

SROVNÁNÍ VYBRANÝCH ZDRAVOTNÍCH UKAZATELŮ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ STUDENTŮ A STUDENTEK FTK UP A PDF UP V OLOMOUCI S OHLEDEM NA KATEGORIZACI DLE BMI A FITNESS SKÓRE

A comparison of selected health indicators of body composition in men and women students of FPC UP and FE UP in Olomouc with regard to a categorization on BMI and representation of fat component

Miroslava Přidalová¹, Miroslav Kopecký²

¹Katedra přírodních věd v kinantropologii,
Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci,
Česká republika

²Ústav pro studium odborných předmětů a praktických
dovedností, Fakulta zdravotnických věd, Univerzita Palackého
v Olomouci, Česká republika

Abstract

The aim of the study is to determine the selected health indicators of body composition in male and female university students of Faculty of Physical Culture (FPC) and Faculty of Education (FE) University Palacký, Olomouc (UP) and analyze differences in selected parameters of body composition provided through InBody 720 device between female students of FE UP and FPC UP in the context of classification into categories of BMI and fitness score.

The monitored group consisted of male students ($n = 287$) and female students of FPC ($n = 172$) and female students of FE ($n = 83$) of UP, all of them studying the first year.

The estimation of body composition was performed by InBody 720 device (Biospace Co., Ltd., Seoul, Korea), which works on the basis of multi-frequency bioimpedance analysis (MFBIA). Parameters obtained through InBody 720 device are primarily total body water (Total Body Water, TBW, l); extracellular (Extracellular Body Water, ECW, l) and intracellular (intracellular Body Water, IBW, l); secondarily fat-free mass (Fat-free mass, FFM, kg, %), fat component (Body Fat Mass, BF, kg; PBF, %), skeletal muscles (Skeletal Muscle Mass, SMM, kg, %); indicators of health risk – BMI (kg/m^2); Body Fat Mass Index (BFMI, kg/m^2), Fat Free Mass Index (FFMI, kg/m^2), VFA (Visceral Fat Area, cm^2). The sum of BFMI and FFMI (Fat Body Mass Index, Fat Free Mass Index) indicates the value of BMI (Schutz, Kyle, & Pichard, 2002).

Parameter of fitness score (FS) uses software Lookin'Body 3.0 for evaluation of physical fitness based on the relationships between the various components of body composition (representation of skeletal muscle and adipose component with regard to weight). The categorization is as follows: FS < 70: physical fitness below average (FS_1); FS range: 70–90: physical fitness average (FS_2); FS > 90: physical fitness above average (FS_3).

Processing of obtained data was carried out in two programmes: Statistica vs. 10 and Microsoft Office Excel 2007. Parametric analysis of variance ANOVA (t-test) was used for the statistical processing and comparison of the data. Statistical significance was determined by $p < 0.05$.

Students of FTK UP appeared higher from the perspective of the average values of body height with respect to population norms, FPC female students were 1.4 cm taller than female students of FE, and both groups of women followed the reference values. Female students of FE have a lower proportion of fat-free mass (FFM: $M = 44.73$ kg) and skeletal muscle mass (SMM: $M = 24.55$ kg) than female students of FPC (FFM: $M = 47.88$ kg). Students of FPC were found to have a higher proportion of FFM ($M = 65.79$ kg/m^2) and SMM (37.62 kg/m^2) than the general population. From this perspective FFMI is also higher (20.30 kg/m^2) and its value corresponds to 90 percentile.

Trend of lower body weight and lower body fat of students of physical education courses at FPC is maintained in the long term. Female students of FPC were found to have slightly higher FFMI ($M = 16.96$ kg/m^2) than female students of FE ($M = 16.14$ kg/m^2) and significantly lower values of FMI ($\check{Z}_{\text{FTK}}: M = 4.70$ kg/m^2 ; $\check{Z}_{\text{PDF}}: M = 5.95$ kg/m^2). In the overweight category, both sets of students can be described as being at risk in terms of representation of FMI ($\check{Z}_{\text{PDF}}: M = 9.40$ kg/m^2 ; $\check{Z}_{\text{FTK}}: M = 7.99$ kg/m^2).

On the basis of this somatic condition both male and female students of FPC can be identified as a selected population group.

Key words: body composition, fat, fat-free mass, adolescent, fitness score, BMI

Úvod

Aktuální tělesné složení a jeho změny v rámci ontogeneze jsou ukazatelem zdravotně orientované tělesné zdatnosti. Optimální tělesné složení vymezuje následně optimální kardiovaskulární zdatnost, resp. aerobní zdatnost organismu, která je preventivním východiskem hromadných neinfekčních onemocnění. Dle Maliny (2001) je zdravotně orientovaná tělesná zdatnost organismu doplněna ještě o optimální muskuloskeletální funkčnost.

Období adolescence je vymezeno různě dlouhými periodami v ontogenezi, většinou se uvádí rozmezí 15–20 let (Macek, 2003; Máček & Radvanský, 2011; Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Období adolescence je charakterizováno zklidněním a ukončením tělesného růstu. Na základě literární rešerše ve světových databázích je možno dohledat početné studie týkající se adolescentů, které jsou zaměřeny epidemiologicky a jejich cílem je především prevalence obezity. Předmětem těchto studií je především sledování prostého body mass indexu (BMI), resp. zastoupení množství tukové frakce. Korelace mezi BMI a množstvím tukové frakce jsou v dětství a adolescenci středně silné, v průběhu dospívání se zvyšují, i když v období pubescence a adolescence může být výše korelace omezena v důsledku intenzivnějšího nárůstu svalové složky. Vývoj svalové složky v období adolescence je sledován ve zmíněných studiích v menší šíři právě vzhledem k jejím intenzivním změnám nebo u specifických skupin sportujících jedinců. U adolescentů dochází k intersexuální diferenciaci z pohledu tělesného složení, tzn. podíl tukuprosté hmoty u chlapců se zvyšuje, klesá relativní podíl procenta tuku; u dívek klesá tukuprostá hmota a vzrůstá podíl tukové frakce. Distribuce tuku se děje u dívek do oblasti hýždí, u chlapců do oblasti břicha. Čím dříve v ontogenezi se tuk začne ukládat, tím větším množstvím tuku bude dospělý jedinec disponovat, resp. čím vyšší BMI v dětství, tím větší riziko nadváhy a obezity v dospělosti. Přebytný tuk představuje inertní zátěž, která musí být uvedena do pohybu (Amisola & Jacobson, 2003; Bunc, 2009; Dietz, 2004; Guo et al., 2000; Hainer a kol., 2004; Kyle et al., 2007; Malina, 2001; Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004; Ogden et al., 2012; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006; Wells & Cole, 2002).

