

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury



Fakulta
tělesné kultury

**ANALÝZA TĚLESNÉHO SLOŽENÍ U CHLAPCŮ S ROZDÍLNOU
ÚROVNÍ POHYBOVÉ AKTIVITY A SEDAVÉHO CHOVÁNÍ**

Diplomová práce
(magisterská)

Autor: Bc. Sabina Macháňová
Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii
Vedoucí práce: Mgr. Aleš Gába, Ph.D.

Olomouc 2018

Jméno a příjmení autora: Bc. Sabina Macháňová

Název diplomové práce: Analýza tělesného složení u chlapců s rozdílnou úrovní pohybové aktivity a sedavého chování

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

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Rok obhajoby dizertační práce: 2018

Abstrakt: Tato diplomová práce zahrnuje analýzu vybraných markerů tělesného složení u chlapců mladšího školního věku vzhledem k pohybové aktivitě (PA) a množství sedavého chování (SB). Cílem této práce je posoudit rozdíly v zastoupení jednotlivých tělesných složek k množství vykonané pohybové aktivity střední až vysoké intenzity (MVPA) a sedavého chování (SB). Výzkumu se celkem zúčastnilo 113 chlapců. Tělesné složení bylo stanoveno za pomoci metody bioelektrické impedanční analýzy a PA byla sledována za využití akcelerometru ActiGraph GT3X. Jelikož u většiny jedinců nedocházelo k plnění doporučení pro MVPA, byla skupina chlapců označena za nedostatečně pohybově aktivní. Ačkoliv výskyt nadváhy a obezity byl poměrně nízký. V rámci statistického zpracování našich výsledků mezi skupinami plnící/neplnící MVPA a SB bylo zjištěno, že chlapci, kteří strávili méně času SB, vykazovali menší procentuálním zastoupení tělesného tuku (BFM%). Rozdíly však neprokázaly statistickou významnost, tudíž vztah mezi vykonaným množstvím MVPA a doby strávené SB vzhledem BFM% nebyl prokázán.

Klíčová slova: *tělesné složení, pohybová aktivita, sedavé chování, tuková hmota, mladší školní věk, chlapci*

Diplomová práce byla zpracována v rámci řešení výzkumného projektu Grantové agentury České republiky č. 18-09188S „Využití analýzy kompozičních dat pro hodnocení kombinovaného efektu pohybové aktivity, sedavého chování a spánku na dětskou obezitu“.

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Bc. Sabina Macháňová

Title of the dissertation thesis: Analysis of body composition in boys with different levels of physical activity and sedentary behavior

Supervisor: Mgr. Aleš Gába, Ph.D.

Department: Department of Natural Sciences Kinanthropology

The year of presentation: 2018

Abstract: This diploma thesis includes the analysis of chosen markers of physical composition within boys of younger school age with regard to their physical activity (PA) and sedentary behavior (SB). The aim of this work is to consider differences in physical components to the amount of realized physical activity of moderate to vigorous physical activity (MVPA) and sedentary behavior (SB). There were included 113 boys in the research. Body composition was qualified by the bioelectric impedance analysis and physical activity was monitored with accelerometer ActiGraph GT3X. Since there wasn't fulfilled all the recommendations for MVPA, the group of boys was marked as inadequately physically active. Although the occurrence of obesity was quite low. In case of statistic processing of our results between the groups which fulfill/do not fulfill MVPA and SB, was found that boys who had less time of SB had also less percentage of body fat (BFM%). These differences didn't prove statistical significance. It wasn't proved the relation between realized amount of MVPA and the time spent with SB with regard to BFM%.

Keywords: *body composition, physical activity, sedentary behavior, body fat mass, early school aged children, boys*

This diploma thesis was elaborated in the framework of research grant solution Czech Science Foundation Application of a novel compositional data analysis approach for the evaluation of combined effects of 24-hour lifestyle behaviors on childhood obesity.

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

Je mou milou povinností poděkovat všem, kteří přispěli k tomu, že tato práce vznikla. Především vedoucímu diplomové práce Mgr. Aleši Gábovi, Ph.D. za celou řadu cenných nápadů, metodické vedení a věcné připomínky.

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

v Olomouci dne 10. dubna 2018

jméno a příjmení autora

1 ÚVOD	8
2 SYNTÉZA POZNATKŮ	9
2.1 CHARAKTERISTIKA DĚTÍ MLADŠÍHO ŠKOLNÍHO VĚKU	9
2.2 TĚLESNÉ SLOŽENÍ	12
2.3 ÚROVNĚ A MODELY TĚLESNÉHO SLOŽENÍ	12
2.3.1 Anatomická úroveň.....	13
2.3.2 Molekulární úroveň.....	13
2.3.3 Buněčná úroveň	14
2.3.4 Tkáňově-systémová úroveň	14
2.3.5 Celotělová úroveň	14
2.4 METODY ODHADU TĚLESNÉHO SLOŽENÍ	17
2.4.1 PŘÍMÉ METODY	18
<i>Kadeverózní analýzy</i>	<i>18</i>
<i>Neutronová aktivační analýza</i>	<i>18</i>
2.4.2 NEPŘÍMÉ METODY	19
<i>Denzitometrie</i>	<i>19</i>
<i>Hydrodenzitometrie</i>	<i>19</i>
<i>Pletysmografie</i>	<i>20</i>
<i>DEXA (Dual-energy X-ray absorptiometry)</i>	<i>20</i>
<i>Diagnostické zobrazovací metody</i>	<i>21</i>
2.4.3 DVOJITÉ NEPŘÍMÉ METODY	21
<i>Měření tloušťky kožních řas</i>	<i>21</i>
<i>Bioimpedanční analýza</i>	<i>22</i>
2.4.4 DALŠÍ METODY PRO ODHAD TĚLESNÉHO SLOŽENÍ	24
<i>Antropometrie</i>	<i>24</i>
<i>BMI</i>	<i>25</i>
<i>WC a WHR</i>	<i>29</i>
2.5 TĚLESNÉ KOMPONENTY	31
<i>Tělesný tuk (FM)</i>	<i>31</i>
<i>Celková tělesná voda (TBW)</i>	<i>34</i>
<i>Tukoprostá hmota (FFM)</i>	<i>35</i>
2.6 PREVALENCE NADVÁHY A OBEZITY U DĚTÍ	36
2.7 POHYBOVÁ AKTIVITA	38
<i>Sedavé chování a pohybová aktivita</i>	<i>39</i>
<i>Vztah pohybové aktivity k tělesnému složení</i>	<i>42</i>
<i>Doporučení pro pohybovou aktivitu</i>	<i>44</i>
<i>Měření pohybové aktivity</i>	<i>45</i>

3 CÍLE A HYPOTÉZY	46
3.1 VÝZKUMNÝ CÍL	46
3.2 DÍLČÍ CÍLE	46
3.3 HYPOTÉZY	46
4 METODIKA PRÁCE	48
4.1 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU.....	48
4.2 ANALÝZA POHYBOVÉ AKTIVITY	48
SLEDOVANÉ PARAMETRY POHYBOVÉ AKTIVITY	50
4.3 VYŠETŘENÍ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ	50
SLEDOVANÉ SOMATICKÉ PARAMETRY.....	51
4.4 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT	51
5 VÝSLEDKY	52
5.1 CHARAKTERISTIKA SOUBORU	52
5.2 HODNOCENÍ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ U JEDINCŮ S ODLIŠNOU ÚROVNÍ POHYBOVÉ AKTIVITY.....	55
5.3 HODNOCENÍ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ U JEDINCŮ S ODLIŠNOU ÚROVNÍ SEDAVÉHO CHOVÁNÍ	56
5.4 HODNOCENÍ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ U JEDINCŮ S ODLIŠNOU ÚROVNÍ POHYBOVÉ AKTIVITY A SEDAVÉHO CHOVÁNÍ	58
6 DISKUZE.....	62
6.1 PŘÍNOS A LIMITY.....	63
7 ZÁVĚR.....	65
8 SOUHRN	66
9 SUMMARY	68
10 REFERENČNÍ SEZNAM	70

1 ÚVOD

Pohyb je základní fyziologická potřeba člověka, která přispívá k udržení dobrého fyzického i psychického stavu jedince. Význam pohybové aktivity u dětí mladšího školního věku je v současnosti jedním z často diskutovaných témat. Jedná se o problematiku nejen v oblasti výchovy a vzdělávání, školství, ale především pak v oblasti zdravotnictví. Pravidelná pohybová aktivita, i inaktivita je výrazně ovlivněná technologickým vývojem dnešní moderní doby. Dětem jsou nabízeny k trávení volného času často činnosti, které pohybovou aktivitu nevyžadují (televize, tablet, počítač, doprava do a ze školy apod.) Nedostatek pohybové aktivity a sedavý způsob trávení volného času s sebou nese zdravotní rizika spojené s nadváhou a obezitou. Tak vznikají i rozdíly tělesného složení dětí.

Dle Hallal et al. (2012) nedosahuje více než 80 % dětí ani minimálního doporučeného množství, která je dle WHO (2017) stanovena na 60 minut pohybové aktivity střední až vysoké intenzity (MVPA). Pohybová inaktivita byla identifikována, jako čtvrtý nejrizikovější faktor pro celosvětovou úmrtnost, což celkově způsobilo 3,2 milionu úmrtí.

Dle posledních výzkumů provedené v roce 2005 společností STEM/MARK, jejímž iniciátorem byla Česká obezitologická společnost ČLS JEP ve spolupráci s Národní radou pro obezitu, bylo zjištěno, že až 20 % českých dětí ve věku 6–12let trpí nadváhou či obezitou a 11 % 13–17letých. Podle studie Světové zdravotnické organizace Childhood obesity surveillance initiative z roku 2008 mělo v ČR 15 % 7letých chlapců a 12,7 % 7letých dívek vyšší než normální hmotnost; 8,2 % chlapců a 5,4 % dívek bylo obézních. Výzkumem bylo dále zjištěno, že děti za týden tráví až 11 hodin u televize, 5 hodin a 20 minut u počítače, 5 hodin neorganizovanou činností a cca 2 hodiny zájmovými kroužky (STEM/MARK, 2006).

Cílem této diplomové práce je shrnout současné poznatky o pohybové aktivitě a sedavém chování u chlapců mladšího školního věku a analyzovat, jak tyto faktory ovlivňují jejich tělesné složení.

2 SYNTÉZA POZNATKŮ

2.1 Charakteristika dětí mladšího školního věku

Období mladšího školního věku je vymezeno obdobím povinné školní docházky, která trvá od nástupu do školy, přibližně od 6–7 let a trvá do 15–16 let, kdy dítě povinnou školní docházku končí. Dítě v této době prochází mnoha změnami, a proto bývá školní věk členěn na:

- Raný (mladší) školní věk – trvá dva roky (od 6–7 let do 8–9 let) a je charakteristický především adaptací na školu.
- Střední školní věk – trvá přibližně tři roky (od 8–9 let do 11–12 let) a je provázen nejen sociálními, ale i biologickými změnami.
- Starší školní věk – provázejí jej biologické a duševní změny související s dospíváním a je dobou mezi 12 a 15 lety.

Somatický vývoj v tomto období je rovnoměrný a pomalejší. U dětí do 11. roku života dochází k nárůstu tělesné výšky o 4,5 až 5,5 cm a přibývají na hmotnosti průměrně o 2 až 3 kg (Tabulka 1). Mozek v tomto období dosahuje hmotnosti mozku dospělého člověka. Dětem se rozvíjí svalová tkáň, kostra je ještě měkká a plastická, proto je třeba dávat pozor na deformace (jednostranná zátěž, nesprávné držení těla). Rychle se ukončuje růst trvalého chrupu. Významně se zlepšuje hrubá motorika, pohyby jsou rychlejší, svalová síla větší a nápadná je též zlepšená koordinace pohybů celého těla. Dítě začíná projevovat zvýšený zájem o pohybové hry (Zacharová, 2012, 137).

Dle Vágnerové (2012) začíná mladší školní věk nástupem dítěte do školy. Žák zaujímá nové sociální role v jeho životě. Školní prostředí má neodmyslitelný vliv na utváření dětské osobnosti a hraje důležitou roli v sebehodnocení dítěte.

Jedná se o fázi vývoje, kdy se dítě přidává ke svým vrstevníkům a začíná se jim podobat. Každá vrstevnická skupina má svůj vlastní řád, podle kterého se chová. Jedním z hlavních činitelů tohoto období tvoří rodiče, kteří by měli zajistit, aby dítě bylo dobře přijímáno druhými, bylo oceněno za svojí práci a stalo se v této fázi vývoje úspěšným.

Tabulka 1. Průměrná tělesná výška, hmotnost a obvod hlavy u chlapců od 6 do 12 let (upraveno dle výsledků CAV 2001).

Věk	n	Tělesná výška (cm)	Tělesná hmotnost (kg)	Obvod hlavy (cm)
6	802	122,7	24,2	52,2
7	1129	128,4	27,0	52,4
8	1227	133,9	30,4	52,8
9	1367	138,9	33,6	53,1
10	1401	144,3	37,5	53,5
11	1494	149,7	41,3	53,9
12	1676	156,8	47,0	54,3

Perič (2012) nazývá mladší školní věk jako „zlatý věk motoriky“. Pro tento věk je typický nárůst výkonnosti dítěte nezávisle na tom, jestli se věnuje některému sportu či ne. K učení nových pohybů dochází rychle, avšak pokud děti pohyby neopakují, dochází k jejich zapomenutí. Na začátku tohoto období pozorujeme potíže s koordinací pohybů, ty se však ke konci období mladšího školního věku zlepšují. Charakteristická je únava, která se dostává poměrně snadno, ačkoliv následné procesy regenerace se odehrají rychle (Miklánková, 2006; Příhoda, 1974).

Děti se od dospělého člověka liší svou oběhovou soustavou, kdy je srdeční objem i průřez cév větší. Krevní tlak je u dětí nižší (Dylevský, 2000). Srdeční frekvence se u dítěte v klidovém stádiu postupně snižuje na 95–98 tepů/min. Mezi 6. – 10. rokem dítě provede 20–28 dechů za minutu (Dylevský In Miklánková, 2006). Srdeční frekvence i počet dechů se mění v závislosti na pohybové aktivitě (PA) (Allen & Marotz, 2008).

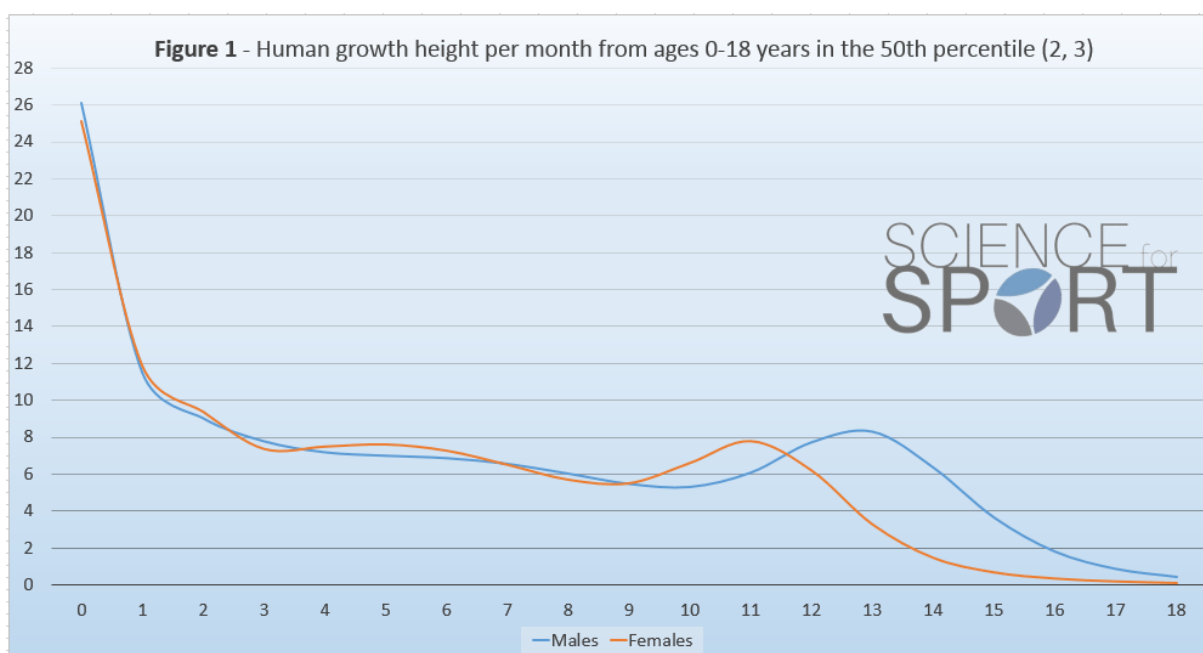
Zvětšuje se objem plic. U chlapců lze pozorovat vyšší dechovou frekvenci i větší vitální kapacitu plic. Vitální kapacita plic (objem vzduchu, který usilovně vydechneme po předchozím maximálním nádechu) je u dětí ovlivněna pohlavím, věkem a stavem dýchacích cest (jejich trénovaností) jedince (Kodým et al., 1985).

Řízení tělesné teploty neboli termoregulace je u dětí v porovnání s dospělými na srovnatelné úrovni. Pohybová aktivita či narůstající fyzická zátěž zvyšuje tělesnou teplotu (Dylevský, 2000).

Ke sledování celého procesu růstu a vývoje jsou u dospívajících jedinců nezbytná antropometrická hodnocení a hodnocení tělesné kompozice. Mezi jeden z nejpoužívanějších indikátorů slouží peak height velocity (PHV), který tyto procesy dozrání u dospívajících dětí zkoumá (Hobold et al., 2017).

PHV je doba, ve které dítě dosáhne svého největšího růstu, tj. maximální meziroční přírůstek, který v době dospívání zaznamenáme. Nejrychlejší růst lidské postavy je pozorován během prvního roku života po narození (Obrázek 1). Během tohoto období (0–1 rok) chlapci vyrostou přibližně o 26 cm ročně, zatímco dívky zhruba o 25 cm. Následně během dospívání je PHV u mužů přibližně 8,3 cm a u žen přibližně 7,8 cm za rok. Jiné studie naznačují, že průměrný růst u žen je 9 cm/rok a mění se od 5,4 cm do 11,2 cm. Zatímco mužské průměry jsou 10,3 cm/rok a mění se od 5,8 cm do 13,1 cm (Walker, 2016).

Při pravidelném měření by měla růstová křivka sledovaného dítěte probíhat souběžně s percentilovými křivkami, nejlépe v rozpětí 25.–75. percentilu (WHO, 1986).



Obrázek 1. Růstový graf od 0–18 let vycházející z 50. percentilu (Walker, 2016)

PHV tzv. růstový „spurt“ nastává u chlapců v průměru ve 12 letech. U dívek začíná růstový spurt o dva roky dříve, proto jsou dívky v období mezi 11 a 13 lety v průměru vyšší než stejně staří chlapci (Lehnert et al., 2014).

2. 2 Tělesné složení

Podle Přidalové (2013) informuje tělesné složení o frakcionaci tělesné hmotnosti. Poměr jednotlivých tělesných frakcí (složek) souvisí se zdravotně orientovanou tělesnou zdatností. Závisí na úrovni výživy, zdravotním stavu, realizované PA, fázi ontogenetického vývoje apod..

Měření složení těla je důležité v různých fyziologických i patologických stavech. Klinické aplikace sahají od vyhodnocení dětské obezity (Weber et al., 2012) až k diagnóze sarkopenie u starších pacientů s chronickým onemocněním (Christensen et al., 2012; Chung et al., 2013). Navíc je měření složení těla často aplikované ve sportu, jako úvodní nastavení pro vyhodnocování tréninkových programů a optimalizaci výživy sportovce.

K dispozici je velké množství zavedených metod a technik pro *in vivo* odhad tělesného složení. Jedná se o jednoduché metody, jako je například měření tloušťky kožních řas, přes laboratorní metody, jako je metoda duální rentgenové absorpciometrie (DXA), hydrostatické vážení nebo složitější *in vivo* metody, které představuje neutronová aktivační analýza.

Před výběrem metody pro měření složení těla v dané klinické situaci nebo pro specifický vědecký protokol, je třeba zvážit různé faktory např. dostupnost zařízení, finanční náklady, bezpečnostní opatření týkající se radiační zátěže apod..

Základním požadavkem je, aby zvolená metoda poskytla validní a reprodukovatelné výsledky vzhledem ke skutečnému stavu organismu. V ideálním případě by použité metody pro měření složení těla měly být stejně přesné ve všech případech bez ohledu na věk, etnický původ, pohlaví, zdravotní stav.

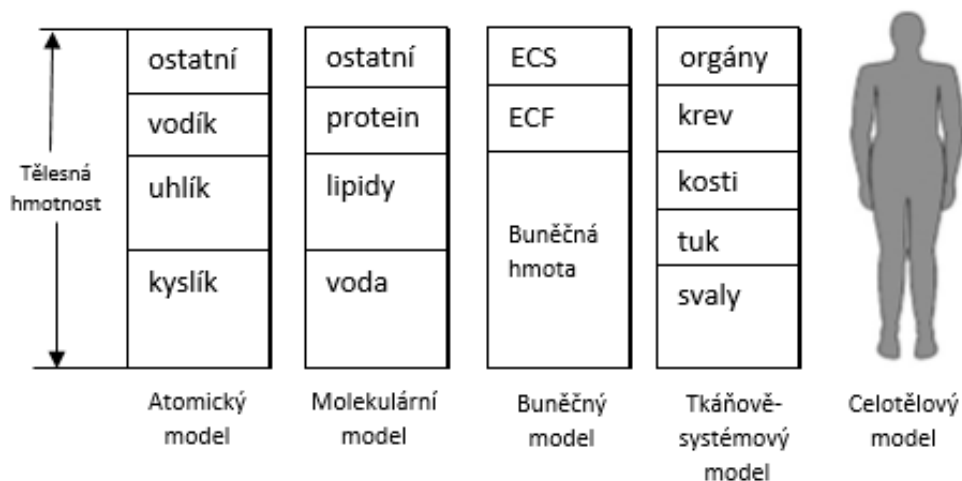
Avšak na základě zjištěných předpokladů stávajících metod není tohoto prozatím možné dosáhnout. Důvodem jsou zejména velké individuální rozdíly v přesnosti a správnosti měření složení těla (Altman, 1990).

2.3 Úrovně a modely tělesného složení

Obecně uplatňujeme pět úrovní pro hodnocení tělesného složení (Wang et al., 1992). Lidské tělo je možné rozdělit na tyto úrovně: anatomickou úroveň, molekulární úroveň, buněčnou úroveň, tkáňový systém a úroveň celého těla (Obrázek 2).

Těchto pět úrovní představuje strukturální rámec pro vysvětlení vztahů mezi hlavními tělesnými komponentami. Pětistupňový model představuje přibližně 50 chemických prvků,

které jsou organizovány do 100 000 sloučenin, přibližně 200 typů buněk a čtyř hlavních tkání (Tabulka 2) (Going et al., 2014).



