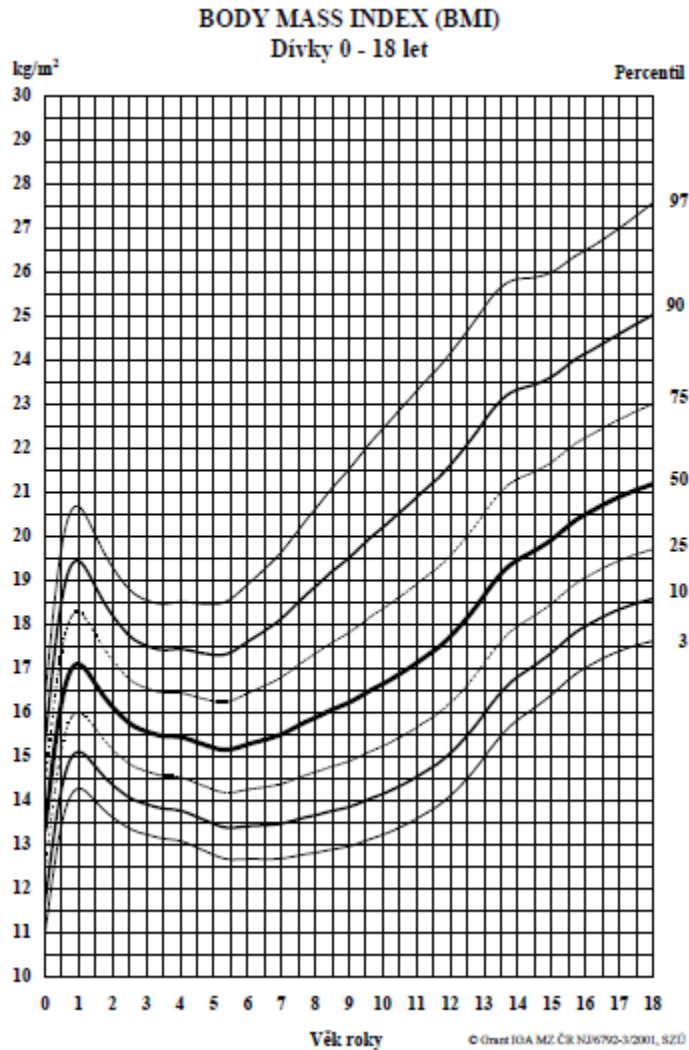
Na obrázku 9 jsou uvedeny mezinárodní hodnoty BMI pro dívky ve věkové kategorii 15–18 let dle Cole et al. (2000).

Pro posouzení hmotnosti se v běžné praxi používá u dětí do 5 let, zařazení dítěte do percentilového pásma grafu hmotnosti k tělesné výšce, pro děti starší 5 let zařazení do pásma grafu BMI. U dětí s vyšší hmotností se doporučuje použití grafu BMI již od 2 let. Za nadváhu je považováno zařazení jedince podle grafů hmotnosti k tělesné výšce nebo BMI do pásma mezi 90. a 97. percentilem, za obezitu zařazení do pásma nad 97. percentilem. V těchto grafech hodnoty pod 25. percentilem znamenají sníženou hmotnost, hodnoty pod 3. percentilem jsou již alarmující a je nutné zjistit příčinu tak nízké hmotnosti. Zařazení dítěte mladšího 5 let do percentilového pásma podle grafu hmotnosti k tělesné výšce a zároveň do grafu BMI nemusí být vždy totožné. Pro konečné určení výživového stavu dítěte jsou potom rozhodující následná vyšetření. Jednotlivé hodnoty BMI pro dívky různého věku jsou prezentovány na obrázku 10 (SZÚ, 2013).

Zatímco v dospělosti BMI pozvolna stoupá s věkem, u dětí je tomu jinak. U dětí do tří let BMI poměrně rychle stoupá, poté do šesti let klesá a následně opět roste (Vítek, 2008).

Nejnižší hodnota BMI je okolo 5. – 6. roku a pak stoupá lineárně s věkem od raného dětství přes adolescenci až po dospělost. Vliv pohlaví na BMI je malý v dětství, zvyšuje se v adolescenci a vytrvá tak až po dospělost. I když budou mít děti stejné BMI, procento tělesného tuku a celkového tělesného tuku se bude lišit (Malina et al., 2004).

Většina výzkumů používá k hodnocení dětské obezity BMI. Tato metoda je zvláště pro více obézní jedince nepřesná (Tyrrell et al., 2001).



Obrázek 10. Percentilový graf zobrazující hodnoty Body mass indexu pro české dívky
Zdroj: SZÚ (2013)

Waist to hip ratio – WHR (poměr pasu a boků)

Změří se obvod pasu i boků (měří se horizontálně ve výši maximálního vyklenutí hýžděové krajiny) a obě hodnoty se podělí (poměr pas/boky).

Správná hodnota by měla být u mužů menší než 0,8, a u žen menší než 0,7. Hodnoty větší než 1,0 u mužů a 0,9 u žen jsou hodnoty rizikové (Stejskal, 2004).

Obvod pasu a boků

Stanovuje se pásovou mírou ve výši pupku. Jedná se o velmi cenný ukazatel, jelikož postihuje zejména množství intraabdominálního tuku a dobře koreluje s rizikem kardiovaskulárních chorob. Jako mírné riziko se hodnotí u žen obvod pasu nad 80 cm a u mužů nad 94 cm, jako významné riziko obvod pasu u žen nad 88 cm a u mužů nad 102 cm (Jiráček et al., 2010, 111).

Změřením obvodu pasu získáme jednoduchý údaj, na základě kterého lze odhadnout riziko kardiovaskulárních a metabolických komplikací. Zvýšená hodnota obvodu pasu je jedním z kritérií metabolického syndromu (Lukáš et al., 2009).

Množství tělesného tuku

Nadváhu a obezitu můžeme také určit dle množství BF%. Tato metoda je mnohem přesnější než výpočet pomocí BMI. McCarthy et al. (2006) na obrázku 11, definuje podváhu, nadváhu a obezitu prostřednictvím 2., 85. a 95. percentilu.

Years	Centile								
	2	9	25	50	75	85	91	95	98
<i>Girls</i>									
5.0	13.8	15.0	16.4	18.0	20.1	21.5	22.8	24.3	26.3
6.0	14.4	15.7	17.2	19.1	21.5	23.0	24.5	26.2	28.4
7.0	14.9	16.3	18.1	20.2	22.8	24.5	26.1	28.0	30.5
8.0	15.3	16.9	18.9	21.2	24.1	26.0	27.7	29.7	32.4
9.0	15.7	17.5	19.6	22.1	25.2	27.2	29.0	31.2	33.9
10.0	16.0	17.9	20.1	22.8	26.0	28.2	30.1	32.2	35.0
11.0	16.1	18.1	20.4	23.3	26.6	28.8	30.7	32.8	35.6
12.0	16.1	18.2	20.7	23.5	27.0	29.1	31.0	33.1	35.8
13.0	16.1	18.3	20.8	23.8	27.2	29.4	31.2	33.3	35.9
14.0	16.0	18.3	20.9	24.0	27.5	29.6	31.5	33.6	36.1
15.0	15.7	18.2	21.0	24.1	27.7	29.9	31.7	33.8	36.3
16.0	15.5	18.1	21.0	24.3	27.9	30.1	32.0	34.1	36.5
17.0	15.1	17.9	21.0	24.4	28.2	30.4	32.3	34.4	36.8
18.0	14.7	17.7	21.0	24.6	28.5	30.8	32.7	34.8	37.2

The 2nd, 85th and 95th centiles define the cutoffs for underfat, overfat and obese.

Obrázek 11. BF% u dívek ve věku 5–18 let

Zdroj: McCarthy et al. (2006)

Heyward a Wagner in Riegerová et al. (2006), uvádí pro dívky ve věku 6–17 let hranici nadváhy 31% – 36% BF a obezity nad 36% BF. U věkové kategorie 18–34 let je nadváha od 28 % – 35% BF, obezita pak od 35% BF.

3 CÍLE A HYPOTÉZY

Hlavním cílem diplomové práce je zhodnocení tělesného složení pomocí bioimpedanční analýzy a monitoring PA pomocí akcelerometru u adolescentních dívek studující Gymnázium v Lipníku nad Bečvou.

3.1 Dílčí cíle

1. U sledovaného souboru adolescentních dívek vyhodnotit zastoupení BF a FFM.
2. Zjistit výskyt nadváhy a obezity vzhledem k procentuálnímu zastoupení BF.
3. Vyhodnotit zastoupení BF a FFM na horních a dolních končetinách a na trupu u sledovaného souboru adolescentních dívek.
4. U sledovaného souboru adolescentních dívek vyhodnotit frekvenci plnění doporučení k PA.
5. U sledovaného souboru adolescentních dívek vyhodnotit podíl MVPA na celkové PA.
6. Posoudit vztah mezi vybranými ukazateli tělesného složení (BF a FFM) a věkem probandek.
7. U sledovaného souboru adolescentních dívek vyhodnotit vztah mezi vybranými ukazateli tělesného složení (BF a FFM) a PA.

3.2 Hypotézy

H1₀: Neexistuje vztah mezi BF% a věkem probandek.

H1_a: BF% se mění v závislosti na věku probandek.

Závisle proměnná: BF%

Nezávisle proměnná: věk

H2₀: Neexistuje vztah mezi BF% a průměrným počtem kroků za den.

H2_a: BF% se mění v závislosti na množství kroků vykonaných v průměru za den.

Závisle proměnná: BF%

Nezávisle proměnná: kroky vykonané za den

H₃₀: Neexistuje vztah mezi BF% a MVPA.

H_{3a}: BF% se mění v závislosti na množství MVPA.