Tak jako se mění v průběhu historického vývoje tělesná výška, hmotnost či BMI, je možno předpokládat také změny v tělesném složení. Nadváha a obezita stanovená prostřednictvím BMI nemusí být v souladu s kategorizací dle množství tukové frakce (Bibiloni, 2013; Gába & Přidalová, 2013; Hall & Cole, 2006; Maynard et al., 2001; McCarthy & Ashwell, 2006; Rodríguez et al., 2004; Rodríguez et al., 2005).

Uvádí se, že dlouhodobě dochází ke snižování tělesné zdatnosti dětské populace především vzhledem ke sníženému množství realizované habituální pohybové aktivity. Vyšší energetický příjem a nedostatečná habituální pohybová aktivita jsou faktory, které ovlivňují nárůst obezity. Přitom je zřejmé, že pohybová aktivita a přiměřený energetický příjem je nejlepším, nejbezpečnějším a ekonomicky nejméně náročným preventivním prostředkem neinfekčních chorob hromadného výskytu (Bláha & Cihlár, 2010; Corbin & Pangrazi, 2003; Dietz, 2004; Duncan, Schofield, & Duncan, 2007; Lindsay et al., 2001;

Ogden, Carroll, Kit, & Flegal, 2012; Sigmundová et al., 2011; Smith & Biddle, 2008; Stejskal, 2004; Strong et al., 2005).

Vzhledem k předchozím faktům je možno očekávat také změny v adolescentním věku. Předpokládáme, že snížení množství pohybové aktivity se projevuje nejen u běžné populace adolescentů, ale také u adolescentů, kteří nastupují profesní dráhu pedagogů tělesné výchovy v kombinaci s jiným předmětem, resp. rozhodli se absolvovat jednooborové studium tělesné výchovy a sport na Univerzitě Palackého v Olomouci (UP). Předpokladem úspěšného absolventa oborů tělovýchovného zaměření by měla být optimální tělesná zdatnost.

Cíl

Cílem studie je determinovat vybrané zdravotní ukazatele tělesného složení u studujících vysokoškolských studentů a studentek na Fakultě tělesné kultury (FTK) a Pedagogické fakultě (PdF) UP a analyzovat rozdíly ve vybraných parametrech tě-

Tabulka 1. Popisné charakteristiky základních parametrů u sledovaných souborů

Parametr	PdF_Ž (n = 83)		FTK_Ž (n = 172)		PdF_Ž x FTK_Ž (t)		FTK_M (n = 287)		FTK_Ž x FTK_M (t)	
	M	SD	M	SD			M	SD		
věk (roky)	21,0	1,6	19,6	1,8	-6,1876	NS	20,1	1,2	-3,5691	NS
tělesná výška (cm)	166,4	5,4	167,8	6,9	1,6109	NS	181,4	6,20	34,6235	*
tělesná hmotnost (kg)	61,1	7,9	61,1	8,7	0,0157	NS	75,2	6,6	-20,9549	*
T tělesná hmotnost	60,6	4,4	62,3	6,1	2,2766	*	83,8	5,9	-9,9257	*
BMI (kg/m ²)	22,1	2,9	21,7	2,3	-1,3176	NS	23,0	2,2	-6,35814	*
BMR (kcal)	1336,1	96,2	1401,7	123,7	4,2462	*	1602,8	137,4	-24,6011	*

Poznámka: M – průměr; SD – směrodatná odchylka; T – target – doporučená hodnota; BMI – Body Mass index (kg/m²); BMR – Basal Metabolic Rate – bazální metabolismus (kcal); * – statistická významnost na hladině významnosti $p < 0,05$; NS – nesignifikantní rozdíl

lesného složení stanovených prostřednictvím přístroje InBody 720 mezi studentkami PdF UP a FTK UP v kontextu zařazení do jednotlivých kategorií BMI a fitness skóre.

Metodika

Sledovaný soubor tvořili studenti a studentky FTK a studentky PdF UP studující v prvním ročníku. Analýzu tělesného složení jsme provedli v ranních hodinách za standardních podmínek, přičemž sledovaný soubor byl předem obeznámen se standardizací měření. Měření absolvovalo 287 studentů FTK (FTK_M), 172 studentek FTK (FTK_Ž) a 83 studentek PdF (PdF_Ž) (Tabulka 1). Analýza byla uskutečněna v antropometrické laboratoři Katedry přírodních věd v kinantropologii FTK UP a Katedry antropologie a zdravotní PdF UP. K popisným charakteristikám jsme doplnili tělesnou výšku, kterou jsme před analýzou tělesného složení určili standardizovaným antropometrem A-226 (Kopecký, Krejčovský, & Švarc, 2013) s přesností na 0,5 cm. Kategorizace BMI byla provedena na základě WHO (2012). Do výsledkové části práce jsme zařadili zpracování dat pro kategorie BMI (podváha, normální tělesná hmotnost, nadváha a obezita).

Odhad tělesného složení byl proveden prostřednictvím přístroje InBody 720 (Biospace Co., Ltd.; Seoul, Korea), který pracuje na základě multifrekvenční bioimpedanční analýzy (MFBI). Osm dotykových elektrod nezávisle analyzuje pět základních tělesných segmentů (levá a pravá horní končetina, trup, levá a pravá dolní končetina). Střídavý elektrický proud se šíří na frekvenci 1–1 000 kHz (90 μ A pro 1 kHz a 400 μ A pro více jak 1 kHz). Získané parametry prostřednictvím InBody 720 jsou primárně celková tělesná voda (Total Body Water, TBW, l); extracelulární (Extracellular Body Water, ECW, l) a intracelulární voda (Intracellular Body Water, IBW, l); sekundárně tukuprostá hmota (Fat Free Mass, FFM, kg, %), tuková složka (Body Fat Mass, BF, kg; Percent Body Fat, PBF, %); kosterní svalstvo (Skeletal Muscle Mass, SMM, kg, %); ukazatele zdravotního rizika – BMI (kg/m²); Body Fat Mass In-

dex (BFMI, kg/m²); Fat Free Mass Index (FFMI, kg/m²); VFA (Visceral Fat Area, cm²). Součet BFMI a FFMI (Body Fat Mass Index, Fat Free Mass Index) udává hodnotu BMI (Schutz, Kyle, & Pichard, 2002).

