

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Fakulta tělesné kultury

VYBRANÉ PARAMETRY TĚLESNÉHO SLOŽENÍ DLE INBODY 720 U STUDENTŮ

FTK UP PODLE FITNESS SKÓRE

Diplomová práce

(magisterská práce)

Autor: Bc. Jakub Fousek

tělesná výchova a sport

Vedoucí práce: doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.

Olomouc 2014

Jméno a příjmení autora: Bc. Jakub Fousek

Název bakalářské práce: Vybrané parametry tělesného složení dle InBody 720 u studentů FTK UP podle fitness skóre

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Vedoucí: doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.

Rok obhajoby: 2015

Abstrakt: Tato diplomová práce je zaměřena na analýzu tělesného složení prostřednictvím přístroje InBody 720, který pracuje na základě bioelektrické impedance. Výzkum probíhal u studentů a studentek prvního ročníku Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Dále bylo zjištěno, jak diference tělesné zdatnosti dle hodnot fitness skóre souvisí s vybranými parametry tělesného složení.

Z výzkumu vyplývá, že podle fitness skóre patří velká většina studentů do kategorie normální zdravý jedinec. U obou testovaných souborů byly naměřeny nízké hodnoty tukové frakce, tak jako i v předchozích výzkumech. Byly zjištěny signifikantní rozdíly téměř ve všech parametrech tělesného složení jednotlivých skupin rozdělených podle fitness skóre.

Klíčová slova: tělesná analýza, tuk, fitness skóre, adolescent, BMI, bioelektrická impedance

Souhlasím s půjčováním závěrečné písemné práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Bc. Jakub Fousek

Title of the master thesis: Selected parameters of body composition according InBody 720 students FTK by fitness score

Department: Department of Natural Science in Kinanthropology

Supervisor: doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.

The year of presentation: 2015

Abstract: This master thesis is focused on analysis of body composition through InBody 720, which works on the basis of bioelectrical impedance. The research was conducted in male and female students of the first year at the Faculty of Physical Culture, Palacky University in Olomouc. Furthermore it was found how differentiation physical fitness according the fitness score values related with the selected parameters of body composition.

The research shows that according fitness score includes a large majority of students to the category normal healthy individual. In both tested files were measured low values of the fat fraction as well as in previous researches. Significant differences were found in almost all parameters of body composition in individual groups divided according fitness score.

Keywords: body analysis, fat, fitness score, adolescent, BMI, bioelectrical impedance

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

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením doc. RNDr. Miroslavy Přidalové, Ph.D., uvedl v seznamu literatury všechny použité literární a odborné zdroje a řídil se zásadami vědecké etiky.

V Olomouci 24. 10. 2014

.....

vlastnoruční podpis

Touto cestou chci poděkovat doc. RNDr. Miroslavě Přidalové, Ph.D. vedoucí mé diplomové práce za pomoc, cenné rady a připomínky, které mi při zpracování poskytla. Dále děkuji RNDr. Milanu Elfmarkovi za pomoc při statistickém zpracování. A v neposlední řadě také mé přítelkyni Bc. Janě Juráskové za podporu.

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	SYNTÉZA POZNATKŮ	10
2.1	Adolescence	10
2.1.1	Charakteristika adolescentů	10
2.1.2	Pohybová (tělesná) aktivita – současný stav.....	11
2.1.3	Rešerše publikovaných studií tělesného složení adolescentní populace ...	13
2.2	Tělesné složení.....	15
2.2.1	Modely tělesného složení.....	16
2.2.2	Metody pro určování tělesného složení	19
2.2.2.1	Terénní metody	20
2.2.2.2	Laboratorní metody.....	20
2.3	Antropometrie	29
3	CÍLE	36
3.1	Dílčí cíle.....	36
3.2	Vědecké otázky.....	36
4	METODIKA	37
4.1	Sledované soubory	37
4.2	Přístrojová technika	38
4.3	Způsob měření	40
4.4	Statistické zpracování dat	41
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	42
5.1	Základní somatické parametry.....	42
5.2	Vybrané parametry tělesného složení	43
6	ZÁVĚRY	57
7	SOUHRN	59

8	SUMMARY	61
9	REFERENČNÍ SEZNAM.....	63
10	PŘÍLOHY.....	69

1 ÚVOD

Tělesné složení hraje velmi důležitý aspekt při objektivním hodnocení našeho zdraví. Naše tělesná hmotnost není rozhodujícím faktorem. Člověk může mít nízkou tělesnou hmotnost, ale vysoký poměr tuku vůči svalové komponentě. Zdravá osoba si udržuje vyváženou rovnováhu v podílu tělesných složek. Účelem analýzy složení těla je bezesporu vyhodnotit tělesnou zdatnost na základě odhadu tělesného složení a riziko zdravotních konsekvencí, majících zásadní vliv na naše zdraví.

Celý svět doslova bojuje se společenským fenoménem zvaným obezita. Zašlo to už tak daleko, že se velice často setkáváme i s dětskou obezitou. Proč je tomu tak? Je zapotřebí zaměřit výzkumy na mladou populaci dětí v celém jejím spektru. Zvláště pak v jejich nejrizikovějších obdobích, kdy je významné se začínající nadváhou či obezitou bojovat a ovlivnit její následující vývoj (Bunc, 2007).

Základním morfologickým faktorem, ze kterého je nutné vycházet, je naše tělesná hmotnost. Při sledování tělesného složení se pak zkoumají jednotlivé frakce tělesné hmotnosti a změny jejich poměrného zastoupení (Riegerová, Přidalová et al., 2006).

Mnohačetné předchozí studie potvrzují, že údaje o tělesném složení jsou vhodným nástrojem jak determinovat zdravotní, funkční a nutriční stav organismu (Přidalová et al., 2011). Charakteristika tělesného složení je hlavně závislá na využití metod a přístupu, které se využívají ve výzkumné praxi.

Mezi ty nejrozšířenější a nejzákladnější patří BMI (Body Mass Index) používaný jako hrubý odhad klasifikace obezity. Tento index je potřeba brát s rezervou, jelikož nedokáže stanovit množství tukové frakce. Indikuje totiž některé skupiny lidí (siloví sportovci, starší lidé) nesprávně. Někteří autoři (DeLorenzo et al., 2003, Sharpe et al., 2008) uvádějí, že dokonce nesprávně určuje nadváhu, proto je doporučeno tento index doplnit především stanovením tukové frakce nebo index úplně nahradit jiným (Talluri et al., 2003).

Jako testovací prostředek jsme zvolili přístroj InBody 720, který řadíme ke špičkovým přístrojům pro stanovení tělesného složení dle metody bioelektrické impedance. Tato varianta byla vybrána díky své jednoduchosti, rychlosti, přesnosti a širokému spektru výsledků.

Náš výzkumný soubor tvořili studenti a studentky prvního ročníku Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci (FTK UP). Tento soubor byl zvolen záměrně

z důvodu určitého předpokladu vyšší fyzické zdatnosti. Zvolení studenti musí projít talentovými přijímacími zkouškami z tělesné výchovy. Vycházeli jsme z toho, že není nadprůměrných výkonů bez nadprůměrného tělesného složení. Na tento výzkum nás přivedla domněnka zavádějícího hodnocení tělesné zdatnosti na základě fitness skóre u studentů a studentek FTK UP. V našem výzkumu bude primárním cílem parametr fitness skóre, který slouží jako softwarové zhodnocení celkového stavu tělesné zdatnosti u testované osoby. Zajímalo nás, jak tento parametr vyhodnocený přístrojem InBody 720 souvisí s dalšími somatickými veličinami tělesného složení.

2 SYNTÉZA POZNATKŮ

2.1 Adolescence

2.1.1 Charakteristika adolescentů

Adolescence neboli dospívání je období, které je charakteristické zklidněním a ukončením tělesného růstu. Probíhá obvykle v rozmezí 15-20 (22) let. Je velmi důležitým a zajímavým obdobím celoživotního utváření mladého člověka. Někteří lidé nabývají dojmu, že teprve teď začínají žít „doopravdy“.

Názory na toto rozmezí se mnohdy liší a mezi autory nepanuje jasné vymezení. Někteří autoři ji rozdělují na jednotlivé fáze. Lze ji charakterizovat jako období mezi dětstvím a dospělostí. Počátek je spojován s plnou reprodukční zralostí a v jejím dalším průběhu se ukončuje tělesný růst. Z ontogenetického hlediska této fáze vývoje přiřazujeme hlavně dokončení pohlavního dozrávání, fyzický, duševní a sociální rozvoj. Oproti předcházejícímu období jsou zde vlastnosti jako je sebereflexe, seberegulace, anticipace atd. (Janoušek, 1992; Macek, 2003).

Ve věku od 16 do 18 let se změny růstu tělesné výšky u adolescentů výrazně zpomalují, až se nakonec úplně zastaví. V tomto věku roste více trup než dlouhé kosti na končetinách. Kolem 18. roku mizí chrupavčité spojení mezi kostí týlní a klínovou a tyto kosti spolu srůstají. V adolescenci vrcholí vývoj duševních a tělesných sil jednotlivce (Riegerová et al. 2006).

Dle Máčka a Máčkové (2011) je obecně vývoj dívek rychlejší než u chlapců, ovšem v tomto období je chlapci dohánějí. Konečná tělesná výška dívek je dosažena v 16 či 17 letech, chlapci maximální výšku dosáhnou v průměru o čtyři roky později.

„Na počátku puberty si rodiče mysleli, že jsou pubescenti děti, které nejsou schopné být v ničem samostatné. Potíž byla v tom, že pubescenti chtěli být samostatnými. Na konci adolescence si rodiče často myslí, že adolescenti jsou schopni být ve všem samostatní a zodpovědní, resp. že by měli být takoví. Potíž je v tom, že oni takovými být nechtějí“ (Vágnerová, 2000, s. 254).

Podle Kurica (2001) je dospívání z hlediska ontogenetického vývoje obdobím ukončením pohlavního vývoje a nastupující dospělosti. Jednoznačné určení vývojových fází není možné, každý jedinec se vyvíjí individuálně. Nejčastěji je však toto období vymezováno mezi 15.-16. rokem, někdy je uváděno až 18.-20. rokem.

Flemer (2008) specifikuje období adolescence jako určité životní období, ve kterém jedinec prostřednictvím hledání své identity směřuje k vlastní nezávislosti.

Adolescence je obdobím, kdy dochází k postupnému vyrovnávání pubertálních nesrovnalostí a disproporcí. Především dochází k dokončení růstu a vývoje, avšak tyto procesy nejsou zcela dokončeny. Ve sportovním tréninku lze charakterizovat jako plný rozvoj a výkonnosti veškerých lidských orgánů. Tréninkové nároky lze zvýšit již od 16tého roku a zhruba okolo 18tého roku dochází u adolescentů k maximální trénovanosti. Z hlediska ostatního vývoje je patrné především zdokonalení abstraktního a logického myšlení (Dovalil, 2002).