Obrázek 2. Pětistupňový model tělesného složení člověka (upraveno dle Fosbøl, 2015)

2.3.1 Anatomická úroveň

Tělesná hmotnost se skládá z 11 hlavních prvků. Čtyři z nich jsou kyslík, uhlík, vodík a dusík, které tvoří více než 96 % tělesné hmotnosti. Dalšími důležitými prvky jsou vápník, draslík, fosfor, síra, sodík, chlór a hořčík. Většina z těchto prvků lze změřit *in vivo* neutronovou aktivační analýzou, nebo vypočítáním výzkumnými celotělovými metodami, které nejsou široce používány v klinické praxi, ale jsou vhodné pro vytvoření jednodušších modelů. Celkový tělesný uhlík, celkový tělesný dusík (TBN), a celkový tělesný draslík (TBK), můžeme použít, jako vhodnou metodu k odhadu celkového zastoupení tělesného tuku, proteinů a buněčné hmoty (BCM) (Going et al., 2014).

2.3.2 Molekulární úroveň

Molekulární úroveň sleduje tyto hlavní komponenty: lipidy, vodu, proteiny, minerály a glykogen (Going et al., 2014). Všechny tyto komponenty vypovídají o celkové hmotnosti těla. Tedy: Hmotnost těla = lipidy + proteiny + voda + minerály + glykogen. Pomocí tohoto modelu lze analyzovat množství celkové tělesné vody (TBW) a to za pomoci izotopových dilučních metod a minerály skeletu s využitím DXA (Heymsfield, 2005).

2.3.3 Buněčná úroveň

Koncept buněčné úrovně poskytuje několik modelů založených na různých typech buněk. V praxi nejběžnější model obsahuje tři komponenty: extracelulární tekutinu (ECT) buněčnou hmotu (BCM) a organické a anorganické látky (ECS). Buněčná hmota může být dále rozdělena do dvou částí, tuku a buněčné hmoty (BCM). BCM je aktivně metabolizující komponenta na buněčné úrovni (Going et al., 2014).

Dle Riegerové et al. (2006) lze extracelulární tekutinu měřit izotopovými dilučními metodami, neutronovou aktivační analýzou (např. detekcí K nebo N).

2.3.4 Tkáňově-systémová úroveň

Hlavní komponenty jsou tuková tkáň (AT), kosterní svalstvo (SM), viscerální orgány a kosti (Going et al., 2014). Celkovou hmotnost těla na této úrovni tvoří: muskuloskeletální, kožní, nervový, respirační, oběhový, zažívací, vyměšovací, endokrinní a reprodukční systém (Wang et al., 1992).

Používanými metodami měření jsou magnetická rezonance, výpočetní tomografie či vylučování kreatinu (během 24 hodin) (Wang, Pierson, & Heymsfield, 1992).

2.3.5 Celotělová úroveň

Vychází z antropometrických měření. Zjišťuje se tělesná výška, hmotnost, hmotnostně-výškové indexy, délkové, šířkové, obvodové rozměry, kožní řasy, objem těla a z něho zjišťovaná denzita těla, která vypovídá o aktivní tělesné hmotě a depotním tuku (Riegerová et al., 2006; Wang et al., 1992).

Tabulka 2. Úrovně a modely tělesného složení a související predikční rovnice (upraveno dle Going et al. 2014).

ÚROVEŇ	MODEL	KOMPONENTY (NO.)	ROVNICE
Anatomická	WT = O + C + H + N + Ca + P + K + S + Na + Cl + Mg	11	
Molekulární	WT = F + W + P + M _s + M _o + G	6	
	WT = F + W + P + M	4	F = 2,747/BD – 0,714 (W) + 1,146 (M _o) – 2,0503
		4	F = 2,75/BD – 0,714 (W) + 1,148 (M) – 2,05
	WT = F + W + pevné látky	3	F = 2,118/BD – 0,78 (W) – 1,354
	WT = F + M _o + ostatní	3	F = 6,386/BD + 3,961 (M) – 6,09
	WT = F + FFM	2	F = 4,95/BD – 4,50
		2	F = WT – TBK/2,66 (muži); F = WT – TBK/2,51 (ženy)
Buněčná		2	F = WT – TBW/0,73
	WT = CM + ECF + ECS	3	
	WT = FC + BMC + ECF + ECS	4	BCM = 0,00833 x TBK ECS = TBCa/0,177 ECF = (0,9 x TBC/plazma Cl)
Tkáňově systémová	WT = AT + SM + kosti + krev + ostatní		
Celotělová	WT = Hlava + krk + trup + dolní končetiny + horní končetiny		

Vysvětlivky: AT, tuková tkáň; BCM, tělesná buněčná hmota; BD, densita těla; C, uhlík; Ca, vápník; Cl, chlór; CM, buněčná hmota; ECF, extracelulární tekutina; ECS, extracelulární pevné látky; F, tuk; FC, tukové buňky; FFM, tukoprostá hmota; G, glykogen; H, vodík; K, draslík; M, minerál jako zlomek hmotnosti; Mg, hořčík; M_o, kostní minerál jako zlomek hmotnosti; M_s, minerální buňka jako zlomek hmotnosti; N, dusík; Na, sodík; P, fosfor; S, síra; SM, kosterní sval; TBCa, celkový tělesný vápník; TBK, celkový tělesný draslík; TBW, celková tělesná voda; W, voda jako zlomek hmotnosti; WT, hmotnost.

V klinické a antropologické praxi je využíván model dvou-, tří- a čtyřkomponentový (Pastucha et al., 2014).

Dle Fosbøl (2015) je v současnosti nejvíce využíván model dvoukomponentový, který diferencuje tělesnou hmotnost na dvě základní komponenty – tělesný tuk (FM) a tukoprostou hmotu (FFM, dříve aktivní tělesná hmota – ATH, lean body mass). U vícekomponentových modelů sledujeme heterogenní prostor, který tvoří voda, bílkoviny, sacharidy a minerální látky (Tabulka 3).

Výrazy tuk a tuková tkáň jsou často zaměňovány, každopádně musí být dodržována jejich odlišnost, z důvodů jiných metabolických vlastností. Tuková tkáň je definována anatomicky a skládá se z adipocytů, nervů, krevních cév a extracelulární tekutiny. Tuk je definován na úrovni molekulární. V lidském těle se primárně nachází v tukové tkáni, ale triglyceridy jsou také přítomny v jiných tkáních, jako jsou játra a kosterní svaly (Fosbøl & Zerahn, 2015).

Odhad množství FM a FFM *in vivo* nejčastěji vychází z předpokladů fyzikálních či chemických vlastností tělesných složek, které nejsou přímo měřeny. Nejsou-li splněny tyto předpoklady, bude odhad složení těla nepřesný. S následným cílem zlepšit přesnost měření složení těla se musí často využít kombinace různých typů měření. Pro stanovení FM není možné považovat za zlatý standard výsledky na základě jednoho způsobu měření. Proto byly navrženy vícekomponentové modely, kde jsou metody kombinovány, pro minimalizaci vlivu předpokladů týkající se zejména FFM (Wang et al., 1998).

V mnoha situacích nejsou dvoukomponentové modely platné, jako například u dětí, starších, nemocných a nemohoucích osob (Going et al., 2014)

Chemické složení FFM je považováno za relativně konstantní s obsahem vody 72–74 % a obsahem draslíku 60–70 mmol/kg u mužů 50–60 mmol/kg u žen. Densita FFM je 1,1 g/cm³ při 37°C. Naproti tomu tuk neobsahuje vodu a draslík, proto je jeho densita nižší (0,9 g/cm³ při 37°C) (Pastucha et al., 2014).

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

Široce využívaný čtyřkomponentový model specifikuje hmotnost jako tuk, extracelulární tekutinu, buněčnou hmotu a minerály (Wang, 1997).

Heyward a Wagner (2004) uvádí i tzv. šestikomponentový model, který zahrnuje jednotlivé komponenty v lidském organismu. Tento model tvoří voda, dusík, vápník, draslík, sodík a chloridy.

Tyto základní rozdíly se staly východiskem pro vývoj moderních metod odhadu tělesného složení *in vivo* – denzitometrie, hydrometrie, stanovení tělesného draslíku, které slouží jako standardy pro hodnocení validity metod založených na jiných principech.

Tabulka 3. *Komponenty tělesného složení (upraveno dle Ganong, 1995).*

Komponenty	množství	% tělesné hmotnosti
	kg	%
Voda:		
Extracelulární	18	26
Intracelulární	24	34
Lipidy:		
Neesentiální	12	17
Esentiální	1,5	2,1
Proteiny	10,6	15
Minerály	3,7	5,3
Celkem	69,8	99,4

2.4 Metody odhadu tělesného složení

Riegerové et al. (2006) rozděluje metody odhadu tělesného složení na dvě skupiny. První skupinou jsou metody vycházející z antropometrie. Druhou skupinu tvoří metody biofyzikální a biochemické, které se snaží odstranit technické nedostatky při měření kaliperem.

Pro odhad tělesného složení existuje mnoho metod. V této práci však budeme vycházet z rozdělení dle Tabulky 4.

Tabulka 4. *Příklady diagnostických metod pro hodnocení tělesného složení*

Přímé metody	Referenční metody	
	Nepřímé metody	Dvojitě nepřímé metody (Predikční)
Kadaverózní analýzy	Hydrodenzitometrie	Měření tloušťky kožních řas
Neutronová aktivační analýza	Pletysmografie	Bioelektrická impedanční analýza
	Hydrometrie	Měření pomocí ultrazvuku
	Duální rentgenová absorpciometrie	Kreatininurie
	Měření izotopu draslíku	Infračervená interakce
	Magnetická rezonance	
	Výpočetní tomografie	

a) Přímé metody – U živých organismů se jedná o nerealizovatelné měření, které umožňuje pouze pitva (Pařízková, 1998).

- b) Nepřímé laboratorní (referenční) metody – používány k určení procentuálního zastoupení FM a FFM v těle. Tyto metody neměří přímo tělesný tuk, ale měří tělesnou denzitu, TBW atd.. S použitím jednoho či více kvalitativních předpokladů vypočteme výslednou hodnotu. Referenční metody představují značnou náročnost na technickou výbavu, pořizovací cenu a odbornost obsluhy. Příkladem jsou např. hydrodenzitometrie, DEXA apod. (Kutáč, 2009)
- c) Dvojitě nepřímé metody – označovány za metody méně přesné než laboratorní. Jsou však levnější a rychlejší. Řadíme sem např. BMI, hydrostatické vážení, kaliperaci a bioelektrickou impedanci (BIA). Pro tyto metody využíváme predikční rovnice, které vycházejí z ověření validity vzhledem k referenční metodě. Do těchto rovnic zadáváme vstupní parametry, které pracují s fyzikálními veličinami např. součet kožních řas, R = resistance (Ω), X = reaktance (Ω) apod. (Pařízková, 1998).

Metody odhadující tělesné složení jsme schopni dále dělit na terénní a laboratorní. V současné době mezi nejčastěji používané laboratorní metody řadíme denzitometrii, hydrostatické vážení a metodu DEXA, popřípadě hydrometrii a měření přirozeného izotopu draslíku, které slouží jako standardy pro hodnocení validity metod založených na odlišných principech. Všechny výše zmíněné metody považujeme za referenční. Mezi terénní metody řadíme kaliperaci, BIA, BMI (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

2.4.1 Přímé metody

Kadaverózní analýzy

Kadaverózní analýzy, představují měření prováděné na kadaverech (mrtvolách). Umožňuje ho pouze pitva (Pařízková, 1998).

Neutronová aktivační analýza

Jedná se o *in vivo* metodu, která využívá působení neutronů na různé prvky v těle (Ellis, 2000). Tato metoda umožňuje hodnocení jednotlivých komponent lidského těla – vápníku, sodíku, chloridů, fosforu a dusíku, s použitím gama-spektrografické metody. Neutronová aktivační analýza je velmi přesnou metodou, která má omezené využití vzhledem k ceně přístroje a velké radiační zátěži (Heymsfield et al., 1991; Wang, 1998).

2.4.2 Nepřímé metody

Denzitometrie

Denzitometrie je metoda zakládající se na dvoukomponentovém modelu tělesného složení, u kterého mají jeho složky odlišnou denzitu. Tato metoda je dodnes považována za zlatý standard pro měření objemu těla (BV), (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Dle Riegerové et al., (2006) se vychází ze tří základních předpokladů:

- separátní denzity obou komponent jsou aditivní a jsou relativně konstantní u všech jedinců,
- úroveň hydratace tukuprosté hmoty je relativně konstantní,
- poměr kostních minerálů ve vztahu ke svalovým proteinům je také konstantní veličinou.

Nejčastěji používanými metodami pro zjištění tělesné denzity jsou hydrodenzitometrie a pletysmografie (Heymsfield et al., 2005). Předpoklad konstantní denzity byl prokázán přímými chemickými analýzami u laboratorních zvířat. Vychází ze vztahu hmotnost = denzita × objem, přičemž tělesný objem je nejčastěji zjišťován za pomoci metody hydrostatického vážení. Metoda je spolehlivá (chyba se odhaduje mezi 3 a 4 %), výhodou je, že zjišťuje současně depotní tuk i aktivní tělesnou hmotu, je relativně snadná a může být často opakována, protože nepředstavuje zdravotní rizika. Nevýhodou metody je podle Riegerové et al. (2006) její technická i časová náročnost. Její alternativou může být vzduchová pletysmografie, která je založena na vztlaku vzduchu.

Hydrodenzitometrie

Je synonymem pro denzitometrii, i přes to, že tělesná denzita může být změřena i jinými způsoby. Buď se měří objem tekutiny vytlačené ponořeným tělem (hydrostatické vážení), nebo tělesná hmotnost ponořeného těla (podvodní vážení) (Heymsfield et al., 2005).

Dle Riegerové et al., (2006) je objem těla zjišťován z rozdílu hmotnosti těla změřené „na suchu“ a pod vodou s korekcí denzity a teploty vody v okamžiku vážení (viz vzorec). Jedná se o nejrozšířenější využití principu Archimedova zákona, jelikož je měřen objem tekutiny vytlačené ponořeným tělem. Vážení pod vodou se provádí na tzv. hydrostatické váze. Při vážení pod vodou je tělo nadlehčováno vzduchem, který se nachází v dýchacích cestách a plicích. Proto se vážení provádí v maximálním expiriu a výsledek je korigován o objem reziduálního vzduchu v plicích i gastrointestinálním traktu.

Tento způsob měření vyžaduje aktivní zapojení probanda (ponoření pod hladinu vody), proto může nastat problém při aplikaci této metody u dětí nebo obézních jedinců (Duren et al., 2008).

$$BV = \frac{W_a - W_w}{D_w}$$

BV = tělesný objem

W_a = hmotnost těla na suchu

W_w = hmotnost těla ve vodě

D_w = denzita vody (Heymsfield et al., 2005).

Pletysmografie

Tato metoda pracuje na podobném principu jako hydrodenzitometrie, avšak eliminuje potřebu ponoření probanda pod vodu, které vyžaduje spolupráci probanda a působí zde problémy u neplavců, dětí, starších či nemocných osob. Pletysmograf je tvořen uzavřenou nádobou a objem těla je stanoven na základě tlakových změn vyvolaných pumpou o známém zdvihu. Tato metoda nevyžaduje měření reziduálního objemu (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, 36).

DEXA (Dual-energy X-ray absorptiometry)

DXA je široce využívaná metoda, která se snadno provádí u většiny osob, a proto je atraktivní pro klinické studie. Je užíváno dvou rentgenových paprsků o různé intenzitě, která závisí nejen na tloušťce tkáně, ale i hustotě a chemickém složení. DEXA umožňuje stanovit FFM, FM a množství i hustotu kostních minerálů (Heyward & Wagner, 2004).

Vzhledem k tomu, že doba měření i doba vystavení záření je krátká, je vhodná i pro použití u dětí. Další výhody nalzáme v přesnosti. Hlavní omezení představuje finanční náročnost, limity skenerů a chyby související s hmotností pacienta. Velikost snímací plochy skenerů DEXA jsou většinou o velikosti 190 x 60 cm, proto probandy přesahující tyto rozměry nelze změřit zcela přesně (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006). Existují také hardwarové a softwarové rozdíly napříč skenery, a proto u longitudinálních studií musí být měření provedeno pomocí stejného skeneru i použitého softwaru. Stejně jako všechny nepřímé

metody, DXA spoléhá na předpoklad stálosti tkáně (tuk, LST, BM), které nemusí být vždy přesné (Going et al., 2014).

Diagnostické zobrazovací metody

Zobrazovací metody, jako je například výpočetní tomografie (CT) a magnetická rezonance (MRI), jsou považovány za nejpřesnější *in vivo* metody pro diagnostiku tělesného složení na tkáňové úrovni. Hodnoty získané pomocí CT nebo MRI můžeme klasifikovat, jako celkovou tukovou tkáň (TAT), podkožní tukovou tkáň (SAT), viscerální tukovou tkáň (VAT) a intersticiální tukovou tkáň (IAT). Kosterní svalstvo může být rozděleno do jednotlivých svalů, nebo svalových skupin. Tuto úroveň tkáňové kompozice je možné specifikovat pouze s CT nebo MRI (Ross & Janssen, 2005). Základní systém CT se skládá z rentgenové trubice a detektoru, které rotují v kolmé rovině k předmětu. Rentgenový paprsek je zmírněn při průchodu tkání, a snímky jsou konstruovány za pomoci matematických technik. Každý pixel CT obrazu má číslo jednotky Hounsfield (HU) jako měřítko útlumu vzhledem k vodě (HU voda = 0, HU vzduch \leq 1000) (Fosbøl & Zerahn, 2015).

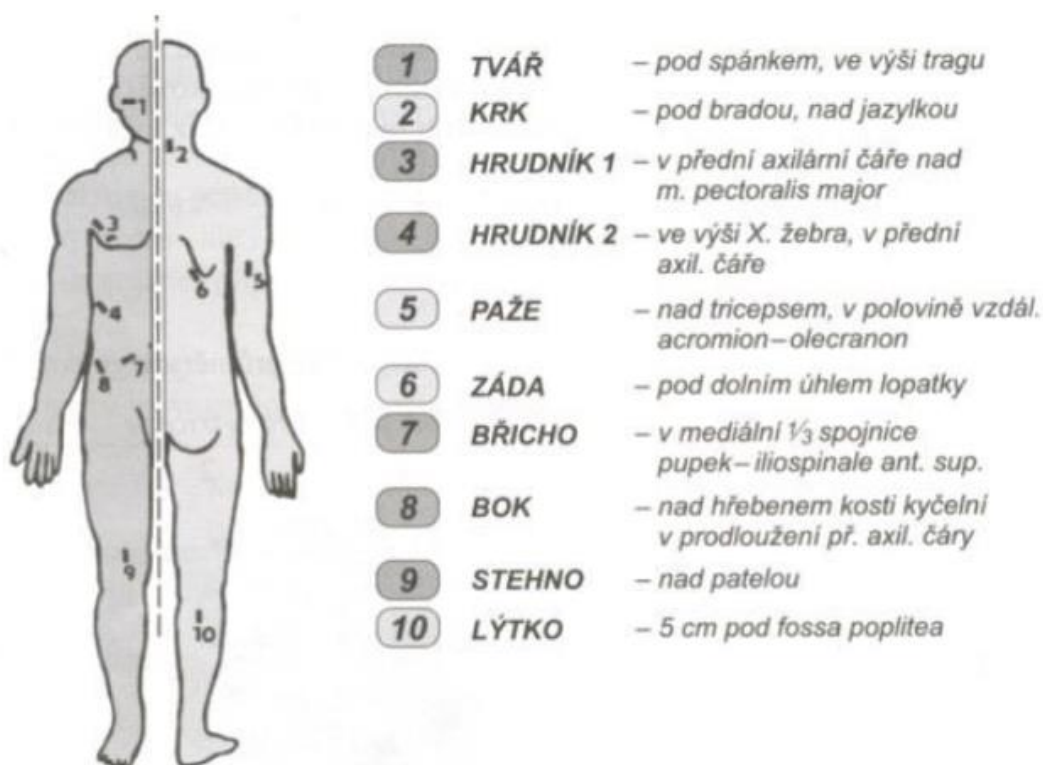
2.4.3 Dvojitě nepřímé metody

Měření tloušťky kožních řas

Ke klasické antropometrii dále patří zjišťování délkových, šířkových a obvodových rozměrů (WC, WHR) spolu s tloušťkou kožních řas. Odhad podílu tuku na základě tloušťky kožních řas je založen na dvou základních předpokladech:

- tloušťka podkožní tukové tkáně je v konstantním poměru k celkovému množství tuku,
- místa, zvolená pro měření kožních řas, reprezentují průměrnou tloušťku podkožní tukové vrstvy.

Dále víme, že distribuce tuku je závislá na pohlaví, věku, PA a jiných faktorech. Validita regresních rovnic pro odhad tělesného složení z kožních řas je proto omezena jen na populační skupinu, ze které byly rovnice odvozeny (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006). V literatuře existuje přibližně stovka regresních rovnic (pro děti, dospělé, seniory, pro obézní, anorektiky či sportovce). Pro určitou regresní rovnici je nutno upřesnit nejen populační skupinu, místo měření, typ použitého kaliperu, ale i srovnávací metodu, z jejichž výsledků byly rovnice vypočítány (hydrometrie, denzimetrie, případně i další).



Obrázek 3. Lokalizace a průběh kožních řas (Riegerová et al., 2006).

Bioimpedanční analýza

BIA představuje metodu neinvazivní, poměrně levnou, bezpečnou, terénní a v poslední době celosvětově používanou. Tuto metodu lze využít pro stanovení konkrétních parametrů jak u zdravé populace, tak i u pacientů s různými klinickými diagnózami.

BIA pracuje na základě detekce odporu (impedance) při šíření elektrického proudu do celého těla. Tento proud je aplikován v různé intenzitě a závislosti na typu tkáně, čímž dochází k rozlišování mezi FM a FFM (Tommeý et al., 2015). FFM obsahuje velký podíl elektrolytů, čímž dochází k vysoké vodivosti, zatímco FM se chová jako izolátor (Thomas et al., 1992).

Mimo FM a FFM tato analýza dále slouží ke stanovení hodnot extracelulární a intracelulární tekutiny, tělesné vody a hrubého odhadu úrovně bazálního metabolismu (BMR). K vyhodnocení využíváme řadu regresních rovnic, do nichž zadáváme vybrané antropometrické údaje probanda (pohlaví, věk, tělesná výška a hmotnost) (Havlíčková et al., 1999).

A. Gába uvedl, že do rovnic zadáváme i informace o naměřené impedanci tj. rezistence a reaktance. Popřípadě tzv. impedanční index, který napomáhá v odhadu (predikci) tělesných složek (Heyward & Wagner (2004); Chumlea & Sun (2005)).

Pro měření touto metodou je komerčně využívaná řada přístrojů. Jedná se nejčastěji o přístroje využívající spíše multifrekvenční bioelektrické impedance, kdy je měřen stejný proud na různých úrovních frekvence od 1 do 1000 kHz (Havličková a kol., 1999). Tyto multifrekvenční impedance se začaly využívat především z důvodu, že dříve používaná frekvence 50 kHz primárně měřila extracelulární prostor a nebyla schopna proniknout buněčnými membránami (Hainer et al., 2011).