Závisle proměnná: BF%

Nezávisle proměnná: MVPA

4 METODIKA

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvořilo 48 dívek ve věku 15–18 let, studující Gymnázium v Lipníku nad Bečvou. U těchto probandek bylo hodnoceno tělesné složení a úroveň PA. Měření probíhalo v říjnu 2012, v rámci školního vyučování, se svolením ředitele školy. Rodiče dívek byli s měřením tělesného složení obeznámeni formou informovaných souhlasů (originál je součástí příloh), které bylo nutné pro výzkum podepsat. Výzkum byl schválen Etickou komisí Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v první polovině roku 2012 a byl realizován za podpory výzkumného grantu FTK UP v Olomouci č. FTK_2012:022 „Zdravotní efekty pohybové aktivity adolescentů z aspektu tělesného složení a aktivity autonomního nervového systému“.

4.2 Hodnocení tělesného složení

Tělesné složení bylo hodnoceno pomocí přístroje Tanita BC-418 (Tanita Corporation, Tokyo, Japonsko; 50 kHz; 550 μ A). Tento přístroj pracuje na základě monofrekvenční bioimpedanční analýzy (BIA) a za pomoci 8 elektrod rozděluje tělo do 5 segmentů, které jsou hodnoceny nezávisle na sobě. Přestože není monofrekvenční BIA považována za referenční metodu, validita měření prostřednictvím přístroje Tanita BC-418 MA byla pro adolescentní populaci prokázána (Haroun, Croker, Viner, Williams, Darch, Fewtrell, & et al., 2009). Tanita BC-418 vyhodnocuje celkovou tělesnou hmotnost, BF%, FFM, množství svalové hmoty, celkovou tělesnou vodu, bazální metabolismus a BMI. Data byla vyhodnocena prostřednictvím originálního softwaru GMON Professional software. Výskyt nadváhy a obezity jsme hodnotili dle percentilové tabulky BF% McCarthy et al. (2006).

4.2.1 Sledované somatické ukazatele

U výzkumného souboru byly hodnoceny tyto parametry:

- tělesná výška (v cm) – s přesností na 0,5 cm
- celková tělesná hmotnost (v kg) – s přesností na 0,1 kg
- množství BF (v kg)

- procentuální zastoupení BF
- množství FFM (v kg)
- celková tělesná voda (v l)
- BMI (v kg/m²)

Hodnocené segmenty tělesného složení

U těchto segmentů jsme hodnotili BF%, množství BF v kg, FFM v kg.

- RA – pravá paže
- LA – levá paže
- TR – trup
- RL – pravá noha
- LL – levá noha



Obrázek 12. *Tanita BC-418*
Zdroj: www.tanita.com

4.3 Hodnocení úrovně pohybové aktivity

PA byla hodnocena pomocí ActiTraineru (ActiTrainer™, Florida, USA). Jedná se o multifunkční zařízení, které společně s hrudním pásem Polar (Wearlink T31) funguje zároveň jako monitor srdeční frekvence, tri-axiální akcelerometr a elektronický krokoměr. ActiTrainer měří v 15 vteřinových intervalech, zaznamenává úroveň intenzity PA, srdeční frekvenci a počet kroků. Validita a reliabilita ActiTraineru pro měření kroků v nelaboratorních podmínkách byla ověřena na univerzitních studentech s normální tělesnou hmotností (Neuls, 2008).

Tento přístroj na sledování úrovně denní PA, umožňuje sledovat srdeční frekvenci, množství spálených kalorií, rychlost, vykonanou vzdálenost a počet kroků. Informace lze prohlížet prostřednictvím LED displeje, který zobrazuje nejen aktuální informace, ale je možné najít i údaje z minulosti. Pro přenos dat do počítače se používá USB kabel. Software umožňuje sledovat data až pěti uživatelů (www.actitrainer.com).

Monitoring PA byl realizován v průběhu 3 dnů, což je pro stanovení úrovně PA pomocí krokoměru dostačující časové období (Tudor-Locke, Burkett, Reis, Ainsworth, Macera, & Wilson, 2005). Jednalo se vždy o dva dny školní a jeden den víkendový. V této diplomové práci byla analyzována PA z monitorovaného víkendového dne. Probandky byly instruovány, aby ActiTrainer nosily vždy po celý den. Do záznamového archu, který obdržely společně s přístrojem, zaznamenaly pouze čas nasazení přístroje a stejně tak večer čas, kdy přístroj odložily.

Intenzitu PA jsme posuzovali dle jednotky klidového metabolismu MET. 1 MET je množství kyslíku vztažené na kilogram hmotnosti, které spotřebuje naše tělo v klidu za 1 minutu. Každá PA je pak hodnocena jako násobek klidové hodnoty metabolismu (Stejskal, 2004). PA pod úrovní 1 MET vyjadřuje pohybovou inaktivitu. Dále jsme sledovali lehce (1–3 METs), středně (3–6 METs) a vysoce (6–9 METs) zatěžující PA. Doba trvání MVPA byla stanovena jako součet individuálních hodnot doby trvání PA střední a vysoké intenzity.

4.3.1 Sledované ukazatele pohybové aktivity

- celkový čas intervalu (v min)
- doba strávená PA (min/den)
- doba strávená pohybovou inaktivitou (min/den)
- celkový počet kroků (počet/den)

- průměrný počet kroků za hodinu
- intenzita zatížení menší jak 3 METs (min/den)
- intenzita zatížení mezi 3–6 METs (min/den)
- intenzita zatížení větší jak 6 METs (min/den)
- doba strávená intenzitou MVPA (min/den)



Obrázek 13. *ActiTrainer*

Zdroj: <http://www.actitrainer.com/>

4.4 Statistické zpracování

Získaná data byla zpracována adekvátními postupy s využitím programů MS Excel 2010 a STATISTICA 10 CZ. Pomocí těchto programů jsme analyzovali data a stanovili jsme základní popisné statistické ukazatele pro každou sledovanou proměnou (aritmetický průměr, směrodatná odchylka, medián a interkvartilové rozpětí). Vzhledem ke skutečnosti, že sledované proměnné nesplňovaly podmínku normálního rozdělení (hodnoceno Shapiro–Wilk testem), byl k hodnocení síly asociace mezi vybranými proměnnými použit Spearmanův koeficient pořadové korelace. Statistická významnost byla stanovena na hladině $p < 0,05$.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

Výzkumný soubor tvořilo 48 dívek, u kterých bylo diagnostikováno tělesné složení přístrojem Tanita BC-418 MA a PA byla hodnocena v rámci víkendového dne pomocí ActiTraineru. Průměrný věk zkoumaného souboru dívek byl 15,9 let \pm 0,6 let, tělesná výška dosahovala hodnoty 164,4 \pm 5,7 cm a průměrná tělesná hmotnost byla 57,7 \pm 9,4 kg. Podrobnější charakteristika výzkumného souboru je uvedena v tabulce 1.

Tabulka 1. Průměrné hodnoty vybraných parametrů tělesného složení

	M \pm SD	Me	IQR
Věk	15,9 \pm 0,6	16	0
Tělesná výška (cm)	164,4 \pm 5,7	164	7
Tělesná hmotnost (kg)	57,7 \pm 9,4	56,8	12,4
BMI (kg/m²)	21,4 \pm 3,3	21,3	4,1
BF%	24,4 \pm 6,2	23,5	7,6
BF (kg)	14,6 \pm 6,1	12,9	8,2
FFM (kg)	43,2 \pm 4,2	43,4	5
TBW (l)	31,6 \pm 3,1	31,8	3,7

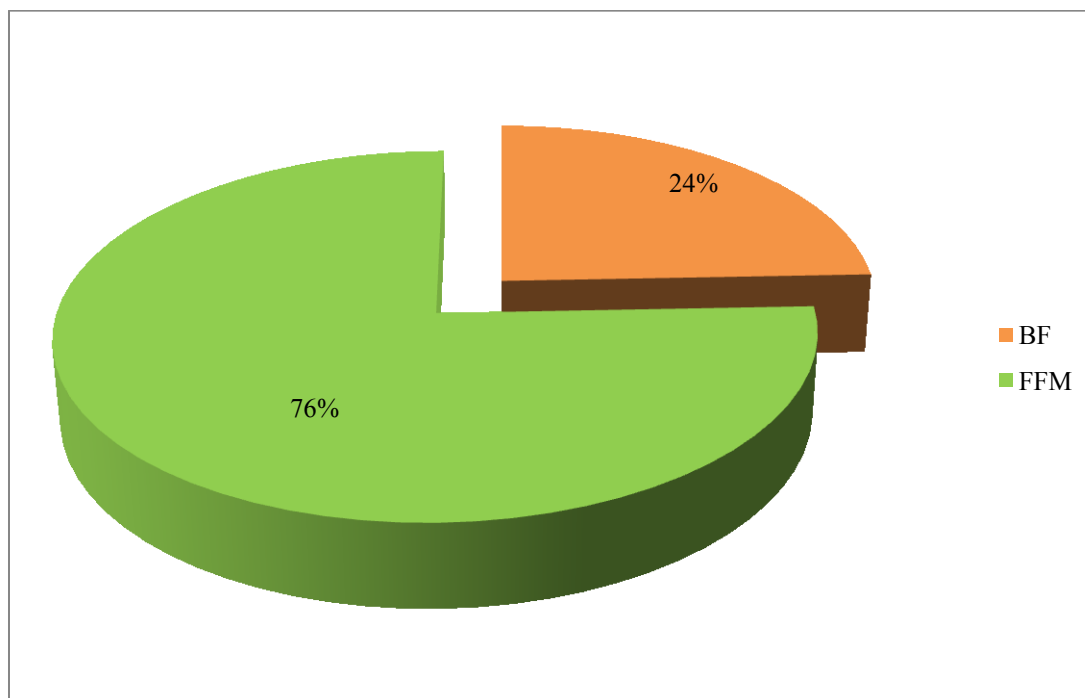
Poznámka: M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, Me – medián, IQR – kvartilové rozpětí, BMI – body mass index, BF% – procentuální zastoupení tělesného tuku, BF (kg) – zastoupení tělesného tuku, FFM – tukuprostá hmota, TBW – celková tělesná voda.