Parametr fitness skóre (FS) využívá software Lookin'Body 3.0 pro hodnocení tělesné zdatnosti na základě vztahů mezi jednotlivými komponentami tělesného složení (zastoupení kosterního svalstva a tukové složky vzhledem k hmotnosti). Kategorizace je následující: FS < 70 – tělesná zdatnost podprůměrná (FS_1), FS v rozmezí 70–90 – tělesná zdatnost průměrná (FS_2), FS > 90 – tělesná zdatnost nadprůměrná (FS_3).

Zpracování získaných dat proběhlo v programech STATISTICA vs. 10 a Microsoft Office Excel 2007. Ke statistickému zpracování a srovnání dat byla využita parametrická analýza rozptylu ANOVA (t-test). Hladina statistické významnosti byla stanovena $p < 0,05$.

Projekt byl realizován se souhlasem Etické komise FTK UP. Všichni studenti a studentky byli informováni o průběhu měření, podepsali informovaný souhlas a obdrželi po analýze tělesného složení výstupní protokol s individuálními výsledky.

Výsledky

Věkově si všechny tři soubory odpovídaly. Studentky PdF dosahovaly v průměru o 1,4 cm nižší tělesné výšky než studentky FTK. Z pohledu tělesné hmotnosti se studentky obou fakult nelišily a vykazovaly shodnou průměrnou hodnotu. Vzhledem k doporučené hmotnosti dle normových hodnot softwaru je možno sledovat vyšší hodnoty doporučené hmotnosti pro studenty i studentky FTK (Tabulka 1).

Pro hodnocení tělesné zdatnosti se jako somatické východisko využívá BMI, tělesná konstituce nebo jednotlivé frakce tělesného složení. Průměrné hodnoty BMI se nacházely u všech sledovaných souborů v kategorii normální tělesné hmotnosti (Tabulka 1). Rozdíl 0,4 kg/m² mezi studentkami obou fakult nebyl signifikantní ($p < 0,05$). Nejvyšší podíl studentů i studentek nacházíme v kategorii BMI s normální hmotností. Kategorie

Tabulka 2. Četnostní rozdělení probandů do kategorií BMI dle WHO

Soubory	n	BMI 1		BMI 2		BMI 3	
		n	%	n	%	n	%
FTK_M	287	233	81,2	53	18,5	1	0,3
FTK_Ž	172	157	91,3	15	8,7	0	0
PdF_Ž	83	70	84,3	12	14,5	1	1,2

Poznámka: BMI_1 – normální hmotnost (18,50–24,99 kg/m²); BMI_2 – nadváha (25,00–29,99 kg/m²); BMI_3 – obezita (30,00–34,99 kg/m²)

Tabulka 3. Popisné charakteristiky vodních kompartmentů a přímo na ně navazujících vypočtených parametrů tělesného složení, rozdíly mezi sledovanými soubory na základě t-testu

Parametr	PdF_Ž		FTK_Ž		PdF_Ž x FTK_Ž		FTK_M		FTK_Ž x FTK_M	
	M	SD	M	SD	(t)		M	SD	(t)	
TBW (kg)	32,78	3,26	35,05	4,32	4,2377	*	48,20	4,85	–29,2638	*
T TBW (kg)	33,71	2,92	34,32	2,35	1,6902	NS	44,51	2,95	–35,9328	*
TBW (%)	53,66	2,21	57,30	2,92	4,9662	*	64,08	3,98	–26,9538	*
ICW (l)	20,34	2,04	21,90	2,73	4,6151	*	30,38	3,04	–30,0241	*
T ICW (l)	20,90	1,37	21,28	1,81	0,0908	*	27,60	1,83	–35,7873	*
ECW (l)	12,44	1,24	13,15	1,60	3,5544	NS	17,82	1,83	–27,6491	*
T ECW (l)	12,82	0,84	13,05	1,11	0,0986	NS	16,92	1,13	–35,9397	*
FFM (kg)	44,73	4,45	47,88	5,93	4,2947	*	65,79	6,63	–29,1227	*
PM (kg)	8,80	0,88	9,47	1,18	4,6484	*	13,14	1,32	–29,9819	*
T PM (kg)	9,04	0,59	9,20	0,78	1,7229	NS	11,93	0,79	–35,9168	*
MM (kg)	3,15	0,33	3,36	0,45	3,7854	*	4,46	0,48	–24,1756	*
T MM (kg)	3,18	0,27	3,12	0,20	1,6989	NS	4,12	0,27	–35,8775	*
SMM (kg)	24,55	5,56	26,60	3,60	4,6045	*	37,62	3,92	–30,0264	*
T SMM (kg)	25,26	2,36	25,76	2,36	0,0901	NS	34,00	2,38	–35,9624	*

Poznámka: M – průměr; SD – směrodatná odchylka; T – target – doporučená hodnota; TBW – Total Body Water – celková tělesná voda (kg, %); ICW – Intracellular Water – intracelulární voda (l); ECW – Extracellular Water – extracelulární voda (l); FFM – Fat Free Mass – tukuprostá hmota (kg); PM – Protein Mass – bílkoviny (kg); MM – Mineral Mass – minerály (kg); SMM – Skeletal Muscle Mass – kosterní svalstvo (kg); * – statistická významnost na hladině významnosti $p < 0,05$; NS – nesignifikantní rozdíl

Tabulka 4. Popisné charakteristiky ukazatelů zdravotního rizika tělesného složení u sledovaných souborů, rozdíly mezi sledovanými soubory na základě t-testu

Parametr	PdF_Ž		FTK_Ž		PdF_Ž x FTK_Ž		FTK_M		FTK_Ž x FTK_M	
	M	SD	M	SD	(t)		M	SD	(t)	
BFM (kg)	16,38	5,46	13,24	4,74	–4,70	*	8,76	3,89	10,9787	*
T BFM (kg)	13,70	0,89	13,91	1,17	0,61	NS	10,71	0,76	35,4528	*
PBF (%)	26,30	6,11	21,29	5,44	–6,61	*	11,57	4,14	21,2979	*
VFA (cm ²)	44,48	19,91	35,07	18,13	–3,76	NS	43,06	18,66	–4,4871	*
BCM (kg)	29,14	2,92	31,28	3,77	4,57	*	43,57	4,30	–31,0277	*
T BCM (kg)	29,95	1,96	30,46	2,51	1,65	*	39,56	2,61	–36,7392	*
BCMI (kg/m ²)	10,51	0,82	11,08	0,85	5,09	NS	13,44	0,98	–26,3137	*
FFMI (kg/m ²)	16,14	1,23	16,96	1,27	4,86	NS	20,30	1,48	–24,6137	*
FMI (kg/m ²)	5,95	2,10	4,70	1,62	–5,24	*	2,72	1,22	14,8416	*