V případě odborných studií je vhodné pro stanovení BIA využít (dnes už finančně dostupných) tetrapolárních přístrojů, kde jsou k dispozici čtyři elektrody — dvě jsou umístěny na horních končetinách (hlavička 3. metatarzu na hřbetu ruky a mezi kotníky) a dvě další na dolních končetinách (hlavička 2. metatarsu a mezi kotníky) u ležící osoby. Ve sféře komerční je využíváno bipolárních přístrojů. Bipolární BIA je označována jako ruční, kdy elektrický proud prochází pouze horní částí těla, nebo bipedální, nožní, kdy proud prochází pouze dolní částí těla a mají vzhled osobní váhy.

Dle Gáby (2011) dnes umožňují nové metody měřit podíl tělesných frakcí v 5 základních segmentech: trup, levá a pravá horní končetina, levá a pravá dolní končetina (taktéž se odhaluje míra svalových dysbalancí). Dále měření jednotlivých segmentů eliminuje potenciaální chybu, jelikož trup představuje největší samostatný oddíl a obsahuje řadu metabolicky aktivních tkání, orgánů a zbytkových elementů, které významně ovlivňují finální hodnoty tělesného složení.

Nutné je podotknout, že metoda BIA je velmi citlivá na stav hydratace organismu u dětí, termoregulaci a povrchovou teplotu kůže. V dětském věku je množství tělesné vody nejvyšší a postupně s věkem klesá. Hydratace FFM se pohybuje mezi 61–82 %. Dále jsou hodnoty BIA ovlivněny množstvím svalového glykogenu, kdy závisí na předchozím tělesném zatížení (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Vlastní chyba přístroje může ovlivnit výsledky měření na úrovni 1,5 %, stav hydratace o 2–4 %, měřící frekvence o 1–2 % (Riegerová et al., 2006).

Výsledek bioimpedančního vyšetření ovlivňují následující faktory: věk, pohlaví a celková tělesná hmota (Dittmar, 2003). Rovněž vysoké hodnoty body mass indexu ($BMI > 35 \text{ kg/m}^2$) mohou významně ovlivnit výsledné hodnoty (Boneva-Asiova & Boyanov, 2008).

Získání přesných a objektivních výsledků je zjištěno na základě dodržování konkrétních podmínek:

1. 24 hodin před měřením nepožít alkohol,
2. měření je možné provádět 4–5 hodin po jídle nebo pití,
3. necvičit po dobu 12 hodin před měřením,
4. vyprázdnit močový měchýř před testem a organismus opětovně zavodnit neslazenou tekutinou,
5. přesně umístit elektrody,
6. zajistit běžnou teplotu místnosti (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, 39).

Jelikož trend nadváhy a obezity u dětí vzrůstá, je význam této metody považován za vysoce atraktivní. BIA neslouží pouze k aktuálnímu posouzení tělesného složení, ale také pro stanovení prognózy dětské obezity. Je jednoduchá, bezpečná, levná a zahrnuje populačně orientované predikční rovnice (Bunc, 2007).

Mezi nejznámější BIA systémy patří InBody, Bodystat, Tanita a Omron (Riegerová et al., 2006).

2.4.4 Další metody pro odhad tělesného složení

Antropometrie

Antropometrická měření mohou být použita pro posouzení velikosti těla, nebo jeho částí. Tyto metody zahrnují měření tělesné hmotnosti, poměrů jednotlivých segmentů těla, obvodů, tloušťky kožních řas, kosterních průměrů a délky jednotlivých segmentů těla. Do antropometrických indexů patří například BMI a poměr pasu k bokům (WHR). Kromě měření tloušťky kožních řas, jsou tyto měření relativně jednoduché, levné a nevyžadují vysoký stupeň technické dovednosti. Je však zapotřebí určitá míra spolupráce, kterou představují specifika při měření malých dětí. Z praktického hlediska může měření dětí prezentovat řadu jedinečných výzev (Jürimäe & Hills 2001).

Crawford (1996) tvrdí, že děti mohou být zvědavé, méně trpělivé a často neschopné udržet požadovanou posturální pozici v porovnání s dospělými.

Tělesnou hmotnost, výšku, BMI je možné vyhodnotit z celé řady percentilových grafů, které byly vytvořeny na základě Celostátního antropologického výzkumu (Bláha, 2003). Dále

byla vypracována řada dalších postupů, jako je například metoda dle Matiegky, pro odhad tělesného složení z antropometrických rozměrů, s použitím kosterních a obvodových rozměrů a nejčastěji z tloušťky kožních řas měřené různými typy kaliperů (Pařízková, 1977, 1998).

BMI

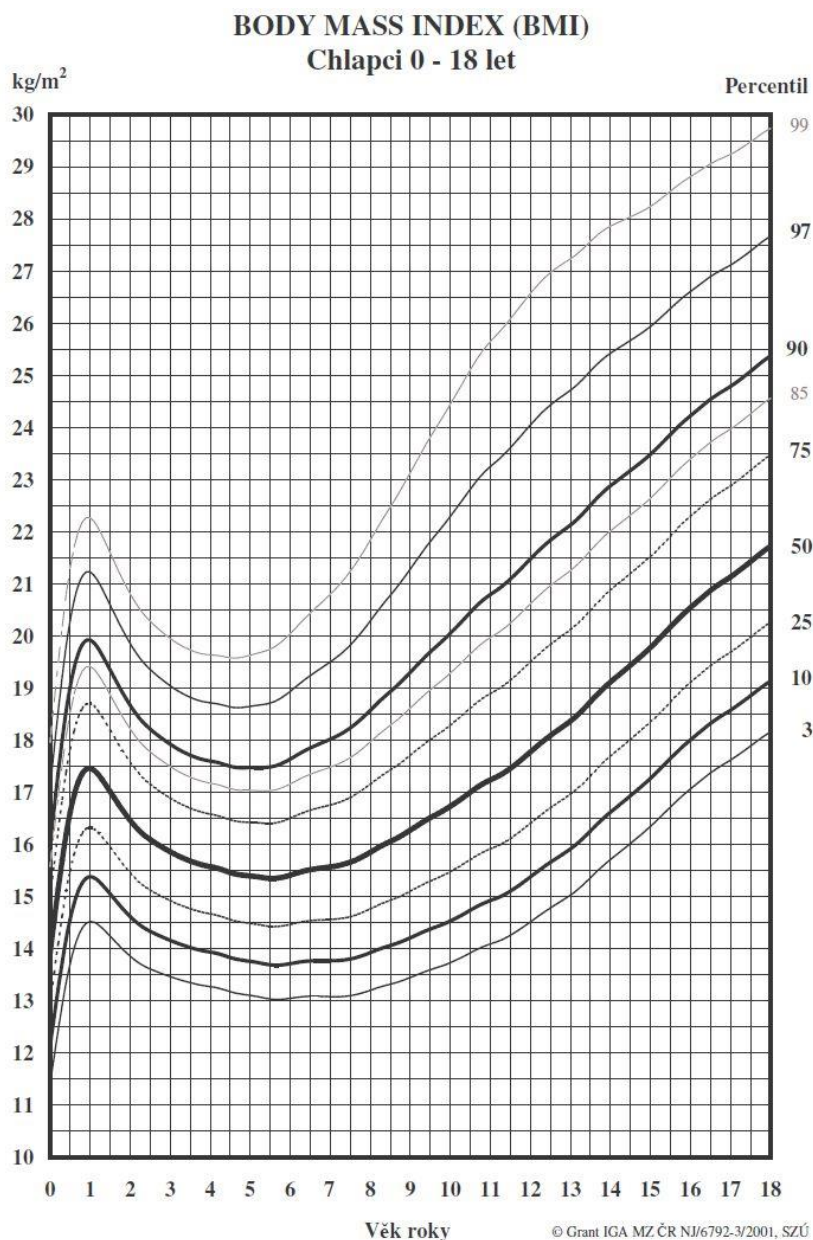
BMI – index tělesné hmotnosti (tělesná hmotnost / tělesná výška²) – patří mezi nejvíce využívaný antropometrický ukazatel k rozpoznání nadváhy či obezity. Avšak výsledná hodnota měření u dětí a dospívajících je pravidelně zpochybňována. Přirozený průběh růstu a dospívání u dětí, včetně jejich variability ve stejném období znamená, že výškově-váhové indexy, včetně BMI, nejsou příliš validní indexy k rozpoznání tukové tkáně (Lazarus et al. 2004).

U dětí mladších 15 let není BMI zcela závislý na výšce, a proto by měly být tyto indexy používány s opatrností. Dle Cole et al. (2000), kteří uvádějí hodnoty BMI podle pohlaví od 2–18 let, se poměr tělesné výšky a hmotnosti od narození do dospělosti výrazně mění (Tabulka 5). Do jednoho roku hodnota BMI prudce roste, pak přibližně do šestého roku dítěte díky rychlému růstu klesá a do osmnáctého roku opět narůstá. Ne však tak strmě, jako v prvním roce života (Obrázek 4).

Tabulka 5. Mezinárodní mezní body BMI pro nadváhu a obezitu u chlapců od 7–12 let (upraveno dle Cole et al., 2000).

Věk	BMI 25 kg/m ²	BMI 30 kg/m ²
7	17,92	20,63
7,5	18,16	21,09
8	18,44	21,60
8,5	18,76	22,17
9	19,10	22,77
9,5	19,46	23,39
10	19,84	24,00
10,5	20,20	24,57
11	20,55	25,10
11,5	20,89	25,58
12	21,22	26,02

Poznámky: hodnoty jsou definovány jako průřezové hodnoty tělesné hmotnosti 25 a 30 kg/m², získané z průměrných hodnot Brazílie, Velké Británie, Hongkongu, Nizozemí, Singapuru a Spojených státech.



Obrázek 4. Percentilové grafy BMI pro české chlapce od narození do 18 let (Celostátní antropologický výzkum, 2001).

Na základě národních studií byly pro českou dětskou a adolescentní populaci sestaveny percentilové grafy BMI („V. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže,“ 1991).

Podle různých autorů je za hraniční BMI hodnotu pro nadváhu považován 90., 91., 95., nebo 97. percentil. Obdobně za hranici rizika nadváhy považujeme 85. – 90. percentil. V našich podmínkách používáme nejčastěji rozdělení podle percentilových pásem BMI (Tabulka 6).

Tabulka 6. *Percentilové pásma BMI (Státní zdravotní ústav, 1991).*

Percentilové pásmo	Hodnocení indexu tělesné hmotnosti (BMI)
do 3. percentilu	velmi nízká hmotnost
mezi 3.–25. percentilem	snížená hmotnost (štíhlí)
mezi 25.–75. percentilem	normální hmotnost (proporcionální)
mezi 75.–90. percentilem	zvýšená hmotnost (robustní)
mezi 90.–97. percentilem	nadměrná hmotnost
nad 97. percentilem	Obezita

Pro mezinárodní srovnání slouží referenční hodnoty WHO a International Obesity Task Force (IOTF), které jsou založeny na početném souboru dětí různého věku a národnosti. Pro americkou populaci slouží Centers for Disease Control (CDC).

CDC

Průřezové hodnoty CDC jsou založeny na růstových křivkách vyvinutých v roce 2000. Růstové křivky, byly odvozeny z dat pěti zemí reprezentující průzkumy prováděné ve Spojených státech v letech 1963 a 1994: the National Health Examination Surveys (NHES) II (1963–65) a III (1966–1970) a the National Health and Nutrition Examination Surveys (NHANES) I (1971–74), II (1976–80) a III (1988–94).

Údaje BMI od NHANES III nebyly u dětí ve věku 6 let a starších používány kvůli zvýšení prevalence nadváhy mezi NHANES II a NHANES III.

V roce 2007 doporučila odborná komise ve Spojených státech, aby na základě růstových křivek CDC 2000, byly děti s BMI na úrovni a nad úrovní 95. percentil označovány za obézní a děti s BMI na nebo nad 85. percentil, by měly být považovány za děti trpící nadváhou (Shields & Tremblay, 2010).

IOTF

V roce 2000 odborná skupina svolaná IOTF navrhla alternativní přístup, speciálně vyvinutý pro mezinárodní srovnávání. Vzhledem k tomu, že hodnoty BMI související se zdravotními riziky v mladším věku jsou nejasné, doporučila skupina extrapolaci bodů pro

dospělé, aby určila specifické hodnoty k danému pohlaví a věku pro děti a dospívající. Křivky percentilů BMI byly vyjádřeny tak, aby v 18 letech procházely body 25 a 30 kg/m², a to za použití údajů shromážděných mezi lety 1963 a 1993 z několika velkých národně reprezentativních průřezových průzkumů: Brazílie (1989), Velká Británie (1978–93), Hong Kong (1993), Nizozemsko (1980), Singapur (1993) a Spojené státy (1963–80) (Shields & Tremblay, 2010).

WHO

V roce 2006 vydala WHO nové standardy růstu pro děti ve věku 5 let a mladší. Růstové křivky WHO, byly vytvořeny z multicentrické referenční studie růstu (MGRS) prováděné v letech 1997 až 2003 na základě vzorku dětí do 5 let věku z určených oblastí Brazílie, Ghany, Indie, Norska, Ománu a Spojených států.

Do MGRS byly vybrány děti na základě příznivého sociálně-ekonomického kontextu pro růst. Musely splňovat optimální růst a vývoj, včetně kojení a správného stravování. Matka musela být nekuřačka a byl vyžadován zodpovědný přístup ke zdravotní péči.

Na rozdíl od přístupů CDC a IOTF představují růstové křivky WHO spíše požadovaný "standard" (normativní) než popis referenční populace (popisné). V roce 2007 vypracovala WHO údaje o růstu pro děti ve věku 5 až 19 let s použitím údajů z NHES II a III a NHANES I. Růstové křivky WHO pro BMI pro děti ve věku 5 až 19 let byly zkonstruovány tak, aby zajistily plynulý přechod od Standardu WHO pro děti od 0 do 5 let.

Na základě těchto růstových křivek WHO se doporučuje, aby děti, jejichž BMI je více než dvě směrodatné odchylky (SD) nad průměrem, byly považovány za obézní a ty, jejichž BMI je mezi jednou a dvěma SD označujeme za nadváhu.

Dvě SD vyšší, než průměr se blíží 97,7 percentilu a jedna SD, 84. percentil. Ve věku 19 let jsou hodnoty dle WHO pro nadváhu 25,4 kg/m² pro chlapce a 25,0 kg/m² pro dívky a pro obezitu je to 29,7 kg/m² pro obě pohlaví. Tyto hodnoty se úzce srovnávají s hraničními hodnotami pro nadváhu a obezitu (25 a 30 kg/m²) (Tabulka 7) (Shields & Tremblay, 2010).

Tabulka 7. Klasifikace obezity podle BMI a zdravotní riziko (upraveno dle Nečase, 2007, 313)

BMI	Kategorie	Zdravotní riziko
18,5–24,9	norma	minimální
25,0–29,9	nadváha	<26,9 ... nízké >27,0 ... lehce vyšší
30,0 –34,9	I. stupeň obezity	vysoké
35,0–39,9	II. stupeň obezity	vysoké
>40,0	III. stupeň obezity	velmi vysoké

WC a WHR

Obvod pasu (WC) dobře koreluje s FM v abdominální oblasti. Tělesný tuk nahromaděný v této oblasti (androidní typ obezity) představuje vyšší riziko vzniku srdečně-cévních onemocnění a diabetu (Tabulka 8) (Hainer et al., 2004).

Malý výdej a nadbytečný příjem energie způsobuje její ukládání v podobě tuku do adipocytů (tukových buněk). Nejdříve do podkoží (nejvíce v oblasti břicha – více u mužů a v oblasti hýždí a stehen – více u žen). Po vyplnění těchto zásob, je nadbytečná energie ukládána do oblasti dutiny břišní (abdominální, viscerální tukové zásoby.) Při pokračujícím nadbytečném přívodu energie se tento prostor zvětšuje a vyklenuje břišní stěnu vpřed. Tento typ obezity výrazně ohrožuje zdraví. Obvod pasu je z pohledu odhadu rizika předčasného úmrtí klíčovým údajem, bez ohledu na BMI (Státní zdravotní ústav., N.d.).

Navíc WC je dle Národního vzdělávacího programu pro cholesterol (NCEP) základním diagnostickým kritériem ke stanovení metabolického syndromu (Hatipoglu et al., 2013).

Tabulka 8. Obvod pasu a hodnocení rizika kardiovaskulárních komplikací obezity (upraveno dle Komárek et al., 2007)

Obvod pasu	Zvýšené riziko	Vysoké riziko
Muži	> 94 cm	> 102 cm
Ženy	> 80 cm	> 88 cm

Hodnoty pro identifikaci rizika komorbidity se u dětí i dospělých liší podle rasy a místa distribuce tuku. Vzhledem k tomuto faktu slouží 10., 25., 50., 75. a 90. percentil distribuce WC (Tabulka 9) (Fernández et al., 2004).

Tabulka 9. Odhadovaná hodnota percentilu pro obvod pasu u chlapců

	Percentily pro chlapce				
	10.	25.	50.	75.	90.
zachyceno	39,7	41,3	43,0	43,6	44,0
věk					
2	43,2	45,0	47,1	48,8	50,8
3	44,9	46,9	49,1	51,3	54,2
4	46,6	48,7	51,1	53,9	57,6
5	48,4	50,6	53,2	56,4	61,0
6	50,1	52,4	55,2	59,0	64,4
7	51,8	54,3	57,2	61,5	67,8
8	53,5	56,1	59,3	64,1	71,2
9	53,3	58,0	61,3	66,6	74,6
10	57,0	59,8	63,3	69,2	78,0
11	58,7	61,7	65,4	71,1	81,4
12	60,5	63,5	67,4	74,3	84,8
13	62,2	65,4	69,5	76,8	88,2
14	63,9	67,2	71,5	79,4	91,6
15	65,6	69,1	73,5	81,9	95,0
16	67,4	70,9	75,6	84,5	98,4
17	69,1	72,8	77,6	87,0	101,8
18	70,8	74,6	79,6	89,6	105,2

Dle Fredrikse et al. (2005) je poměrně složité stanovit ideální hodnoty, které by měly identifikovat rizika nadváhy a obezity. Proto bylo navrženo, aby pro každé pohlaví byly použity dva hraniční body založené na stanovených hodnotách kdy: WC > 94 cm (úroveň 1, nadváha, BMI > 25 kg/m²) a >102 cm (úroveň 2, obezita, BMI >30 kg / m²) u mužů a u žen >80 a >88 cm.

Existují značné důkazy o tom, že pokud dítě disponuje větší centrální depozicí tuků, zvyšuje se riziko metabolických komplikací, jako je aterogenní lipoproteinový profil (vysoký LDL cholesterol, triglyceridy a nízký HDL cholesterol), inzulínová rezistence a odpovídající vysoká bazální koncentrace inzulínu, intolerance glukózy a vysoký krevní tlak. Navíc v dospělosti dochází ke zvýšení podílu tuků, a proto je důležitá včasná identifikace a léčba dětí s centrální adipozitou.

WHR index (Waist-to-hip ratio) je parametr, který získáme z obvodových poměrů mezi pasem a boky. I ten odhaluje rizika abdominální obezity. U mužů představuje rizika hodnota

> 1, zatímco u žen je hraniční hodnota >0,85. Na základě těchto hodnot lze tvrdit, že čím vyšší bude tento poměr, tím je větší riziko rozvoje centrální obezity (Gába, 2011).

WHR index poskytuje jednoduché a účinné měření množství adipocytů v břišní dutině u dětí a dospívajících (Taylor, Jones, Williams, & Goulding, 2000).

WC a WHR jsou považovány za vysoce spolehlivé. Hlavním omezením WC a WHR měření je neschopnost rozlišovat mezi podkožní tukovou tkání a viscerální tukovou tkání v oblasti břicha (Wajchenberg, 2000).

Závěrem k měření tělesného složení dle Thibaulta et al., (2012) jsou uvedeny výhody a nevýhody nejvíce používaných technik (Tabulka 10).

Tabulka 10. Výhody a nevýhody z nejvíce využívaných technik měření tělesného složení

	Antropometrie	Bioelektrická impedance (BIA)	Dual-energy X-ray (DEXA)	Počítačová tomografie (TDM)
Výhody	<ul style="list-style-type: none"> • snadno dostupné, neinvazivní, • velmi nízká pořizovací cena měřících technik 	<ul style="list-style-type: none"> • spolehlivé u zdravých i chronicky nemocných osob • validní (oproti DEXA) BIA rovnice pro věk, pohlaví, rasu), BMI 16-34 kg/m² • snadné • neinvazivní • velmi omezené pozorování • relativně levná • bez záření 	<ul style="list-style-type: none"> • referenční metoda pro klinickou praxi • reprodukovatelné 	<ul style="list-style-type: none"> • Integrace s běžnou péčí v průběhu choroby (např. pro onkologické pacienty; posuzování složení těla spolu s dohledem nad léčbou rakoviny).
Nevýhody	<ul style="list-style-type: none"> • nízká reprodukovatelnost • nízká specifita k posouzení FFM ve srovnání s DEXA a BIA • abnormální hydratace, nebo retence 	<ul style="list-style-type: none"> • abnormální hydratace, nebo retence • BIA rovnice stále není ověřena pro pacienty s rakovinou 	<ul style="list-style-type: none"> • Nízká dostupnost • Vysoká pořizovací cena • Náročnost obsluhy • Nelze provádět u lůžka • Rentgenová expozice 	<ul style="list-style-type: none"> • Slabá rentgenová expozice • Nelze provést u lůžka • Je za potřebí speciální software pro hodnoty FFM

Poznámky: FFM–tukoprostá hmota, DEXA–duální rentgenová absorpciometrie, BIA–bioelektrická impedance, BMI–body mass index.

2. 5 Tělesné komponenty

Tělesný tuk (FM)

Tělesný tuk je životně důležitý pro každodenní činnost tělesných funkcí. Důležitost této tělesné komponenty spočívá především v ochraně orgánů, regulace tělesné teploty a ukládání vitamínů v lidském těle. FM dále tvoří zásobárnu energie, jelikož z hlediska fyziologického jsou lipidy známé, jako energeticky nejbohatší. Pro měření množství tělesného tuku je v dnešní době nejvíce využíváno bioelektrických impedančních metod.

Nadbytek FM v těle člověka zapříčinuje vysoký krevní tlak, onemocnění kardiovaskulárního systému či cukrovku. Viscerální tuk zvaný také jako tuk orgánový obklopuje životně důležité orgány v okolí břišní dutiny i plic.

Nejznámější a neúčinnější varianta redukce viscerálního tuku v těle člověka je vykonávání pravidelné PA a zařazení vhodných stravovacích návyků (Ganong, 2005).

FM dělíme do třech kategorií: tělesný tuk vnitřní (orgánový), tělesný tuk vnější (podkožní) a tělesný tuk esenciální (nezbytný). Vnitřní tuk obklopuje životně důležité orgány v dutině břišní. Podkožní tuk, chrání tělo před chladem a podílí se na termoregulaci. Tukem esenciálním disponují více ženy, u kterých tvoří přibližně 11–13 % celkové tělesné hmotnosti. U mužů se uvádí 3–5 % (Clark, 2009).

Poměrem tělesného tuku u dětí se zabývá mnoho studií. V tomto případě je nezbytné zohlednění jejich věku a růstu. Aby bylo dodrženo růstových trendů a nedocházelo k vychýlení z norem, měly by se tyto poměry u dětí důsledně sledovat (Tabulka 11) (Heyward & Wagner, 2004).