Podstatný vliv v etapě dospívání hrají i hormony. Jejich následné vyplavování závisí na pohlaví. Jejich vlivem dochází v období puberty ke zvýraznění pohlavního dimorfizmu neboli pohlavní dvojtvárnosti ve tvaru postavy. U mužů dochází vlivem působení androgenu k rozvoji muskulatury, ale také dalších znaků podporující fyzickou výkonnost. Ženy jsou pod vlivem estrogenu, který mimo jiné zrychluje srůst růstových chrupavek, a proto dochází u žen resp. dívek k dřívějšímu zastavení růstu dlouhých kostí než u chlapců (Gangestad, Simpson, Cousins, Garver-Apgar, & Christensen, 2004).

Dle Macka (2003) narůstá více množství tukové tkáně u dívek než u chlapců. Jejich uložení bývá na obvyklých ženských partiích jako hýždě, stehna, prsa, boky, horní paže. Ontogeneze vývoje a odlišnosti v růstu kostry směřuje k typickému tvarování ženské postavy.

Dle Příhody (1967) je typická tato fáze našeho života především upevněním a dokončením růstu. Vrcholí především vývoj naší tělesné výšky, která se již v průběhu dalších let výrazně nemění. Tělesná hmotnost závisí nejen na množství a skladbě naší potravy, ale také na kvalitě naší vykonané pohybové aktivitě.

Z hlediska sociálního a psychického vývoje je období adolescence hlavně hledáním své osobní identity, uvědoměním si hodnot, přijímáním norem, ale také morálních principů dané společnosti. Jedinec usiluje o získání nezávislosti na rodičovské autoritě a vytváří různé partnerské vztahy (Šimíčková-Čížková et al., 2008).

2.1.2 Pohybová (tělesná) aktivita – současný stav

Pohybová (tělesná) aktivita v sobě zahrnuje nejrůznější spektrum činností například domácí i venkovní, organizované i neorganizované, školní i mimoškolní atd. Každou takovou aktivitu lze charakterizovat např. intenzitou, objemem, frekvencí. Dostatečná

pohybová aktivita je nezbytnou podmínkou normálního rozvoje tělesných funkcí, motorických schopností a dovedností, zlepšení tělesné zdatnosti a výkonnosti, ale v první řadě také zdraví (Hollman et al., 1998; Parker, 1998).

Podle Měkoty a Cuberka (2009) je velmi důležité brát v úvahu faktor věku a zdravotního stavu jedince, protože jen tehdy, když jsou tyto věci zohledněny, je pohybová aktivita brána jako pozitivní přínos pro naše celkové zdraví.

Rychetský (2006) uvádí, že sport je velmi důležitá součást volnočasové aktivity mládeže 9-19 let. Právě ve věku jejich dospívání (adolescence) v období 16-19 let klesá zájem o sport.

Jansa (2005) uvádí dle svého výzkumu, že více než 65 % dotazovaných respondentů ve věku 15-18 let pravidelně organizovaně cvičí, nejvíce pak chlapci mezi 13-15 rokem 65,8 % a dívky okolo 40 %.

Byl potvrzen klesající zájem o účasti dětí na mimoškolních aktivitách na druhém stupni ZŠ (11-16 let). Stále více dětí tráví svůj volný čas u počítače. U adolescentů (12-17 let) bylo zjištěno, že jsou daleko méně pohybově aktivní než předškoláci a tedy téměř polovina z dotazovaných má velice nízkou až alarmující aktivitu (Bláha & Cihlár, 2010; Sigmund et al., 2009).

Mezinárodní komise expertů z Ameriky, Evropy a Austrálie vypracovala určitý plán, kde doporučuje adolescentům zvýšit jejich pohybovou aktivitu. Navrhla pohybovou aktivitu alespoň 3x týdně po dobu nejméně 20 minut. Je potřeba, aby tuto aktivitu vnímali jako součást životního stylu a jich samotných (Twisk, 2007).

Podle Vašíčkové et al. (2013) je potřeba překonat genderové rozdíly v pohybové aktivitě, která je součástí zdravotní a vzdělávací politiky. Podle čtyřtýdenního výzkumu s krokoměry, který byl proveden u adolescentní populace mezi dívkami a chlapci, nebyly zjištěny významné rozdíly v průměrných denních krocích.

Sigmundová et al. (2009) uvádí, že klíčovým faktorem naší populace je nárůst sedavého zaměstnání a úbytek pohybové aktivity. V dnešní době je důležité si uvědomit potřebu dlouhodobé pohybové aktivity, která přináší velké benefity pro zdraví jedince, je tedy jedním z klíčových faktorů, které by se neměly zanedbávat.

Podle Williamse (2013) je důležité, aby si lidé již v mladším období věku vypěstovali pozitivní vztah a přístup k pohybové aktivitě. Do dospělosti si potom nesou daleko menší pravděpodobnost výskytu kardiovaskulárních onemocnění a také omezují možné problémy s vlastním pohybovým aparátem, čímž tedy lépe zvládají rozdílné pohybové aktivity.

Důležitou úlohu zde hraje i školní tělesná výchova. Zábavnější hodiny mají velmi dobrý dopad na větší zapojení adolescentů v organizované pohybové aktivitě a úrovně pohybové aktivity jak uvádí Barr-Anderson et al. (2007). Studie podle Sacker a Cable (2005) uvádí, že adolescentní populace tráví velkou většinu času ve škole. Tělesná výchova ve škole je tedy velice významná pro podporu pohybové úrovně. Po ukončení školní docházky prokazují adolescenti nižší pohybovou aktivitu.

Pohybovou aktivitu lze chápat jako různé druhy pohybu, např. sportovně rekreační aktivity, tělesná cvičení, pohybové hry, turistika, plavání, ale lze je zařadit i pohyby prováděné při každodenních běžných činnostech (Roslawski, 2005).

Mnoho studií potvrzuje, že velmi významným činitelem ve vztahu k nadváze a obezitě je určitý genetický faktor, který je nám dán od narození. To nemusí znamenat, že se člověk přestane starat o své tělo a nechá to vše genetickým předpokladům, které se již o vše postarají. Při správné vyvážené stravě a účelné pohybové aktivitě je schopen tomuto riziku předejít (Wilmore et al., 2008).

Armstrong (2009) říká, že pravidelná pohybová aktivita má pozitivní vliv na zdraví člověka i mládeže, ale přesné výsledky množství pohybové aktivity nejsou tak znatelné. Pro optimální pozitivní vliv pohybové aktivity je třeba splňovat určité podmínky týkající se frekvence, trvání a intenzity. Ke každému člověku je ale potřeba přistupovat jednotlivě s ohledem na další aspekty.

Děti a mládež, ve věku 5–17 let, by měly vykonávat pohybovou aktivitu alespoň 60 minut denně. Provádění PA nad 60 minut přináší další zdravotní benefity. Hlavní činnost by měla být aerobního charakteru. Další pohybová aktivita, střední a vysoké intenzity, by měla být zařazena 3krát týdně a měla by se skládat z posilovacích cvičení a cviků na zpevnění pohybového aparátu (WHO, 2013).

2.1.3 Rešerše publikovaných studií tělesného složení adolescentní populace

Polská studie zjišťovala tělesné složení u prvního ročníku studentů, studujících obor tělesná výchova, tedy velmi podobná našemu výzkumu. Studenti podrobeni studii, bez ohledu na pohlaví, se vyznačují vyšší tělesnou výškou a větší tělesnou hmotností,

než běžná populace. Byl zde zjištěn vyšší podíl svalové hmoty než u běžné populace. U některých studentek byly nalezeny relativně vysoké hodnoty tělesného tuku (Smolarczyk et al., 2012).

Porovnali jsme studenty FTK UP v Olomouci se studenty, kteří byli podrobeni studii dle Zaccagni et al., (2014). Tento výzkum byl prováděn na vysokoškolských studentech a studentkách, studujících na italské univerzitě. U testovaného souboru byly zjištěny následující průměrné hodnoty. Studenti: tělesná hmotnost $75,6 \pm 10,2$ kg, tělesná výška $177,6 \pm 6,3$ cm, BMI $24,0 \pm 2,8$ kg/m², PBF $17,3 \pm 4,9$ %, FFM $62,4 \pm 7,4$ kg. Studentky: tělesná hmotnost $58,7 \pm 8,2$ kg, tělesná výška $163,9 \pm 6,0$ cm, BMI $21,8 \pm 2,6$ kg/m², PBF $26,6 \pm 5,2$ %, FFM $42,9 \pm 4,9$ kg.

Při porovnání zjištěných dat jsme zjistili, že z hlediska tělesné hmotnosti jsou italští studenti o něco těžší než naši studenti, naopak tomu bylo u studentek, kdy naše studentky byly přibližně o 2,4 kg těžší. Tělesná výška byla u našich studentů zhruba o 3,8 cm vyšší. Téměř totožné výsledky byly u studentek. Naše studentky byly zhruba o 4 cm vyšší. Hodnoty BMI byly o 1 kg/m² vyšší u italských studentů. Studentky obou etnik měly téměř totožné hodnoty BMI. Procento tuku bylo zjištěno o 5,7 % vyšší u italských studentů. U studentek vyšly hodnoty o 5,3 % vyšší u italských studentek. Hodnotu FFM měli naši studenti při porovnání o 3,4 kg více. Podobné zjištění bylo i u našich studentek, které disponovaly zhruba o 5 kg větším zastoupením FFM než italské studentky. Lze tedy konstatovat, že při srovnání s jinými vysokoškolskými studenty, tvoří studenti a studentky FTK UP v Olomouci selektovanou skupinu.

Savegnago Mialich et al. (2014) provedl šetření vysokoškolských studentů a studentek na univerzitě v São Paulu. Zkoumaný vzorek tvořili ze 73 % ženy. Studie nerozdělovala studenty podle pohlaví. V průměru byly zjištěny tyto hodnoty: věk $20,4 \pm 2,8$ let, tělesná hmotnost $63,0 \pm 13,5$ kg, tělesná výška $166,9 \pm 9,0$ cm, BMI $22,4 \pm 3,4$ kg/m², PBF $24,0 \pm 7,5$ %, FFM $45,3 \pm 10,3$ kg. Téměř 70 % testovaných studentů bylo v normálním rozmezí BMI, ale velká většina z toho měla vysokou úroveň tělesného tuku.

Výzkum u portugalských adolescentů došel k zjištění, že stav zralosti a pohybová aktivita ovlivňuje tělesné složení adolescentní populace. Úroveň pohybové aktivity je tedy určujícím faktorem tělesného složení, vedle nich hraje roli i vyšší úroveň zralosti (Sofia et al., 2014).