Poznámka: M – průměr; SD – směrodatná odchylka; T – target – doporučená hodnota; BFM – Body Fat Mass – množství tuku (kg); PBF – Percent Body Fat – procento tuku (%); VFA – Visceral Fat Area – viscerální tuk (cm²); BCM – Body Cell Mass – množství buněčné hmoty (kg); BCMI – Body Cell Mass Index (kg/m²); FFMI – Fat Free Mass Index (kg/m²); FMI – Fat Mass Index (kg/m²); * – statistická významnost na hladině významnosti $p < 0,05$; NS – nesignifikantní rozdíl

nadváhy byla obsazena studenty FTK z 18,5 %; kategorii nadváhy obsadilo 15 studentek FTK a 12 studentek PdF. Je potvrzeno, že BMI je neobjektivní u jedinců disponujících větším množstvím svalové nebo při markantním rozvoji tukové frakce, proto dále používáme FMI a FFMI (Berghöfer et al., 2008; Gába & Přidalová, 2012; Ogden et al., 2012; Přidalová et al., 2004; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Frekvenční zastoupení probandů v jednotlivých kategoriích BMI sledujeme v tabulce 2.

Studentky FTK disponovaly signifikantně vyšším zastoupením tělesné vody a jejích kompartmentů. V této souvislosti zaznamenáváme také vyšší zastoupení FFM a SMM ve srovnání se studentkami z PdF. Doporučené hodnoty vybraných parametrů tělesného složení byly dosaženy studenty i studentkami FTK. Studentky PdF nedosáhly doporučených hodnot u celkové tělesné vody (v rámci kompartmentů jsme zaznamenali mírně nižší hodnoty), FFM, SMM, PM, MM (Tabulka 3).

Hodnocení zdravotních ukazatelů tělesného složení prokázalo lepší výsledky u studentek FTK. Studentky FTK disponovaly množstvím 13,24 kg tuku (BFM), to představovalo 21,2 % celkové hmotnosti. Studentky PdF měly o 3,14 kg více tuku, tzn. o 5 % vyšší hodnotu ve srovnání se studentkami FTK. Studentky PdF přesáhly doporučenou softwarovou hodnotu zastoupení tukové frakce. V průměru měly o 9,41 cm² více viscerálního tuku studentky PdF v porovnání se studentkami FTK. U studentů FTK byla zaznamenána hodnota tuku o 2 kg nižší než doporučená. Rozdíly v zastoupení tukové složky mezi sledovanými soubory byly statisticky významné ($p < 0,05$).

U studentek FTK byla průměrná hodnota buněčné hmoty (BCM) 31,28 kg (51,1 %), u studentek PdF 29,14 kg (47,0 %), diference byla statisticky významná. U studentů dosáhlo množství BCM výrazně vyšší průměrné absolutní hodnoty než u dívek, a to 43,57 kg (52,8 %). Množství BCM, která představuje metabolicky aktivní buněčnou hmotu, bylo u souboru studentek

Tabulka 6. Rozdíly ve vybraných parametrech tělesného složení v jednotlivých kategoriích BMI u studentů FTK

Parametr	BMI_1_M (n = 233)		BMI_2_M (n = 53)		BMI_1 x BMI_2
	M	SD	M	SD	
Tělesná výška (cm)	180,18	5,96	178,73	5,48	0,05*
Tělesná hmotnost (kg)	72,27	9,15	83,85	6,39	0,05*
BMI (kg/m ²)	22,24	1,46	26,22	1,10	0,05*
FS	82,82	5,38	88,30	5,70	0,05*
TBW (l)	47,39	4,52	51,52	4,65	0,05*
FFM (kg)	64,68	9,53	70,40	6,32	0,05*
SMM (kg)	36,93	3,68	40,48	3,76	0,05*
BCM (kg)	42,82	3,97	46,66	4,14	0,05*
BFM (kg)	7,59	2,39	13,45	3,96	0,05*
PBF (%)	10,48	3,10	16,03	4,38	0,05*
VFA (cm ²)	37,35	13,10	66,08	15,01	0,05*
FFMI (kg/m ²)	19,89	1,25	22,00	1,08	0,05*
FMI (kg/m ²)	2,35	0,75	4,22	1,26	0,05*
BCMI (kg/m ²)	13,17	0,81	14,58	0,74	0,05*

Poznámka: M – průměr; SD – směrodatná odchylka; BMI – Body Mass Index (kg/m²); FS – fitness skóre; TBW – Total Body Water – celková tělesná voda (l); FFM – Fat Free Mass – tukuprostá hmota (kg); SMM – Skeletal Muscle Mass – kosterní svalstvo (kg); BCM – Body Cell Mass – množství buněčné hmoty (kg); BFM – Body Fat Mass – množství tuku (kg); PBF – Percent Body Fat – procento tuku (%); VFA – Visceral Fat Area – viscerální tuk (cm²); FFMI – Fat Free Mass Index (kg/m²); FMI – Fat Mass index (kg/m²); BCMI – Body Cell Mass Index (kg/m²) * – statistická významnost na hladině významnosti $p < 0,05$; NS – nesignifikantní rozdíl

Tabulka 8. Rozdíly ve vybraných parametrech tělesného složení v jednotlivých kategoriích FS u studentů FTK

Parametr	FS_1 (n = 4; 1,3 %)		FS_2 (n = 248; 86,4 %)		FS_3 (n = 35; 12,2 %)		FS_1 x FS_2	FS_2 x FS_3	FS_1 x FS_3
	M	SD	M	SD	M	SD	FS_2	FS_3	FS_3
Tělesná výška (cm)	180,88	1,75	179,58	5,98	182,29	4,99	NS	NS	NS
Tělesná hmotnost (kg)	58,30	3,98	73,41	7,45	84,60	6,13	0,05*	0,05*	0,05*
BMI (kg/m ²)	17,82	1,19	22,76	1,98	25,45	1,27	0,05*	0,05*	0,05*
FS	66,25	3,77	82,79	4,51	93,09	2,67	0,05*	0,05*	0,05*
TBW (l)	39,93	2,65	47,34	4,09	55,22	3,44	0,05*	0,05*	0,05*
FFM (kg)	54,43	3,53	64,62	5,59	75,41	4,66	0,05*	0,05*	0,05*
SMM (kg)	30,54	2,18	36,91	3,31	43,50	2,73	0,05*	0,05*	0,05*
BCM (kg)	35,73	2,40	42,79	3,56	49,98	3,00	0,05*	0,05*	0,05*
BFM (kg)	3,88	0,69	8,79	3,99	9,19	3,02	0,05*	0,05*	0,05*
PBF (%)	6,61	0,93	11,77	4,25	10,76	2,98	0,05*	NS	0,05*
VFA (cm ²)	18,40	9,29	42,61	18,71	49,09	16,36	0,05*	NS	0,05*
FFMI (kg/m ²)	16,64	1,05	20,02	1,15	22,68	0,80	0,05*	NS	0,05*
FMI (kg/m ²)	1,19	0,22	2,74	1,25	2,76	0,88	0,05*	NS	0,05*
BCMI (kg/m ²)	10,92	0,71	13,26	0,75	15,03	0,55	0,05*	NS	0,05*