Na obrázku 14 je hodnoceno složení těla dle množství celkového BF% a FFM%. Absolutní zastoupení BF činilo 14,6 kg \pm 6,1 kg, což odpovídá 24,4 % tělesné hmotnosti (tabulka 1). Tato hodnota odpovídá 50. percentilu hodnocení BF% dle McCarthy et al. (2006), která sledovala stejně staré dívky z Velké Británie. FFM tvořila v průměru 76 %, to je 43,2 kg \pm 4,2 kg. Podobné výsledky uvádí i Gába a Přidalová (2013) u skupiny českých žen ve věku 18–29 let, kdy absolutní zastoupení BF bylo 14,7 kg (23,5 %) a absolutní zastoupení FFM bylo 46,6 kg (76,5 %).

Americká studie, zkoumající vliv PA na obezitu u adolescentních dívek uvádí průměrné BF zastoupení 29,2 % a FFM 70,8 %. U černošských dívek bylo naměřeno 30,5% zastoupení BF a 69,5% FFM (Stallmann-Jorgensen, Gutin, Hatfield-Laube, Humphries, Johnson, & Barbeau, 2007). Ve srovnání s americkými dívkami, měly české dívky méně BF% a více FFM%.

V podobné studii se Gutin, Yin, Humphries a Barbeau (2004) zabývali vztahem PA a BF%. Dívky bílé pleti, průměrného věku 16,2 let, měly 29,8 BF%. Dívky stejného věku černé

pleti dosahovaly 30,0 BF%. Pokud srovnáme BF%, americké dívky měly o 5,4–5,6 BF% více než námi sledované dívky.



Obrázek 14. Procentuální zastoupení BF a FFM

Celková tělesná voda, která je složena z extracelulární a intracelulární vody, dosahovala u námi sledovaného souboru průměrné hodnoty $31,6 \pm 3,1$ l (tabulka 1), což odpovídá 54,8 % tělesné hmotnosti. Nevyšší obsah vody byl naměřen 39,9 l a nejnižší hodnota byla 25,8 l. Výsledky odpovídají normě, která je pro ženy 53 % (Riegerová et al., 2006; Silbernagl & Despopoulos, 2004).

5.1 Hodnocení výskytu nadváhy a obezity

Na obrázku 15 prezentujeme informace o výskytu nadváhy a obezity, které vycházejí z BF%. Z výsledků je patrné, že většina dívek měla optimální zastoupení tělesného tuku (79 %), nadváhu mělo 15 % dívek a obezita se vyskytovala u 6 % dívek. Žádná z dívek neměla podváhu a ve skupině 17letých se nevyskytovala dívka s obezitou.

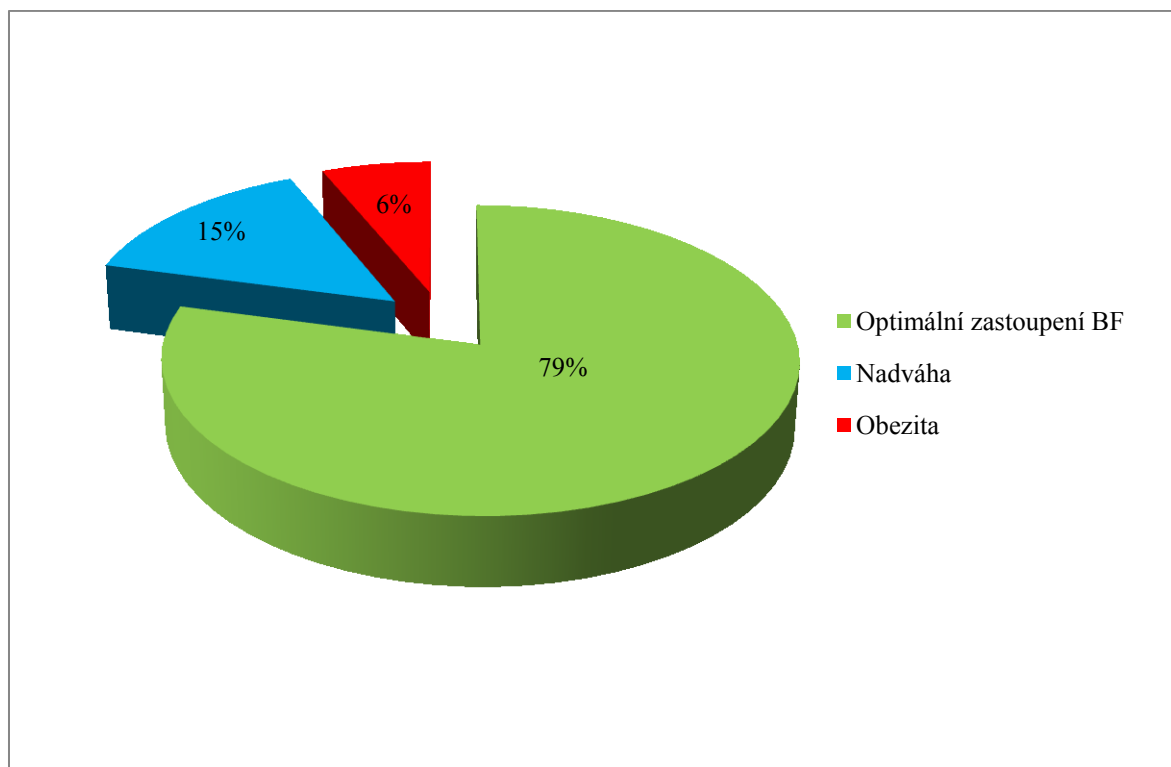
V roce 2001, kdy byl proveden 6. Celostátní antropologický výzkum (CAV), mělo nadváhu 6,9 % dívek a obezitu mělo 0,8 % dívek (Vignerová, Riedlová, Bláha, Kobzová, Krejčovský, Brabec, & Hrušková, 2006). Rozdíl ve výskytu nadváhy a obezity u námi sledovaného souboru a výsledky 6. CAV můžeme vysvětlit odlišným hodnotícím kritériem.

Zatímco při 6. CAV byl výskyt nadváhy a obezity hodnocen pomocí BMI, v prezentovaném výzkumu jsme využili BF%.

Na základě mezinárodního srovnání výskytu nadváhy a obezity není situace v ČR ještě tak vážná jako v ostatních evropských zemích a USA, ale vzrůstající trend je zřejmý (Pařízková & Lisá, 2007). Příkladem jsou výsledky americké studie NHANES z roku 2009–2010, kdy bylo ve věkové kategorii 12–19 let obézních 17,1 % dívek. Největší procento obézních jedinců bylo mezi afroamerickými dívkami (Ogden, Carroll, Kit, & Flegal, 2012).

Kunešová et al. (2007), poukazuje také na vliv socioekonomického postavení a vlivu obezity a nadváhy rodičů. U nadváhy a obezity u dětí ve věku 13 až 18 let byly nalezeny signifikantní pozitivní asociace s rodičovskou obezitou, věkem, příjmem tučného jídla, časem stráveným sezením u počítače a časem stráveným domácími pracemi. Negativní asociace byly naopak zaznamenány u PA.

Děti rodičů s vyššími hodnotami BMI trpí až několikanásobně častěji nadměrnou hmotností a obezitou, než děti ostatních rodičů (Pařízková & Lisá, 2007). Vliv BMI rodičů na dětskou nadváhu a obezitu potvrzuje i 6. CAV (2001), kdy bylo zjištěno, že 24,5 % dětí, které trpěly nadváhou a obezitou, měly rodiče, jejichž BMI bylo vyšší než 25 kg/m² (Pařízková & Lisá, 2007; Vignerová et al., 2006).



Obrázek 15. Hodnocení výskytu nadváhy a obezity vzhledem k BF% u sledovaného souboru adolescentních dívek

5.2 Segmentální analýza tělesného složení

Segmentální analýzu tělesného složení uvádíme v tabulce 2 a na obrázku 16 a 17. Rozdíl v BF% mezi pravou a levou dolní končetinou byl u sledovaného souboru minimální (0,3%). U segmentu dolních končetin jsme dále nenalezli významnější rozdíl ani v případě absolutního zastoupení BF a FFM. Nejvyšší absolutní hodnoty byly naměřeny u trupu, a to jak u BF (6,5 kg), tak u FFM (24,6 kg). Nejvyšší BF% jsme zaznamenali na dolních končetinách (pravá = 29,9 %; levá = 30,2 %), naopak na trupu byl tělesný tuk zastoupen pouze z 20 %.

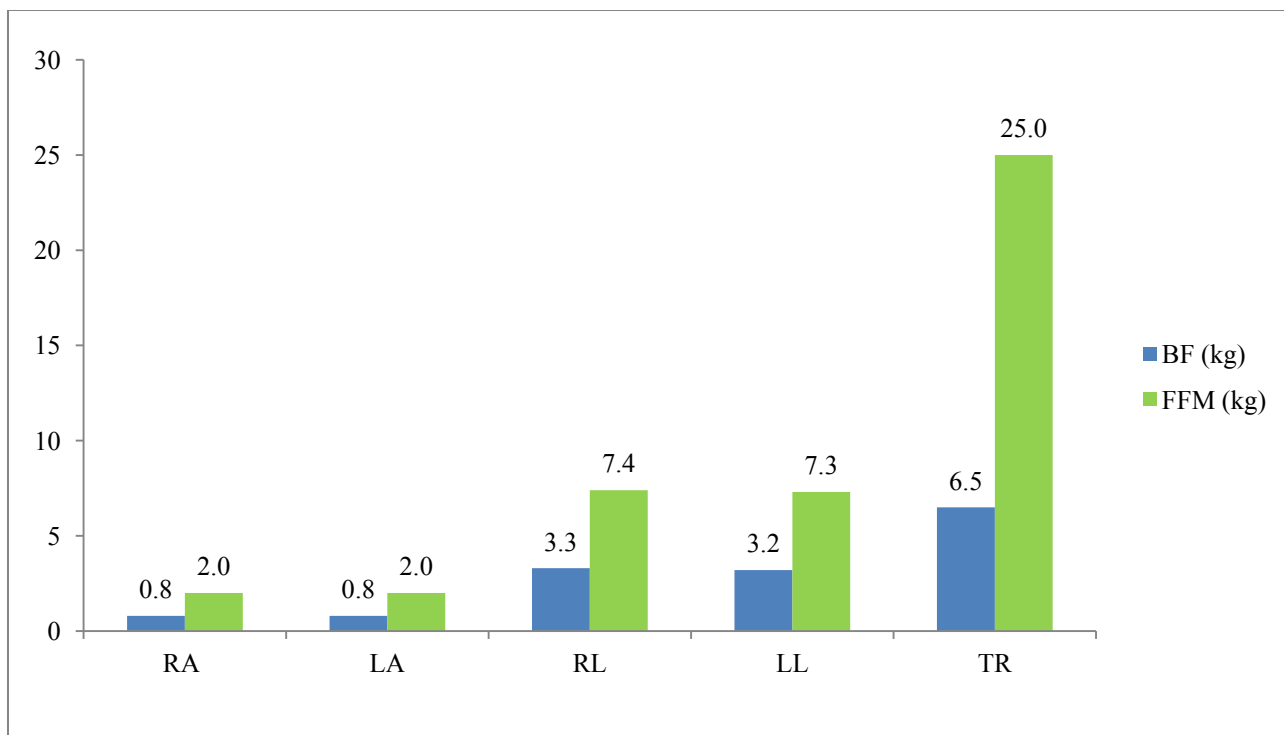
Tyto hodnoty vypovídají o periferní (gynoidní) distribuci tělesného tuku. Ta je charakteristická právě pro dívky, kdy se BF ukládá zejména na bocích a na stehnech. Naopak chlapi inklinují k centrální (abdominální) distribuci BF.