Výzkum prováděný u českých adolescentních studentů na UP v Olomouci byl proveden na Fakultě tělesné kultury (FTK) a Pedagogické fakultě (PdF). Studenti FTK

byli vzhledem populačním normám vyšší, studentky FTK byly o 1,4 cm vyšší než studentky PdF. U studentů a studentek FTK se projevil trend nižší tělesné hmotnosti a nižšího zastoupení tělesného tuku. V dalších vybraných sledovaných parametrech bylo zjištěno u studentů a studentek, vzhledem k souborům sledovaných v 90. letech minulého století, že disponují nižší hmotností, vyšší tělesnou výškou, stabilitou hodnot BMI, nižším zastoupením tukové složky a vyšším zastoupením tukuprosté hmoty (FFM). U studentek PdF bylo zjištěno nižší zastoupení tukuprosté hmoty (FFM) i kosterního svalstva. Oba soubory studentek lze v kategorii nadváhy označit jako rizikové z pohledu zastoupení FMI (Přidalová & Kopecký, 2013).

Kutáč (2013) prováděl studii na dětské a adolescentní populaci. Do výzkumu bylo zařazeno celkem 1 633 chlapců a 1 717 dívek, kteří navštěvovali základní a střední školy v Moravskoslezském kraji. Došel k odlišným závěrům oproti Celostátnímu antropologickému výzkumu (CAV) v roce 2001. Dle Kutáče intenzivnější vývoj začíná v pozdějším věku a trvá delší dobu. Finální tělesná výška je vyšší. Výsledné hodnoty sledovaných znaků, lze u chlapců v Moravskoslezském kraji označit za průměrné. Vývoj u dívek v Moravskoslezském kraji je obdobný jako u chlapců. Je zde také posunut výraznější rozvoj v pozdějším období. Výsledná hodnota výšky u dívek je téměř totožná s hodnotami CAV 2001. Zkoumané dívky jsou lehčí a to ve všech kategoriích. Tato hodnota se objevila i na vyšším BMI. S ohledem na hodnoty normalizačních indexů lze označit rozvoj sledovaných znaků za průměrný jak u dívek, tak u chlapců. Hodnoty nepřekročily úroveň $\pm 0,75$.

Danková et al. (2013) se zabývala analýzou tělesného složení a indexy obezity u slovenských studentů ve věku 16-25 let. Sledovaný soubor tvořilo 140 mužů a 153 žen ze středních a vysokých škol. Celkový nutriční stav studentů a studentek na vysokých školách byl lepší než u středoškolských studentů. Parametry BMI, WHR, FMI, FFMI se pohybovaly v průměru u všech skupin v normálu. Pro přidělení hodnot do kategorií bylo zjištěno, že průměrně 26,16 % mužů a 36,24 % žen má zvýšené riziko obezity. Průměrné hodnoty BCMI u skupiny žen naznačovaly podvýživu, stejně tak jako index BMI a FMI a to u 3,6 % mužů a 8,5 % u žen.

2.2 Tělesné složení

Měkota et al. (1996) považuje hodnotu tělesného složení za jednu z komponent zdravotně orientované zdatnosti. Tělesná stavba, tělesné rozměry a složení těla patří

mezi podstatné faktory motorické výkonnosti a fyzické zdatnosti. Hodnoty podkožního tuku jsou zařazeny i v souboru testovaných norem UNIFITTESTU (6-60), který má velmi široké uplatnění.

Stavba těla je pro většinu sportovců klíčovým ukazatelem s vysokou korelací ke sportovnímu výkonu. Znalost tělesného složení je velmi důležitou pomůckou při hodnocení a následném sestavení jídelníčku každého sportovce a patří mezi nezákladnější měření (Kopecký, 2013).

Tělesná zátěž je ze somatometrického hlediska velice významným determinantem změny tělesné frakce, zvláště pak poměr svalových a tukových komponentů. Se změnou tělesné hmotnosti se mění poměr a velikost jednotlivých složek těla, jako tukuprostá hmota (FFM – fat-free body mass, LBM – lean body mass, ATH – aktivní tělesná hmota) a tukové složky (FM – fat mass). Důležitým důvodem měření tělesného složení jsou vzájemné vztahy a souvislosti jednotlivých komponent (Riegerová et al., 2006).

2.2.1 Modely tělesného složení

Tělesná hmotnost je tvořena součtem řady komponentů. Ty jsou uspořádány do tzv. modelů tělesného složení. Každý model má jiný počet a typ uvedených komponentů. V počátcích byly definovány pouze dva modely a to anatomický a chemický.

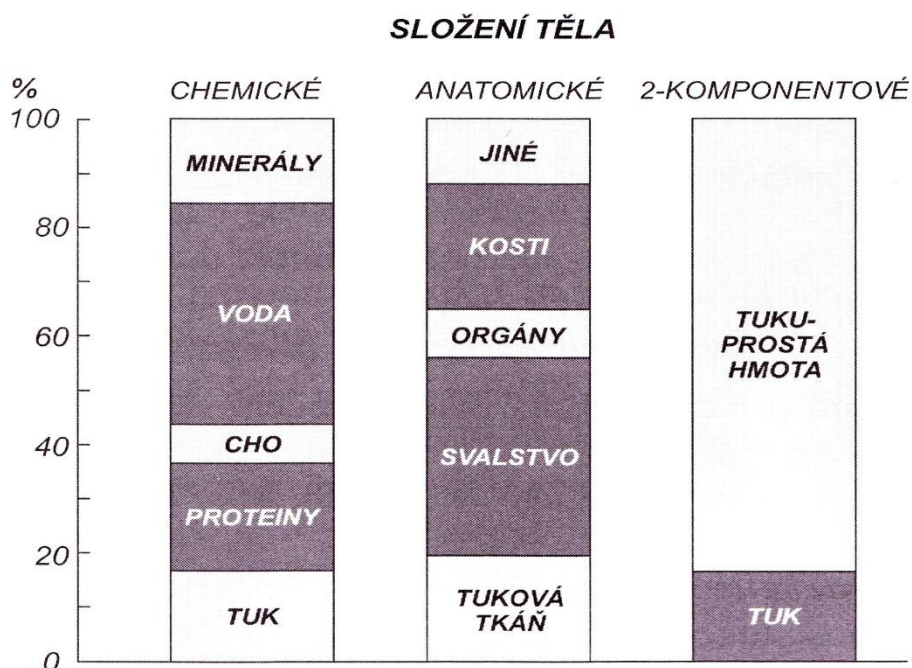
Anatomický rozlišoval tukovou tkáň, svalstvo, kosti, vnitřní orgány a ostatní tkáně. Byl využit především v otázkách týkajících se tělesného složení. Naproti tomu chemický model byl preferován při otázkách ve vztahu k tělesným energetickým zásobám. Obsahoval následující komponenty: tuky, bílkoviny, sacharidy, minerály a vodu. Dvoukomponentový model byl tvořen tukem a tukuprostou tkání.

„Původní pohled na komponenty tělesného složení byl dán chemickým či anatomickým modelem. Chemicky je tělo tvořeno tukem, bílkovinami, sacharidy, minerály a vodou. Tento klasifikační systém je preferován ve vztahu k tělesným energetickým zásobám. Anatomicky je tělo tvořeno tukovou tkání, svalstvem, kostmi, vnitřními orgány a ostatními tkáněmi. Anatomický klasifikační systém je preferován v těch případech, kdy jsou studovány vlastní otázky tělesného složení“ (Riegerová, 2006, s.25).

V praxi se nejvíce pracuje s modely dvou, tří, případně čtyřkomponentovým modelem. Samozřejmě záleží na daných možnostech a použití různých přístrojů

a technik. Z klinického hlediska patří mezi nejpoužívanější model dvoukomponentový, který rozlišuje dva základní komponenty: tuk (fat mass) a tukuprostou hmotu (fat-free mass) (Riegerová, 2006).

„Chemicky je tělo tvořeno tukem, bílkovinami, uhlovodany, minerály a vodou. Anatomicky je tělo tvořeno tukovou tkání, svalstvem, kostmi, vnitřními orgány a ostatními tkáněmi. Pro potřeby praktického zjišťování tělesného složení byl tento problém zjednodušen na dvoukomponentový model, který dělí lidské tělo na dvě složky: tuk a tukuprostou hmotu (angl. fat free mass, dále jen zkr. FFM). Vedle konceptu FFM byl v literatuře zaveden ještě anglický termín lean body mass, který podle původní definice představoval tukuprostou hmotu plus určité množství tzv. esenciálních tuků. Ty představují životně důležité komponenty buněk a fyziologických funkcí a tvoří přibližně 10 % z celkového tělesného tuku“ (Riegerová et al., 2006).



Obrázek 1. Pětistupňový model tělesného složení člověka (upraveno podle Heymsfield, Waki, Kehyas a kolektiv, 1991)

Postupným vývojem technologií a především při využívání stále nových metod byly stanoveny další modely tělesného složení. Mnoho metodických problémů je právě vysvětlováno na základě 5 modelů:

- anatomický model;
- molekulární model;
- buněčný model;
- tkáňový model;
- celotělový model.

Anatomický model

Tento model nahlíží na lidské tělo jako organismus skládající se z jednotlivých prvků. Základní prvky, které naše tělo obsahuje: kyslík, uhlík, vodík, dusík, vápník a fosfor, se vyskytují v 98 % našeho těla. Zbytek je tvořen dalšími 44 prvky. Tyto poznatky jsou získány z chemických rozborů mrtvých těl. K rekonstrukci atomárního složení se používá neutronové aktivační analýzy (Heymsfield, 1991).

Molekulární model

Tento model považuje jako základ chemické sloučeniny. V lidském těle se jich nachází přes více jak 100 000. Sloučeniny jsou složeny z molekul, které se skládají z 11 hlavních prvků. Jako hlavní sledované komponenty molekulární model považuje:

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

Buněčný model

Vychází z předpokladu, že lidské tělo je spojení molekulárních komponent v buňky. Skládá se z jednotlivých komponent vyjádřených takto:

Hmotnost těla = BM + ECT + ECPL, kde:

BM = svalové + pojivové + epitelální + nervové buňky

ECT = plasma + intersticiální tekutina

ECPL = organické + anorganické pevné látky

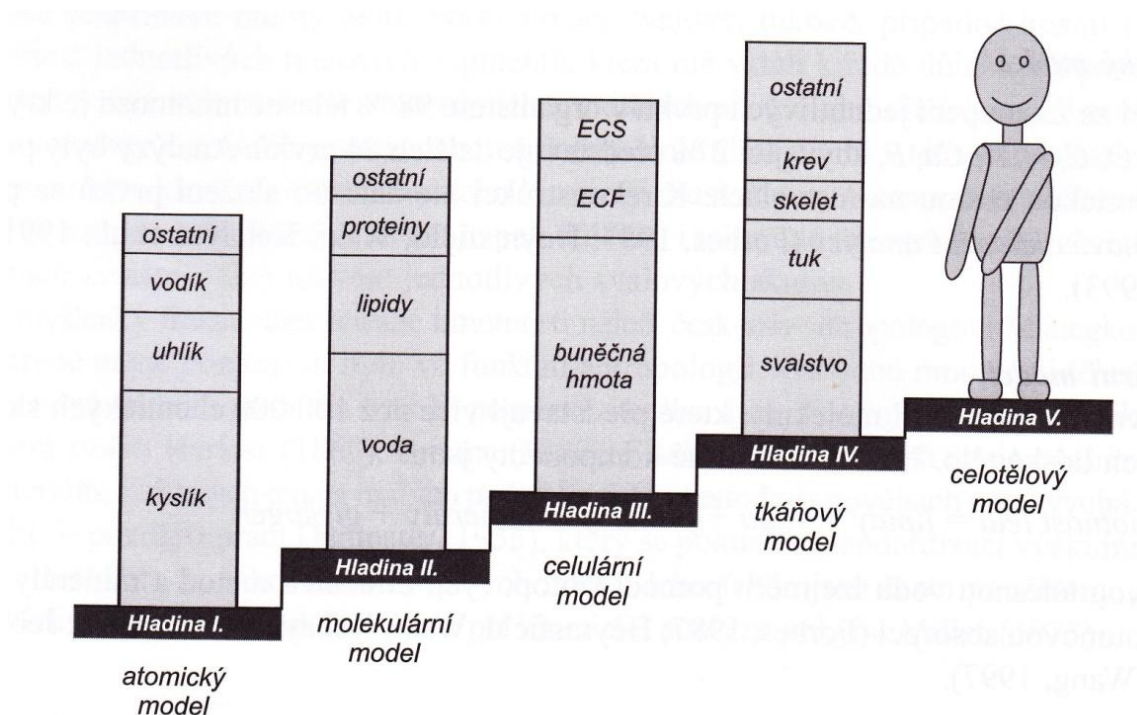
Hmotnost těla = buňky tukové tkáně (adipocity) + BM + ECT + ECPL

Tkáňově-systémový model

Vychází ze základního zjištění, že 75 % tělesné hmotnosti zastupují tři tkáňové systémy: kostní, svalová a tuková tkáň. Tento velice komplexní systém definuje tělesnou hmotnost takto: Hmotnost těla = muskuloskeletální + kožní + nervový + oběhový + respirační + zaživací + vyměšovací + reprodukční systém.

Celotělový model

Tento model využívá jednotlivých somatických parametrů jako je tělesná hmotnost, výška, BMI, obvodové, délkové, šířkové rozměry, kožní rasy, objem těla atd. Pomocí těchto standardizovaných antropometrických metod lze nepřímo určit absolutní a procentuální množství tukuprosté tělesné hmoty a depotního tuku (Riegerová et al., 2006).



Obrázek 2. Chemický, anatomický a dvoukomponentový model (upraveno podle Willmora, 1992)

2.2.2 Metody pro určování tělesného složení

Ke stanovení odhadu tělesného složení se používá řada nejrůznějších metod. V této práci jsem se rozhodl zařadit dělení podle Kutáče (2009) na metody terénní a laboratorní.

Podle Kutáče et al. (2008) závisí specifikace složení těla na použité metodě. Není možno kombinovat různé způsoby se sebou. Dle výzkumu lze výsledky získané pomocí různých metod srovnávat jen s velkými obtížemi. Doporučuje se provádět opakovaná měření s použitím stejné metody.

2.2.2.1 Terénní metody

Do této kategorie řadíme standardní antropometrické metody a bioelektrickou impedanci. Jejich hlavními rysy jsou neinvazivnost, časová a finanční nenáročnost, použitelnost a opakovatelnost, ale také jejich proveditelnost v terénních podmínkách. Mnohdy jsou antropometrické metody nedoceňovány, ale při dodržení stanovených podmínek a postupů jsou dostatečně informativní i pro náročnější jedince.

Tyto metody jsou základem pro posouzení nadváhy a obezity. Poskytují jim řadu délkových, šířkových a obvodových rozměrů, pomocí nich můžeme vyhodnotit spoustu indexů, které nám poskytují další informace o stavbě těla. Při správném postupu měření zaškolenou osobou mají tyto hodnoty dosti vypovídající hodnotu. Některé studie poukazují, že korelují i s daleko náročnějšími a složitějšími metodami. Jejich docenitelnost najde uplatnění hlavně při dlouhodobých a opakovaných měření.

Mnohé studie prokázaly, že odhad tělesného složení je velice závislý na zvolené metodě. Výsledky se liší především v procentuálním zastoupení tukové frakce. Platí tu přímá úměra, čím je jedinec obéznější, tím je větší diferenciace. Pokud však nejde o typickou abdominální obezitu. Dále je potřeba rozlišit pohlaví z důvodu jejich odlišné distribuce tuku. V neposlední řadě závisí i na použití jednotlivých metod v rámci metody, například rozdílné místa měření při měření tukové řasy kaliperem (Přidalová, 2005; Riegerová et al., 2006).

Dle Kopeckého (2013) nebyla autory prokázána větší přesnost ve stanovení tělesného složení stejných subjektů, i když provedení „náročnějšími“ metodami sebou nese větší finanční i časovou náročnost, než provedení antropometrickými metodami.

2.2.2.2 Laboratorní metody

Měření probíhá v laboratorních podmínkách. Velká náročnost z hlediska organizace, financí a přístrojového zabezpečení. Vyžaduje často vyškolený personál na obsluhu daných přístrojů. Tyto metody se používají v dnešní době především k individuálnímu hodnocení tělesného složení a experimentálními výzkumy.

Vědeckotechnický pokrok jde stále kupředu, příkladem mohou být například přístroje založené na bioelektrické impedanci. Před lety byly viděny jen ve vědeckých laboratořích a v dnešní době můžeme přístroje na této metodě koupit běžně v obchodech.

Duální rentgenová absorpciometrie (DEXA)

Dexa je schopna měřit s využitím slabého rentgenového záření kompartment tělesného tuku, svalovou i kostní masu. Ke špičkovým metodám využívajícím náročné technické zázemí patří metoda neuronové aktivační analýzy, schopná mezi jinými prvky stanovit i obsah draslíku v těle. Na podkladě stanovení celotělového obsahu draslíku lze odvodit zastoupení netučné tělesné tkáně.

Hydrodenzitometrie

Nejstarší metodou stanovení velikosti jednotlivých komponent tělesného složení je metoda stanovení tělesné denzity, tedy hustoty. Pomocí dvojího vážení na vzduchu a pod vodou. U této metody je potřeba počítat se vzduchem v našich tělních dutinách tedy respektive v plicích. Následné měření obsahu plic a dýchacích cest je nezbytnou součástí. Tento způsob měření umožňuje změřit tzv. specifickou hmotnost lidského těla a z ní obsah tuku.

Mezi další metody měření patří: celotělová elektrická vodivost, magnetická rezonance, ultrazvuk, výpočetní tomografie, celotělová pletysmografie atd. Podrobný popis těchto metod by byl již nad požadovaný odborný rámec této diplomové práce. V další kapitole jsem se zaměřil podrobněji na metodu bioelektrické impedance, která je hlavní náplní této práce, jelikož je využívána v našem výzkumu.

Bioelektrická impedance (BIA)

Je založena na měření odporu těla vůči průtoku slabého střídavého elektrického proudu, který je nepřímo úměrný množství tělesné vody. Tento způsob měření lze provádět jak v laboratorních podmínkách, tak i v terénních.

„Bioelektrická impedance je metodou neinvazivní, relativně levnou, terénní, bezpečnou a v poslední době velmi rozšířenou na celém světě“ (Riegerová et al., 2006, 36).

Hodnota odporu tkáně, tzv. bioelektrické impedance je nepřímo úměrná objemu tkáně, kterou elektrický proud prochází (Thomas et al., 1992).

Podle Bunce (2001) je metoda bioelektrické impedance velmi citlivá na hydrataci organismu, která může způsobit chybu 2-4 %.

Mezi vlastnosti tkání patří elektrická vodivost, která byla popsána již v roce 1871. Tyto vlastnosti byly popsány v širším spektru frekvencí na větším rozsahu tkání. V roce 1970 byly položeny první základy metody bioelektrické impedanční analýzy, které ukazovaly na vztah mezi impedancí a obsahem vody v těle. V roce 1990 začínají být komerčně dostupné analyzátoři BIA (Kyle et al., 2004).

Jednou s hojně používaných a vyvíjených metod je bioelektrická impedanční analýza, založená na bioelektrické impedanci a vodivosti tkání. Naměřené údaje nám slouží jako diagnostický nástroj při různých poruchách a onemocněních a jako ukazatelé sledování účinnosti stanovených diet a cvičení (Gába & Přidalová, 2011).

Podle Talma (2013) je metoda bioelektrické impedance praktický způsob jak odhadnout procento tělesného tuku u dětí a dospívajících (% BF). Dle jeho posouzení metoda naznačuje, že na základě konvergentní platnosti a značné chyby v měření nelze přesně vyhodnotit % BF, FM nebo FFM. Proto Talma navrhuje používat přístroje a predikční rovnice, které jsou lépe hodnoceny ve více studiích.

Výsledkem daného vyšetření je stanovení zastoupení tělesného tuku, beztukové tkáně a vody. Avšak určení netučné tělesné tkáně je zatíženo určitou mírou chybovosti, kdy záleží především na množství hydratace jedince. Proto je důležité dodržovat obecné zásady (uvedeno v kapitole metodika), abychom dosáhli co nejrelevantnějších výsledků. Tato metoda není nijak náročná na vybavení a je hojně využívána v praxi.

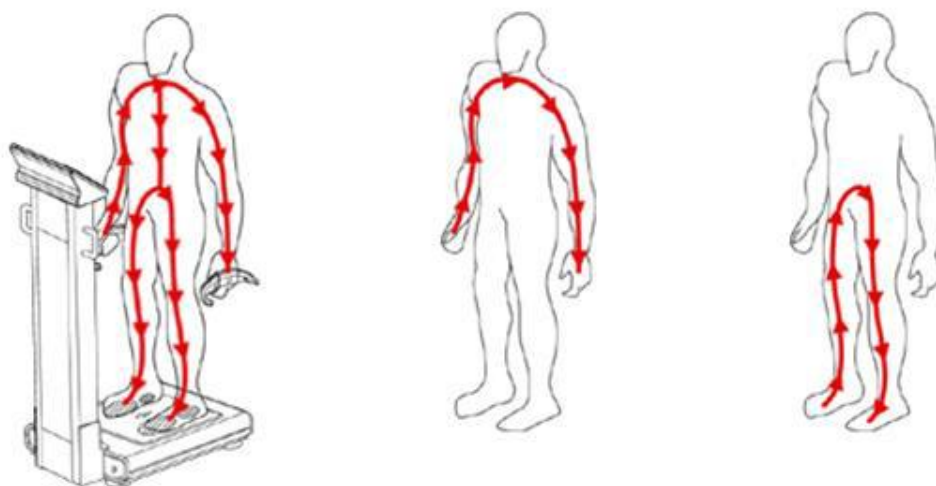
Monofrekvenční metoda

Tato metoda využívá technologie, která neumožňuje komplexní hodnocení tělesných tekutin, ale lze odhadnout množství tukové hmoty, tukuprosté hmoty a celkové tělesné vody, ale nezjistíme podíl intracelulární tekutiny. Bylo prokázáno, že monofrekvenční technologie jsou platnými a spolehlivými prostředky pro odhad tělesného složení u zdravé populace. Tyto přístroje se hodně používají ke komerčním účelům a dá se říci, že jsou oproti multifrekvenční metodě méně spolehlivé. Patří sem přístroje dvouelektrodové. Ty můžou měřit buď horní končetiny nebo jen dolní končetiny. Dají se použít jako orientační vyšetření pro stejnou osobu. Tyto přístroje nejsou vhodné pro vědecké výzkumy, jsou totiž spojeny s docela velkou chybou

při měření různých osob. Hlavním problémem je neakceptovatelnost různého rozložení tělesného složení. Každý člověk má individuální rozložení tukových zásob. Více tuku v horní polovině těla nazýváme typem jablko naopak více tuku v dolní polovině těla nazýváme typem hruška (Deurenberg, 1996; Kyle et al., 2004).