Tabulka 11. Standardy procentuálního zastoupení tělesného tuku pro chlapce (upraveno dle Heyward & Wanger, 2004)

Standardy % tělesného tuku					
věk	Minimum	Nízká hodnota	Střední hodnota	Vysoká hodnota	Obezita
6–17 let	<5	5–10	11–25	26–31	>31

Dle serveru GMON (n. d) je pro chlapce ve věku od 7–12 let zdravé množství FM od 13–23 % (Tabulka 12).

Tabulka 12. Klasifikace FM u chlapců

Věk	nízké	norma	Zvýšené	Vysoké
7	< 13 %	13–20 %	20–25 %	> 25 %
8	< 13 %	13–21 %	21–26 %	> 26 %
9	< 13 %	13–22 %	22–27 %	> 27 %
10–12	< 13 %	13–23 %	23–28 %	> 28 %
13	< 12 %	12–22 %	22–27 %	> 27 %
14	< 12 %	12–21 %	21–24 %	> 26 %
15	< 11 %	11–21 %	21–24 %	> 24 %
16–18	< 10 %	10–20 %	20–24 %	> 24 %
19–20	< 9 %	9–20 %	20–24 %	> 24 %

McCarthy et al. (2006) prezentují sadu percentilových křivek pro chlapce a dívky (Tabulka 13). Chlapci vykazují poměrně plochý 50. percentil, který se dovršením 11. roku pohybuje v rozmezí mezi 15–18 % tělesného tuku v celém období.

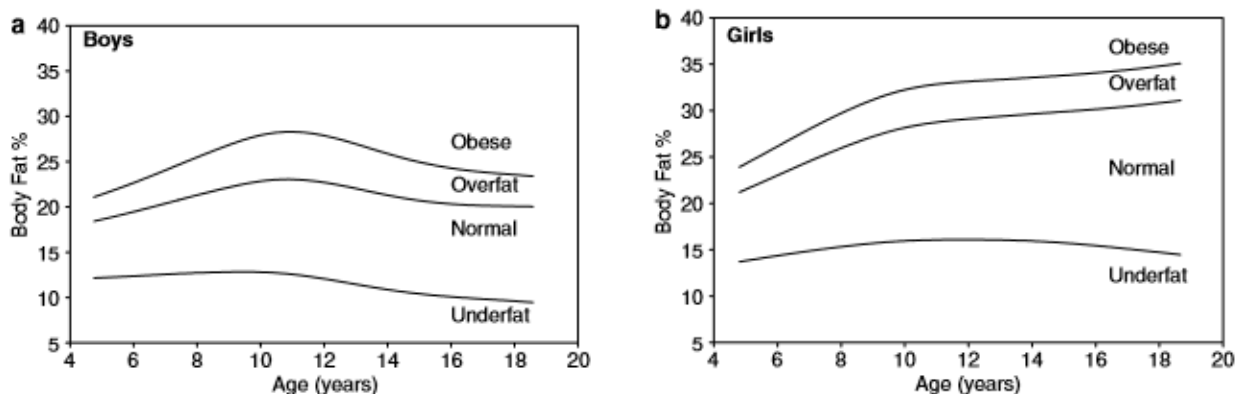
Dívčí hodnoty percentilových křivek vykazují do 10 let podobný vzorec jako u chlapců, ale mají výrazně odlišný tvar. Ve věku 18 let mají dívky proporcionalně o 60 % tělesného tuku více než chlapci.

Mezní hodnoty nadváhy a obezity představují percentilové linie 85. a 95, zatímco 2. percentil, byl vybrán jako hranice podváhy. Tyto percentily jsou znázorněny na Obrázku 5.

Tabulka 13. Tabulka % hodnot tělesného tuku v percentilech dle věku (upraveno dle McCarthy et al. 2006).

Věk	Percentil								
	2.	9.	25.	50.	75.	85.	91.	95.	98.
5	12,2	13,1	14,2	15,6	17,4	18,6	19,8	21,4	23,6
6	12,4	13,3	14,5	16,0	18,0	19,5	20,9	22,7	25,3
7	12,6	13,6	14,9	16,5	18,8	20,4	22,0	24,1	27,2
8	12,7	13,8	15,2	17,0	19,5	21,3	23,1	25,5	29,1
9	12,8	14,0	15,5	17,5	21,2	22,2	24,2	26,8	31,0
10	12,8	14,1	15,7	17,8	20,7	22,8	25,0	27,9	32,4
11	12,6	13,9	15,4	17,7	20,8	23,0	25,3	28,3	32,9
12	12,1	13,4	15,1	17,4	20,4	22,7	25,0	27,9	32,2
13	11,5	12,8	14,5	16,8	19,8	22,0	24,2	27,0	31,0
14	10,9	12,3	14,0	16,2	19,2	21,3	23,3	25,9	29,5
15	10,4	11,8	13,6	15,8	18,7	20,7	22,6	25,0	28,2
16	10,1	11,5	13,3	15,5	18,4	20,3	22,1	24,3	27,2
17	9,8	11,3	13,1	15,4	18,3	20,1	21,8	23,9	26,5
18	9,6	11,2	13,1	15,4	18,3	20,1	21,7	23,6	25,9

Poznámky: 2., 85. a 95. percentil definují mezní hodnoty pro podváhu, obezitu a nadváhu



Obrázek 5. Změny v FM% v závislosti na věku, pohlaví a stavu obezity (McCarthy et al. 2006).

Celková tělesná voda (TBW)

Voda je z hlediska modelů popisující tělesné složení důležitou komponentou na molekulární, buněčné i tkáňové úrovni (Going et al., 2014).

Tělesná voda je u člověka považována za hlavní a neobjemnější komponentu v jeho těle. V lidském těle má tělesná voda mnoho funkcí: zajišťuje transport živin, enzymů, kyslíku a hormonů směrem k jednotlivým buňkám a odvádí odpadní látky a toxiny v podobě moči. TBW udržuje tělesnou teplotu a podílí se na celkové detoxikaci lidského organismu. Voda chrání klouby, přispívá ke zpevnování svalstva a zajišťuje tělesnou vlhkost (Hydration for Health, 2013).

TBW je členěna do dvou základních prostor; intracelulárního (ICW) a extracelulárního (ECW). V prostoru intracelulárním (vnitrobuněčném) je obsaženo nejvíce vody tj. přibližně 40 % (Rokyta et al., 2008).

Doporučený obsah vody je u mužů o něco vyšší, než u žen. Hodnota TBW u mužů činí 50–65 %, zatímco u žen se hodnoty uvádí přibližně mezi 45–60 %. U vrcholových sportovců se uvádí hodnoty o 5 % více nad výše uvedenými průměry v důsledku větší potřeby vody pro svalovou tkáň (Jirák et al., 2010).

Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006) hodnotí TBW jako jednu z nejvýznamnějších komponent lidského těla. Uvádí, že množství vody v těle je ovlivněno věkem, pohlavím a tělesnou hmotností. Nejvyšší hodnoty jsou vykazovány u kojenců, kdy se jedná o 80–85 %. Hodnoty obsahu vody u dětí se uvádí okolo 75 %. S rostoucím věkem množství vody v organismu ubývá.

Tukoprostá hmota (FFM)

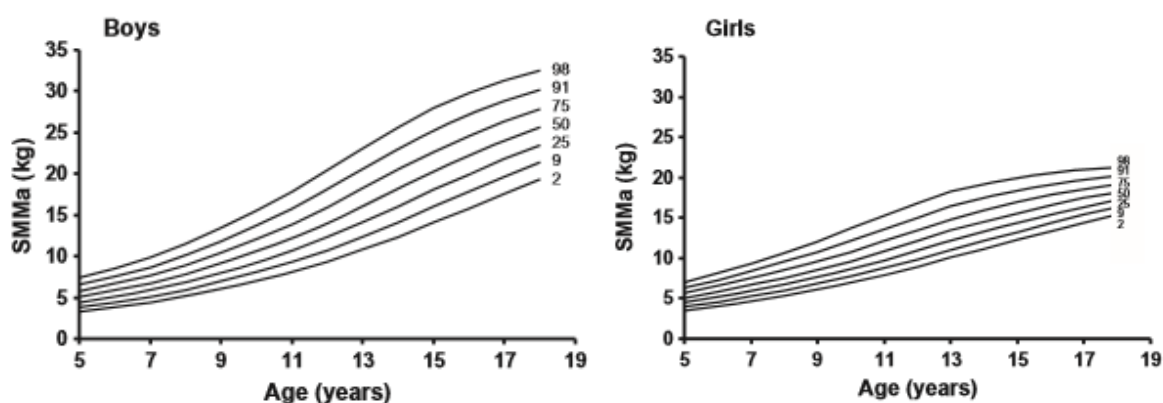
FFM je vnímána jako heterogenní komponenta. Je tvořena v závislosti na věku, množství PA a dalších exo- i endogenních faktorech: kostrou, svalstvem a ostatními tkáněmi. Uvádí se, že FFM je z 60 % tvořena svalstvem, z 25 % opěrné a pojivové tkáně a 15 % tvoří hmotnost všech orgánů v lidském organismu (Riegrová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Dle Čiháka (2001) tvoří svalovou soustavu člověka okolo 600 svalů, z čehož je většina párová (tzn. 300 svalů v každé polovině těla). Dle tkání rozdělujeme svaly na tři základní typy: svalstvo kosterní (příčně pruhované), hladké a srdeční. Příčně pruhované svalstvo považujeme za nejpočetněji zastoupené (u mužů 40 % u žen 30 %). Přibližně 10 % svalové soustavy tvoří hladké a srdeční svalstvo. Je potřeba zmínit, že tyto hodnoty jsou v průběhu ontogeneze proměnlivé.

K největším změnám v rozvoji tukoprosté hmoty dle Riegerové et al., (2006) dochází mezi 12. – 16. rokem. U chlapců dochází téměř ke zdvojnásobení podílu FFM, kdežto u dívek dochází k nárůstu o 50 %. Vyšších hodnot zcela logicky dosahují jedinci více pohybově aktivní.

Měření kosterní svalové hmoty (SMM) je u dětí a dospělých považováno za důležitou složku nutričního hodnocení a SMM je stále více uznávána, jako nezávislý ukazatel metabolického zdraví. Nízké hodnoty SMM u dětí a dospívajících, jsou spojeny s metabolickým rizikem, tj. s vyšší citlivostí na inzulín. Kosterní svalstvo je považováno za hlavní místo inzulínem zprostředkované likvidace glukózy. Kromě toho sarkopenie a sarkopenická obezita odrážejí deficit nebo ztrátu SMM, jejichž počátky začínají v raném životě a mohou dále vést ke zvýšenému riziku metabolického syndromu (McCarthy, 2014).

V současné době množství SMM v těle odhalují zobrazovací techniky, jako jsou magnetická rezonance, dvojitá rentgenová absorpciometrie (DXA), hodnoty tělesného K^+ , nebo biochemické hodnocení 24 hodinového vylučování kreatininu. Tyto postupy mohou být časově náročné, drahé, invazivní pro daný subjekt a vyžadují vyškolené odborné znalosti. Navíc v průběhu dětství a dospívání se SMM během růstu a vývoje zvyšuje společně s celkovým nárůstem hmotnosti (FFM). Tato skutečnost vyžaduje použití percentilových křivek s průměrnými hodnotami pro chlapce a dívky v různých věkových kategoriích, podobné těm, které se již používají pro index tělesné hmotnosti (BMI) a procento tělesného tuku (viz. Obrázek 6.) (McCarthy, 2014).



Obrázek 6. Kosterní svalová hmota (kg) percentilové křivky pro chlapce a dívky. Údaje od 1013 chlapců a 795 dívek. Křivky představují 2., 9., 25., 50., 75., 91. a 98. percentil (McCarthy, 2014)

2.6 Prevalence nadváhy a obezity u dětí

Dle NCD-RisC (2017) globálně s věkem vzrostla standardizovaná prevalence obezity u dívek z 0,7 % v roce 1975 na 5,6 % v roce 2016 a z 0,9 % v roce 1975 na 7,8 % v roce 2016 u chlapců. Prevalence střední až závažné podvýživy se snížila u dívek z 9,2 % v roce 1975 na 8,4 % v roce 2016 a u chlapců z 14,8 % v roce 1975 na 12,4 % v roce 2016. Prevalence obezity byla 20 % a více v několika zemích Polynésie a Makronésie, středního východu a severní Afriky, Karibiku a USA. V roce 2016 bylo 75 milionů dívek a 117 milionu chlapců, kteří celosvětově trpěli střední či závažnou podváhou. V tom stejném roce 50 milionu dívek a 74 milionu chlapců bylo obézních (Obrázek 7).

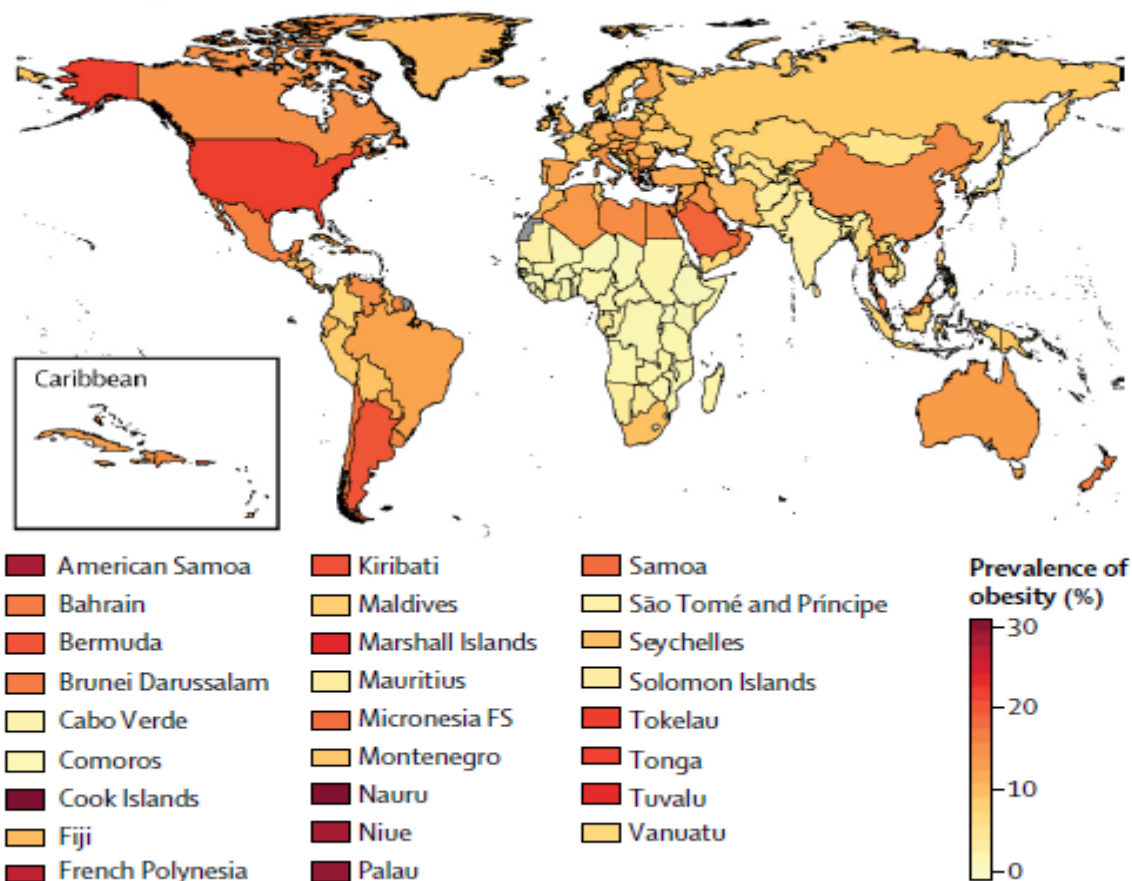
Rostoucí výskyt nadváhy a obezity u dětí na celém světě je kritickým problémem veřejného zdraví, který povzbuzoval vlády, aby zvážily různé strategie snižující obezitu u této populace. Národní přehled školního zdraví (2010) uvádí, že 33,5 % brazilských dětí trpělo nadváhou a 16,6 % chlapců a 11,8 % dívek bylo obézních (Oliveira et al., 2017).

Ve Spojených státech se odhaduje, že 17 % dětí je obézních (měřeno pomocí BMI.) Vysoká prevalence dětské obezity zůstala v posledních deseti letech poměrně konstantní, bez důkazů poklesu. Je však důležité prevalenci dětské obezity snížit, protože je jejich zdraví ohroženo i dále v raném životě. Způsob, jakým řešit vysoký výskyt dětské obezity, je zvýšit čas strávený PA (Mitchell et al., 2013).

Česká republika patří k zemím se vzrůstajícím podílem dětí s nadváhou a obezitou. Podle výsledků 6. celostátního antropologického výzkumu 2001 se u dětí ve věku 6–11 let zvýšil podíl chlapců s nadváhou na 8,9 %, u dívek na 8,5 % (Státní zdravotní ústav, n.d.).

Prevalence dětské nadváhy a obezity je na celém světě spojena s několika rizikovými faktory pro pozdější srdeční onemocnění a další chronické onemocnění, včetně hyperlipidémie, hyperinzulinémie, hypertenze a rané aterosklerózy. Vzhledem k jejich významu pro veřejné zdraví je třeba pozorně sledovat tento trend růstu dětské obezity. Trendy jsou však obtížně kvantifikovány v mezinárodním měřítku, jelikož se používají různé definice pro hodnocení dětské obezity a dosud se nezjistila žádná běžně přijatelná norma (Cole, Bellizzi, Flegal & Dietz, 2000).

D Obesity prevalence in boys



Obrázek 7. Prevalence obezity u chlapců (NCD-RisC 2017).

2.7 Pohybová aktivita

Nadváha a obezita je označována, jako problém na celosvětové úrovni. Příčinou je nejen zvýšený příjem potravy, ale také snižující se PA (Amisola & Jacobson, 2003).

PA je neodmyslitelnou součástí zdravého životního stylu. Její benefity nalzáme jak v prevenci, tak i v léčbě řady civilizačních onemocnění. V důsledku rozvíjející se inaktivity a nedostatečného fyzického zatížení dochází k prudkému nárustu těchto onemocnění.

Dle Bursové (2005) je pohyb charakterizován, jako základní životní projev, který má nezbytnou úlohu v každém věku. Umožňuje člověku jeho bytí a měl by se stát jeho primární, životně důležitou potřebou.

Pravidelná PA v dětství a dospívání je nezbytná pro zdravý vývoj pevnosti kostí a funkčnosti svalového aparátu. Důležitou úlohu plní v udržování optimální tělesné hmotnosti a zdravotních přínosů v dospělosti a ve stáří (Miles, 2007).

Termín PA by neměla být zaměňována s pojmem "cvičení", což je podskupina fyzické aktivity, která je plánovaná, strukturovaná, opakující se a má za cíl zlepšit nebo udržet jednu nebo více složek tělesné zdatnosti. Kromě cvičení považujeme za PA cokoliv, co se provádí během volného času včetně aktivního transportu do školy, do zaměstnání nebo domů (WHO, 2017).

Metody hodnocení PA pro individuální potřeby i zjištění energetické rovnováhy, nebo pro experimentální či epidemiologické účely mohou být různě přesné. Uvádí se přímá a nepřímá kalorimetrie, odhad energetického výdeje pomocí akcelerometrů, nebo různé možnosti dotazníků (Hejnová, n.d.).

Machová et al., (2006) defiuje pohyb za nejpřirozenější a zcela nezbytný předpoklad k udržení a upevnění normálních fyziologických funkcí organismu, který má zejména vliv na:

- snižování hladiny cholesterolu,
- zvyšování tělesné zdatnosti,
- zvyšování pocitu duševní pohody a odolnosti proti stresu, přispívá k psychické svěžesti,
- zlepšení prokrvení a okysličení mozku,
- eliminací bolesti zad,
- zlepšení prokrvení kůže, a tím přispívá k lepšímu fyzickému vzhledu,

- zpevnění kosti a zmenšení rizik zlomenin,
- prevenci civilizačních chorob.

PA má důležitý význam ve zdravém vývoji každého jedince. Můžeme ji označit, jako soubor všech pohybových projevů člověka. Optimální je taková aktivita, která je přiměřená věku dítěte a nedochází při ní k přetěžování žádné části jeho pohybového aparátu (Bursová & Langmajerová, 2006).

Klíčová fakta dle WHO (2017):

- Nedostatečná PA je jedním z hlavních rizikových faktorů smrti po celém světě.
- Nedostatečná PA je klíčovým rizikovým faktorem pro „nepřenosné nemoci“ (NCD), jako jsou kardiovaskulární nemoci, rakovina a diabetes.
- PA má významné benefity pro zdraví a přispívá k prevenci NCD.
- Celkově 1 z 4 dospělých není dostatečně aktivních.
- Více než 80 % světové adolescentní populace není dostatečně fyzicky aktivních.
- Politiky zaměřené na nedostatečnou PA fungují v 56 % členských států WHO.
- Členské státy WHO se dohodly, že do roku 2025 zvýší PA o 10 %.

Sedavé chování a pohybová aktivita

Sedavé chování (SB) představuje spolu s nízkou úrovní PA vážný rizikový faktor chronických neinfekčních onemocnění. Proto je nutné mu věnovat zvláštní samostatnou pozornost (Salmon, Tremblay, Marshall, & Hume, 2011).

Stále více se projevuje, že PA a množství SB mají obrovský význam pro současné a budoucí zdraví dětí a dospívajících. SB představuje především činnosti, které zahrnují minimální pohyb a nízký energetický výdej (Reilly, Penpraze, Hislop, Davies, Grant & Paton, 2008).

Epidemiologická data naznačují paralelní nárůst ukazatelů SB, jelikož se zvětšuje počet prodaných televizorů a automobilů. Jedna z hypotéz tvrdí, že tyto příčiny mohou mít důsledky ve zvýšeném BMI. Nedávné studie potvrzují, že děti ve věku 6 až 11 let stráví SB v průměru až 6 hodin denně, oproti 8 hodinám denně u dospívajících dětí ve věku 16–19 let (Mitchell, Pate, Beets & Nader, 2013).

Sledování TV, používání počítačů, nebo sezení v automobilu jsou nejčastější způsoby SB. Energetická náročnost těchto činností se pohybuje od 1,0 do 1,5 MET (množství kyslíku, které člověk spotřebuje v klidu za 1 min na 1 kg tělesné hmotnosti). Naproti tomu MVPA (jízda na kole, plavání, chůze či běh) vyžaduje energii od 3 až 8 MET (Owen et al., 2012).

Čas za den strávený SB, lehkou fyzickou aktivitou (LPA) či MVPA, byly vyvozeny z údajů, které byly poskytnuty z akcelerometrů. Průřezové hodnoty <100 c.p.m. (counts per minute) byly definovány jako SB. Naopak hodnoty >2296 definují MVPA. Tyto hodnoty dle Evensona et al. (2008), byly nedávno prokázány, jako optimální pro klasifikaci MVPA pro děti ve věku od 5 do 15 let. Za LPA považujeme vše to, co se nachází mezi SB a MVPA, tedy PA mezi 100 a 2295 c.p.m. Průměrná doba strávená SB za den byla u chlapců i dívek srovnatelná (Tabulka 14) (Mitchell et al., 2013).