Řada autorů zdůrazňuje, že periferní typ obezity je z hlediska onemocnění srdce a cév méně rizikový než centrální typ obezity (Dunford & Dayle, 2012; Fořt, 2005; Jiráček et al., 2010; Stejskal, 2004; Svačina & Bretšnajdrová, 2008; Vítek, 2008).

Tabulka 2. Průměrné hodnoty vybraných parametrů tělesného složení v jednotlivých tělesných segmentech

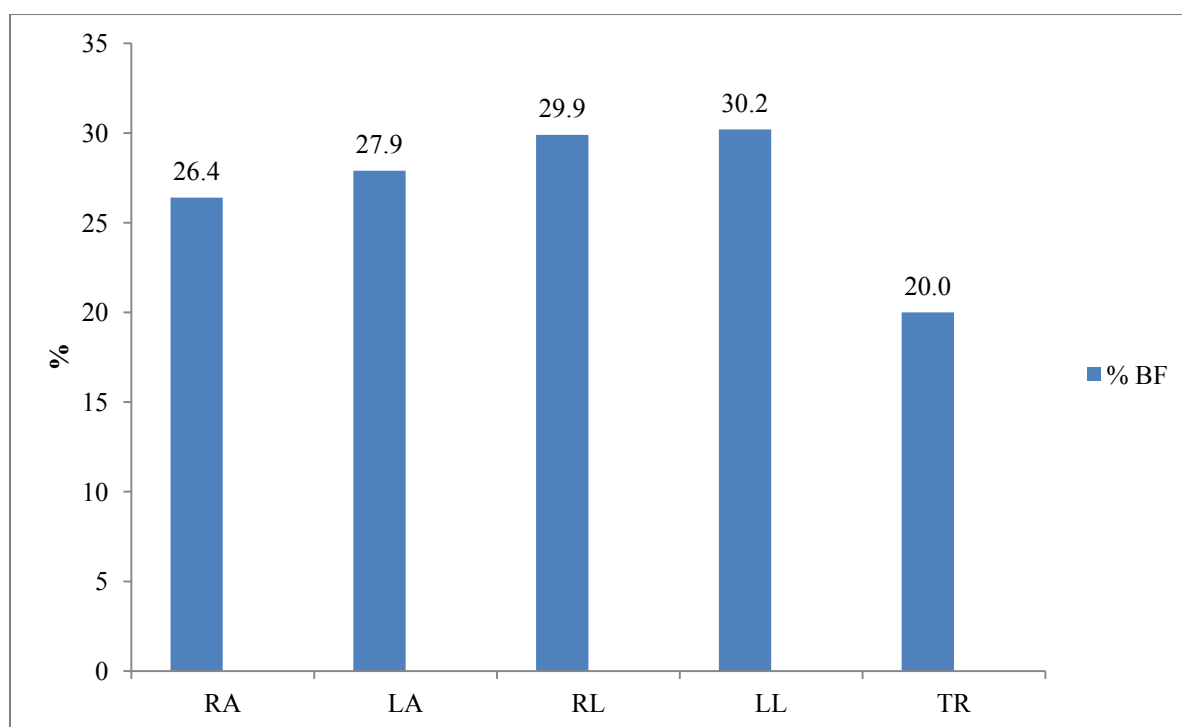
	M ± SD	Me	IQR
RL BF (%)	29,9 ± 4,6	29,5	6,5
RL BF(kg)	3,3 ± 1,0	2,9	1,4
RL FFM (kg)	7,4 ± 0,8	7,3	0,8
LL BF (%)	30,2 ± 4,6	29,4	6,3
LL BF (kg)	3,2 ± 1,0	2,9	1,4
LL FFM (kg)	7,3 ± 0,8	7,1	0,8
RA BF (%)	26,4 ± 7,9	25,1	12,2
RA BF (kg)	0,8 ± 0,4	0,65	0,5
RA FFM (kg)	2,0 ± 0,3	2	0,4
LA BF (%)	27,9 ± 8,6	27,7	12,2
LA BF (kg)	0,8 ± 0,4	0,7	0,6
LA FFM (kg)	2,0 ± 0,3	2,0	0,3
TR BF (%)	20,0 ± 7,5	19,5	8,5
TR BF (kg)	6,5 ± 3,5	5,8	3,7
TR FFM (kg)	24,6 ± 2,2	24,8	2,7

Poznámka: M – průměr, Me – medián, IQR – kvartilové rozpětí, SD – směrodatná odchylka, RL – pravá dolní končetina, LL – levá dolní končetina, RA – pravá horní končetina, LA – levá horní končetina, TR – trup, FFM – tukuprostá hmota, BF – tělesný tuk.



Obrázek 16. Segmentální analýza BF a FFM

Poznámka: RL – pravá dolní končetina, LL – levá dolní končetina, RA – pravá horní končetina, LA – levá horní končetina, TR – trup, FFM – tukuprostá hmota, BF – tělesný tuk.



Obrázek 17. Procentuální zastoupení tělesného tuku v jednotlivých segmentech těla

Poznámka: RA – pravá horní končetina, LA – levá horní končetina, RL – pravá dolní končetina, LL – levá dolní končetina, TR – trup, FFM – tukuprostá hmota, BF – tělesný tuk.

5.3 Vztah mezi vybranými parametry tělesného složení a věkem

V tabulce 3 a 4 uvádíme hodnoty Spearmanova korelačního koeficientu, který umožňuje posoudit sílu asociace mezi věkem probandek a vybranými ukazateli tělesného složení. Z tabulky 3 vyplývá, že mezi věkem a základními ukazateli tělesného složení, jsme nenalezli statisticky významný vztah, a to ani v případě BF%. Z tohoto důvodu jsme přijali H_{10} . U všech sledovaných proměnných nabývaly korelační koeficienty hodnot od $-0,21$ do $0,03$ jednotek.

Statisticky významné vztahy však můžeme pozorovat v případě segmentální analýzy tělesného složení (tabulka 4). Nalezli jsme statisticky významný vztah mezi věkem a BF% u levé ($r_s = -0,55$; $p < 0,05$) a pravé horní končetiny ($r_s = -0,48$; $p < 0,05$). Naopak jen minimální závislost se vyskytovala u hodnot trupu a levé dolní končetiny. V případě FFM jsme zaznamenali signifikantní vztah pouze na pravé horní končetiny ($r_s = 0,32$; $p < 0,05$).

Tabulka 3. Posouzení vztahu mezi věkem a vybranými parametry tělesného složení

	r_s	R^2
Tělesná výška (cm)	-0,07	<0,01
Tělesná hmotnost (kg)	-0,03	<0,01
BMI (kg/m²)	-0,03	<0,01
BF%	-0,21	0,04
BF (kg)	-0,13	0,02
FFM (kg)	0,03	<0,01
TBW (l)	0,03	<0,01

Poznámka: BMI – body mass index, BF % – procentuální zastoupení tělesného tuku, BF (kg) – zastoupení tělesného tuku, FM – tělesný tuk, FFM – tukuprostá hmota, TBW – celková tělesná voda, R^2 – koeficient determinace

Tabulka 4. Posouzení vztahu mezi věkem a vybranými parametry tělesného složení (segmentální analýza)

	r_s	R^2
RL BF (%)	-0,29*	0,08
RL BF(kg)	-0,16	0,03
RL FFM (kg)	0,15	0,02
LL BF (%)	-0,26	0,07
LL BF (kg)	-0,13	0,02
LL FFM (kg)	0,19	0,04
RA BF (%)	-0,48*	0,23
RA BF (kg)	-0,32*	0,10
RA FFM (kg)	0,32*	0,10
LA BF (%)	-0,55*	0,30
LA BF (kg)	-0,40*	0,16
LA FFM (kg)	0,24	0,06
TR BF (%)	-0,07	<0,01
TR BF (kg)	-0,09	<0,01
TR FFM (kg)	-0,06	<0,01

Poznámka: * $p < 0,05$; RL – pravá noha, LL – levá noha, RA – pravá paže, LA – levá paže, TR – trup, BF % – procentuální zastoupení tělesného tuku, BF (kg) – zastoupení tělesného tuku, FFM – tukuprostá hmota, R^2 – koeficient determinace

5.4 Hodnocení vybraných parametrů pohybové aktivity

Ačkoliv jsou všeobecně známé zdravotní benefity pravidelné PA (Kalman, Hamřík, & Pavelka, 2009; ParticipACTION, 2013; Sigmundová et al., 2011; Stejskal, 2004; USDHHS, 2008; WHO, 2013) stále není pravidelná PA nedílnou součástí životního stylu většiny populace. Naše výsledky potvrzují tuto skutečnost.