Multifrekvenční metoda

Metoda, která využívá několik různých frekvencí, kdy proud na rozdíl od monofrekvenční metody proniká buněčnou membránou a může tak hodnotit také intracelulární tekutiny. Může tedy vyhodnocovat tukuprostou hmotu, buněčnou hmotu, celkovou tělesnou vodu, intracelulární tekutiny a extracelulární tekutiny. Pro odborné studie je vhodné využívat tetrapolárních přístrojů, kdy jsou k dispozici čtyři elektrody – dvě jsou umístěny na dolní a dvě na horní končetině. Měří tak odpor procházející horními i dolními končetinami a celým trupem. Tudiž nejsou zatíženy chybovostí jako přístroje dvouelektrodové. Při dodržení stanovených podmínek lze s těmito přístroji dosáhnout velice uspokojivé validity a reliability. Špičkové přístroje pracují s více frekvenční analýzou (nejvíce šest frekvencí u InBody 720 a Tanita MC 980), (Riegerová et al. 2006; Biospace, 2006; Bedogni et al., 2002).



Obrázek 3. Znáornění průchodu elektrického proudu tělem (upraveno dle <http://www.inbody.cz/pristroje-bia.php/>)

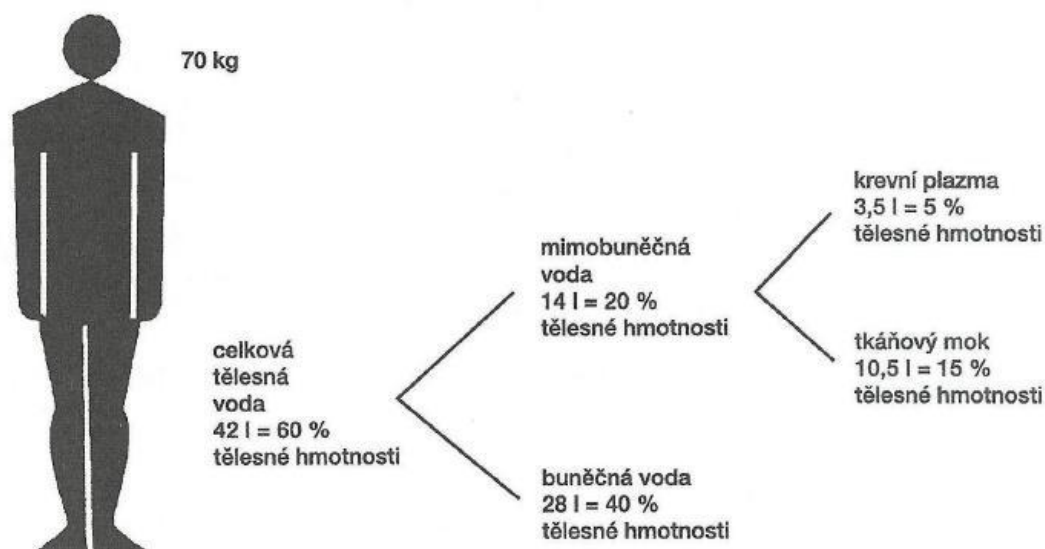
Všeobecně platí u BIA, že hlavními měřenými parametry jsou TBW (celková tělesná voda), ECW (mimobuněčná voda) a ICW (nitrobuněčná voda). Z těchto

parametrů získáváme další hodnoty. Každý přístroj BIA měří trochu odlišné parametry. My jsme v našem výzkumu použili přístroj InBody 720, proto zde uvádím získané parametry právě u tohoto konkrétního přístroje.

Celková tělesná voda (TBW-Total Body Water)

Obsah tělesné vody je nejvýznamnější složkou tělesné hmotnosti, ale také základní proměnou. Její hodnoty se v průběhu života mění, ovlivňují to faktory jako je věk, pohlaví a tělesná hmotnost. Je potřeba dodržovat dostatečnou hydrataci, jinak hrozí negativní vliv na průběh fyziologických funkcí v organismu. Její přibližnou hodnotu lze odhadnout ze vzorce:

$$TBW = FFM \times 0,732$$



Obrázek 4. Tělní tekutiny (upraveno dle Trojan, 2003, 57)

Na obrázku 4 lze vidět názorné rozdělení celkové tělesné vody. Tato hodnota se skládá z nitrobuněčné (ICW) a mimobuněčné (ECW) vody. Nitrobuněčná voda je množství vody v buněčné membráně, která zaujímá zhruba 40 % z celkové tělesné hmotnosti. Mimobuněčná voda ukazuje celkové množství meziprostorové kapaliny a krve, zaujímá asi 20 % z celkové tělesné hmotnosti. Mimobuněčnou neboli extracelulární kapalinu lze rozdělit ještě na krevní plazmu a tkáňový mok (Trojan, 2003).

Extracelulární tekutiny (ECT) jsou ohraničeny tělesným povrchem, buňky si z této tekutiny odebírají O_2 a živiny a zpět do ní vylučují odpadní produkty metabolismu. U živočichů, kteří mají uzavřený cévní systém, je rozdělena na dvě části: intersticiální tekutiny a cirkulující krevní plazmu. Asi třetina celkové tělesné vody v těle je právě tvořena těmito extracelulárními tekutinami. Objem intercelulární tekutiny není možné změřit přímo, ale lze jej vypočítat odečtením celkového objemu tělesné vody. Celková tělesná voda se stanovuje obdobně, jako se měří objem jiných tělních prostorů. Nejčastěji se používá těžká voda (deuterium oxid). Má trochu jiné vlastnosti než voda, ale v rovnovážných pokusech měření tělesné vody poskytuje přesné výsledky. Obsah vody ve tkáních mimo tuk je konstantní, asi 71–72 ml/100 g tkáně. Tuk je relativně bez vody, a tak se poměr celkové tělesné vody k tělesné hmotnosti mění podle množství tuku přítomného v tkáních. Voda zaujímá u mladého muže asi 60 % jeho tělesné hmotnosti, u ženy je procento o něco nižší. U obou pohlaví klesá obsah vody v těle s věkem (Ganong, 2005).

Tuková tělesná hmota a % tělesného tuku (BFM - Body Fat Mas, PBF - Percent Body Fat)

Podle Riegerové et al. (2006) se jedná o snadno ovlivnitelnou komponentu tělesného složení za pomoci výživy a pohybové aktivity. Pro lidský organizmus je nebezpečné příliš nízké i příliš vysoké množství tuku. Určité množství tuku je nezbytné pro zachování základních životních funkcí.

Je to nejzákladnější tělesný parametr, který slouží jako zdravotní ukazatel našeho tělesného stavu, ale také tělesné zdatnosti jedince. Existují určité normy. U muže by se tukové zastoupení mělo pohybovat mezi 10-20 % a u žen se toto rozmezí pohybuje mezi 18-28 % dle bioimpedanční analýzy. Tyto hodnoty jsou značně obecné, je potřeba přistupovat ke každému člověku jednotlivě vzhledem k dalším faktorům působících na zastoupení tělesného tuku. Jeho zastoupení lze regulovat především pohybovou aktivitou a vhodnou stravou. Jeho velké zastoupení může vést ke vzniku mnoha závažných kardiovaskulárních či metabolických chorob. Jeho výrazný pokles může vést k nejrůznějším dysfunkcím v organismu. Tuk je významnou složkou našeho těla, ovšem všeho s mírou. Podstatným faktorem je také jeho uložení v našem těle.
Tuková tělesná hmota = hmotnost těla – beztuková hmota (BFM).

Hodnota % tělesného tuku nám ukazuje celkové procentuální zastoupení tukové frakce k tělesné hmotnosti. Hmotnost tuku sama o sobě nemusí nutně definovat obezitu,

procentuální podíl tělesného tuku je důležitější než tělesná hmotnost v diagnostice obezity (Riegerová et al., 2006).

Dle studie Gába et al. (2014), která se zabývala posouzení objektivitu hodnocení výskytu obezity podle BMI vzhledem k jejímu zastoupení tělesného tuku. Z jejich výsledků vyplývá, že již při nižších hodnotách BMI ($<30 \text{ kg/m}^2$) může být u daného jedince diagnostikována obezita. Z toho důvodů se doporučuje u věkové kategorie žen v rozmezí 55-84 let, na kterých byl prováděn výzkum, hodnotit výskyt obezity především dle %BFM.

Tukuprostá hmota (FFM - Fat Free Mass)

Tukuprostá hmota je dána rozdílem mezi celkovou tělesnou hmotností a hmotností tělesného tuku, je určována na základě rovnice: $\text{FFM} = \text{TBW} \times 0,732^{-1}$.

Tato hodnota 0,732 (73,2 %) nám představuje průměrnou hydrataci tukuprosté hmoty u dospělých. U dětí je hydratace tukuprosté hmoty vyšší. Podíl objemu extracelulární vody (ECW) na celkové tělesné vodě s věkem klesá, intracelulární voda (ICW) naopak nabývá na objemu. Tukuprostá hmota se podle molekulárního modelu skládá z BCM (body cell mass) a ECM (extracellular mass). Tukuprostou hmotu tvoří 60 % svalstvo, 25 % opěrné a pojivové tkáně a 15 % vnitřní orgány. FFM je heterogenní komponentou. Poměr jejích složek je variabilní v závislosti na věku, pohybové aktivitě a dalších exo- i endogenních faktorech (Bunc et al, 2001; Rokyta et al., 2000; Talluri et al., 1999).

Kosterní svalová hmota (SMM - Skeletal Muscle Mass)

Kosterní svalstvo tvoří u novorozenců cca 25 % hmotnosti těla, u dospělých pak narůstá zhruba až na 40 % tělesné hmotnosti. Postupem vývoje prochází určitým vývojem, největší nárůst u chlapců je okolo 15-17 roku, u dívek je nárůst o něco dřívější cca v 13 roku. V období dospělosti se tyto hodnoty svalové hmoty relativně ustálí. Okolo 40 roku začíná pozvolná ztráta svalové hmoty a její nahrazování tukovou složkou. Tato svalovina by měla mít v těle určité zastoupení oproti tukové tkáni. Lze ji aktivně ovlivňovat tělesným cvičením. Metoda BIA je velmi citlivá na hydrataci organismu, měření může tedy způsobit určitou odchylku 2-4 %. Mimo hydrataci je ovlivněna i jinými faktory, jako je termoregulace, povrchová teplota kůže nebo množství svalového glykogenu (Chumlea et al, 1994; Roche et al., 1996).