PdF nižší než doporučená hodnota. Také BCMI je možno posuzovat podobně, avšak rozdíly mezi studentkami u tohoto indexu nebyly statisticky významné (Tabulka 4).

Průměrná hodnota FMI jako jednoho ze zdravotních ukazatelů tělesného složení u studentů dosáhla pouze 2,72 kg/m², u studentek FTK jsme determinovali hodnotu 4,70 kg/m² a u studentek PdF 5,95 kg/m². Hodnoty FMI korespondují s nízkým zastoupením tukové frakce. U studentů dosáhla průměrná hodnota FFMI hranice 20,30 kg/m², tedy relativně vysoké hodnoty. Studentky FTK disponovaly průměrnou hodnotou FFMI 16,96 kg/m², u studentek PdF jsme zaznamenali nižší hodnotu 16,14 kg/m² (nesignifikantní rozdíly mezi studentkami).

V tabulce 5 sledujeme průměrné hodnoty sledovaných somatických parametrů u studentek v rámci jednotlivých kategorií BMI. U většiny parametrů u studentek PdF byly nalezeny statisticky významné difference, s výjimkou TBW, SMM a BCMI. U studentek FTK se rozdíly ve vybraných parametrech v rámci kategorií BMI nevyskytovaly pouze u tělesné výšky a FS. V obou kategoriích BMI u studentek FTK byla průměrná tělesná výška téměř shodná.

V kategorii normální hmotnosti nebyly determinovány rozdíly u tělesné výšky, hmotnosti, TBW, SMM, BCM, VFA, FFMI a BCMI. Studentky FTK se jevíly štíhlejší a s vyšším rozvojem tukuprosté hmoty a s ní souvisejících parametrů. V kategorii nadváhy se studentky nelišily u BMI, VFA, FFMI a BCMI. U všech ostatních parametrů nacházíme signifikantní rozdíly.

Studentky FTK v kategorii nadváhy byly v průměru o 6 cm vyšší než studentky PdF, o 7 jednotek se lišilo fitness skóre (FS), měly tedy vyšší zastoupení FFM a SMM a výrazně nižší zastoupení množství tukové frakce. FMI jako zdravotní ukazatel tělesného složení a jeden z rizikových faktorů obezity byl u obou souborů studentek v kategorii nadváhy nadprůměrný. S nejvyšší hodnotou FMI se setkáváme u studentek PdF v kategorii nadváhy (9,40 kg/m²).

U studentů jsme zaznamenali mezi kategoriemi BMI normální hmotnost a nadváha statisticky významné difference u všech sledovaných parametrů tělesného složení (Tabulka 6).

Z tabulky 7 je zřejmé, že se studentky FTK v kategorii FS_1 a FS_2 neodlišovaly ani v tělesné hmotnosti, ani v množství

tukové složky ani v množství VFA či SMM; také rozdíly v průměrných hodnotách FFMI, FMI a BCMI nebyly signifikantní. Studentky PdF se s výjimkou tělesné výšky a BCMI lišily v rámci kategorií FS ve všech sledovaných parametrech. Přestože je uvedeno, že FS je stanoveno na základě podílu kosterní svalové frakce a tukové složky, v rámci kategorie FS₁ (70–90) se zastoupení SMM, FFMI a BCMI u studentek FTK a PdF nelišilo. U kategorie FS₂ nacházíme signifikantní difference mezi všemi parametry vztahujícími se k tukové a svalové složce, s výjimkou indexů zdravotních ukazatelů tělesného složení.

U mužů jsou rozdíly u jednotlivých parametrů mezi jednotlivými kategoriemi FS výraznější a signifikantní, s výjimkou rozdílů u VFA, FFMI, FMI a BCMI mezi kategoriemi FS₂ a FS₃ (Tabulka 8).

Diskuze

Tělesná výška studentek FTK (167,8 cm) odpovídala referenčním hodnotám české populace (Bláha et al., 1986), studentky PdF byly v průměru o 1,4 cm menší. Studenti FTK (181,4 cm) se jeví vzhledem k populačním normám běžné dospělé populace vyšší (Bláha et al., 1986; Kovařík, 2011). Bláha et al. (1986) uvádí průměrnou tělesnou výšku pro muže dané věkové kategorie 178 cm, Kovařík (2011) 180,0 cm. Srovnání s průměrnou tělesnou výškou studentů a studentek Univerzity obrany v Brně (jedná se o selektovanou populační skupinu) prokázalo pouze minimální rozdíly (Přidalová et al., 2004).

U studentů a studentek tělovýchovných oborů studujících na FTK je dlouhodobě pozorován trend snížené hmotnosti a nižšího zastoupení tukové složky (Kutáč et al., 2008; Přidalová et al., 2004; Přidalová, 2005; Přidalová et al., 2006). Průměrné hodnoty BMI u našich souborů kopírují referenční hodnoty české populace a jsou zařazeny do kategorie normální hmotnosti. Obsazení kategorie nadváhy dle BMI studenty a studentkami v 90. letech a u našich souborů je téměř shodné (Přidalová, 2005). Průměrné hodnoty BMI si rovněž zachovávají stabilitu vzhledem ve srovnání se studenty a studentkami sledovanými v 90. letech. Jak uvádí Přidalová (2005), studentky FTK dosáhly mírně vyšší hodnoty BMI vzhledem ke sledovaným souborům (22,4 kg/m²) a studenti 22,9 kg/m².