V tabulce 5 jsou uvedeny průměrné hodnoty, kterých dívky dosáhly. Celkový interval nošení přístroje byl v průměru $665,4 \pm 308,8$ min/den (tj. 11 hodin). Průměrná doba strávená PA byla $241,9 \pm 106,2$ min/den, což odpovídalo 36,4 % z celkové doby intervalu. Doba strávená pohybovou inaktivitou (PI) činila $423,6 \pm 261,7$ min/den, tj. 63,7 % z celkové doby intervalu (obrázek 18).

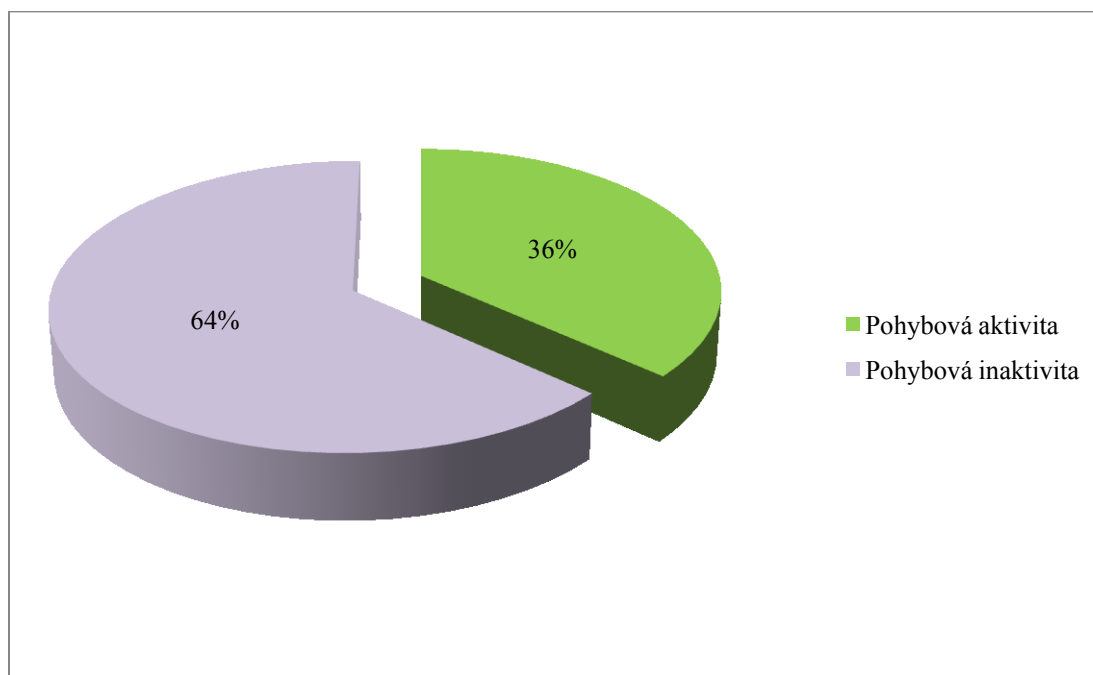
V současné době podporuje PI využívání počítačů a sledování televize ve volném čase, což potvrzuje také studie Sigmundové et al. (2011). Celková doba strávená u počítače nebo televize (tzv. screening time) by neměla překročit 2 hodiny denně (Marinov et al., 2012;

ParticipACTION, 2013; Sigmundová et al., 2011). Z výsledků HBSC studie v ČR (Kalman et al., 2010) 74,6 % dívek ve věku 15 let tráví u počítače více jak 2 hodiny denně. U televize tráví svůj volný čas 59,1 % dívek.

Tabulka 5. Průměrné hodnoty vybraných ukazatelů úrovně PA

	M ± SD	Me	IQR
Celkový čas intervalu (v min)	665,4 ± 308,8	652	350
Čas PA (min)	241,9 ± 106,2	243,8	161,6
Pohybová inaktivita (min)	423,6 ± 261,7	393,9	275,0
Celkový počet kroků za den	7 113 ± 4 246	6 925	5 743
Průměrný počet kroků za hodinu	697 ± 403	618	534
Čas zatížení PA 1–3 METs (min)	210,6 ± 91,0	209,2	138,5
Čas zatížení PA 3–6 METs (min)	25,5 ± 22,0	21,3	21,9
Čas zatížení PA 6–9 METs (min)	5,8 ± 8,2	2,4	7,9
MVPA (min)	31,3 ± 25,3	29,4	30,0

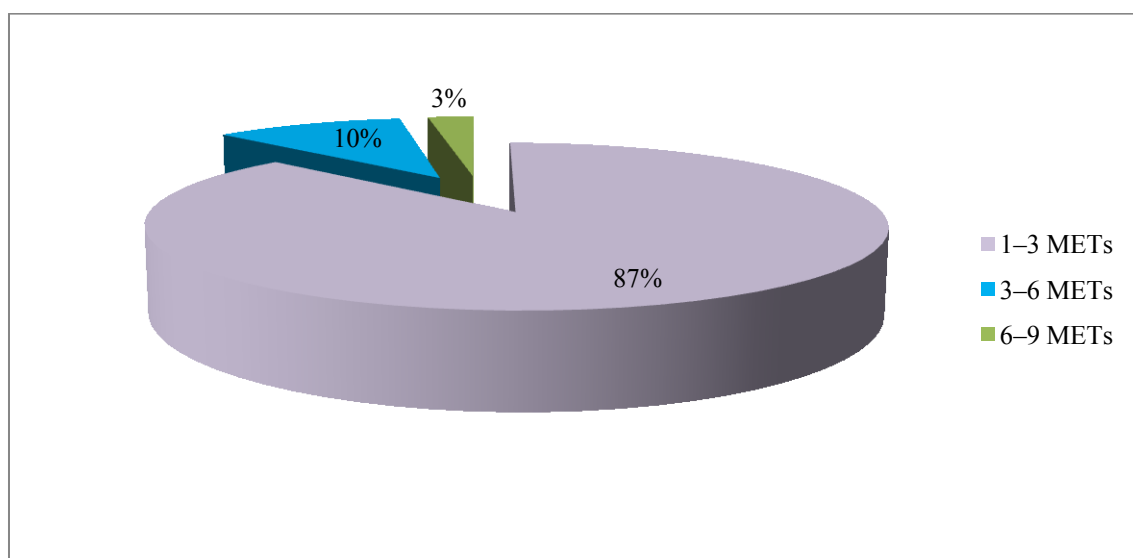
Poznámka: M – průměr, Me – medián, IQR – kvartilové rozpětí, SD – směrodatná odchylka, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity, MET – jednotka klidového metabolismu



Obrázek 18. Průměrné zastoupení PA a PI v rámci dne

Průměrný počet kroků za den činil $7\,113 \pm 4\,246$, za jednu hodinu vykonaly dívky v průměru 697 ± 403 kroků. Tudor-Locke et al. (2011) doporučuje pro adolescentní populaci vykonávat nejméně 10 000–11 700 kroků za den. Přitom však dodává, že adolescenti v průměru vykonají pouze 8 000–9 000 kroků za den. Frömel et al. (1999) a Sigmundová et al. (2011) doporučují českým adolescentním dívkám plnit minimálně 9 000 kroků za den. V porovnání s výsledky Craig et al. (2012) i Tudor-Locke a Bassett (2004) můžeme označit sledovaný soubor adolescentních dívek za málo pohybově aktivní. Například kanadské dívky stejné věkové kategorie (15–18 let) dosahovaly v průměru 9 476–9 231 kroků za den (Craig et al., 2012).

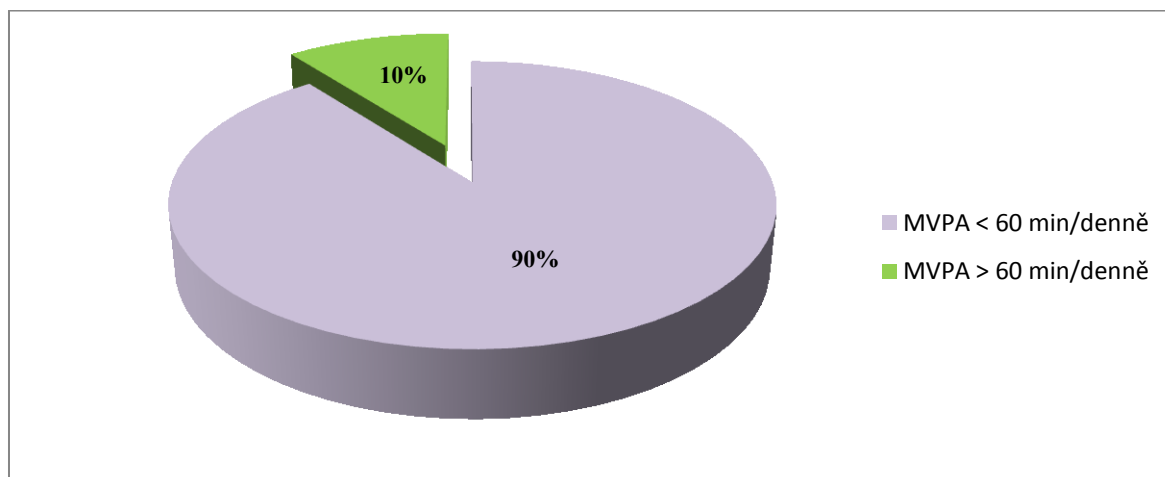
Intenzita zátěže PA byla rozdělena dle úrovně METs. Dívky se nejčastěji pohybovaly na úrovni nízké intenzity zátěže, tj. 1–3 METs (210,6 min \pm 91,0 min/den). Na úrovni 3–6 METs (střední intenzita) se dívky pohybovaly 25,5 \pm 22,0 min/den, což odpovídalo 10 % celkové doby monitoringu (obrázek 19). PA vysoké intenzity (6–9 METs) byla vykonávána v průměru pouhých 5,8 \pm 8,2 min/denně. Frömel et al. (1999) potvrzuje u studentek středních škol, že většina realizované PA byla taktéž prováděna nízkou intenzitou zátěže (v rozsahu 2–4 METs). Stejně tak uvádí i to, že větší množství PA vykonaly dívky v pracovním týdnu než o víkendu.