Množství bílkovin a minerálů

Bílkovina je organická pevná složka nacházející se v tělesných buňkách. Skládá se z dusíku a je společně s vodou hlavní složkou beztukové měkké tkáně. Má tedy určitý vztah k nitrobuněčné vodě, proto její nedostatek ukazuje i nedostatek bílkovin a signalizuje nám špatnou výživu buňky.

Minerály hrají v našem těle velice podstatnou roli. Přístroj InBody 720 identifikuje dvě skupiny a to minerály v kostech a mimo kosti. Největší zastoupení mají kostní minerály, které tvoří okolo 80 % všech minerálů. Celkové množství minerálů v těle je přímo úměrné svalové hmotě (Biospace, 2009).

BCM (buněčná hmota)

Je metabolicky aktivní komponentou, která nám slouží k vyhodnocení stupňů výživy, resp. vypovídá o aerobní výkonnosti organismu. Zahrnuje součet všech buněk obsahující nitrobuněčnou vodu a bílkoviny nalezené v orgánech. Normální množství BCM je stanoveno od 40 % ideální tělesné hmotnosti.

Doporučené hodnoty BCM:

ženy: 16,60–20,88 kg, při průměrné tělesné výšce (Sta): 1,47–1,68 m

muži: 25,76–32,84 kg, při průměrné tělesné výšce (Sta): 1,58–1,80 m (Bunc, 2006; Talluri et al., 2003).

BMC (obsah minerálu v kostech)

Index nám slouží k měření hustoty mineralizace v kostech. BMC se vypočítá použitím Dvou-energetické rentgenové absorbometrie DEXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry), což je ekvivalent používaný k diagnóze hustoty minerálu v kostech (Biospace, 2009).

BMR (stupeň bazálního metabolismu)

Potřeba energie se skládá z bazálního metabolismu, výdeje energie na svalovou práci a potřeby pro růst, těhotenství a laktaci. Bazální metabolismus (Basal Metabolis Rate, BMR) se vztahuje k minimální potřebné energii k zachování základních životních funkcí v klidovém stavu organismu. Tvoří největší část naší energetické spotřeby. Jeho výše koreluje s netukovou tělesnou hmotou. Ta ve stáří začíná postupně ubývat. Muži mají více netukové hmoty, proto je u nich bazální metabolismus asi o 10 % větší než u žen (Referenční hodnoty pro příjem živin, 2011).

Bazální metabolismus je definován jako nejmenší množství energie nutné ke krytí základních funkcí organismu (jako funkce oběhového systému, vylučovacích orgánů, plic, jater, mozková činnost, regulace tělesné teploty atd.) za bazálních podmínek, které jsou definovány:

- měříme ráno těsně po probuzení a osoba je v duševním a tělesném klidu (leží, ale nespí),
- nachází se v „termoneutrální zóně“ - tj. 20 °C pro osobu oblečenou a 27 °C pro svlečenou),
- osoba je 12 - 18 hodin po posledním příjmu potravy (nalačno) a po 3 dny byl omezen příjem bílkovin,
- po 8 hodinovém fyzickém odpočinku (Holeček, 2006; Svačina, et al., 2008; Williams, 2010).

Variační rozdílnost energetických potřeb je závislá na věku dítěte, pohlaví, tělesné hmotnosti a dalších faktorech. Dětský organismus potřebuje hodně energie ke své fyzické aktivitě. Je důležité dbát na energetické složení a výživovou hodnotu jednotlivých složek stravy, ne každý bohatý energetický pokrm je vhodný. V době dospívání se potřeby energie zvyšují a pohlavně diferencují. Nedostatek nebo nadbytek energie může působit nepříznivě na náš organismus. Významnou úlohu zde hraje zdravotní stav a pohybová aktivita (Gregora, 2004).

Fitness skóre (FS-Fitness score)

Slouží jako ukazatel tělesné zdatnosti u bioimpedanční analýzy přístrojem InBody 720. Tento parametr využívá software Lookin'Body 3.0 pro hodnocení tělesné zdatnosti. Na základě vztahů mezi jednotlivými komponentami tělesného složení resp. na zastoupení kosterního svalstva a tukové složky vzhledem k tělesné hmotnosti. V rámci hodnocení podle fitness skóre obdrží testovaný určitý počet bodů a podle něj lze rozdělit do 3 kategorií. První kategorie (FS1), kde patří jedinci s hodnocením <70 bodů, lze charakterizovat za slabé, obézní a tedy podprůměrné. Druhá kategorie (FS2) zahrnuje rozmezí mezi 70-90 bodů, je typ normální, zdravý neboli průměrný. Do třetí (FS3) kategorie řadíme jedince, kteří dosáhli >90 bodů, vyznačující se jako silný a nadprůměrný typ (Biospace, 2009).

Podle studie prováděné v ČR u 6 věkových skupin bylo zjištěno, že s rostoucím věkem klesá hodnota fitness skóre, přičemž u hodnot viscerálního tuku, tukové frakce a BMI dochází k jejímu nárůstu. Pro hodnocení obezity se doporučuje fitness skóre,

kteřé pracuje se svalovou i tukovou složkou. Dle odborných šetření se hranice normality pro fitness skóre jeví jako nevhodně vymezená. Bylo by vhodné provést revize, a to u různých populačních skupin (Cacek et al., 2012; Přidalová & Kopecký, 2013).

2.3 Antropometrie

Tuto kapitolu jsem zařadil pro lepší pochopení významu antropometrického měření. Charakterizujeme ji jako soubor metodik, které se zabývají měřením, rozborem a popisem tělesných znaků charakterizujících tělesný vývoj a stavbu těla.

Poprvé se s antropometrií, resp. s měřením jednotlivých částí těla, setkáváme v 80. letech 19. století. Principů dnešní antropometrie začal využívat francouzský policejní písař Louis Aplhonse Bertillon. Tuto metodu zavedl k identifikaci zločinců – recidivistů. Měřil 11 částí těla a vytvořil tak registrační systém pro evidenci a archivaci zjištěných měř (Kutáč, 2009).

Mezi základní antropometrické charakteristiky patří tělesná hmotnost a výška. Dále získáváme údaje ohledně obvodových rozměrů, šířkových rozměrů či délkových rozměrů. Součástí je i typologie tělesné stavby jedince a odhad tělesného složení, které se provádí celkově ale i u jednotlivých segmentů. Hodnoty získané antropometrickými technikami jsou pro nás velice užitečné. Umožňují nám popsat proporce lidského těla a určit jejich vliv na určitou pohybovou aktivitu. Dále určit biologický věk, predikovat tělesný vývoj jedince či hodnotit vliv sportovní přípravy na tělesné složení (Riegerová et al., 2006).

Dnešní moderní antropometrie vychází z určitých pravidel technik antropometrického měření. Tyto předpisy vytvořili odborníci z daného oboru a jsou mezinárodně uznávány. Poprvé byly tyto pravidla zveřejněny již v roce 1914 (Grimm, 1961).

Zjišťování obezity je možné pomocí více antropometrických metod. Od jednoduchých měření tělesné výšky, hmotnosti a obvodových míř, po měření hloubky kožních řas či pomocí indexů BMI a WHR. V posledních letech je v zájmu vývojových, sportovních, epidemiologických a zdravotních výzkumů, analýza celkového složení těla jedinců (Amir Rakhshanda, 2009).

Tělesným složením se jako jeden z prvních začal zabývat Matiegka (1921), kdy se pokusil o určitou kvantifikaci tělesných komponent zevních rozměrů těla. Rozděлил celkovou lidskou hmotnost na 4 části: hmotnost skeletu, kůže, podkožní tukové tkáně, kosterního svalstva a zbytku. Metoda je relativně rychlá a především finančně

a přístrojově nenáročná. Antropology je tato metoda stále uznávána. Nejčastěji měřicím komponentem jsou kožní řasy, které se měří pomocí kaliperů. Nejvíce je u nás využívána metoda podle Pařízkové, kdy je výsledná hodnota součtem deseti kožních řas. Měření podkožních tukových řas je založeno na určitých předpokladech, které však nebyly potvrzeny. Kromě kaliperu byly pro měření kožních řas vyvinuty i další metody. Tyto alternativní přístupy se snaží odstranit technické chyby při měření kaliperem – především různou stlačitelnost tkání, zvláště u osob s extrémními variantami tělesného složení. Ukládání tuku záleží na mnoha faktorech, jako je věk, pohybová aktivita, pohlaví a další. Lze srovnávat pouze v rámci populačních skupin. Vedle Pařízkové existují ovšem i jiné metody například podle Durnina a Womersleyho (1974) nebo Vignerové a Bláhy (2001) a dalších.

Měření lze tedy provádět podle několika druhů kaliperu. U nás byl původně zaveden na konci 50. let minulého století modifikovaný Bestův kaliper, kde je možno standardizovat stálý tlak na měřenou kožní řasu. Mezi další hodně užívané kalipery patří kaliper Harpenden, Somet harpendenského typu, Lange, Lafayette, digitální kalipery Skyndex a další. Každý kaliper je jiný a liší se velikostí či tvarem. Proto nejde srovnávat výsledky různých kalibrů. Standardní měření kožních řas vyžaduje velmi pečlivý zácvik postupu s přesností na 0,5 mm (Pařízková et al., 2007; Riegerová et al., 2006).

Validita regresních rovnic pro odhad tělesného složení z kožních řas je omezena jen na populační skupinu, ze které byly rovnice odvozeny. Pro příslušné regresní rovnice je nutno specifikovat nejen populační skupinu, ale také typ použitého kaliperu (Lange, Best, Harpenden, Somet ap.), místo měření, ale i srovnávací metodu, z jejichž výsledků byly rovnice vypočítány (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006)

Kutáč a Gajda (2005) zkoumali spolehlivost měření podle kožních řas. Měřili 4 kožní řasy kalibrem Best, jejich zjištěné výsledky ukázaly velice vysokou spolehlivost měření. Takové vysoké spolehlivosti se podaří dosáhnout jedině zkušenému antropologovi s dostatečnou praxí.

Výhody tohoto měření jsou především v rychlosti a nenáročnosti. Užívá se hlavně v terénních podmínkách a v rozsáhlejších studiích. Hajniš (1989) uvádí, že hodnoty kožních řas mohou ovlivnit i rozdílnost elasticity kůže. Existují kůže elastické, tuhé ale i měkké. Tomuto faktoru však nepřikládá příliš velkou hodnotu a bere jej za nepodstatný.