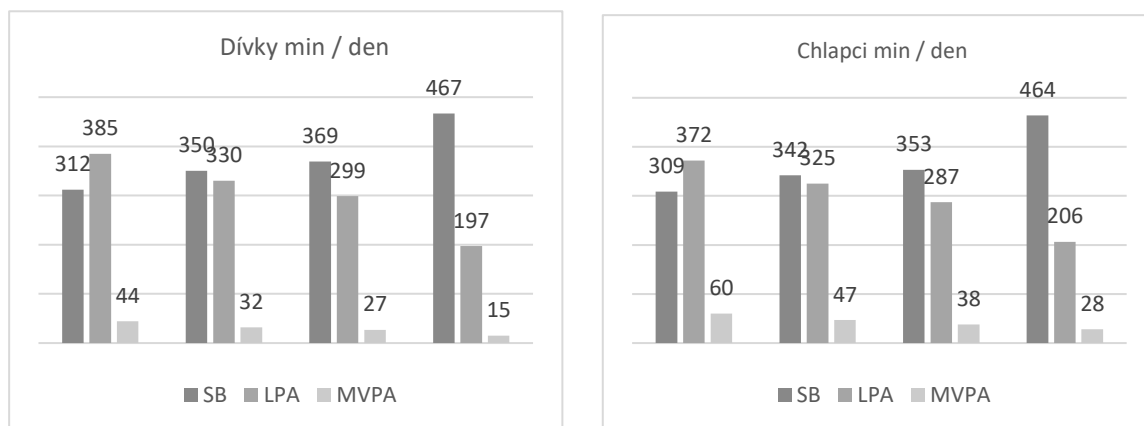
Sedavé chování, kterým se nynější studie značně zabývají je tzv. scene time. Odhady prevalence televizního sledování mládeže odhalují přibližně jednu třetinu lidí ve věku 11–13 let v Severní Americe a Evropě, kteří nyní sledují TV 2-3 hodiny denně a další třetina sledovala více než 4 hodiny denně. Výzkumy odhalují, že po 13 letech dívky i chlapci věnují sledování TV méně času, avšak pouze chlapci zaznamenávají souběžně zvýšené množství intenzivní PA (VPA) v tomto věku. U dívek množství VPA ve věku 14-16 let klesá (Marshall, Biddle, Sallis, McKenzie & Conway 2002).

V České republice více jak 55 % dívek a 60 % chlapců sleduje TV 2 a více hodin denně. Nejvíce času před obrazovkami však tráví děti ve věku 13 let. U chlapců převažuje obliba v hraní počítačových her na PC, nebo playstationu, kterým dokáží strávit až 2 a více hodin denně ve všední dny. Naopak u děvčat sledujeme větší zálibu v chatování, „surfování po internetu“, e-mailování apod.. Tato záliba se zvětšuje s věkem, a to jak u chlapců, tak u děvčat. Úroveň SB se v porovnání s PA ukazuje jako klíčový faktor ovlivňující zdraví dítěte (Hamřík et al., 2012).

Ve většině zemí světa splňuje doporučení pro PA (60 minut MVPA / den) pouze třetina dětí. Obrázek 8 znázorňuje poměr mezi PA a SB. Chlapci tato doporučení vykonávají častěji než dívky ve všech sledovaných zemích. Jedna třetina dětí (s převahou chlapců) uvedla zapojení do MVPA nejméně 2 hodiny týdně. Sledování televize, hraní videoher a používání počítače se pohybuje po ≤ 2 hodinách / den (Haug et al., 2009).

Dle Hamříka et al., (2012) chybí v České republice komplexní strategie, která by se problematikou SB zabývala a doposud není v politických prioritách podpory zdraví ČR. Zvýšený

výskyt SB u dětí ovlivňuje především rodina, tudíž intervence pro řešení tohoto problému by měly směřovat především do rodinného prostředí.



Obrázek 8. Přehled akcelerometrických dat pro dívky a chlapce vzhledem k věku (Haug et al., 2009).

Vysvětlivky: SB– sedavé chování, LPA– lehká pohybová aktivita, MVPA–mírná až intenzivní pohybová aktivita

Tabulka 14. Pohybová aktivita a sedavé chování (%) u chlapců vzhledem k regionu a zemi (upraveno dle Haug et al., 2009)

Region	PA (1 hod pro≥ 5 dnů/týden)	VPA (≥ 2 hod/týden)	Sledování televize (≤ 2 hod/den)	Hraní pc her (≤ 2 hod/den)	Používání pc (≤ 2 hod/den)
Nevropské země					
Canada	62	69	54	71	74
Israel	41	57	48	56	67
USA	62	56	62	82	86
Středoevropské země					
Rakousko	50	57	62	72	80
Belgie	42	70	60	78	77
Francie	42	65	63	80	84
Německo	46	69	64	75	81
Lucembursko	45	73	68	79	82
Holandsko	55	82	50	63	64
Švýcarsko	40	80	81	89	88
Jihoevropské země					
Chorvatsko	58	52	46	75	88
Řecko	44	66	52	74	90
Itálie	44	62	61	83	91
Makedonie	49	44	56	74	84
Malta	40	39	n.a.	n.a.	69
Portugalsko	42	n.a.	46	64	77
Slovinsko	46	55	61	74	83
Španělsko	46	55	64	84	89

Turecko	40	45	57	78	82
Východoevropské země					
Bulharsko	51	52	40	56	70
Česká Republika	52	44	58	69	86
Maďarsko	48	57	60	76	82
Polsko	48	49	45	64	70
Rumunsko	41	45	60	55	76
Rusko	35	49	51	70	88
Slovensko	67	74	43	65	83
Ukrajina	53	49	46	75	88
Severoevropské země					
Dánsko	55	80	60	68	80
Anglie	54	63	63	75	75
Estonsko	45	52	49	59	68
Finsko	58	71	72	76	83
Grónsko	50	55	66	81	89
Island	52	60	64	73	74
Irsko	67	62	62	85	93
Litva	54	51	45	65	77
Norsko	47	72	66	74	79
Skotsko	57	60	53	67	73
Švédsko	45	61	69	70	77
Wales	57	60	55	72	73

Vztah pohybové aktivity k tělesnému složení

Vzrůstající převaha dětí a dospívajících s nadváhou a obezitou je velmi rozšířená. PA a SB jsou klíčovými faktory, které ovlivňují hmotnostní zařazení mladistvých. Mnoho dlouhodobých studií podporuje hypotézu, že PA s věkem klesá, zatímco míra SB se zvyšuje (USDHHS, 2000; Lobstein & Frelut, 2003; Bradley, McMurray, Harrell, & Deng, 2000; Ogden, Flegal, Carrol, & Johnson, 2002). Jelikož je PA spjata s energetickým výdejem a SB energetický výdej snižuje, hmotnostní stav (nadváha) je často znám jako výsledek energetické nerovnováhy a převaha SB nad časem věnovaným PA je spjat s přibíráním na váze (Devís-Devís, Lizandra & Valencia-Peris, 2017).

Podle přehledu o longitudinálních studiích o hmotnosti a adipozitě dochází u mládeže k nárůstu času stráveného PA a snížení SB chránilo před relativním váhovým a tukovým

přírůstkem (Must & Tybor 2005). Nicméně, existují i takové studie, které přinášejí některé protiintuitivní představy o vztazích mezi těmito proměnnými.

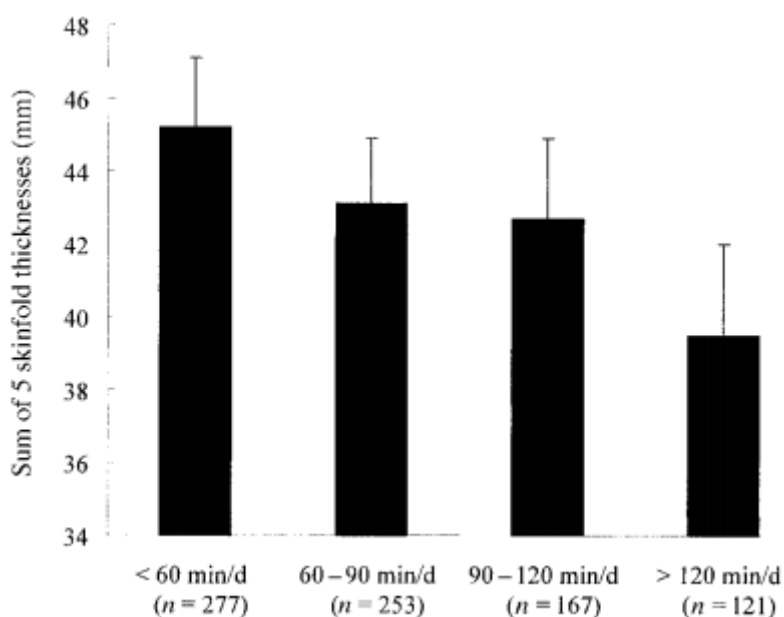
Collings et al., (2015) zjistil, že u dospívajících, kteří vykazovali vyšší aktivitu, se objevil větší nárůst tělesného tuku. Další studie uvádějí, že ačkoli má PA určitý vliv na BMI, výsledky mají tendenci vykazovat slabé vztahy mezi PA, nadváhou a obezitou (Elgar, Robert, Moore & Tudor-Smith, 2005; Thompson et al., 2005).

Důkazy z výzkumu naznačují, že nadváha a obezita jsou silně spojeny se SB, dokonce více než s nedostatečnou PA (Maher, Olds, Eisenmann & Dollman, 2012). Nicméně existují studie, které nenašly žádné vazby mezi používáním obrazovky a rizikem nadváhy nebo obezity u mládeže (Fisher, Hill, Webber, Purlow & Wardle, 2011; Tremblay et al., 2011).

Pokud jde o rozdíly mezi pohlavími, výzkum naznačuje, že chlapci jsou aktivnější než dívky, které navíc tíhnou k sedavějším aktivitám (Hallal et al., 2012).

Ekelund et al., (2004) tvrdí, že množství času stráveného MVPA souvisí s množstvím FM u dětí, ale jedná se o velmi slabý vztah. Dále uvádí, že děti, které strávily ≥ 2 hodiny LPA, měly výrazně menší tloušťku kožních řas než ty, které v této intenzitě strávily < 1 h/d (Obrázek 9). K vysvětlení rozptylu pro BMI hodnoty však zmíněná analýza vzhledem k této úrovni PA nepřispěla.

PA, SB a jejich vztah k nadváze a obezitě je třeba považovat za nezávislé a interaktivní subjekty. Proto je nutné provozovat PA od raného dětství, kdy se utváří jisté návyky. SB je silně spojeno s množstvím FM a negativně ovlivňuje následné chování v dospívání. Zvýšené množství FM před šestým rokem života, je z hlediska dalšího vývoje kritické, neboť je ovlivněno pozitivním chováním pro udržení optimální tělesné hmotnosti (Hands, Chivers, Parker, Beilin, Kendall, Larkin & 2011).



Obrázek 9. Součet pěti kožních řas vzhledem k času stráveného při mírné a intenzivní PA (Ekelund et al., 2004)

Doporučení pro pohybovou aktivitu

Jako nejvhodnější typ PA považujeme aktivity střední intenzity, které zapojují především velké svalové skupiny. Řadíme sem např: běh, plavání, rychlá chůze, jízda na kole, pohybové hry apod.. Aktivity této intenzity zvyšují energetický výdej a snižují tak množství tuku v těle (Vilikus, 2001).

Energetický výdej je závislý na množství a intenzitě PA. Proto je důležité provozovat PA pravidelně, s přiměřeným zatížením a po dostatečnou dobu. Ke spalování tuků dochází při PA přibližně po 20 minutách, proto tuto dobu považujeme za nezbytnou. Optimální je však alespoň 60 minut (Stejskal, 2004).

Doporučení stanovují, že děti a dospívající obou pohlaví by měli ujit nejméně 12 000 kroků/den, nebo strávit nejméně 60 min/den MVPA (Oliveira et al., 2017).

Tudor-Locke et al., (2011) navrhli pro chlapce hodnoty až 15 000 kroků / den a pro dívky 12 000 kroků / den, aby se zabránilo dětské nadváze a obezitě, měřené indexem tělesné hmotnosti (BMI).

Měření pohybové aktivity

Oliveira et al., (2017) tvrdí, že příznivý účinek pravidelné PA na zdraví dětí je dobře známý. Zvýšená PA byla spojena se zlepšením kardiovaskulárních rizikových faktorů. Proto je objektivní měření PA důležité, jak pro účely sledování a hodnocení efektivity intervencí v oblasti veřejného zdraví, tak proto, že poskytuje podrobnější údaje, jako je například počet kroků/den a informace o MVPA.

Kumulativní záznam kroků a počet minut strávených PA po celý den je vhodným ukazatelem pro kontrolu každodenní PA, neboť se zaměřuje na pokyny pro veřejné zdraví.

Zatímco subjektivní metody měření PA a SB budou i nadále poskytovat užitečné důkazy, objektivní metody jsou nyní považovány za optimálnější.

Nedávné studie dospěly k závěru, že akcelerometrie (detekce pohybu) poskytuje objektivní, praktické, přesné a spolehlivé prostředky pro kvantifikaci množství (objemu) a intenzity denní PA a množství SB u dětí (Reilly et al., 2008)

3 CÍLE A HYPOTÉZY

3. 1 Výzkumný cíl

Hlavním cílem této diplomové práce je analyzovat tělesné složení u chlapců a posoudit rozdíly v zastoupení vybraných tělesných složek v závislosti na času stráveném PA a sedavým chováním.

3. 2 Dílčí cíle

1. U sledovaného souboru zjistit procento chlapců, kteří splňují mezinárodní doporučení k PA a procento chlapců s normální tělesnou hmotností.
2. Analyzovat rozdíly v zastoupení BFM a FFM u chlapců s odlišnou úrovní MVPA.
3. Porovnat rozdíly v množství BFM a FFM u chlapců vzhledem k SB.
4. Zjistit rozdíly v tělesném složení u chlapců, kteří plní doporučení k MVPA, ale liší se množstvím SB.

3. 3 Hypotézy

H1_o: Chlapci, kteří plní doporučení k MVPA mají shodné zastoupení BFM% jako chlapci, kteří toto doporučení neplní.

H1_a: Chlapci, kteří plní doporučení k MVPA mají nižší zastoupení BFM% než chlapci, kteří toto doporučení neplní.

závisle proměnná: procentuální zastoupení tělesného tuku

nezávisle proměnná: doba strávená MVPA

H2_o: Chlapci, kteří vykazují větší množství SB mají shodné zastoupení BFM% jako chlapci, kteří takové množství SB nevykazují.

H2_a: Chlapci, kteří vykazují větší množství SB mají vyšší zastoupení BFM% než chlapci, kteří takové množství SB nevykazují.

závisle proměnná: procentuální zastoupení tělesného tuku

nezávisle proměnná: doba strávená SB

H3_o: Chlapci, kteří plní doporučené množství MVPA a současně vykazují nízkou úroveň SB, mají shodné BFM% jako chlapci, kteří plní doporučení pro MVPA, avšak vykazují vyšší SB.

H3_a: Chlapci, kteří plní doporučené množství MVPA a současně vykazují nízkou úroveň SB, mají větší BFM% než chlapci, kteří plní doporučení k MVPA, ale neplní SB.

závisle proměnná: procentuální zastoupení tělesného tuku

nezávisle proměnná: doba strávená MVPA a SB

Komentář k hypotéze H1 a H2 a H3

Mnoho odborných studií tvrdí, že PA je jeden z klíčových faktorů, který významně ovlivňuje vznik nadváhy a obezity (Gába et al., 2009; Pelclová, et al., 2009; Schuit, 2006; Kyle, et al., 2004). Dle Bunce (2009), Gutina et al. (2005) a Patricka et al. (2004) mají jedinci, kteří neplní doporučení pro PA vyšší zastoupení BFM% a nižší kvalitu svalové hmoty oproti aktivním jedincům. Sedavý způsob života je příčinou vyššího rizika vzniku obezity a je asociován s vyšší akumulací tukové tkáně, zejména pak ve viscerální oblasti, který – jak je uvedeno v předchozí kapitole – velmi negativně ovlivňuje naše zdraví. Nedávné výzkumy potvrzují vazbu mezi sedavým chováním a nadváhou a obezitou dětí (Janssen & Katzmarzyk, 2004; Golan & Crow, 2004; Bunc, 2008). Množství sedavého chování se vedle plnění doporučení pro PA ukazuje jako klíčová determinanta ovlivňující lidské zdraví (Hamřík et al., 2012; Mitchell et al., 2013, Must et al., 2005) a může mít negativní dopad na lidské zdraví i přes to, že je jedinec pohybově aktivní. Z výše uvedených důvodů ověřujeme v H1–H3 existující vztahy a možné souvislosti mezi BFM a množstvím MVPA a SB.

4 METODIKA PRÁCE

4. 1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor pro tuto diplomovou práci tvoří celkem 113 chlapců z východní části České republiky ve věku od 7–12 let (věk $10,3 \pm 1,1$ let; tělesná hmotnost $38,8 \pm 10$ kg; tělesná výška $145,2 \pm 9,2$ cm; BMI $18,2 \pm 3,2$ kg/m²). Pro zajištění reprezentativního vzorku byly osloveny školy ve městech s různým počtem obyvatel. Výběr nezahrnoval sportovní školy, ani školy pro žáky se speciálními vzdělávacími potřebami. Do výzkumu se nakonec zapojilo šest základních škol (Tabulka 15). Hlavní kritéria pro zahrnutí do studie byl dobrý zdravotní stav a věk dítěte. Děti, jejichž rodiče hlásili zdravotní komplikace ovlivňující hodnocení PA a složení těla, byly ze studie vyloučeny. Základní informace o cílech a obsahu výzkumné studie byly rodičům předloženy pomocí informační brožury.

Výzkum byl schválen 18. prosince 2012 etickou komisí Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci pod referenčním číslem 53/2012. V tomto výzkumu byly dodržovány etické principy Helsinské deklarace z roku 1964 a její pozdější změny. Všichni rodiče nám poskytli písemný souhlas k účasti na této studii.

Tabulka 15. Četnost probandů na jednotlivých základních školách.

ZŠ	n	%
1. Máje, Hranice	24	21,2
Demlova, Olomouc	18	15,9
Dvorského, Sv. Kopeček, Olomouc	10	8,8
Trávník, Přerov	18	15,9
Milady Petřkové, Velký Týnec	14	12,4
Trávníky, Vsetín	29	25,7
Celkem	113	100

4.2 Analýza pohybové aktivity

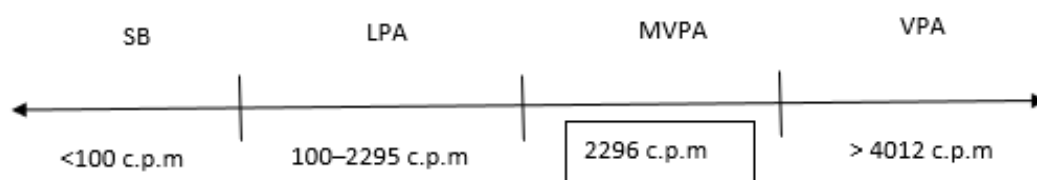
PA byla sledována po dobu sedmi po sobě jdoucích dnů pomocí akcelerometru ActiGraph GT3X (ActiGraph, LLC., FL, USA), který je považován za dostatečně validní pro měření pohybového chování u dětské populace (de Vries et al., 2006). Informace o správném

nošení a zacházení s akcelerometry byly všem probandům dostatečně vysvětleny. Akcelerometry byly dětem poskytnuty ihned po dokončení antropometrického měření. K odstranění sezónních výkyvů PA byla studie provedena ve dvou relativně shodných obdobích (jaro a podzim) v letech 2013 a 2014.

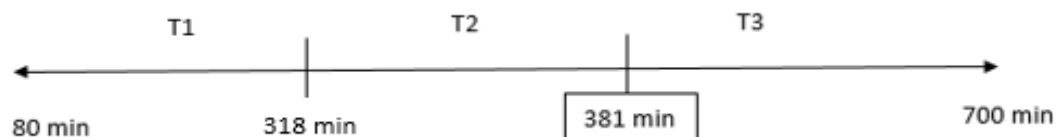
Před měřením byl každý akcelerometr kalibrován a nastaven podle doporučení výrobce. Zaznamenávací frekvence (tj. epocha) přístroje byla nastavena na 60 s, což je dle dostupné literatury nejčastěji používaná epocha a byla použita ve většině kalibračních studií (Cain et al., 2013).

Ze surových záznamů (tj. raw data) poskytnutých akcelerometrem byly vypočítány minuty, které jedinec strávil SB, LPA či MVPA dle hraničních hodnot countů pro děti. Pro výpočet MVPA byly pro tuto práci použity hraniční hodnoty dle Evenson, kde se hranice nachází na úrovni 2296 c.p.m (Obrázek 10) (Evenson et al., 2008).

Pro účely statistické analýzy byl výzkumný soubor rozdělen na dva subsoubory za použití mezinárodně doporučovaného množství MVPA, tj. 60 min MVPA za den. Pomocí tohoto kritéria byl soubor rozdělen na jedince, kteří plní a neplní dané doporučení. Jelikož v současnosti neexistuje žádné mezinárodní doporučení pro stanovení optimálního množství SB, použili jsme hranici 3. tercilu (381 min/den) jako hraniční hodnotu pro kategorizaci jedinců dle času stráveného SB (Obrázek 11).



Obrázek 10. Hraniční hodnoty c.p.m dle Evenson



Obrázek 11. Kategorizace dle času stráveného SB

V rámci našeho výzkumu jsme data rozdělili dle kritérií uvedených v Tabulce 16, dle kterých ověřujeme jednotlivé hypotézy.

Tabulka 16. kategorizace výzkumného souboru.

H₁	Plní doporučení MVPA 60 min/den	X	Neplní doporučení MVPA 60 min/den
H₂	Nevykazují SB = <381 min/den	X	Vykazují SB >381 min/den
H₃	Plní MVPA i SB	X	Neplní MVPA ani SB
	Plní MVPA, ale nevykazují SB	X	Neplní MVPA, ale vykazují SB

Pro správu a čištění dat z akcelerometrů byl využit Software MeterPlus (www.meterplussoftware.com), verze 4.3. Jako kritérium validního záznamu byla stanovena minimální denní doba záznamu na 10 hodin ve všední dny a 8 hodin během víkendu (s ohledem na různou dobu spánku). Data byla považována za platná, pokud byl získán validní záznam z nejméně 4 dnů včetně jednoho víkendu.

Sledované parametry pohybové aktivity

- Doba nošení přístroje (hod/den).
- Doba strávená sedavým chováním; <100 c.p.m. (hod/den).
- Doba strávená LPA; hodnoty mezi 100 a 2295 c.p.m. (min/den).
- Doba strávená MVPA; >2296 c.p.m. (min/den).
- Doba strávená VPA; >4012 c.p.m. (min/den).