Obrázek 19. Intenzita PA hodnocená dle METs

Jedinci v adolescentním věku by měly nakumulovat více než 60 minut MVPA za den (ParticipACTION, 2013; USDHHS, 2008; WHO, 2013). Podle nejnovějších údajů tohoto doporučení nedosahuje více než 80 % jedinců ve věku 13–15 let (Hallal et al., 2012). Další výzkumy také potvrzují, že mnoho adolescentů nedosahuje daných doporučení týkající se PA.

Ačkoliv 80 % adolescentů je aktivních 30 minut denně, pravděpodobně méně než polovina splňuje 60 minut MVPA denně. Asi dvě třetiny adolescentních chlapců a jedna čtvrtina adolescentních dívek splňuje 20 minut souvislé MVPA 3krát týdně (Sallis, Prochaska, & Taylor, 2000). Naše výsledky potvrzují výše zmíněné zjištění a upozorňují na skutečnost, že doporučení k MVPA splňovalo pouze 10 % dívek (obrázek 20). Výzkumný soubor tedy můžeme označit za nedostatečně pohybově aktivní.



Obrázek 20. Plnění doporučení k MVPA u sledovaného souboru adolescentních dívek

Mnoho autorů poukazuje na to, že s narůstajícím věkem klesá objem PA. To uvádí například i HBSC studie (Kalman et al., 2010) prováděná v ČR, ve které je uvedeno, že PA dívek s rostoucím věkem klesá. Zatímco v 11 letech, se jí 5 a více dní věnuje 50 % dívek, v 15 letech je to už jen 30 %. Autoři studie dále uvádí, že třetina patnáctiletých je aktivní méně než 3 dny v týdnu. Také výsledky zahraničních dlouhodobých studií zaznamenaly pokles vykonané PA od dětství do adolescence.

Pouze třetina evropských dětí vykonává doporučené množství MVPA. V Německu převyšuje hranici 60 min MVPA denně 20,4 % dětí ve věku 7–10 let a pouze 6,6 % dětí ve věku 14–17 let (Ortlieb et al., 2013). Stejný trend je zaznamenán i v USA, kde PA také dramaticky klesá s přibývajícím věkem. Troiano, Berrigan, Dodd, Masse, Tilert a McDowell (2008) uvádí, že zatímco 42 % dětí ve věku 6–11 let dodržuje doporučení MVPA, u adolescentů je to už jen 8 %.

Podobné výsledky potvrdili také Nader, Bradley, Houts, McRitchie a O'Brien (2008), kdy téměř všechny děti ve věku 9 let splňovaly doporučení a vykonávaly MVPA v průměru 3 hodiny denně, jak v týdnu, tak o víkendu. Adolescenti ve věku 15 let strávili MVPA

v běžném týdnu 49 min/den a o víkendu jen 35 min/den. Doporučení 60 min/denně MVPA splnilo v pracovním týdnu 31% a o víkendu pouze 17% adolescentů.

5.5 Vztah mezi tělesným složením a pohybovou aktivitou

Dlouhodobé studie sportujících a nesportujících dětí zcela jednoznačně prokazují vyšší hodnoty FFM a nižší BF, především v relativním vyjádření k celkové tělesné hmotnosti. Příznivý vliv PA na tělesné složení je bezprostřední a závislý na kontinuálním udržování určité úrovně PA (Riegerová et al., 2006).

V tabulce 7 a 8 jsme hodnotili vztah mezi průměrným počtem kroků, MVPA a vybranými parametry tělesného složení pomocí Spearmanova korelačního koeficientu. V rámci hodnocení celotělových parametrů nebyly nalezeny signifikantní vztahy mezi markery PA a vybranými ukazateli tělesného složení. U počtu kroků za den se hodnota korelačního koeficientu pohybovala v rozmezí od -0,05 do 0,22 jednotek. U vztahu MVPA to bylo rozmezí od -0,11 do 0,16 jednotek. Na obrázku 21 jsou zobrazeny vztahy mezi vybranými markery PA a BF%.

Protože vztah mezi BF% a ani dalšími vybranými parametry tělesného složení nenabýval statisticky významných hodnot, přijali jsme H_{20} a H_{30} (tabulka 7 a 8, obrázek 21). Z tabulky 8 je evidentní, že nebyl nalezen statisticky významný vztah mezi PA (kroky/den a MVPA) a tělesným složením ani v jednotlivých tělesných segmentech.

Tabulka 7. Vztah mezi průměrným počtem kroků a MVPA a vybranými parametry tělesného složení

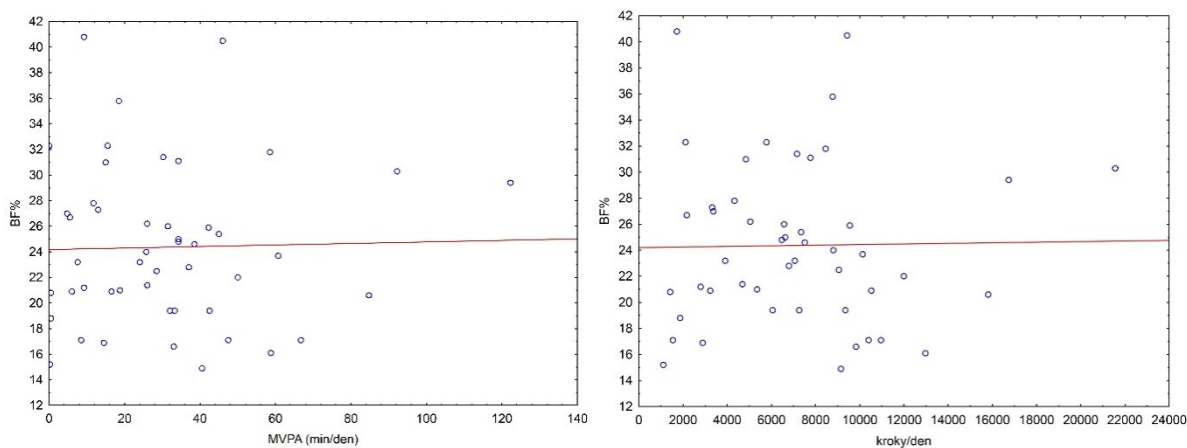
	kroky/den		MPVA (min/den)	
	r_s	R^2	r_s	R^2
Tělesná hmotnost (kg)	0,04	<0,01	-0,03	<0,01
BMI (kg/m²)	-0,05	<0,01	-0,11	0,01
BF%	0,05	<0,01	0,04	<0,01
BF (kg)	-0,02	<0,01	-0,03	<0,01
FFM (kg)	0,08	0,01	-0,03	<0,01
TBW (l)	0,08	0,01	-0,03	<0,01

Poznámka: BMI – body mass index, BF % – procentuální zastoupení tělesného tuku, BF (kg) – zastoupení tělesného tuku, FM – tělesný tuk, FFM – tukuprostá hmota, TBW – celková tělesná voda, R^2 – koeficient determinace, MVPA – PA střední a vysoké intenzity

Tabulka 8. Vztah mezi vybranými segmenty tělesného složení a vybranými markery PA

	kroky/den		MPVA (min/den)	
	r_s	R^2	r_s	R^2
RL BF (%)	-0,04	<0,01	-0,09	0,01
RL BF(kg)	-0,03	<0,01	-0,09	0,01
RL FFM (kg)	0,11	0,01	0,01	<0,01
LL BF (%)	0,01	<0,01	-0,05	<0,01
LL BF (kg)	0,03	<0,01	-0,05	<0,01
LL FFM (kg)	0,05	<0,01	-0,01	<0,01
RA BF (%)	-0,06	<0,01	-0,06	<0,01
RA BF (kg)	-0,01	<0,01	-0,04	<0,01
RA FFM (kg)	0,15	0,02	0,06	<0,01
LA BF (%)	-0,06	<0,01	-0,07	<0,01
LA BF (kg)	-0,04	<0,01	-0,07	<0,01
LA FFM (kg)	0,13	0,02	0,03	<0,01
TR BF (%)	-0,04	<0,01	-0,01	<0,01
TR BF (kg)	-0,01	<0,01	-0,01	<0,01
TR FFM (kg)	0,08	0,01	-0,07	<0,01

Poznámka: * $p < 0,05$; RL – pravá noha, LL – levá noha, RA – pravá paže, LA – levá paže, TR – trup, BF % – procentuální zastoupení tělesného tuku, BF (kg) – zastoupení tělesného tuku, FFM – tukuprostá hmota, R^2 – koeficient determinace



Obrázek 21. Hodnocení vztahu mezi PA (kroky/den a MVPA) a procentuálním zastoupením BF

Gutin, Yin, Humphries a Barbeau (2004) ve studii zkoumající vztah MVPA a tělesného složení uvádí, že americké adolescentní dívky, jejichž průměrný věk byl 16,2 let, vykonaly v průměru 34,2 min/den MVPA a hodnota jejich BF% byla 29,8%. Dívky stejného věku černé pleti vykonaly 35,7 min/den MVPA a hodnoty jejich BF% dosahovaly 30,0%.

Ve srovnání s množstvím MVPA u amerických a českých dívek nebyl nalezen významný rozdíl (MVPA 31,3 min/den; BF% 24,4%). Zatímco naše výsledky nevykazovaly významné statistické hodnoty mezi BF% a množstvím MVPA, u dívek z USA byla nalezena signifikantní korelace mezi BF% a PA vysoké intenzity ($r = -0,34$; $p > 0,05$) a o něco menší u PA střední intenzity ($r = -0,19$; $p < 0,05$).