Na základě hodnocení dle zastoupení tukové složky se současní studenti a studentky jeví podobně. Studenti FTK sledovaní v 90. letech dosáhli 9,8 % tuku; studentky FTK 18,8 % (BIA, QuadScan 4000). Mírně vyšší hodnoty množství tukové složky u našich souborů je možno zařadit k toleranci v rámci chyby měření. Heyward a Wagner (2004) jako průměrnou hodnotu pro danou věkovou kategorii uvádějí 13 % pro muže a 28 % pro ženy. Podprůměrná hodnota pro muže je 8 % a pro ženy 20 % tuku. Současní studenti a studentky se nacházejí na hranici podprůměru.

Ve srovnání se slovenskými vysokoškolskými studenty a studentkami, u kterých je zastoupení množství tukové frakce 20,2 % a 24,0 %, je možno naše studenty a studentky ohodnotit jako méně „tučné“. Zastoupení množství tukové složky u studentek PdF odpovídá zastoupení 24 % tuku u slovenských studentek (Danková et al., 2013).

Limity BMI odstraňuje využití FMI a FFMI. Pro dospělou mužskou populaci ve věku 18–34 let uvádí Schutz, Kyle a Pichard (2002) referenční hodnoty FFMI 18,9 kg/m²; pro ženy 15,4 kg/m². U našich studentů byla zjištěna průměrná hodnota FFMI 20,3 kg/m², kterou zmínění autoři uvádějí jako průměrnou hodnotu u 90. percentilu. Podobnou situaci nacházíme u dívek, kde byla zjištěna průměrná hodnota FFMI studentek FTK 16,96 kg/m², kterou autoři popisují rovněž u 90. percentilu. Průměrná hodnota FFMI 16,14 kg/m² zjištěná u studentek PdF je řazena k 75. percentilu.

Daňková et al. (2013) uvádí průměrné hodnoty FFMI pro vysokoškolské studenty 18,87 kg/m² a pro studentky

15,67 kg/m²; tyto hodnoty odpovídají dle Schutze et al. (2002) 50. percentilu. Je zřejmé, že studenti a studentky FTK jsou také z pohledu zastoupení FFM vztažené k druhé mocnině tělesné výšky selektovanou populací.

Mezi FFMI a FMI v rámci BMI existuje reciproční vztah, takže u našich souborů sledujeme nižší hodnoty FMI, než uvádějí Schutz et al. v 50. percentilu. Průměrná hodnota FMI u studentek FTK dosáhla 4,7 kg/m² a u studentů 2,72 kg/m², což představuje z pohledu výše zmiňovaných autorů 10. a 25. percentil.

U kategorie nadváhy BMI přesáhla průměrná hodnota FMI u obou souborů studentek doporučenou hranici 5,8 ± 1,7 kg/m² a dosáhla hranice zdravotního rizika. Průměrné hodnoty FFM, SMM a FFMI v kategorii nadváhy byly nesignifikantně vyšší než u kategorie normální hmotnosti, což odpovídá zjištěným poznatkům (Gába, & Přidalová, 2013; Kyle et al., 2004; Přidalová et al., 2011; Schutz et al., 2002).

U souborů FTK v kategorii normální hmotnost (BMI₁) a nadváha (BMI₂) nacházíme shodnou průměrnou hodnotu fitness skóre (FS = 78), přestože se studentky z pohledu zastoupení dílčích frakcí tělesného složení liší. V našem souboru se nacházelo 10 studentek PdF, 7 studentek FTK a 4 studenti FTK v kategorii FS pod 70, což představuje v budoucnosti možnost rozvoje sarkopenické obezity. Více než 70 % našich studentek se vyskytovalo v kategorii FS do 75 jednotek. U studentů se jedná o probandy s nízkým zastoupením jak tukové, tak svalové složky. U studentek jde především o navýšení tukové frakce v rámci této kategorie FS.

Habib (2013) sledoval zastoupení probandů běžné zdravé dospělé populace (428 probandů) v jednotlivých kategoriích FS a dospěl k výsledku, že průměrná hodnota tohoto indexu se pohybovala pod 70 jednotkami a 42 % populace se nacházelo v kategorii pod 70 jednotek. 93 % souboru mělo FS nižší než 80. Také Sundborn et al. (2010) a Lim et al. (2010) uvádějí vysokou frekvenci výskytu sarkopenické obezity u dospělé populace, která je velmi často spojena s metabolickým syndromem. V literatuře se rovněž setkáváme s termínem high fat muscle poor phenotype (Kulkarni et al., 2010).

Závěr

Studenti FTK se jeví z pohledu průměrné hodnoty tělesné výšky jako vyšší vzhledem k populačním normám, studentky FTK byly o 1,4 cm vyšší než studentky PdF.

Trend nižší tělesné hmotnosti a nižšího zastoupení tělesného tuku u studujících tělovýchovné obory na FTK je dlouhodobě zachován. Srovnání studentů a studentek na základě vybraných somatických charakteristik se soubory sledovanými v 90. letech minulého století prokázalo nižší hmotnost, vyšší tělesnou výšku, stabilitu průměrných hodnot BMI, nižší zastoupení množství tukové složky, vyšší zastoupení tukuprosté hmoty (FFM). V kontextu hodnocení výše zmíněných parametrů nacházíme vyšší hodnoty FFMI a nižší hodnoty FMI.

Na základě tohoto somatického stavu je možno označit studenty a studentky FTK jako selektovanou populační skupinu.

V kategorii nadváhy je možno označit oba soubory studentek jako rizikové z pohledu zastoupení FMI. Studentky PdF disponují nižším zastoupením tukuprosté hmoty (FFM) i kosterního svalstva (SMM).

Limity studie

Klienti i klientky byli informováni o dodržení standardních podmínek měření, avšak 100% prověření dodržení těchto podmínek není objektivně možné.

Poděkování

Studie byla podpořena výzkumným projektem Pohybová aktivita a inaktivita obyvatel České republiky v kontextu behaviorálních změn (MSM 6198959221).

Souhrn

Cílem studie je determinovat vybrané zdravotní ukazatele tělesného složení u studujících vysokoškolských studentů a studentek na FTK UP a PdF UP a analyzovat rozdíly ve vybraných parametrech tělesného složení stanovených prostřednictvím přístroje InBody 720 mezi studentkami PdF UP a FTK UP v kontextu zařazení do jednotlivých kategorií BMI a fitness skóre.

Sledovaný soubor tvořili studenti ($n = 287$) a studentky Fakulty tělesné kultury ($n = 172$) a studentky Pedagogické fakulty ($n = 83$) Univerzity Palackého v Olomouci studující v prvním ročníku.