4. 3 Vyšetření tělesného složení

Výška probanda byla měřena před měřením BFM pomocí standardního postupu s přesností 0,1 cm za použití Antropometru P-375 (Trystom, Olomouc, Česká republika). Tělesná hmotnost byla zajištěna pomocí analyzátoru tělesného složení InBody 720 (BiospaceCo., Ltd., Soul, Korea) s přesností 0,1 kg. Pro hodnocení prevalence nadváhy a obezity byly použity pohlavně a věkově standardizované BMI hraniční hodnoty dle IOTF (Cole et al., 2000).

BFM byla hodnocena multifrekvenční bioelektrickou impedanční analýzou za použití továrně nastavené predikční rovnice. Zařízení InBody 720 je považováno za vysoce přesné pro

měření BFM u dětí (Lim et al., 2009). Zařízení InBody 720 měří odpor v širokopásmových frekvencích (1, 5, 50, 250, 500 a 1 000 kHz) a reaktanci ve střední frekvenci (5, 50 a 250 kHz). Celkové hodnoty impedance těla byly vypočteny součtem hodnot segmentové impedance, které byly analyzovány pomocí osmi dotykových elektrod (dvě umístěny na přední části nohy a paty, další dvě na dlani a palci ruky).

Podle pokynů výrobce bylo měření provedeno ve stoji, na bosu a pouze ve spodním prádle. Děti byly předem poučeny o zásadách, které je třeba dodržet po dobu 48 hodin před měřením, aby nedocházelo ke zkreslení výsledků. Měření trvalo přibližně dvě minuty.

Sledované somatické parametry

- Tělesná výška (cm).
- Tělesná hmotnost (kg).
- Celková tělesná voda (TBW; l).
- Tukuprostá hmota – absolutní zastoupení (FFM; kg).
- Tělesný tuk – absolutní (BFM; kg) a relativní zastoupení (%BFM; %).
- Body mass index (BMI; kg/m²).

4. 4 Statistické zpracování dat

Pro splnění stanovených cílů a ověření hypotéz této diplomové práce byl výzkumný soubor rozdělen na dílčí subsoubory dle doby realizované PA a množství SB. Základní charakteristiky o sledovaných proměnných jsou uvedeny jako aritmetický průměr (M) a směrodatná odchylka (SD). Rozdíly mezi definovanými skupinami byly hodnoceny dle jednofaktorové analýzy rozptylu na 95 % hladině statistické významnosti (ANOVA). V případě vytvořených kategorií, které byly definovány na základě plnění doporučeného množství MVPA a rozdílné úrovně SB byl pro hodnocení rozdílů mezi jednotlivými skupinami použit Fisherův LSD post-hoc test na zvolené hladině významnosti $P = 0,05$.

5 VÝSLEDKY

5.1 Charakteristika souboru

Jak již bylo uvedeno v metodické části této práce, na výzkumu participovalo 113 chlapců ve věkovém rozpětí 7–12 let, u nichž bylo provedeno komplexní vyšetření tělesného složení pomocí přístroje InBody 720. Průměrný věk výzkumného souboru činil $10,3 \pm 1,1$ let, průměrná tělesná výška $145,2 \pm 9,2$ cm a průměrná tělesná hmotnost $38,8 \pm 10$ kg. Na základě průměrných hodnot BMI $18,2 \pm 3,2$ kg/m² byl výzkumný soubor lokalizován v pásmu normální tělesné hmotnosti. Průměrné hodnoty jednotlivých tělesných složek jsou prezentovány v Tabulce 17.

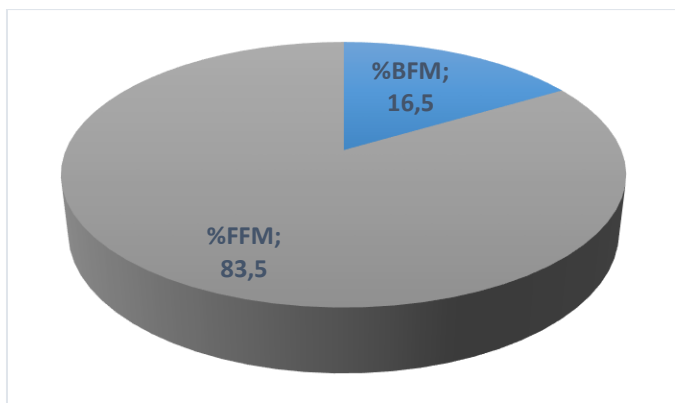
Tabulka 17. Průměrné hodnoty vybraných parametrů tělesného složení chlapců ($n = 113$).

	M	±	SD	Min.	Max.
Věk (roky)	10,3	±	1,1	8,0	12,8
Tělesná výška (cm)	145,2	±	9,2	127,0	175,0
Tělesná hmotnost (kg)	38,8	±	10,0	23,6	76,1
BMI (kg/m ²)	18,2	±	3,2	13,8	30,0
FFM (kg)	31,8	±	5,7	22,8	52,1
BFM (kg)	7,1	±	5,7	0,7	27,8
%BFM (%)	16,5	±	8,8	3,0	43,1
VFA (cm ²)	36,2	±	30,3	5,0	139,7
FMI	3,2	±	2,4	0,4	12,4
FFMI (kg/m ²)	14,9	±	1,1	12,4	19,2
LBM (kg)	30,0	±	5,4	21,6	49,1

poznámky: M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, Min. – minimum, Max. – maximum, BMI – Body mass index, FFM – tukuprostá hmota, BFM – množství tělesného tuku, %BFM – procentuální zastoupení tělesného tuku, VFA – viscerální tuk, FFMI – fat free mass index, LBM – množství kosterního svalstva.

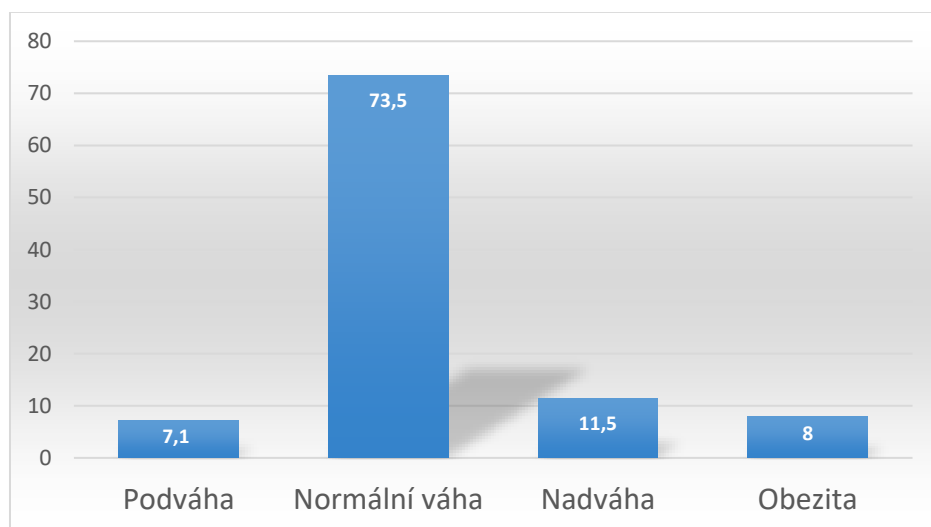
Průměrná tělesná hmotnost činila $38,8 \pm 10,0$ kg, z čehož $7,1 \pm 5,7$ kg tvořilo BFM (tj. $16,5 \pm 8,8$ % tělesné hmotnosti). Tyto hodnoty můžeme lokalizovat v pásmu středních hodnot vzhledem k doporučení pro mladší školní věk (Heyward & Wagner; 2004). Nejvyšší hodnota, která byla vzhledem k BFM u chlapců zaznamenána, činila 27,8 kg což odpovídá 43,1 % tělesné hmotnosti jedince. Naopak minimální hodnoty odpovídaly 0,7 kg a 3,0 % BFM.

Průměrná hodnota FFM u tohoto výzkumného souboru odpovídala $31,8 \pm 5,7$ kg. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny u jedince s 52,1 kg a nejnižší u jedince s hodnotou 22,8 kg FFM. Průměrné procentuální zastoupení základních tělesných komponent, tj. FFM a BFM, je zobrazeno na obrázku 12.



Obrázek 12. Procentuální zastoupení FFM a BFM u sledovaného souboru

Obrázek 13 informuje o výskytu nadváhy a obezity u výzkumného souboru, který jsme stanovili na základě mezinárodních hodnot BMI pro děti a mládež (Cole et al., 2000; Cole et al., 2007). Z těchto výsledků vyplývá, že u námi sledovaných chlapců mělo celkem 73,5 % optimální tělesnou hmotnost, u 11,5 % byla diagnostikována nadváha a obezitu v tomto případě můžeme pozorovat u 8 % probandů. Nejvyšší naměřená hodnota BMI byla $30,0 \text{ kg/m}^2$. Z výše uvedených hodnot vyplývá, že celkem 21 jedinců z našeho souboru disponovalo nadváhou či obezitou.



Obrázek 13. Procentuální výskyt nadváhy a obezity dle BMI u sledovaného souboru chlapců ($n = 113$).

Pomocí akcelerometru bylo analyzováno množství a úroveň PA, kterou chlapci vykonali. Celkově byly analyzovány data ze 113 přístrojů, které jsou prezentovány v Tabulce 18. Z výsledků vyplývá, že chlapci v průměru vykonali 6,7 hod/den PA z toho $0,9 \pm 0,3$ hod/den (tj. 52,4 min/den) připadalo na MVPA. Na základě této průměrné hodnoty pro MVPA můžeme říci, že průměrná hodnota MVPA byla u výzkumného souboru pod úrovní mezinárodního doporučení pro tuto věkovou kategorii. Dále bylo sledováno množství SB, které v průměru odpovídalo $5,9 \pm 1,2$ hod/den. Nejvíce času stráveného SB vykazoval proband s 8,9 hod/den, naopak nejmenší záznam o SB odpovídal 3,5 hod/den. Průměrná denní doba uskutečněné PA byla však větší než doba strávená sedavým chováním.

Tabulka 18. Vybrané ukazatele úrovně PA u sledovaného souboru.

	M ± SD	Min.	Max.
c.p.m	584,9 ± 154,4	271,6	1064,6
SB (min/den)	354,5 ± 71,5	211,2	537,4
LPA (min/den)	342 ± 56,8	199,2	490,4
MVPA (min/den)	52,4 ± 20,4	15,8	103
VPA (min/den)	13 ± 10	0,6	63,6

poznámky: c.p.m – count per minute, M – průměr, SD – směrodatná odchylka, Min. – minimum, Max. – maximum, PA – pohybová aktivita, SB – sedavé chování, LPA – lehká PA, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity, VPA – intenzivní PA.

PA byla rozdělena do tří kategorií dle její intenzity (LPA, MVPA a VPA). Z Tabulky 18 dále vyplývá, že největší podíl z celkově vykonané PA zaznamenáváme u LPA (85 %). MVPA byla zastoupena z 12 % a PA vysoké intenzity jen z 3 %.

Podle World Health Organization (2010) je u dětí doporučeno denně vykonávat minimálně 60 minut MVPA. Toto množství je nutné ke zdravému fyzickému i psychickému vývoji jedince. Dané doporučení splňovalo pouze 39 chlapců tj. 34,5 % z kompletního výzkumného souboru. Průměrně naši probandi vykonali pouze 52 minut MVPA denně.

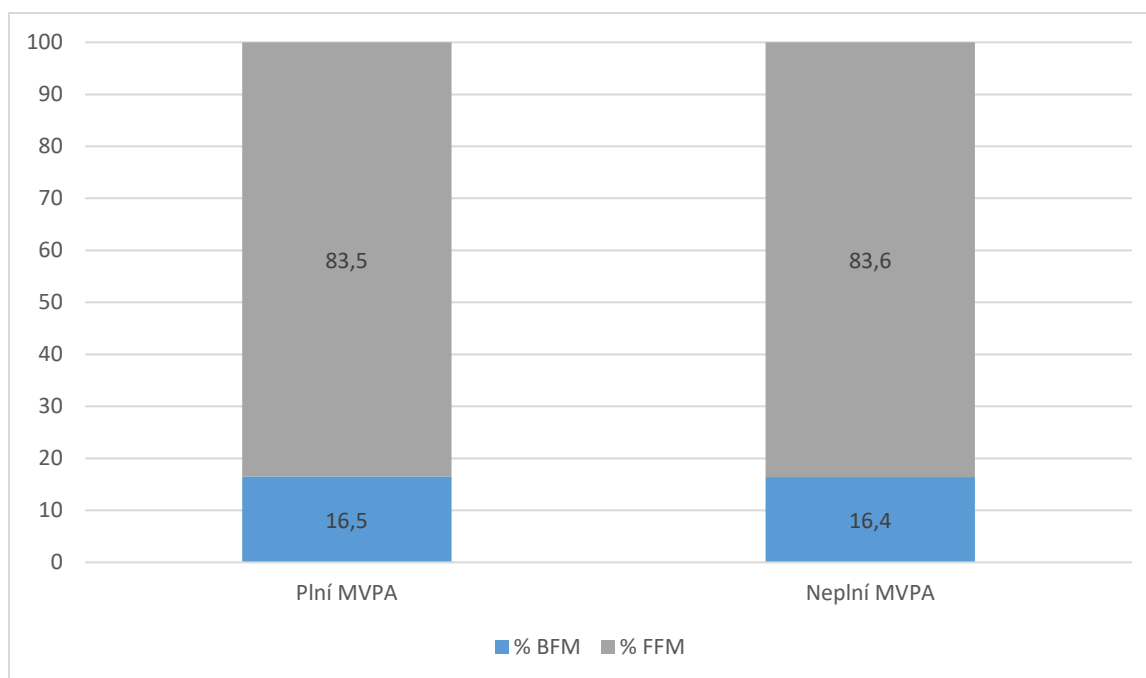
5.2 Hodnocení tělesného složení u jedinců s odlišnou úrovní pohybové aktivity

Z důvodů posouzení rozdílu vybraných ukazatelů tělesného složení byl výzkumný soubor rozdělen na dvě skupiny dle doby strávené MVPA. Průměrné hodnoty BMI v obou skupinách odpovídají normální tělesné hmotnosti. Překvapivě minimální rozdíly sledujeme v zastoupení BFM%, kde rozdíly mezi skupinami činily pouze 0,1 procentního bodu ($F = 0,001$; $p = 0,982$). Nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi sledovanými skupinami, proto přijmáme hypotézu H_{10} , která předpokládala, že chlapci, kteří plní doporučení k MVPA mají shodné zastoupení BFM% jako chlapci, kteří toto doporučení neplní. Srovnatelně nízké rozdíly jsme zaznamenali i u FFM komponenty (Obrázek 14). V porovnání s ostatními proměnnými byl největší rozdíl shledán v množství VFA ($1,1 \text{ cm}^2$), kdy skupina plnící doporučení k MVPA zaznamenává hodnoty této komponenty nižší. U ostatních hodnot vybraných parametrů tělesného složení byl v této souvislosti rozdíl jen nepatrného efektu (Tabulka 19).

Tabulka 19. Průměrné hodnoty vybraných parametrů tělesného složení v závislosti na MVPA

	Neplní MVPA	± SD	Plní MVPA	± SD	F	p
Věk (roky)	10,2	± 1,2	10,3	± 1,0	0,048	0,826
Tělesná výška (cm)	145,0	± 9,2	145,6	± 9,1	0,118	0,732
Tělesná hmotnost (kg)	38,6	± 10,6	39,2	± 8,8	0,081	0,776
BMI (kg/m^2)	18,1	± 3,4	18,3	± 2,7	0,076	0,783
FFM (kg)	31,6	± 6,1	32,1	± 4,9	0,248	0,619
BFM (kg)	7,1	± 6,0	7,1	± 5,2	0,001	1,000
%BFM (%)	16,4	± 8,9	16,5	± 8,7	0,001	0,982
VFA (cm^2)	36,6	± 32,0	35,5	± 27,2	0,031	0,860
FMI	3,2	± 2,5	3,2	± 2,3	0,002	0,969
FFMI (kg/m^2)	14,9	± 1,2	15,1	± 0,9	0,743	0,390
LBM (kg)	29,8	± 5,7	30,3	± 4,6	0,261	0,611

Poznámky: rozdíly mezi skupinami byly hodnoceny pomocí jednofaktorové analýzy rozptylu, * $p < 0,05$. M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, p – hladina statistické významnosti, BMI – Body mass index, FFM – tukuprostá hmotnost, BFM – tělesný tuk, %BFM – procentuální zastoupení tělesného tuku, VFA – viscerální tuk, FFMI – fat free mass index, LBM – množství kosterního svalstva.



Obrázek 14. Procentuální podíl BFM a FFM na tělesné hmotnosti v závislosti na MVPA

5.3 Hodnocení tělesného složení u jedinců s odlišnou úrovní sedavého chování

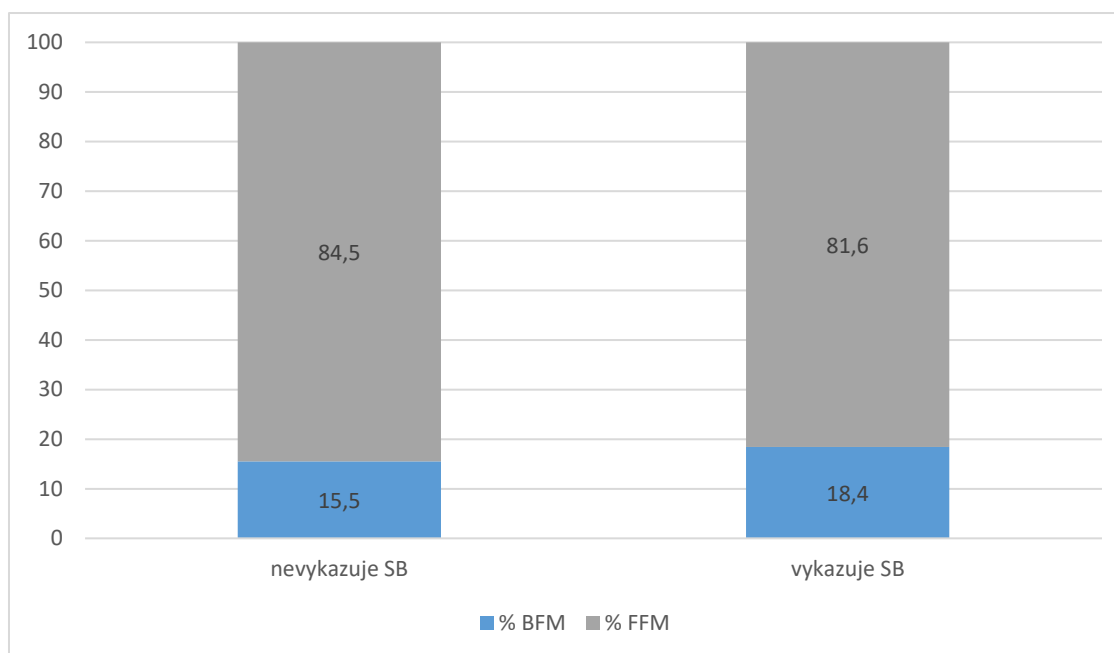
Dalším cílem této práce bylo analyzovat rozdíly v množství ve sledovaných tělesných parametrech vzhledem k množství SB. Sledovaný soubor chlapců ($n = 113$) byl i pro tuto část analýzy rozčleněn na dílčí subsoubory, a to dle vytvořené hranice 3. tercilu (381 min/den). Tento tercil sloužil jako hraniční hodnota pro kategorizaci jedinců dle času stráveného SB. Z tabulky 20 jsou evidentní (nepatrné) rozdíly v řadě sledovaných parametrů. Z hlediska průměrných hodnot BMI se v obou případech nacházíme v pásmu normální hmotnosti, ačkoliv u skupiny vykazující větší množství SB je hodnota BMI o jeden kg/m^2 vyšší. U skupiny vykazující SB bylo zaznamenáno i větší množství FFM. Mezi skupinami sledujeme poměrně významný rozdíl (0,8) z hlediska fat mass indexu (FMI) k prospěchu skupiny s nízkou úrovní SB. Hodnoty BFM% se mezi skupinami lišily o necelé tři procentní body a jen nepatrně byla překročena zvolená hladina statistické významnosti ($p = 0,099$).

Tabulka 20. Průměrné hodnoty vybraných parametrů tělesného složení v závislosti na SB

	Vykazují SB (n = 38)	± SD	Nevykazují SB (n = 75)	± SD	F	p
Věk (roky)	10,4	± 1,2	10,2	± 1,0	1,626	0,205
Tělesná výška (cm)	145,1	± 8,5	145,3	± 9,6	0,010	0,921
Tělesná hmotnost (kg)	40,2	± 11,1	38,1	± 9,3	1,106	0,295
BMI (kg/m ²)	18,9	± 3,7	17,8	± 2,9	2,608	0,109
FFM (kg)	32,0	± 5,8	31,6	± 5,7	0,123	0,727
BFM (kg)	8,2	± 6,5	6,5	± 5,2	2,258	0,136
%BFM (%)	18,4	± 9,0	15,5	± 8,6	2,765	0,099
VFA (cm ²)	42,5	± 33,2	33,0	± 28,5	2,532	0,114
FMI	3,8	± 2,8	3,0	± 2,2	2,603	0,110
FFMI (kg/m ²)	15,1	± 1,3	14,8	± 1,0	1,116	0,293
LBM (kg)	30,2	± 5,4	29,9	± 5,4	0,103	0,749

Poznámky: rozdíly mezi skupinami byly hodnoceny pomocí jednofaktorové analýzy rozptylu, * $p < 0,05$. M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, p – hladina statistické významnosti, BMI – Body mass index, FFM – tukuprostá hmotnost, BFM – tělesný tuk, %BFM – procentuální zastoupení tělesného tuku, VFA – viscerální tuk, FMI – fat mass index, FFMI – fat free mass index, LBM – množství kosterního svalstva.

Obrázek 15. poukazuje na větší podíl BFM% u skupiny, která vykazuje větší množství SB. Kdežto skupina, která SB netráví tolik času má hodnoty BFMF menší o 2,9 %. Na základě výše uvedeného se opět nejedná o významný rozdíl ($p = 0,099$), proto byla přijata nulová hypotéza H_{20} ; chlapci, kteří vykazují větší množství SB mají shodné zastoupení BFM% jako chlapci, kteří takové množství SB nevykazují.