Kimm et al. (2005) ve své studii, která zkoumá vztah mezi PA a BMI u adolescentních dívek uvádí, že každé snížení PA o 10 MET/týdne je spojeno s navýšením BMI o 0,14 kg/m² a zvýšením tloušťky kožní řasy o 0,63 mm. U pohybově neaktivních dívek byl oproti pohybově aktivním dívkám zaznamenán nárůst BMI o 2,10 kg/m². PA nízké intenzity nebo PI je spojena se zvýšeným rizikem nárůstu tělesné hmotnosti o 5–13 kg za 10 let.

Stallmann-Jorgensen et al. (2007) našli ve své studii rozdíl v BF% a vysoké intenzitě PA (VPA). U dívek, které nevykonaly za den žádnou VPA, se BF podílel na tělesné hmotnosti z 25,6 %. Ty, které se touto intenzitou pohybovaly nejvíce 1 hod/denně, měly 23,8 % BF. Dívky, u kterých převyšovala VPA více jak 1 hod/denně, vykazovaly BF 23,0%.

V případě námi sledovaného souboru byla průměrná hodnota VPA v průměru $5,8 \pm 8,2$ min a BF% činilo 24,4%. Pokud srovnáme probandky z našeho výzkumného souboru s výsledky výše uvedené studie, které prezentuje Stallmann-Jorgensen et al. (2007), najdeme jen minimální rozdíl v BF% (0,6%) při PA stejné intenzity a délky trvání (VPA do 1 hod/denně).

Limity diplomové práce

Mezi limity diplomové práce zahrnujeme skutečnost, že monitoring PA probíhal pouze ve víkendových dnech, kdy podle mnoha studií, dochází k poklesu PA, oproti množství PA vykonané v pracovním týdnu.

Dalším omezením může být velikost výzkumného souboru, který tvořilo pouze 48 dívek ve věku 15,9 let \pm 0,6 let. Určitým omezením může být také věkové období našich probandek, které nezahrnovalo období rané a pozdní adolescence.

6 ZÁVĚR

Hlavním cílem diplomové práce bylo zhodnocení tělesného složení pomocí bioimpedanční analýzy a monitoring PA pomocí akcelerometru. Výzkumný soubor tvořily adolescentní dívky ve věku 15–18 let.

Nadváha a obezita byla hodnocena dle zastoupení BF%. Ve výzkumném souboru převažovaly dívky s optimálním zastoupením BF%. Dívky s nadváhou tvořily 15 % výzkumného souboru, s obezitou pak 6 % dívek. Podváha nebyla ve sledovaném souboru zaznamenána.

Při hodnocení segmentální analýzy tělesného složení, se vyskytovalo větší BF% na dolních končetinách než na trupu. To vypovídá o periferní distribuci tuku, která je pro dívky charakteristická.

Mezi věkem a základními ukazateli tělesného složení, jsme nenalezli statisticky významný vztah, a to ani v případě BF%. Z tohoto důvodu jsme přijali H_{10} .

Z výsledků hodnocení PA vyplývá, že můžeme výzkumný soubor dívek označit za málo pohybově aktivní. Jen 10 % dívek dodržovalo doporučení 60 min/den MVPA. Také objem PA, vyjádřený počtem kroků nebyl dostačující. Dívky v průměru vykonaly jen 7 113 kroků za den. Největší část PA byla navíc prováděna nízkou intenzitou do 1–3 METs.

Vztahy mezi vybranými markery PA (kroky/den a MVPA) a jednotlivými parametry tělesného složení, nenabývaly statisticky významných hodnot. Proto jsme přijaly H_{20} a H_{30} .

7 SOUHRN

Současný životní styl mládeže je charakteristický nízkou úrovní PA, a vysokým energetickým příjmem. Důsledkem toho pak může být nadváha nebo obezita, objevující se stále u mladších dětí. Významný pokles PA je u dívek zaznamenán právě v období adolescence.

Hlavním cílem diplomové práce bylo zhodnocení tělesného složení pomocí bioimpedanční analýzy a monitoring PA pomocí akcelerometru. Dále jsme hodnotili jednotlivé vztahy mezi věkem, tělesným složením a vybranými parametry PA.

Výzkumný soubor tvořilo 48 probandek s průměrným věkem $15,9 \pm 0,6$ let. Hodnocení tělesného složení bylo provedeno bioelektrickou impedanční metodou, pomocí přístroje Tanita BC-418 a monitoring PA byl prováděn ActiTrainerem .

Z uvedených výsledků vyplývá, že prevalence nadváhy a obezity byla u výzkumného souboru na nízké úrovni. Většina dívek měla optimální zastoupení jak BF%, tak FFM%. Segmentální analýza dle BF% potvrdila periferní distribuci tuku, která je pro dívky typická. Výsledky PA poukazují na nízkou úroveň PA. Jen 10 % dívek splňovalo doporučení 60 minut MVPA/den. Dívky trávily za den více minut PI než PA. Při PA se většinou pohybovaly na úrovni nízké intenzity zátěže ($210,6 \pm 91,0$ min). Objem PA vyjádřený v počtu kroků za den činil $7\,113 \pm 4\,246$. Tato hodnota nebyla opět pro tuto věkovou kategorii dostačující.

Při posouzení vztahu mezi věkem a vybranými parametry tělesného složení, a to včetně BF%, nebyly nalezeny statisticky významné hodnoty. Významné korelace nebyly nalezeny ani ve vztahu mezi vybranými parametry tělesného složení a pohybové aktivity. Proto jsme ve všech případech přijaly nulové hypotézy.

Ačkoliv většina dívek měla optimální zastoupení tělesného tuku, a netrpěla nadváhou nebo obezitou, úroveň PA byla u sledovaného souboru nízká, a to jak v objemu PA tak i její intenzitě. Výsledky diplomové práce mohou potvrdit klesající úroveň PA u adolescentních dívek, které je pro toto období typické. Přitom optimální PA je jedním z nejlepších preventivních prostředků proti nadváze a obezitě.

8 SUMMARY

The current lifestyle of youth is characterized by low levels of PA, and high energy intake. As a result, may be overweight or obesity, occurring at increasingly younger children. A significant decrease in PA in girls is recorded in the period of adolescence.

The main aim of this thesis was to evaluate body composition using by bioelectrical impedance method analysis and monitoring PA using the accelerometer. We evaluated the individual relationships between age, body composition and selected parameters of PA in specific objectives.

The sample consisted of 48 probands with a mean age of 15.9 ± 0.6 . Assessment of body composition was performed by bioelectrical impedance method using the device Tanita BC-418th. Monitoring of PA was performed by ActiTrainer device during two weekend days.

The present results indicate that the prevalence of overweight and obesity in the study sample was low. Most of the girls had optimal representation of both BF% and FFM%. Segmental analysis by BF% confirmed peripheral fat distribution, which is typical for girls.

Results of PA indicate a low level of PA. Only 10% of girls met the recommendations of 60 minutes MVPA / day. Girls spent more minutes per day with physical inactivity than with physical activity. When PA was generally ranged at low intensity workload, <3 METs (210.6 ± 91.0 min). PA volume, expressed in number of steps per day was $7113 \pm 4\ 246$. Again, this value is not sufficient for this age group. According to the recommendation for Czech girls in adolescence, it should be at least 9,000 steps / day.

In assessment of the relationship between age and selected parameters of body composition, including BF%, no statistically significant values were found. No statistically significant values were found in the relationship between selected parameters of body composition and physical activity. Therefore, we have accepted the null hypothesis at all cases.

Although most girls have optimal representation of body fat, and didn't had overweight or obesity, the level of PA in the reference sample was low, in the amount of PA as well as its intensity. The results of this thesis can attest to falling levels of PA among adolescent girls.

9 REFERENČNÍ SEZNAM

- ActiTrainer (2013). Retrieved 2. 6. 2013 from the World Wide Web: www.actitrainer.com
- Bouchard, C. & Katzmarzyk, P. T. (2010). *Physical activity and obesity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Biospace (2013). Retrieved 24. 2. 2013 from the World Wide Web: <http://www.inbody.cz/inbodyr20.php>
- Bunc, V. (2007). Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou. *Časopis lékařů českých*, 146(5), 429-524.
- Cole, T. J., Bellizzi, M. C., Flegal, K. M., & Dietz, W. H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *British Medical Journal*, 320(7244), 1240-1243.
- Craig, C. L., Cameron, C., & Tudor-Locke, C. (2012). CANPLAY Pedometer Normative Reference Data for 21,271 Children and 12,956 Adolescents. *Medicine and science in sports and exercise*, 45(1), 123-9.
- Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M.L., Ainsworth, B. E., & et al. (2003). International Physical Activity Questionnaire: 12-Country Reliability and Validity. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(8), 1381-1395.
- Dunford, M., & Dayle, A. (2012). *Nutrition for sport and exercise*. California: Wadsworth, Belmont.
- Gabel, L., Proudfoot, N. A., Obeid, J., Macdonald, M. J., Bray S.R., Cairney, J., & et al., (2012). Step count targets corresponding to new physical activity guidelines for the early years. *Medicine and science in sports and exercise*, 45(2), 314-318.
- Gába, A., & Přidalová, M. (2013). Age-related changes in body composition in a sample of Czech women aged 18–89 years: a cross-sectional study. *Springer*.
- Gillernová, I., Kebza V., & Rymeš, M. (2011). *Psychologické aspekty změn v české společnosti*. Praha: Grada Publishing.
- Gutin, B., Yin, Z., Humphries, M. C., & Barbeau, P. (2005). Relations of moderate and vigorous physical activity to fitness and fatness in adolescents. *The American journal of clinical nutrition*, 81(4), 746-750.
- Hallal, P. C., Andersen, L. B., Bull, F. C., Guthold, R., Haskell, W., & Ekelund, U. (2012). Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The Lancet*, 380(9838), 247-257.