Odhad tělesného složení byl proveden prostřednictvím přístroje InBody 720 (Biospace Co., Ltd.; Seoul, Korea), který pracuje na základě multifrekvenční bioimpedanční analýzy (MFBIA).

Získané parametry prostřednictvím InBody 720 jsou primárně celková tělesná voda (Total Body Water, TBW, l); extracelulární (Extracellular Body Water, ECW, l) a intracelulární voda (Intracellular Body Water, IBW, l); sekundárně tukoprotá hmota (Fat-free mass, FFM, kg, %), tuková složka (Body Fat Mass, BF, kg; PBF, %); kosterní svalstvo (Skeletal Muscle Mass, SMM, kg, %); ukazatele zdravotního rizika – BMI (kg/m^2); Body Fat Mass Index (BFMI, kg/m^2); Fat Free Mass Index (FFMI, kg/m^2); VFA (Visceral Fat Area, cm^2). Součet BFMI a FFMI (Body Fat Mass Index, Fat Free Mass Index) udává hodnotu BMI (Schutz, Kyle, & Pichard, 2002).

Parametr fitness skóre (FS) využívá software Lookin'Body 3.0 pro hodnocení tělesné zdatnosti na základě vztahů mezi jednotlivými komponentami tělesného složení (zastoupení kosterního svalstva a tukové složky vzhledem k hmotnosti). Kategorizace je následující: FS < 70: tělesná zdatnost podprůměrná (FS_1); FS v rozmezí: 70–90: tělesná zdatnost průměrná (FS_2); FS > 90: tělesná zdatnost nadprůměrná (FS_3).

Zpracování získaných dat proběhlo v programech STATISTICA VS. 10 a Microsoft Office Excel 2007. Ke statistickému zpracování a srovnání dat byla využita parametrická analýza rozptylu ANOVA (t-test). Hladina statistické významnosti byla stanovena $p < 0,05$.

Studenti FTK UP se jeví z pohledu průměrné hodnoty tělesné výšky jako vyšší vzhledem k populačním normám, studentky FTK byly o 1,4 cm vyšší než studentky PdF a obě skupiny žen kopírovaly referenční hodnoty.

Studentky PdF disponují nižším zastoupením fat-free mass (FFM: $M = 44,73 \text{ kg}$) i kosterního svalstva (SMM: $M = 24,55 \text{ kg}$) než studentky FTK (FFM: $M = 47,88 \text{ kg}$, SMM: $M = 26,60 \text{ kg}$). U studentů FTK nacházíme vyšší podíl FFM ($M = 65,79 \text{ kg/m}^2$) i SMM ($37,62 \text{ kg/m}^2$) než u běžné populace. Z tohoto pohledu je vyšší také FFMI ($20,30 \text{ kg/m}^2$), jehož hodnota odpovídá 90. percentilu.

Trend nižší tělesné hmotnosti a nižšího zastoupení tělesného tuku u studujících tělovýchovné obory na FTK UP je dlouhodobě zachován. U studentek FTK nacházíme mírně vyšší hodnoty FFMI ($M = 16,96 \text{ kg/m}^2$) než u studentek PdF ($M = 16,14 \text{ kg/m}^2$) a výrazně nižší hodnoty FMI ($\bar{Z}_{\text{FTK}}: M = 4,70 \text{ kg/m}^2$; $\bar{Z}_{\text{PdF}}: M = 5,95 \text{ kg/m}^2$). V kategorii nadváhy je možno označit oba soubory studentek jako rizikové z pohledu zastoupení FMI ($\bar{Z}_{\text{PdF}}: M = 9,40 \text{ kg/m}^2$; $\bar{Z}_{\text{FTK}}: M = 7,99 \text{ kg/m}^2$). Na základě tohoto somatického stavu je možno označit studenty a studentky FTK UP jako selektovanou populační skupinu.

Klíčová slova: tělesné složení, tuk, fat-free mass, adolescent, fitness skóre, BMI

Literatura

Amisola, R. V. B., & Jacobson, M. S. (2003). Physical activity, exercise and sedentary activity: Relationship to the causes and treatment of obesity. *Adolescent Medicine*, 14, 23–37.

- Berghöfer, A., Pischon, T., Reinhold, T., Apovian, C., Sharma, A., & Willich, S. (2008). Obesity prevalence from a European perspective: a systematic review. *BMC Public Health*, 8(1), 200–210.
- Bibiloni, Md. M., Pons, A., & Tur, J. A. (2013). Defining Body Fatness in Adolescents: A Proposal of the Afad-A Classification. *PLoS ONE*, 8(2): e55849. doi:10.1371/journal.pone.0055849
- Bláha, L., & Cihlár, D. (2010). Uplatňování volnočasových pohybových aktivit a inaktivit u dětí na 2. stupni ZŠ. *Česká kinantropologie* 14(2), 107–118.
- Bláha, P. et al. (1986). *Antropometrie československé populace od 6 do 55 let. Čs. spartakiáda 1985*. Praha: Ústav sportovní medicíny.
- Bunc V. (2009). Tělesné složení u adolescentů jako indikátor aktivního životního stylu. *Česká kinantropologie*, 13(3), 11–17.
- Corbin, C. B., & Pangrazzi, R. P. (2004). *Physical activity for children: A statement of guidelines of children aged 5–12 (2 nd. Ed.)*. Reston, VA: National Association for Sport and Physical Education.
- Danková, Z., Cvičelová, M., & Siváková, D. (2013). Telesné zloženie a indexy obezity u slovenských študentov vo veku od 16 do 25 rokov. *Česká antropologie*, 63(1), 9–14.
- Dietz, W. H. (2004). Overweight in childhood and adolescence. *New England Journal of Medicine*, 350, 855–857.
- Duncan J. S., Schofield G., & Duncan E. K. (2007). Step count recommendations for children based on body fat. *Prev Med*, 44(1), 42–44.
- Gába, A., & Přidalová, M. (2013). Age-related changes in body composition in a sample of Czech women aged 18–89 years: a cross-sectional study. *European Journal of Nutrition*. doi: s00394-013-0514-x
- Guo, S. S., Huang, C., Maynard, L. M., Demerath, E., Towne, B., Chumlea, W. C., & Siervogel, R. M. (2000). Body mass index during childhood, adolescence and young adulthood in relation to adult overweight and adiposity: the Fels Longitudinal Study. *Journal of Obesity*, 24(12), 1628–1635.
- Habib, S. S. (2013). Body composition analysis and estimation of physical fitness by scoring grades in Saudi adults. *Journal of Pakistan Medical Association*, 63(10), 1285–1289.
- Hainer, V. a kol. (2004). *Základy klinické obezitologie*. Praha: Grada.
- Hall, D. M., & Cole, T. J. (2006). What use is the BMI? *Arch Dis Child* 91(4), 283–286.
- Heyward, V. D. & Wagner, D. R. (2004). *Applied body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kopecký, M., Krejčovský, & Švarc, M. (2013). *Antropometrický instrumentář a metodika měření antropometrických parametrů*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Kovářík, M. (2011). *Antropometrický výzkum dospělé populace a jeho aplikace v oblasti interiéru a architektury*. Disertační práce, Mendelova univerzita, Brno, ČR.
- Kutáč, P., Přidalová, M., & Riegerová, J. (2008). Somatic characteristics of current male and female students studying the Physical Education at various types of University in the Czech Republic. *Slovenská antropológia: Bulletin slovenskej antropologickej spoločnosti pri SAV*, 11(1), 46–56.
- Kyle, U. G., Kossovsky, M. P., Genton, L., & Pichard, C. (2007). Overweight and obesity in a Swiss city: 10-year trends. *Public Health Nutrition*, 10(9), 914–919.
- Kyle, U. G., Morabia, A., Schutz, Y., & Pichard, C. (2004). Sedentaryism affects body fat mass index and fat-free mass index in adults aged 18 to 98 years. *Nutrition*, 20(3), 255–260.
- Kulkarni, B., Shatrugna, V., Nagalla, B., & Rani, K. U. (2010). Regional body composition of Indian women from a low-income group and its association with anthropometric indices and reproductive events. *Ann Nutr Metab*, 56, 182–189.