Obrázek 15. Množství FFM a BFM vzhledem k SB

5.4 Hodnocení tělesného složení u jedinců s odlišnou úrovní pohybové aktivity a sedavého chování

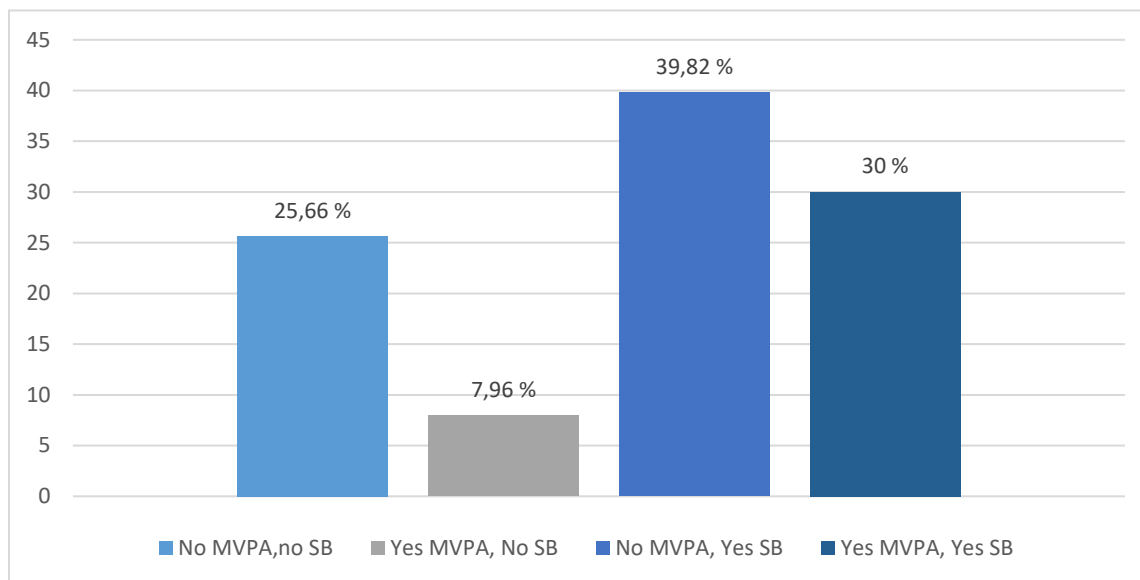
V této kapitole se snažíme odpovědět na otázku, zda je rozdíl v tělesném složení mezi chlapci, kteří plní doporučení k MVPA, ale liší se dobou strávenou SB. Pro tyto účely byl soubor rozdělen do jednotlivých subsouborů, které byly definovány na základě plnění MVPA a SB (Tabulka 21). Nejmenší skupinu nám tvoří chlapci, kteří splňují MVPA a zároveň vykazují SB ($n=9$). Naopak největší zastoupení představuje skupina, která nevykazovala SB a zároveň neplnila doporučení k MVPA ($n=45$). Na Obrázku 16. pak můžeme vidět procentuální výskyt chlapců v jednotlivých skupinách.

Tabulka 21. Plnění MVPA a SB u sledovaného souboru

	NEPLNÍ MVPA	PLNÍ MVPA
VYKAZUJÍ SB (n)	29	9
NEVYKAZUJÍ SB (n)	45	30

Poznámky: vykazují SB = <381 min/den, neplní MVPA = <60 min/den, nevykazují SB = >381 min/den, plní MVPA = >60 min/den.

Z obrázku 16 je patrné, že vyšší procentuální zastoupení chlapců z hlediska vytvořených skupin nalzáme tam, kde chlapci nevykazují stanovené množství SB, avšak plněním doporučeného množství pro MVPA se liší.



Obrázek 16. Procentuelní zastoupení chlapců z hlediska vytvořených skupin pro plnění MVPA a SB

Hodnocení změn vybraných antropometrických ukazatelů ve vztahu k plnění doporučení MVPA a objemu SB doplňujeme o analýzu rozdílů mezi čtyřmi skupinami (tabulka 22).

Zaměříme-li se pouze na skupiny, které plnily doporučení pro MVPA, ale množství SB se u nich lišilo, zjistíme, že skupina „plnící MVPA, vykazující SB“ vynikala ve vztahu k zastoupení BFM% větším potencionálním zdravotním rizikem než skupina, která plnila doporučení pro MVPA, ale množství SB bylo menší.

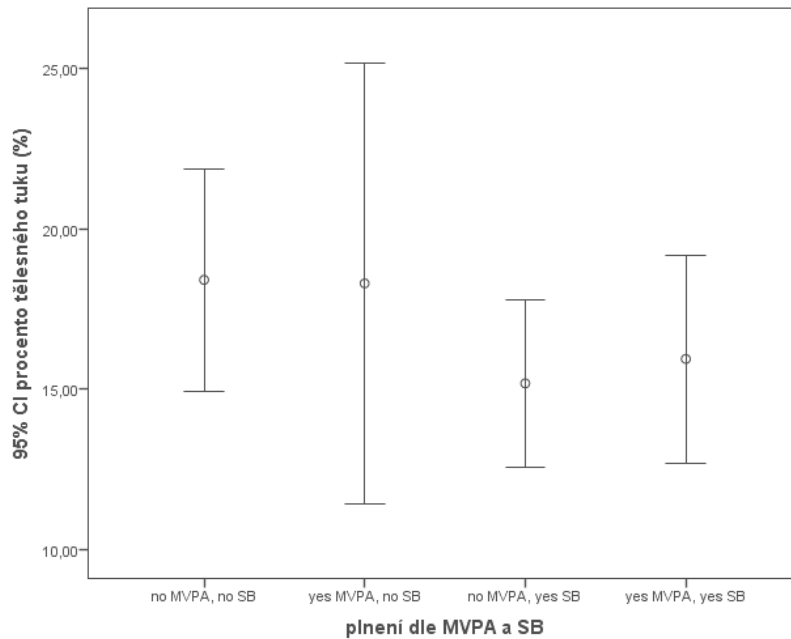
Napříč všemi skupinami můžeme tvrdit, že u hodnot BMI a BFM% sehrával faktor času stráveného SB důležitou roli, jelikož chlapci, kteří nevykazovali SB, představují hodnoty nižší. Hodnoty skupin nevykazující SB zaznamenali množství BFM na úrovni 15,18 % a 15,94 %, což je zhruba o tři procentní body méně, než u zbylých dvou skupin vykazující SB.

Nejvyšší zastoupení BFM i BFM% bylo u chlapců neplnící doporučení k MVPA, avšak vykazující množství SB (obrázek 17), kdežto množství těchto komponent včetně hmotnosti a VFA je nejnižší u skupiny „neplnící MVPA a nevykazující SB“. Komponenta FFM byla v průměrném hodnocení nejvíce zastoupená ve skupině chlapců, kteří plnili MVPA a nevykazují SB (32,59 % ± 5,26), naopak nejnižší ve skupině plnící MVPA, vykazující SB.

Tabulka 22. Analýza rozdílů v tělesném složení v závislosti na plnění doporučení MVPA a odlišnou dobou SB (*n* = 113)

	Neplní MVPA, vykazují SB <i>n</i> = 29		Plní MVPA, vykazují SB <i>n</i> = 9		Neplní MVPA, nevykazují SB <i>n</i> = 45		Plní MVPA, nevykazují SB <i>n</i> = 30		F	p	Plní MVPA, nevykazují SB X Plní MVPA, vykazují SB	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD			P	Rozdíl
Věk (roky)	10,56	1,26	10,08	0,99	10,04	1,06	10,36	0,97	1,50	0,219	0,500	0,28
Tělesná výška (cm)	146,08	8,54	142,03	7,87	144,35	9,68	146,73	9,34	0,85	0,468	0,181	4,7
Tělesná hmotnost (kg)	40,87	12,00	38,08	7,81	37,18	9,42	39,52	9,19	0,88	0,456	0,704	1,44
BMI (kg/m²)	18,86	3,96	18,78	2,91	17,62	2,94	18,13	2,73	1,02	0,389	0,596	0,65
FFM (kg)	32,47	6,29	30,59	3,40	30,98	5,98	32,59	5,26	0,76	0,518	0,360	2,00
BFM (kg)	8,40	6,79	7,49	5,69	6,20	5,25	6,93	5,08	0,90	0,444	0,797	0,56
BFM (%)	18,41	9,13	18,30	8,93	15,18	8,67	15,94	8,68	0,95	0,419	0,484	2,36
VFA (cm²)	44,73	34,23	35,43	30,50	31,29	29,74	35,51	26,71	1,17	0,325	0,995	0,08
FMI	3,79	2,84	3,65	2,62	2,90	2,31	3,10	2,16	0,90	0,442	0,555	0,55
FFMI (kg/m²)	15,07	1,46	15,13	0,58	14,72	1,08	15,03	0,96	0,82	0,488	0,824	0,1
LBM (kg)	30,63	5,91	28,88	3,17	29,27	5,63	30,79	4,92	0,76	0,520	0,353	1,91

Poznámky: rozdíly mezi skupinami byly hodnoceny pomocí jednofaktorové analýzy rozptylu, **p* < 0,05, pro vícenásobné porovnání byl použit Fisherův LSD post-hoc test, M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, *p* – hladina statistické významnosti, BMI – Body mass index, FFM – tukuprostá hmota, BFM – tělesný tuk, %BFM – procentuální zastoupení tělesného tuku, VFA – viscerální tuk, FFMI – fat free mass index, LBM – množství kosterního svalstva.



Obrázek 17. Zastoupení %BFM dle realizované MVPA a SB

Z předchozího textu vyplývá, že se ani v tomto případě nejedná o statisticky významný rozdíl ($F = 0,95$, $p = 0,419$), proto byla přijata hypotéza H_3 , tzn. že chlapci, kteří plnili doporučené množství MVPA a současně vykazovali nízkou úroveň SB, měli shodné BFM% jako chlapci, kteří plnili doporučení pro MVPA, avšak vykazovali vyšší množství SB.

6 DISKUZE

Jedním z nejzávažnějších problémů dnešní populace představuje nadváha a obezita. Tento problém již není pouze na úrovni rozvinutých zemí, ale řadí se zde i země rozvojové. Za primární prostředek nápravy této skutečnosti se považuje zvýšení objemu pravidelně realizované PA, zejména pak u dětí a mládeže (Bunc, 2010). I přes všechny známe benefity, které PA zahrnuje, dochází k neustálému nárůstu pohybově neaktivních jedinců (Langlois et al., 2012). Trávení více než dvou hodin denně SB u dětí a mládeže ve věku 5-17 let, je asociováno se sníženou kondicí, nepříznivou stavbou těla, sníženým výkonem ve škole a sníženým sebevědomím. Z tohoto důvodu jsme se v rámci této diplomové práce zabývali rozdíly mezi vybranými parametry tělesného složení u chlapců vzhledem vykonané PA a množstvím SB.

Doporučení stanovují, že děti a dospívající obou pohlaví by měli strávit nejméně 60 min/den MVPA (WHO 2010), protože PA podporuje zdraví, studijní výsledky, sebevědomí a působí jako prevence proti chronickým onemocněním. Pohybově aktivních chlapců (tedy chlapců, kteří toto doporučení splnili), bylo 39 (34,5 %). Pohybově neaktivních, tedy nadpoloviční většina chlapců (74 tj. 65,5 %). Tito chlapci vykazovali 31,6 kg FFM, což znamená 0,5 kg rozdíl, než byl u chlapců pohybově aktivních. Celkem 21 chlapců z našeho výzkumného souboru (n=113) trpělo nadváhou (11,5 %) či obezitou (8 %).

Domnívám se, že tento nepatrný rozdíl může být dán menším počtem chlapců, kteří doporučení pro MVPA splnili. Ze stejného důvodu jsou i průměrné hodnoty pro MVPA/den vzhledem k doporučení u výzkumného souboru nízké – 52 minut/den. Vašíčková a Frömel (2009) dospěli na základě dotazníkového šetření k závěru, že doporučení k MVPA neplní 88,9 % českých adolescentů. Co se PA týče, tak v rámci našeho výzkumu převažovala PA nízké intenzity (85 %). Dle Sigmundové, Sigmunda a Šnoblové (2010), pro plnění doporučeného množství PA zřejmě nestačí ani předmět tělesné výchovy, proto je nutné provozovat PA i mimo školu, a především se zaměřit na aktivní transport do škol i z nich.

Collings a kol. (2015) zjistil, že u dospívajících, kteří vykazovali vyšší aktivitu, se objevil větší podíl tělesného tuku. Další studie uvádějí, že ačkoli má PA určitý vliv na BMI, výsledky mají tendenci vykazovat slabé vztahy mezi PA, nadváhou a obezitou (Elgar, Robert, Moore, Tudor-Smith, 2005; Thompson et al., 2005). Dle našeho zjištění se u chlapců, kteří vykonávali

větší množství PA nachází srovnatelné množství (v rozdílu setin) BFM% i relativně stejné hodnoty BMI. Z hlediska percentilových grafů pro hodnoty BMI se hodnoty nacházely mezi 25.–75. percentilem, proto lze v této souvislosti říci, že se náš výzkumný soubor pohyboval v pásmu normy (SZÚ 1991).

Za účelem posouzení vlivu nejen PA ale také SB na vybrané markery tělesného složení byl výzkumný soubor rozdělen na čtyři skupiny dle doby realizované MVPA a množství SB (Neplní MVPA, vykazují SB; plní MVPA, vykazují SB; neplní MVPA, nevykazují SB; plní MVPA, nevykazují SB). Největší zastoupení ($n=45$) bylo shledáno ve skupině, která dle vytvořeného CoP nevykazovala SB a neplnila doporučení k MVPA. Dle našeho výzkumného souboru bylo zjištěno, že chlapci, kteří nevykazovali stanovené množství SB (66,4 %) představovali menší potenciaální zdravotní rizika, než chlapci plnící SB. U chlapců, kteří SB nevykazovali bylo zaznamenáno o 2,9 % BFM méně. Množství PA a SB u dětí může být rozdílné v závislosti na prostředí, ve kterém dítě vyrůstá a na finančních podmínkách rodiny dítěte. Životní styl rodičů se totiž často odráží právě na jejich dětech. Studie uvádí, že existuje jistý vliv finančních prostředků na množství SB. Tandon et al. (2012) tvrdí, že děti z rodin s nižším finančním příjmem dopřávaly svým dětem více elektronických zařízení (televize, DVD přehrávače, počítač atd.) ve svých pokojích a méně vybavení pro vykonávání PA. Drenowatz et al. (2010) tedy potvrzují, že v rodinách s nižšími finančními prostředky se vyskytuje nižší procento dětí vykonávající PA a vyšší procento dětí, které stráví volný čas SB.

6.1 Přínos a limity

Silnou stránkou naší práce je fakt, že pro výzkum byla využita data z náhodně vybrané cílové skupiny českých školáků, a to ve věku, který je pro získávání zdravotně prospěšných návyků a aktivní životní styl velmi zásadní. Další přínos je, že do výzkumného souboru byli zahrnuti pouze chlapci, kteří ActiGraph nosili nejméně 4 dny včetně jednoho víkendu, většina však přístroj nosila 6 dnů, což odpovídá doporučenému množství. Za limit práce může být považován ActiGraph, jelikož musí být často sejmuto z oděvu a představuje pro děti v tomto období jistou míru nezodpovědnosti. Z tohoto důvodu bychom použili v dalších výzkumech hodinky, které by zajistili validní záznam PA. Také vytvořená hranice 3. tercilu (381 min/ den)

pro stanovení množství SB se může jevit jako limit. Za další nedostatek můžeme považovat skutečnost, že i když byli chlapci seznámeni s pravidly, jejichž dodržení je nezbytné pro získání validních hodnot při stanovování tělesného složení, nemůžeme zcela zaručit, zda byla dodržena v celém rozsahu.

7 ZÁVĚR

Hlavním cílem této diplomové práce bylo analyzovat tělesné složení u chlapců ve věku 7–12 let a posoudit rozdíly v zastoupení vybraných tělesných složek v závislosti na čase straveném PA a SB. Dále byly zjišťovány změny vybraných markerů tělesného složení ve vztahu plnění doporučení MVPA, avšak odlišné doby realizovaného SB mezi čtyřmi vytvořenými skupinami.

Z práce vyplynuly tyto závěry:

- Hodnocení intenzity a objemu PA ukázalo, že náš výzkumný soubor chlapců byl málo aktivní. Doporučení k MVPA plnilo pouze 34,5 % a průměrně chlapci vykonávali 52 min/den PA této intenzity.
- Největší podíl z celkově vykonané PA zaznamenáváme u LPA (85 %). MVPA byla zastoupena z 12 % a PA vysoké intenzity jen z 3 %.
- Výskyt nadváhy a obezity byl u sledovaného souboru na poměrně nízké úrovni. Dle hodnocení BMI mělo normální tělesnou hmotnost 73,5 % chlapců. Nadváhou disponovalo 11,5 % a obezitou 8 % sledovaných probandů.
- Rozdíly v průměrném zastoupení BFM a FFM byli u chlapců s odlišnou úrovní MVPA minimální. Na základě statistické analýzy našich výsledků nebyl mezi chlapci s rozdílným množstvím realizované MVPA zjištěn signifikantní rozdíl v BFM ani FFM, a tudíž byla přijata H_{10} .
- Chlapců, kteří nevykazovali stanovené množství SB bylo 66,4 %.
- Rozdíl v průměrném zastoupení FFM byl u chlapců vzhledem k množství SB minimální, avšak rozdíl u BFM% byl zaznamenán o 2,9 % menší u chlapců, kteří SB nevykazovali. Opět se však nejednalo o statisticky významný rozdíl, a proto byla přijata H_{20} .
- Chlapců, kteří splnili doporučené množství MVPA a zároveň nevykazovali SB bylo 26,5 % a množství FFM bylo ve srovnání s ostatními skupinami nejvyšší ($32,59 \pm 5,26$).
- U Skupin chlapců, kteří nevykazovali SB, avšak se lišili z hlediska plnění doporučení pro MVPA byly nalezeny nižší hodnoty BMI i BFM%.

8 SOUHRN

Pohybová inaktivita a obezita představuje značný problém dnešní doby. Ačkoliv jsou její dopady na lidské zdraví všeobecně známé, stále dochází k jejímu alarmujícímu nárůstu. Mnoho rodičů povědomí o příčinách i důsledcích dětské obezity, přesto se neřídí jakoukoliv doporučenou intervencí. Shromažďováním dat o aktuálním stavu českých školáků by měla být věnována zvýšená pozornost. Z tohoto důvodu se náš výzkum zaměřil na problematiku, ve které analyzujeme rozdíly v tělesném složení u chlapců mladšího školního věku v závislosti na množství vykonané PA a čase stráveného SB.

Dílčími cíli bylo porovnat rozdíly v zastoupení FFM a BFM u chlapců s odlišnou úrovní MVPA a rozdílnou úrovní SB. Zjistit % chlapců, kteří plnili mezinárodní doporučení pro MVPA. Analyzovat množství probandů, kteří trpí nadváhou a obezitou a v poslední řadě zjistit změny vybraných markerů tělesného složení mezi čtyřmi subsoubory, kde se lišilo množství MVPA a SB.

Výzkumný soubor tvořilo 113 chlapců ve věku $10,3 \pm 1,1$ let, u kterých byla provedena bioelektrická impedanční analýza tělesného složení (pomocí InBody 720) a struktura PA (pomocí ActiGraph GT3X). Rozdíl mezi vybranými proměnnými byl posouzen pomocí Fisherova LSD post-hoc testu na zvolené hladině významnosti $P = 0,05$.

Na základě BMI hodnot byla hmotnost u 73,5 % chlapců v normě, u 11,5 % byla zjištěna nadváha a obezitu jsme diagnostikovali u 8 %.

Monitorování PA bylo analyzováno celkem ze 113 přístrojů, kdy výsledky odpovídaly $52,4 \pm 20,4$ minut MVPA, doporučení splnilo 34,5 % chlapců. Podíl BFM i FFM nevykazoval na základě plnění doporučení pro MVPA významný rozdíl, proto byla přijata H_{10} .

Ačkoliv byl soubor z hlediska plnění MVPA (12%), označen za málo aktivní, nevykazoval vysokou míru SB. Celkem 33,6 % chlapců strávilo >381 min za den SB. Sledované hodnoty tělesného složení vypověděly, že chlapci, kteří nevykazovali stanovené množství SB měli o 2,9 % méně BFM, než chlapci, kteří strávili SB více času. Silná korelace se však nepotvrdila, proto byla přijata H_{20} .

Mezi vytvořenými subsoubory sledující rozdíly tělesných markerů na základě plnění doporučení pro MVPA, avšak odlišného množství SB taktéž neobjevil statistickou významnost čili nám potvrdil H_{30} .

Naše poznatky poukazují na negativní vliv zejména v množství času stráveného SB. SB se z hlediska našeho výzkumu jeví jako klíčový faktor ovlivňující tělesné složení u chlapců v tomto senzitivním období, zatímco množství MVPA bylo spojeno s podstatně nižším rizikem. Tato práce zdůrazňuje význam snížení doby strávené SB pro prevenci nadváhy a obezity.

9 SUMMARY

The physical inactivity and obesity shows extensive problem of this time. Although its impact on human health is well known, we can see its alarming growth. Many parents have some knowledge about causes and results of children obesity, but they don't respond any recommended intervention. There should be more attention given to collecting of information and data about current state of Czech schoolers. From this reason we concentrate on problematics where we analyze the differences of body composition within the boys of younger school age with relation to realized PA and time spent of SB.

Part goals of our research were to compare the difference amount of FFM and BFM within boys with different level of MVPA and SB. Then to find out the percentage of boys, who fulfilled the international recommendations for MVPA. To analyze the number of probands, who suffer with obesity and overweight. And at the end to find out the changes of chosen markers of body composition within four parts with difference of amount of MVPA and SB.

The research group was consisted of 113 boys aged $10,3 \pm 1,1$. In this group was made bioelectric impedance analysis of body composition (with InBody 720) and structure of PA (with ActiGraph GT3X). The difference between chosen variables was assessed according Fisher's LSD post-hoc test on chosen importance rate $P = 0,05$.

According the rate of BMI was 73,5 % of boys in normal evaluation, 11,5 % of overweight and 8 % of obese.

Monitoring of PA was analysed from 113 devices. The results were $52,4 \pm 20,4$ minutes of MVPA, the recommendation was fulfilled by 34,5 % of boys. The amount of both BFM and FFM did not show any significant difference with regard to recommendation of MVPA, so it was accepted H_{10} .

From the fulfilled of MVPA point of view this group was evaluated as a low active. But this group did not show high level of SB. In total 33,6 % of boys spent >381 minutes of SB per day. The monitoring values of physical components shows that boys who did not follow stated amount of SB had about 2,9 % less BFM than boys who spent more time with SB. Any strong correlation was not approved, it was accepted H_{20} .

Within created subgroups was not any statistical importance. It monitored the differences of physical markers according the amount of fulfilled recommended for MVPA, although different amount of SB. From this reason it was approved H_{30} .

Our gain knowledge show the negative influence of time spent with SB. SB appears in our research as a key factor of body composition within boys in this sensitive age. The amount of MVPA was connected with significantly lower risk. This work highlights the importance of decreasing of time spent with SB for prevention of obesity and overweight.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Allen, E. K., & Marotz, L. R. (2008). *Přehled vývoje dítěte od prenatálního období do 8 let*. Praha: Portál.
- Altman, DG. (1990). *Practical Statistics for Medical Research*. Centre for Statistics in Medicine, University of Oxford.
- Amisola, R. V. B., & Jacobson, M. S. (2003). Physical activity, exercise and sedentary activity: Relationship to the causes and treatment of obesity. *Adolescent Medicine*, Vol. 14, 23-37.
- Baumgartner, RN., Heymsfield, SB., Lichtman, S., Wang, J., & Pierson, RN. Jr., (1991). Body composition in elderly people: effect of criterion estimates on predictive equations. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 53(6):1345-53.
- Behnke, A. R., & Wilmore, J. H. (1974). Evaluation and regulation of body build and composition. *Prentice Hall*. 45-84.
- Bláha, P., Vignerová J., Kobzová J., Krejčovský L., Riedlová J. (2003). VI. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001. *Čes.-slov. Pediat.*, 58(12): 766-770.
- Boneva-Asiova, Z., & Boyanov, M. A. (2008). Body composition analysis by leg-to-leg bioelectrical impedance and dual-energy X-ray absorptiometry in non-obese and obese individuals. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 10, 1012–1018.
- Brožek, J., Grande, F., Anderson, J. T., & Keys, A. (1963). Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 110(1), 113-140.
- Bunc, V. (1998). Inovace predikčních rovnic pro stanovení složení těla bioimpedanční metodou a metodou měření tloušťky kožních řas [Dílčí zpráva GAUK]. Praha: Univerzita Karlova.
- Bunc, V. (2007). Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou. *Časopis lékařů českých*, 146(5), 492-496.
- Bunc, V. (2008). Nadváha a obezita dětí – životní styl jako příčina a důsledek. *Česká kinantropologie*, 12(3), 61-69.
- Bunc, V. (2009). Tělesné složení u adolescentů jako indikátor aktivního životního stylu. *Česká kinantropologie*, 13(3), 11-17.
- Bunc, V. (2010). Aktivní životní styl jako prostředek ovlivnění nadváhy a obezity dětí – chlapců. *Česká kinantropologie*, 14(3), 11-19.