- Hamar, D., & Lipková, J. (2001). *Fyziologia telesných cvičení*. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave .
- Hainer, V. a kolektiv. (2011). *Základy klinické obezitologie II*. Praha: Nakladatelství Grada Publishing.
- Holeček, V., Rokyta, R., & Vlasák, R. (2007). Gynoidní a androidní obezita. *Československá fyziologie*, 56(4), 151-153.
- Haroun, D., Croker, H., Viner, R. M., Williams, J. E., Darch, T. S., Fewtrell, M.S., & et al. (2009). Validation of BIA in obese children and adolescents and re-evaluation in a longitudinal study. *Obesity*, 17, 2245-2250.
- Jiráček, Z. a kolektiv. (2010). *Fyziologie pro bakalářské studium na LF OU*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě.
- Kalman, M., Hamřík, Z., & Pavelka J. (2009). *Podpora pohybové aktivity pro odbornou veřejnost*. Olomouc: ORE-institut, obecně prospěšná společnost.
- Kalman, M., Sigmund, E., Sigmundová, D., Hamřík Z., Beneš L., Benešová, L., & Csémy, L. (2011). *Národní zpráva o zdraví a životním stylu dětí a školáků*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Kimm, S. Y. S., Glynn, N.W., Obarzanek, E., Kriska, A. M., Daniels, S. R., Barton, B. A., & et al. (2005). Relation between the changes in physical activity and body-mass index during adolescence: a multicentre longitudinal study. *Lancet*, 366, 301-307.
- Kohl, H. W. & Murray, T. D. *Foundations of physical activity and public health*. (2012). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Krejčířová, D., & Langmeier, J. (2006). *Vývojová psychologie*. Praha: Grada Publishing.
- Krejčová, L. (2011). *Psychologické aspekty vzdělávání dospívajících*. Praha: Grada Publishing.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J., et al. (2004). Bioelectrical impedance analysis part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23(5), 1226-1243.
- Langmeier, M. a kolektiv. (2009). *Základy lékařské fyziologie*. Praha: Grada Publishing.
- LeMura, L. M. & Maziakas, M. T. (2002). Factors that alter body fat, body mass, and fat-free mass in pediatric obesity. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(3), 487-496.
- Lukáš, K., Žák, A. a kolektiv. (2009). *Chorobné znaky a příznaky*. Praha: Grada Publishing.
- Machová, J. (2009). *Výchova ke zdraví*. Praha: Grada Publishing.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. IL, Champaign: Human Kinetics.

- McCarthy, H. D., Cole, T. J., Fry, T., Jebb, S. A., & Prentice, A. M. (2006). Body fat reference curves for children. *International journal of obesity*, 30(4), 598-602.
- Merkunová A., & Orel M. (2008). *Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory*. Praha: Nakladatelství Grada Publishing.
- Marinov, Z., Pastucha, D. a kolektiv. (2012). *Praktická dětská obezitologie*. Praha: Nakladatelství Grada Publishing.
- Nader, P. R., Bradley, R. H., Houts, R. M., McRitchie, S. L., & O'Brien, M. (2008). Moderate-to-vigorous physical activity from ages 9 to 15 years. *JAMA*, 300(3), 295-305.
- Navrátil, L. a kolektiv. (2008). *Vnitřní lékařství pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Nakladatelství Grada Publishing.
- Neuls, F. (2008). Validity and reliability of „step count“ function of the actitrainer activity monitor under controlled conditions. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica*, 38(2), 55-64.
- Ogden, C. L., Carroll, M. D., Kit, B. K., & Flegal, K. M. (2012). Prevalence of obesity and trends in body mass index among US children and adolescents, 1999-2010. *JAMA*, 307(5), 483-490.
- Ortlieb, S., Schneider G., Koletzko, S., Berdel, D., Berg, A., Bauer C., & et al. (2013). Physical activity and its correlates in children: across-sectional study (the GINI plus & LISA plus studies). *BMC Public Health*. 13, 349.
- ParticipACTION (2013). *Canadian Physical Activity Guidelines for Youth 12 – 17 years*. Toronto, Ontario, Canada. Retrieved 10. 5. 2013 from the World Wide Web: <http://www.participaction.com/get-informed/physical-activity-guidelines/guidelines-for-parents/guidelines-for-parents-youth-12-17-years/>
- Pařízková, J. (1973). *Složení těla a lipidový metabolismus za různého pohybového režimu*. Praha: Avicenum, Zdravotnické nakladatelství.
- Pařízková, J. & Hills, A. (2005). *Childhood obesity: prevention and treatment*. Boca Raton (USA): Nakladatelství CRC Press.
- Pařízková, J. & Lisá, L. (2007). *Obezita v dětství a dospívání: terapie a prevence*. Praha: Galén.
- Poliquin (2013). *Belly Fat? Lose It*. Retrieved 10. 5. 2013 from the World Wide Web: http://www.charlespoliquin.com/ArticlesMultimedia/Articles/Article/698/Belly_Fat_Lose_It.aspx#top

- Přidalová M., Riegerová, J., & Ulbrichová M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Nakladatelství Hanex.
- Sallis, J. F., Prochaska, J. J., & Taylor, W.C. (2000). A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(5), 963-975.
- Stallmann-Jorgensen, I. S., Gutin, B., Hatfield-Laube, J. L., Humphries, M. C., Johnson, M. H., & Barbeau, P. (2007). General and visceral adiposity in black and white adolescents and their relation with reported physical activity and diet. *International Journal of Obesity*, 31, 622-629.
- Stejskal, P. (2004). *Proč a jak se zdravě hýbat*. Ostrava: Presstempus.
- Skolnik, H., & Chernus, A. (2011). *Výživa pro maximální výkon*. Praha: Grada Publishing.
- Sigmundová, D., Ansari W. E., Sigmund E., & Frömel K. (2011). Secular trends: a ten-year comparison of the amount and type of physical activity and inactivity of random samples of adolescents in the Czech Republic. *BMC Public Health*, 11(731), 1471-2458.
- Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (2004). *Atlas fyziologie člověka*. Praha: Grada Publishing.
- Svačina, Š., & Bretšnajdrová, A. (2008). *Jak na obezitu a její komplikace*. Praha: Grada Publishing.
- Svačina, Š. a kolektiv. (2008). *Klinická diabetologie*. Praha: Nakladatelství Grada Publishing.
- SZÚ (2013). *Růstové grafy ke stažení*. Retrieved 24. 4. 2013 from the World Wide Web: <http://www.szu.cz/publikace/data/program-rustove-grafy-ke-stazeni>
- Troiano, R. P., Berrigan, D., Dodd, K. W., Masse, L. C., Tilert, T., & McDowell, M. (2008). Physical Activity in the United States Measured by Accelerometer. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(1), 181–188.
- Tyrrell, V. J., Richards G., Hofman P., Gillies, G., Robinson, E., & Cutfield, W.S.(2001). *Foot-to-foot bioelectrical impedance analysis: a valuable tool for the measurement of body composition in children*, 25(2), 273-278.
- Tudor-Locke, C., & Bassett, D. R. Jr. (2004). How many steps/day are enough? Preliminary pedometer indices for public health. *Sports Medicine*, 34(1), 1-8.
- Tudor-Locke, C., Craig, C. L., Brown, W. J., Clemes, S. A., De Cocker, K., Giles-Corti, B., & Blair, S. N. (2011). How many steps/day are enough? For adults. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8(1), 79.
- Tudor-Locke, C., Burkett, L., Reis, J. P., Ainsworth, B. E., Macera, C. A., & Wilson, D. K. (2005). How many days of pedometer monitoring predict weekly physical activity in adults? *Preventive Medicine*, 40(3), 293-298.

- USDHHS (U. S. Department of Health and Human Services). (2008). *Physical activity guidelines for Americans*. Washington, DC: U. S. Department of Health and Human Services.
- Vignerová, J., Riedlová, J., Bláha, P., Kobzová, J., Krejčovský, L., Brabec, M., & Hrušková, M. (2006). 6. *Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001. Česká republika. Souhrnné výsledky*. Praha: PřF UK, SZÚ.
- Vítek, L. (2008). *Jak ovlivnit nadváhu a obezitu*. Praha: Grada Publishing.
- WHO (2013). *10 facts on physical activity*. Retrieved 11. 3. 2013 from the World Wide Web: http://www.who.int/features/factfiles/physical_activity/en/
- WHO (2013). *Physical Activity and Young People*. Retrieved 11. 3. 2013 from the World Wide Web: http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_young_people/en/index.htm
- WHO (2013). *Obesity and overweight*. Retrieved 26. 4. 2013 from the World Wide Web: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en>
- Zacharová, E., & Šimíčková-Čížková, J. (2011). *Základy psychologie pro zdravotnické obory*. Praha: Grada Publishing.

10 PŘÍLOHY



Fakulta
tělesné kultury

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Zdravotní efekty pohybové aktivity adolescentů z aspektu tělesného složení
a aktivity autonomního nervového systému
(FTK_2012/022)

Příjmení a jméno rodiče: _____

Datum narození rodiče: _____

Příjmení a jméno dítěte: _____

Datum narození dítěte: _____

1. Já, níže podepsaný(á) **souhlasím – nesouhlasím** s účastí mého/mé syna/dcery ve studii.
2. Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cíli studie, o jejích postupech, a o tom, co se od mého/mé syna/dcery očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností.
3. Porozuměl(a) jsem tomu, že účast mého/mé syna/dcery ve studii mohu kdykoliv přerušit. Jeho/její účast ve studii je zcela dobrovolná.
4. Při zařazení do studie budou jeho/její osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti osobních dat. Při vlastním provádění studie mohou být jeho/její osobní údaje poskytnuty jiným než výše uvedeným subjektům pouze bez identifikačních údajů, tzn. anonymní data pod číselným kódem. Rovněž pro výzkumné a vědecké účely mohou být jeho/její osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
5. Porozuměl(a) jsem tomu, že jméno mého/mé syna/dcery se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Měření tělesného složení nesmí absolvovat osoby s kardiostimulátorem!

Před měřením tělesného složení je důležité dodržet následující:
Vaše dítě by nemělo čtyři hodiny před měřením vydatně pít ani jíst;
vaše dítě nesmí 12 hodin před měřením vykonávat náročnou pohybovou aktivitu;
v posledních sedmi dnech před vyšetřením nesmí vaše dítě užívat diuretické léky.

Podpis zákonného zástupce:

Datum:

Podpis zodpovědného pracovníka:

Datum:

Nehodí se položku prosím škrtněte.