- Lim, K. I., Yang, S. J., Kim, T. N., Yoo, H. J., Kang, H. J., & Song, W. et al. (2010). The association between the ratio of visceral fat to thigh muscle area and metabolic syndrome: the Korean Sarcopenic Obesity study (KSOS). *Clin Endocrinol (Oxf)*, 73, 588–94.
- Lindsay, R. S., Hanson, R. L., Roumain, J., Ravussin, E., Knowler, W. C., & Tataranni, P. A. (2001). Body mass index as a measure of adiposity in children and adolescents: relationships to adiposity by dual energy X-ray absorptiometry and to cardiovascular risk factors. *J Clin Endocrinol Metab*, 86, 4061–4067.
- Macek P. (2003). *Adolescence*. Praha: Portál.
- Máček, M., & Radvanský, J. (2011). Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity. Praha: Galén.
- Malina, R. M. (2001). Anthropology and physical activity: A lifespan perspective. *Medicina Sportiva (Krakow)*, 5 (EE2), E69–E75.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. B. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Maynard, L. M., Wisemandle, W., Roche, A. F., Chumlea, W. C., Guo, S. S., & Siervogel, R. M. (2001). Childhood body composition in relation to body mass index. *Pediatrics*, 107, 344–350.
- McCarthy, H. D., & Ashwell, M. (2006). A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message—'keep your waist circumference to less than half your height'. *Int J Obes (Lond)*, 30(6), 988–992.
- Ogden, C. L., Carroll, M. D., Kit, B. K., & Flegal, K. M. (2012). Prevalence of obesity and trends in body mass index among US children and adolescents, 1999–2010. *JAMA*, 307(5), 483–490.
- Přidalová, M. (2005). *Somatodiagnostika studentů a studentek studijního programu tělesná výchova a sport na FTK UP*. Habilitační práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc, ČR.
- Přidalová, M., Dostálová, I., Kvaka, Z., & Pechtor, P. (2004). Je populace studentů FTK UP v Olomouci a VVŠ PV ve Vyškově modelová a selektovaná? *Česká antropologie*, 54, 163–166.
- Přidalová, M., Dostálová, I., Riegerová, J., & Vařeková, R. (2006). The somatic profile of male and female students studying the programme „physical education and sport“ at the Faculty of Physical Culture in Olomouc [CD]. In Pišot, R., Kropěj V. L., Zurec, J., Volmut, Z., & Obid A. (Eds.), *4th International Symposium „A child in Motion“*. Slovenia, Portorož: University of Primorska.
- Přidalová, M., Sofková, T., Dostálová, I. & Gába, A. (2011). Vybrané zdravotní ukazatele u žen s nadváhou a obezitou ve věku 20–60 let, *Česká antropologie*, 61(1), 32–38.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Hanex.
- Rodríguez, G., Moreno, L. A., Blay, M. G., Blay, V. A., Gargorri, J. M., Sarria, A., & Bueno, M. (2004). Body composition in adolescents: measurements and metabolit aspects. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 28(3), 54–58.
- Rodríguez, G., Moreno, L. A., Blay, M. G., Blay, V. A., & Fleta, J. et al. (2005). Body fat measurement in adolescents: comparison of skinfold thickness equations with dual-energy X-ray absorptiometry. *Eur J Clin Nut*, 59(10), 1158–1166.
- Sigmundová, D., El Ansari, W., Sigmund, E., & Frömel, K. (2011). Secular trends: A ten-year comparison of the amount and type of physical activity and inactivity of random sample of adolescents in the Czech Republic. *BMC Public Health*, 11(1), 731.
- Schutz, Y., Kyle, U. U. G., & Pichard, C. (2002). Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18–98 y. *Int J Obesity*, 26, 953–960.
- Smith, A. L., & Biddle, S. J. H. (2008). *Youth physical activity and sedentary behaviour*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Stejskal, P. (2004). *Proč a jak se zdravě hybat*. Břeclav: Prestempus.
- Strong, W. B., Malina, R. M., Blimkie, C. J. R., Daniels, S. R., Dishman, R. K., Gutin, B., Hergenroeder, A. C., Must, A., Nixon, P. A., Pivarnik, J. M., Rowland, T., Trost, S., & Trudeau, F. (2005). Evidence based physical activity for school-age youth. *Journal of Pediatrics*, 146(6), 732–737.
- Sundborn, G., Metcalf, P. A., Gentles, D., Scragg, R., & Black, P. et al. (2010). Overweight and obesity prevalence among adult Pacific peoples and Europeans in the Diabetes Heart and Health Study (DHAHS) 2002–2003, *N Z Med J*, 123, 30–42.
- Wells, J. C., Cole T. J., & ALSPAC study team (2002) Adjustment of fat-free mass and fat mass for height in children aged 8 y. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 26(7), 947–952.
- World Health Organisation (2012). *Obesity and overweight, fact sheet no. 311 (May)*.