- Bursová, M. (2005). *Kompenzační cvičení*. Praha: Grada Publishing.
- Bursová, M., & Langmajerová, J. (2006). *Zdravý pohyb=zdravý růst*. Plzeň: KCVJŠ.
- Cain, K. L., Sallis, J. F., Conway, T. L., Van Dyck, D., & Calhoun, L. (2013). Using Accelerometers in Youth Physical Activity Studies: A Review of Methods. *Journal of physical activity & health*, 10(3), 437-450.
- Clark, N. (2009). *Sportovní výživa*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing.
- 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.
- Collings, P.J., Wijndaele, K., Corder, K., Westgate, K., Ridgway, CL., ... Sharp, SJ. (2015). Magnitude and determinants of change in objectively-measured physical activity, sedentary time and sleep duration from ages 15 to 17.5y in UK adolescents: the ROOTS study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14;12:61.
- Crawford, SM., (1996). Anthropometry; in Docherty D (ed): *Measurement in Pediatric Exercise Science*. Champaign, Human Kinetics, 21.
- Čihák, R. (2001). *Anatomie 1*. Praha: Grada Publishing.
- de Vries, S. I., Bakker, I., Hopman-Rock, M., Hirasing, R. A., & van Mechelen, W. (2006). Clinimetric review of motion sensors in children and adolescents. *Journal of Clinical Epidemiology*, 59(7), 670-680.
- Devís-Devís, J., Lizandra, J., ... & Valencia-Peris, A. (2017). Longitudinal changes in physical activity, sedentary behavior and body mass index in adolescence: Migrations towards different weight cluster. *PLoS One*, 12(6).
- Dittmar, M. (2003). Reliability and variability of bioimpedance measures in normal adults: Effects of age, gender, and body mass. *American Journal of Physical Anthropology*, 122, 361-370.
- Duren, D. L., Sherwood, RJ., Czerwinski, SA., Lee, M., Choh, AC., Siervogel, RM., & Cameron Chumlea W. (2008). Body Composition Methods: Comparisons and Interpretation. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 2(6), 1139-1146.
- Drenowatz, C., Eisenmann, J. C., Pfeiffer, K. A., Welk, G., Heelan, K., Gentile, D., & Walsh, D. (2010). Influence of socio-economic status on habitual physical activity and sedentary behavior in 8-to 11-year old children. *BMC Public Health*, 10(1), 214.

- Dylevský, I. (2000). Somatologie: Učebnice pro zdravotnické školy a bakalářské studium. 2. přeprac. a dopl. vyd. Olomouc: Epava.
- Ellen, K. Allen., & Lynn, R. Marotz. (2008). Přehled vývoje dítěte od prenatálního období do 8 let. Praha: Portál.
- Ekelund, U., Sardinha, LB., Anderssen, SA., Harro, M., Franks, PW., Brage, S., ... Froberg K. (2004). Associations between objectively assessed physical activity and indicators of body fatness in 9- to 10-y-old European children: a populationbased study from 4 distinct regions in Europe (the European Youth Heart Study). *The American Journal of Clinical Nutrition*, (3):584-90.
- Ebbeling, C. B., Pawlak, D. B., & Ludwig, D. S. (2002). Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *The Lancet*, 360(9331), 473-482.
- Elgar, FJ., Robert, C., Moore, L., Tudor-Smith, C. (2005). Sedentary behaviour, physical activity and weight problems in adolescents in Wales. *Public Health*, 119(6):518-24.
- Ellis, K. J. (2000). Human Body Composition: In Vivo Methods. *Physiological Reviews*, 80(2), 649-680.
- Evenson, K. R., Catellier, D. J., Gill, K., Ondrak, K. S., & McMurray, R. G. (2008). Calibration of two objective measures of physical activity for children. *Journal of Sports Sciences*, 26(14), 1557-1565.
- Fernández, J. R., Redden, D. T., Pietrobelli, A., & Allison, D. B. (2004). Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *The Journal of pediatrics*, 145(4), 439-444.
- Fisher, A., Hill, C., Webber, L., Purlow, L., Wardle, J. (2011). MVPA is associated with lower weight gain in 8–10 year old children: a prospective study with 1 year follow-up. *PLoS One*, 28;6(4).
- Fosbøl, M. Ø., & Zerahn, B. (2015). Contemporary methods of body composition measurement. *Clinical physiology and functional imaging*, 35(2), 81-97.
- Fredriks, A. M., van Buuren, S., Fekkes, M., Verloove-Vanhorick, S. P., & Wit, J. M. (2005). Are age references for waist circumference, hip circumference and waist-hip ratio in Dutch children useful in clinical practice. *European journal of pediatrics*, 164(4), 216-222.
- Freedson, P. S., & Miller, K. (2000). Objective monitoring of physical activity using motion sensors and heart rate. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71(2 Suppl.), S21–S29.

- Gába, A., Pelclová, J., Přidalová, M., Riegerová, J., Dostálová, I., & Engelová, L. (2009). The evaluation of body composition in relation to physical activity in 56-73 y. old women: A Pilot study. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 39(3), 21-30.
- Gába, A. (2011). Hodnocení tělesného složení ve vztahu k pohybové aktivitě u žen ve věku 55–84 let. Dizertační práce. Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Ganong, W. F. (1995). *Přehled lékařské fyziologie*. Praha: H+H.
- Ganong, F. W. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Praha: Galén.
- Girandola, R. N., Wiswell, R. A., Mohler, J. G., Romero, G. T., & Barnes, W. S. (1977). Effects of water immersion on lung volumes: implications for body composition analysis. *Journal of Applied Physiology*, 43(2), 276-279.
- Going, S., Hingle, M., and Farr, J. (2014). Body composition. In *Modern Nutrition in Health and Nutrition*. Edited by A.C. Ross, B. Caballer, R.J. Cousins, K.L. Tucker, and T.R. Ziegler. Lippincott Williams & Wilkins Press, Philadelphia, 635–648.
- Golan, M., Crow S. (2004). Targeting parents exclusively in the treatment of childhood obesity: long-term results. *Obesity Research*, 12:357–36.
- GMON (n. d). Body Fat. Retrieved 1. 12. 2016 from the World Wide Web: www.gmon.eu.
- 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.
- Hainer, V. (2004). *Základy klinické obezitologie*. Praha: Grada.
- 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, 247-257.
- Hands, BP., Chivers, PT., Parker, HE., Beilin, L., Kendall, G., Larkin, D. (2011). The associations between physical activity, screen time and weight from 6 to 14 yrs: the Raine Study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(5):397-403.
- Hamřík, Z., Kalman, M., Bobáková, D., & Sigmund, E. (2012). Sedavý životní styl a pasivní trávení volného času českých školáků [Sedentary lifestyle and passive leisure in Czech school-aged children]. *Tělesná kultura*, 35(1), 28-39
- Havlíčková, L., a kol. (1999). *Fyziologie těesné zátěže*. Praha: Nakladatelství Karolinum.

- Hatipoglu, N., Mazicioglu, MM., Poyrazoglu, S., Borlu, A., Horoz, D., & Kurtoglu, S. (2013). Waist circumference percentiles among Turkish children under the age of 6 years. *European Journal of Pediatrics*, 172(1):59-69.
- Haug, E., Rasmussen, M., Samdal, O., Iannotti, R., Kelly, C., Borraccino, A., Vereecken, C., Melkevik, O., Lazzeri, G., ... HBSC Obesity Writing Group. (2009). Overweight in school-aged children and its relationship with demographic and lifestyle factors: results from the WHO-Collaborative Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) Study. *Public Health*, 54, S167–S179.
- Hejnová, J., (n.d.). *Pohybová aktivita*, Retrieved 10.9.2017 from World Wide Web: http://www.szu.cz/uploads/documents/czpz/Legislativa/pohybova_20aktivita.pdf
- Heymsfield, SB., Waki, M., Kehayias, J., Lichtman, S., Dilmanian, FA., Kamen, Y., Wang, J., Pierson, RN. Jr. (1991). Chemical and elemental analysis of humans in vivo using improved body composition models. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 261(2), E190-E198.
- Heymsfield, B., Wang, S., Baumgartner, Z., & Ross, R. (1997). Human body composition: advances in models and methods. *Annual review of nutrition*, 17(1), 527-558.
- Heymsfield, S. B. (2005). Human body composition. Champaign: *Human Kinetics*
- Heyward, V., & Wagner, D. (2004). Applied body composition assessment (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hobold, E., Flores, L., Brandt, R., Junior, O., Arruda, M. (2017). Peak height velocity in anthropometry and body composition of students. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 1415-8426.
- Hydration for Health (2013). Water in the body: content and distribution. Retrieved 3. 12. 2016 from the World Wide Web: www.h4hinitiative.com.
- Chumlea, W., & Sun, S. S. (2005). Bioelectrical Impedance Analysis. In S. Heymsfield, T. G. Lohman, Z. Wang, & S. Going (Eds.), *Human Body Composition*. Champaign, IL: Human Kinetics. 79-88.
- Chung, JY., Kang, HT., Lee, DC., Lee, HR., Lee, YJ. (2013). Body composition and its association with cardiometabolic risk factors in the elderly: a focus on sarcopenic obesity. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 56(1):270-278.

- Christensen, H.M., Kistorp, C., Schou, M., Keller, N., Zerahn, B., Frystyk, J., Schwarz, P., Faber, J., (2012). Prevalence of cachexia in chronic heart failure and characteristics of body composition and metabolic status. *Endocrine*, 43(3):626-34.
- Janssen, I., & Katzmarzyk P., T. (2004). The Economic Costs Associated With Physical Inactivity and Obesity in Canada: An Update. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 29(1): 90-115.
- Janssen, I., & Ross, R. (2005). Linking age-related changes in skeletal muscle mass and composition with metabolism and disease. *Journal of Nutrition Health and Aging*, 9(6), 408.
- Jiráček, Z., Bužga, M., Dobiáš, L., & Šimíček, J. (2010). Fyziologie pro bakalářské studium na LF OU. Ostrava: Ostravská Univerzita.
- Jürimäe, T., & Hills, A. P. (2001). Body composition assessment in children and adolescents (Vol. 44). *Karger Medical and Scientific Publishers*.
- Kalman, M., Sigmund, E., Sigmundová, D., Hamřík, Z., Beneš, L., Benešová, D., Csémy, L. (2010). Národní zpráva o zdraví a životním stylu dětí a školáků. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Kodým, M. (1985). Fyziologie a psychologie tělesné výchovy žáků mladšího školního věku. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 163.
- Komárek a kol. (2007). Retrieved 4.7.2017 from World Wide Web:<http://www.szu.cz/tema/podporazdravi/antropometrickavysetreni?highlightWords=whr+index>
- Kutáč, P. (2009). Základy kinantropometrie: (pro studující obor Tv a sport). 1. vyd. Ostrava: Pedagogická fakulta Ostravské univerzity v Ostravě, katedra tělesné výchovy.
- Kyle, U. G., Genton, L., Gremion, G., Slosman, D., & Pichard, C. (2004). Aging, physical activity and height-normalized body composition parameters. *Clinical Nutrition*, 23(1), 79-88.
- Langlois, K. A., Birkett, N., Garner, R., & O'Loughlin, J. (2012). Trajectories of Physical Activity in Montreal Adolescents from Age 12 to 17 Years. *Journal of physical activity & health*, 9, 1146-1154.
- Lazarus R., Baur L., Webb K., Blyth F. (2014). Adiposity and body mass indices in children: Benn's index and other weight for height indices as measures of adiposity. *International Journal of Obesity*, 1996;20:406–412
- Lehnert, M., Botek, M., Sigmund E., Smékal D. et al. (2014). Kondiční trénink. UP v Olomouci.

- Lim, J. S., Hwang, J. S., Lee, J. A., Kim, D. H., Park, K. D., ... Jeong, J. S. (2009). Crosscalibration of multi-frequency bioelectrical impedance analysis with eight-point tactile electrodes and dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of body composition in healthy children aged 6–18 years. *Pediatrics International*, 51(2), 263-268.
- Lohman, T. G. (1992). *Advances in body composition assessment*. Champaign, IL: Human kinetic.
- Maher, C., Olds, T. S., Eisenmann, J. C., Dollman, J. (2012). Screen time is more strongly associated than physical activity with overweight and obesity in 9- to 16-year-old Australians. *Acta Paediatrica*, 101 (11):1170–1174.
- Machová, J. (2008). *Biologie člověka pro učitele*. Praha: Karolinum.
- Machová, J., & Kubátová, D. (2006). *Výchova ke zdraví pro učitele*. Univerzita JE Purkyně v Ústí nad Labem, Pedagogická fakulta.
- Marshall, S. J., Biddle, S. J., Sallis, J. F., McKenzie, T. L., & Conway, T. L. (2002). Clustering of sedentary behaviors and physical activity among youth: a cross-national study. *Pediatric exercise science*, 14(4), 401-417.
- 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.
- McCarthy, H. D., Samani-Radia, D., Jebb, S. A., & Prentice, A. M. (2014). Skeletal muscle mass reference curves for children and adolescents. *Pediatric obesity*, 9(4), 249-259.
- Miklánková L. (2006). *Tělesná výchova na 1. stupni základních škol: základní gymnastika*. 2. vyd., upr. a dopl.. Olomouc: Univerzita Palackého, 116 s. ISBN 80244-1301-9.
- Miles, L. (2007). Physical activity and health. *Nutrition Bulletin*, 32, 314-363.
- Mitchell, J. A., Pate, R. R., España-Romero, V., O'Neill, J. R., Dowda, M., & Nader, P. R. (2013). Moderate-to-vigorous physical activity is associated with decreases in body mass index from ages 9 to 15 years. *Obesity*, 21(3).
- Mitchell, J. A., Pate, R. R., Beets, M. W., & Nader, P. R. (2013). Time spent in sedentary behavior and changes in childhood BMI: a longitudinal study from ages 9 to 15 years. *International journal of obesity*, 37(1), 54-60.
- Must, A., Tybor, D. J., (2005). Physical activity and sedentary behavior: a review of longitudinal studies of weight and adiposity in youth. *International Journal of Obesity*, 29:S84–96.
- NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416

- population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 390(10113):2627-2642.
- Oliveira, L. C., Ferrari, G. L. D. M., Araújo, T. L., & Matsudo, V. (2017). Overweight, obesity, steps, and moderate to vigorous physical activity in children. *Revista de saude publica*, 51.
- Owen, N., Healy, GN., Matthews, CE., Dunstan, DW. (2010). Too much sitting: the population health science of sedentary behavior. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 38(3):105–13.
- Pařízková, J. (1998). Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 7(1), 1-6.
- Pastucha, P. a kol. (2014). *Tělovýchovné lékařství*. Praha: Grada Publishing.
- Patrick, K., Norman, G. J., Calfas, K. J., Sallis, J. F., Zabinski, M. F., Rupp, J., & Cella, J. (2004). Diet, physical activity, and sedentary behaviors as risk factors for overweight in adolescence. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 158(4), 385-390
- Perič, T. (2012). Sportovní příprava dětí. *Děti a sport*. Nové, aktualiz. vyd. Praha: Grada.
- Pelclová, J., Gába, A., Přidalová, M., Engelová, L., Tlučáková, L., & Zajac-Gawlak, I. (2009). Vztah mezi doporučeními vztahujícími se k množství pohybové aktivity a vybranými ukazateli zdraví u žen navštěvujících Univerzitu třetího věku. *Tělesná kultura*, 32(2), 64-78.
- Petersen, L., Schnohr, P., & Sorensen, T. I. A. (2004). Longitudinal study of the longterm relation between physical activity and obesity in adults. *International Journal of Obesity*, 28(1), 105-112.
- Přidalová, M. (2013). Vybrané problémy z kinantropologie pro TVS. Olomouc: FTK UP.
- Příhoda, V. (1974). Ontogeneze lidské psychiky - díl 4. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Reilly, J. J., Penpraze, V., Hislop, J., Davies, G., Grant, S., & Paton, J. Y. (2008). Objective measurement of physical activity and sedentary behaviour: review with new data. *Archives of disease in childhood*, 93(7), 614-619.
- Riegerová, J., & Ulbrichová, M. (1998). Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu. 2. vyd., Olomouc, Vydavatelství Univerzity Palackého, 185. ISBN 80-7067-847-X.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu. Olomouc: Hanex.

- Rokyta, R., et al. (2008). Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, ošetřovatelství, přírodovědných, pedagogických a tělovýchovných oborech. Praha: ISV.
- Salmon, J., Tremblay, M. S., Marshall, J. S., & Hume, C. (2011). Health risks, correlates, and interventions to reduce sedentary behavior in young people. *American Journal of Preventive Medicine*, 41(2), 197–206.
- Shields, M., & Tremblay, M. S. (2010). Canadian childhood obesity estimates based on WHO, IOTF and CDC cut-points. *Pediatric Obesity*, 5(3), 265-273.
- Shen, W., St-Onge, M., Wang, Z., Heymsfield, SB. (2005) Study of Body Composition: An Overview. In: Heymsfield, SB., Lohman, TG., Wang, Z., Going, SB. *Human Body Composition*. Champaign, IL: Human Kinetics. 3–14.
- Schuit, A. J. (2006). Physical activity, body composition and healthy ageing. *Science & Sports*, 21(4), 209-213.
- Sigmundová, D., Sigmund, E., & Šnoblová, R. (2012). Návrh doporučení k provádění pohybové aktivity pro podporu pohybové aktivního a zdravého životního stylu českých dětí. *Tělesná kultura*, 35(1), 9-27
- Siri, W. E. (1956). The gross composition of the body. *Advances in Biological and Medical Physics*, 4(239-279), 513.
- Státní zdravotní ústav (1991). *Metody určování optimální tělesné hmotnosti*. Retrieved 7.4.2017 from World Wide Web: <http://www.epidemieobezity.upol.cz/index.php/verejnost/18-metody-urcovani-optimalni-telesne-hmotnosti>
- Státní zdravotní ústav,. (n.d.). *Antropometrická měření*. Retrieved 10.7.2017 from World Wide Web: <http://www.szu.cz/ehes-antropometricka-mereni>
- Stejskal, P. (2004). Proč a jak se zdravě hýbat. 1. vyd. Břeclav: Presstempus.
- STEM/MARK. (2006). *Životní styl a obezita. Děti 6 – 12 let*. Závěrečná zpráva z výzkumu pro MZ ČR a Českou obezitologickou společnost.
- Tandon, P. S., Zhou, Ch., Sallis, J. F., Cain, K. L., Frank, L. D., & Saelens, B. E. (2012). Home environment relationships with children's physical activity, sedentary time, and screen time by socioeconomic status. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 9(1), 88.

- Taylor, R. W., Jones, L. E., Williams, S. M., & Goulding, A. (2000). Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3–19 y. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72 (2), 490–495.
- Thibault, R., Genton, L., & Pichard, C. (2012). Body composition: why, when and for who?. *Clinical nutrition*, 31(4), 435-447.
- Thomas, B. J., Cornish, B. H., & Ward, L. C. (1992). Bioelectrical impedance analysis for measurement of body fluid volumes: a review. *Journal of clinical engineering*, 17(6), 505.
- Toomey, C. M., Cremona, A., Hughes, K., Norton, C., & Jakeman, P. (2015). A review of body composition measurement in the assessment of health. *Topics in Clinical Nutrition*, 30(1), 16-32.
- Tremblay, MS., LeBlanc, AG., Kho, ME., Saunders, TJ., Larouche, R., ... Colley, RC. (2011). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8:98.
- Tudor-Locke, C., Craig, C. L., Beets, M. W., Belton, S., Cardon, G. M., Duncan, S., Blair, S. N. (2011). How Many Steps/Day are Enough? for Children and Adolescents. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8.
- USDHHS (U. S. Department of Health and Human Services). (2000). Healthy people 2010: Understanding and improving health. Washington, DC: U. S. Government Printing Office.
- Vágnerová, M. (2012). *Vývojová psychologie: dětství a dospívání*. Vyd. 2., dopl. a přeprac. Praha: Karolinum.
- Vašíčková, J. & Frömel, K. (2009). Pohybově aktivní životní styl adolescentů České republiky: východiska pro kurikula tělesné výchovy. *Česká kinantropologie*, 13(4), 70-76.
- Vignerová, J., Riedlová, J., Bláha, P., Kobzová, J., Krejčovský, L., Brabec, M., Hrušková, M. (2006). *Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001*. Česká republika. Souhrnné výsledky. Praha : PŘF UK, SZÚ.
- Vilikus, Z. (2001). *Pohybová aktivita u dětí s nadměrnou hmotností a obezitou*. In: Vignerová, J., Bláha, P. *Sledování růstu českých dětí a dospívajících*. Norma, vyhublost, obezita. Praha: SZÚ.
- Vítek, L. (2008). *Jak ovlivnit nadváhu a obezitu*. Grada Publishing as.

- Wajchenberg, B., (2000). Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. *Endocrine Reviews*. 21(6):697-738.
- Wang, Z., Pierson, Jr. R., & Heymsfield, S. (1992). The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *American Journal of Clinical Nutrition*, 56(1), 19-28.
- Wang, ZM., Deurenberg, P., Guo, SS., Pietrobelli, A., Wang, J., Pierson, RN. Jr., Heymsfield, SB. (1998). Six-compartment body composition model: inter-method comparisons of total body fat measurement. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 22(4):329-37.
- Walker, O. (2016). *Peak Height Velocity*. Retrieved 29.9.2017 from World Wide Web: <https://www.scienceforsport.com/peak-height-velocity/>
- Weber, DR., Leonard, MB., Zemel, BS. (2012). Body composition analysis in the pediatric population. *Pediatric Endocrinology Reviews*, 10(1):130-9.
- Wells, J., Fewtrell, M., Davides, P., Williams, J., Coward, W., Cole, T. (2005). Prediction of total body water in infants and children. *Archives of Disease in Childhood*. 90(9): 965–971.
- World Health Organization. (1986). *The growth chart. A tool for use in infant and child health care*. Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization. (2010). Why "Move for Health", from <http://www.who.int/moveforhealth/en>
- World Health Organization. (2017). *Physical activity*. Retrieved 27.9.2017 from World Wide Web: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/en/>
- Zacharová, E. (2012). *Základy vývojové psychologie*. Ostrava: Ostravská univerzita.