Antropometrické body

Jde o určité body na těle, které představují stejnojmenné body na kostře těla. Na základě těchto přesně stanovených bodů lze měřit tělesný rozměr (obvodové, délkové, šířkové) naší konstituce. Body je nutno vypalповat na těle testovaného probanda. Je potřeba dodržovat určitá pravidla a zásady při měření určité oblasti. Na základě změřených tělesných rozměrů můžeme vypočítat proporční indexy, které informují o vzájemných poměrech jednotlivých částí ke druhým částem nebo k tělu jako celku. Tyto body jsou umístěny na hlavě, trupu a končetinách. Ukázkou antropometrických bodů přikládám v příloze 1.

Index tělesné hmotnosti (BMI-Body mass Index)

BMI je jeden z nejnámějších a také nejužívanějších indexem. Je poměrně jednoduchým a snadno dostupným kritériem, který nás může informovat, že tloustneme. Skládá se z podílu tělesné hmotnosti (kg) a výšky (m) na druhou mocninu (Kokaisl, 2007).

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

Metoda široce uplatňovaná v obecné medicíně, dietních a sportovních lékařských oborech. Pomocí BMI můžeme stanovit doporučené rozmezí váhy na základě výšky, pohlaví a doporučeného rozmezí BMI. U sportovců provozující silové sporty (vzpěrači, kulturisté) vyšší BMI bude odrážet podíl svalové hmoty a ne tuku, to je vždy třeba mít na paměti. Obecně se dá říci, že ženy mají větší podíl tuku než muži při stejném BMI. Je potřeba si uvědomit, že hodnota BMI se v průběhu našeho života mění. V prvním roce stoupá s vrcholem kolem 9. měsíce, pak se zvolna snižuje kolem 6 let. Později opět stoupá až do dospělosti. Některé studie uvádí, že pokud je minima BMI dosaženo později v dětství, tak BMI je v dospělosti nižší. Při zařazování lidí do kategorie BMI je třeba zohledňovat míru fyzické aktivity daného jedince. U vrcholových sportovců vlivem jejich zvětšené muskulatury, nemá BMI svou vypovídající hodnotu. Většinu těchto sportovců respektive jedinců s vysokou úrovní svalové hmoty bychom dle BMI řadili do kategorie nadváhy či obezity. Jednotlivé kategorie BMI jsou uvedeny (Obrázek 3). BMI je využíváno hlavně pro svou snadnost a jednoduchost použití (Vítek, 2008).

Pokud chceme hodnotit dětskou populaci, musíme využít percentilové grafy BMI pro dívky a chlapce (Vignerová et al., 2006).

Lze vypočítat určitá korelace mezi vysokým BMI a rizikem úmrtí (Kleinwachterová & Brázdová, 2001). V průběhu vývoje se mění naše tělesná výška, hmotnost i BMI, lze tedy předpokládat, že se bude měnit i naše tělesné složení. Nadváha a obezita stanovená pomocí BMI nemusí být v souladu s kategorizací podle zastoupení množství tukové frakce (Gába & Přidalová, 2013).

Klíčové je místo usazení tuku, tedy jeho distribuce, která se využívá hlavně v pedagogické a klinické praxi. 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 (Riegerová et al., 2006; Bunc, 2009). Určité diference v přerozdělení tuku si můžeme všimnout již v období středního dětství, které pak zesiluje v adolescenci a pokračuje téměř celý život. S rostoucím věkem se ukládá více tuku na trupu než na končetinách. Rozložení tuku lze měřit nejrůznějšími antropometrickými technikami, které nás informují o místě uložení tukové frakce.

Dle somatických indexů centrality rozlišujeme například centrifugální či centripetální resp. uložení tuku na trupu či končetinách (Riegerová et al., 2006).

V současné době trpí nadváhou více než 1 miliarda lidí na celém světě (WHO, 2004). Pro ucelení informace přikládáme také klasifikace hodnot BMI dle Světové zdravotnické organizace WHO (Obrázek 5).

Klasifikace	BMI (kg/m ²)	
	Hlavní bodová hranice	Přídavná bodová hranice
Podváha	< 18,50	< 18,50
Těžká podváha	< 16,00	< 16,00
Střední podváha	16,00–16,99	16,00–16,99
Lehká podváha	17,00–18,49	17,00–18,49
Normální hmotnost	18,50–24,99	18,50–22,99
		23,00–24,99
Nadváha	≥ 25,00	≥ 25,00
Pre-obezita	25,00–29,99	25,00–27,49
		27,50–29,99
Obezita	≥ 30,0	≥ 30,00
Obezita I. stupně	30,00–34,99	30,00–32,49
		32,50–34,99
Obezita II. stupně	35,00–39,99	35,00–37,49
		37,50–39,99
Obezita III. stupně	≥ 40,00	≥ 40,00

Obrázek 5. Klasifikace indexu BMI (upraveno dle WHO, 2004)

WHR (Waist Hip Ratio)

Patří mezi nejužívanější ukazatele distribuce tuku. Hlavním důvodem je jeho jednoduchost a použitelnost prakticky pro každého. Index WHR je prostým poměrem obvodu břicha (pasu) a obvodu boků, to vše v cm. O typu distribuce tukové tkáně nám pomáhá tzv. WHR index (z ang. Waist-to-hip ratio). Vzájemné charakteristiky pasu a boku porovnáváme. Tyto míry se měří na přesně stanovených místech pásovou mírou. Obvodové parametry se stávají důležitým parametrem například při redukci váhy, neboť obvodové parametry se mění často dříve než změny hmotnosti (Riegerová, 2006; WHO, 2009).

Na základě indexu WHR je možné orientačně stanovit distribuci tuku v lidském těle. Může se jednat o centripetální, centrifugální uložení tuku, abdominální obezitu. Pro definování abdominální obezity je využíváno obvodu pasu, obvodu pasu vztáženému k tělesné výšce, poměr mezi obvodem pasu a obvodem gluteálním, resp. množstvím viscerálního tuku. Tento index je vhodný doplňovat pro klasifikaci obezity o další metody např. BMI (Bray & Gary, 1988).

Podle Přidalové (2005) nacházíme u studentů a studentek FTK UP v Olomouci, kteří byli zkoumáni v letech 1992-2003 typické proporcionální, harmonické rozložení tukové složky. U této skupiny studentů současně nacházíme nižší zastoupení tukové složky vzhledem populačním normám.

Antropometrie a organické zákonitosti tělesného růstu a vývoje

Při měření tělesného růstu je důležité počítat s tím, že lidský organismus prochází určitým vývojem podle biologických zákonitostí, které jsou ještě dotvářeny vnějším prostředím. Komplex vnějších a vnitřních faktorů. Je nutné dbát v potaz hlavně při hodnocení morfologické stavby a biologické variability každého jedince. Mezi nejdůležitější patří:

1. *Dědičnost.* Pomocí této vlastnosti může část vlastností rodičů přejít na své potomky. Tyto vlastnosti a znaky se pak dále formují během života. Každá převzatá rodičovská vlastnost se nespočetné řady generací formovala a dotvářela.
2. *Zákonitosti růstu.* Jsou výslednicí specifického evolučního procesu usměrňovaného životním stylem, chováním a postupně narůstající mozkovou kapacitou.
3. *Puberta a pohlavní diferenciaci.* Vytváření a rozlišení pohlavní znaků se děje během vývoje zárodku a plodu. Během růstu se u každého pohlaví uplatňují funkční a tvarové vlastnosti, charakteristické pro mužské a ženské pohlaví.
4. *Závislost tvaru na funkci.* Pokud je orgán nebo jeho část přiměřeným způsobem v mezích normálu, odpovídá tomu i jeho zvětšení, kapacita či akceschopnost. Naopak je-li orgán nebo jeho část zanedbávána a bez činnosti, postupně se zmenšuje. Funkce činí daný orgán.
5. *Variabilita.* Je důležité brát zřetel na jedinečnost každého lidského organismu. Je pravda, že tělo podléhá v každém věku u obou pohlaví určitému stupni vývoje. Je třeba počítat s určitou variací nebo odchylkou kolem průměru.
6. *Korelace a kompenzace.* Projevuje se v základních vzájemných poměrech růstu těchto částí. V případě porušení normálního vývoje určité části nebo orgánu těla. Organismu se tento nedostatek vyrovná kompenzačním zbytněním příslušných partií, převzetím funkce postiženého orgánu apod. Může dojít i k zakrnění nebo porušení jiných orgánů.

7. *Plasticita, elasticita, reakce a adaptace.* Lidské tělo je tvořeno buňkami, které jsou velmi plastické a ovlivnitelné mnoha činiteli. Oplývají také víceméně elastickými vlastnostmi např. při mechanickém působení vnějšího činitele. Dráždění a nápor na lidský organismus vyvolává reakce a tedy následnou protireakce našeho těla. Při splnění určitých faktorů, jako je trvání a intenzita, nastává adaptace. Je pro organismus důležitá a může se postupně více upevňovat a vést k trvalé změně (Riegerová et al., 2006).

3 CÍLE

Hlavním cílem mé diplomové práce je zjistit, zda parametr fitness skóre užívaný přístrojovou technikou InBody 720 je objektivní pro hodnocení tělesné zdatnosti dle vybraných parametrů tělesného složení u studentů a studentek Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci (FTK UP).

3.1 Dílčí cíle

- Změřit přístrojem InBody 720 studenty a studentky FTK UP v Olomouci.
- Analyzovat vybrané charakteristiky tělesného složení u studentů a studentek FTK UP.
- Zhodnotit rozdíly vybraných parametrů tělesného složení v rámci jednotlivých kategorií FS, zvláště u studentů a studentek FTK UP.

3.2 Vědecké otázky

- Je fitness skóre spolehlivým ukazatelem tělesné zdatnosti při měření tělesného složení přístrojem InBody 720?
- Liší se v zastoupení jednotlivých tělesných parametrů populace studentů a studentek FTK UP od běžné relativně zdravé populace adolescentů?
- Vymezují vztahy mezi kosterním svalstvem a tukovou složkou přesně specifickou kategorizaci fitness skóre?
- Jaký je vztah jednotlivých parametrů u studentů a studentek v jednotlivých kategoriích fitness skóre?

4 METODIKA

4.1 Sledované soubory

Výzkumný soubor tvořili studenti (M) a studentky (F) Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého (dále jen FTK UP) v Olomouci, kteří studují v prvním ročníku. Zúčastnilo se celkem 287 studentů a 172 studentek FTK UP, kteří byli obeznámeni se standardizací měření. Všichni probandi byli zdraví a splňovali hlavní kritéria (absence kardiostimulátoru či obdobného zařízení atd.) Podstatným parametrem pro naše měření bylo mimo jiné i údaj fitness skóre, který využívá software Lookin'Body pro hodnocení tělesné zdatnosti na základě vztahů mezi jednotlivými komponentami tělesného složení. Porovnává zastoupení kosterního svalstva a tukové složky vzhledem k naší celkové tělesné hmotnosti. Následně kategorizuje výsledek do jednotlivých kategorií fitness skóre.

Výpočet fitness skóre je stanoveno firmou Biospace, která vyrábí celosvětově uznávané přístroje InBody v oblasti celkové analýzy lidského těla. Základní hodnota FS vychází z 80 bodů, tedy v případě, že jedinec má ideální množství svalové a tukové hmoty. Ze základu 80 bodů se přičítá 1 bod/1 kg svalu navíc od optimálního množství svalové hmoty. V případě menší množství svalové komponenty, se 1 bod/1 kg odečítá. U tukové složky se v případě většího množství tuku odečítá 1 bod/1 kg, při menší tukové složce než je stanovena jako ideální se nic nepřičítá ani neodečítá.

Rozhodli jsme se rozdělit sledované soubory podle indexu tělesné zdatnosti neboli fitness skóre do tří kategorií. Tento parametr fyzické zdatnosti pracuje na základě vztahů mezi jednotlivými komponentami tělesného složení resp. na zastoupení kosterního svalstva a tukové složky vzhledem k tělesné hmotnosti. Hodnota <70 bodů označuje jedince za slabého a obézního tedy podprůměrného patřícího do kategorie první (FS1). Druhá kategorie (FS2) zahrnující rozmezí mezi 70-90 body je typ normální, zdravý typ neboli průměrný. Výsledné skóre >90 bodů se vyznačuje silný typ jedince, nadprůměrný, toho řadíme do poslední skupiny označené (FS3). Vycházeli jsme z předpokladu, že vysokoškolští studenti mají pozitivní vztah k pohybové aktivitě resp. sportu a následně tedy i k vlastnímu tělu. Očekávali jsme, že většina studentů bude zařazena do kategorie (FS3) a (FS2). Jednotlivé rozdělení našich souborů do kategorií fitness skóre uvádím níže v tabulce 1.

Tabulka 1. Četnostní rozdělení probandů do kategorií fitness skóre

Soubory	n	FS1		FS2		FS3	
		n	%	n	%	n	%
FTK_M	287	4	1,3	248	86,4	35	12,2
FTK_Ž	172	7	4,1	165	95,9	0	0

4.2 Přístrojová technika

Odhad tělesného složení probíhal pomocí přístroje InBody 720, který pracuje na základě bioelektrické impedanční analýzy. Tělesná výška byla změřena pomocí standardizovaného antropometru A-226.

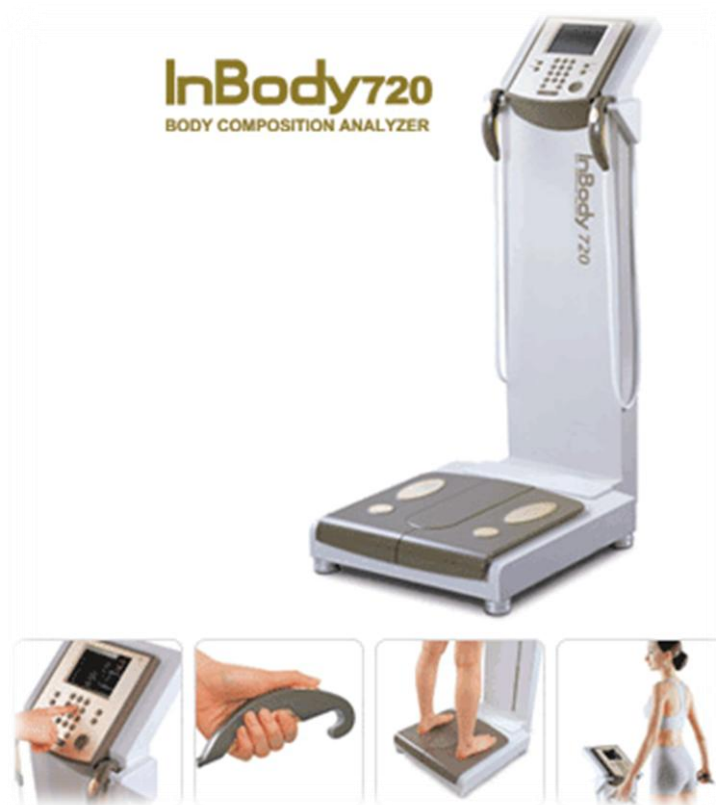
Přístroj InBody 720 je analyzátor lidského složení těla od společnosti Biospace. Pracuje s technologií, která si získala respekt a uznání řady medicínských odborníků. Je to jedinečná patentovaná technologie svého druhu. Pracuje s metodou 8 bodových dotykových elektrod. Tělo je měřeno po segmentech technologií DSM-BIA. Segmentů je celkem 5, rozlišujeme horní, dolní končetiny a trup. Tato metoda je velice přesná, protože jednotlivé části těla se neovlivňují. Bioelektrická impedanční analýza skýtá mnoho výhod oproti jiným metodám, hlavními pozitivy jsou rychlost, jednoduchost a bezpečnost. Díky těmto vlastnostem může být přístroj nabídnut i do nejrůznějších fitcenter, wellness studií a podobně. Ale je i nezbytným pomocníkem dietologů, nutričních specialistů či sportovních trenérů. Určitou nevýhodou je nepoužitelnost přístroje na všechny skupiny lidí. Vztahuje se tedy jen na zdravé průměrné lidi. Aplikace na děti, starší lidi, vysoce obézní nebo vrcholové sportovce je omezena.

Metoda BIA pracuje na principu impedance působící opačně k toku elektrického proudu. Tělesný tuk má oproti tělesné vodě jako třeba krvi mnohem menší vodivost a tím i tedy vysokou impedanci. Výhodou přístroje InBody 720 je, že analyzuje jednotlivé segmenty jednotlivě. Výsledná hodnota nám dává hodnoty složení jednotlivých částí našeho těla. U některých parametrů uvádí software InBody doporučené hodnoty, které přikládám v tabulce 2 níže.

Přesnost přístroje InBody 720 je velice závislá na jedinci a prostředí, proto je potřeba dodržovat určité zásady, abychom se vyvarovali zkreslených výsledků. Je tedy potřeba dodržovat určitá pravidla:

1. Měřit *vždy před jídlem* nebo minimálně 2 hodiny po jídle. Hmotnost jídla se počítá do váhy a mohlo by dojít k mylným výsledkům.

2. *Navštívit toaletu*, hmotnost moče a stolice by se mohla promítnout také do závěrečných výsledků.
3. *Vyhnout se namáhavému či intenzivnímu cvičení* těsně před měřením. Mohlo by mít vliv na dočasné složení těla.
4. *Zůstat v klidu stát alespoň 5 minut*. Dlouhé sezení nebo ležení by mohlo mít vliv na tělesnou vodu, která má snahu se stěhovat do dolních konců těla, jakmile osoba stojí nebo vstane.
5. *Neprovádět test těsně po sprchování nebo saunování*, mohlo by to mít určitý vliv na dočasné složení našeho těla.
6. *Neprovádět test během menstruačního cyklu žen*, kdy většinou dochází ke zvýšení tělesné vody v těle.
7. Test je potřeba *provádět při normální teplotě okolo 20 – 25°C*. Složení lidského těla ovlivňují velké výkyvy teplot.
8. *Provádět za stejných podmínek* např. stejné šaty, před cvičením atd. Pokud děláme stejný test opakovaně, je důležité, aby byly dodrženy stejné podmínky. Vyloučíme tak určité zkreslení při provádění testu za jiných podmínek (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006; Biospace, 2009).



Obrázek 6. Přístroj InBody 720 (upraveno dle www.biospace.cz)

Tabulka 2. Vybrané doporučené hodnoty podle InBody softwaru

Parametr	FTK_Ž (n=172)		FTK_M (n=287)	
	M	SD	M	SD
T M. (kg)	62,3	6,1	83,8	5,9
T BF (kg)	13,91	1,17	10,71	0,76
T TBW (kg)	34,32	2,35	44,51	2,95
T SMM (kg)	25,8	2,4	34,0	2,4
T BCM (kg)	30,46	2,51	39,56	2,61

Vysvětlivky: *M* – průměr; *SD* – směrodatná odchylka; *T* – target – doporučená hodnota; *M* – tělesná hmotnost; *BFM* – Body Fat Mass – množství tuku (kg); *TBW* – Total Body Water; *SMM* – Skeletal Muscle Mass; *BCM* – Body Cell Mass

4.3 Způsob měření

Měření probíhalo v ranních hodinách za standardních podmínek v antropometrické laboratoři Katedry přírodních věd v kinantropologii FTK UP v Olomouci. Všichni zúčastnění studenti a studentky souhlasili se zpracováním dat. Po příchodu do laboratoře, kde byli zváni v menších skupinkách 4-7 lidí, byli nejprve studenti zaevidováni. Poté byli seznámeni se základními zásadami při měření. Byli požádáni o odložení všech kovových předmětů. Nejprve proběhlo jejich měření tělesné výšky. Poté přešli na měření přístrojem InBody 720, kde jim byla vysvětlena jejich pozice a postoj při měření. Po ukončení měření opustili místnost.

Sledované somatické charakteristiky lze rozdělit na primárně změřené parametry a druhotně získané. Mezi základní zjištěné ukazatele tělesného složení patří: celkové množství tělesné vody (TBW) skládající se z buněčné vody (ICW) a mimobuněčné vody (ECW), množství minerálů, množství proteinu, množství tělesného tuku (BFM), tělesné hmotnosti (M), kosterního svalstva (SMM). Dále jsme zjišťovali diagnózu obezity pomocí indexu tělesné hmotnosti (BMI), procento tělesného tuku (PBF), množství viscerálního tuku (VFA), stupeň bazálního metabolismu (BMR) a fitness skóre (FS). Zjistili jsme zdravotní ukazatele tělesného složení jako je: Fat Mass Index (FMI), Fat Free Mass Index (FFMI), tělesnou buněčnou hmotu (BCM) a Body Cell Mass Index (BCMI). Pro lepší přehlednost uvádím základní somatické charakteristiky výzkumných souborů v tabulce 3.

4.4 Statistické zpracování dat

Získaná data jsme porovnali pomocí programu STATISTICA vs. 10 Microsoft Office Excel 2007. Ke statistickému zpracování jsme využili parametrickou analýzu rozptylu ANOVA. Hladina statistické významnosti byla určena $p < 0,05$.

U sledovaných parametrů jsme vypočítali základní statistické charakteristiky, jako je průměr (M), medián (Me), minimum (MIN), maximum (MAX) a směrodatná odchylka (SD).

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Základní somatické parametry

Testovaný soubor obsahoval celkem 452 studentů, z toho bylo 172 studentek (věk $19,6 \pm 1,8$ let; tělesná hmotnost $61,1 \pm 8,7$ kg; tělesná výška $167,8 \pm 6,9$ cm; BMI $21,7 \pm 2,3$ kg/m²) a 287 studentů (věk $20,1 \pm 1,2$ let; tělesná hmotnost $75,2 \pm 6,6$ kg; tělesná výška $181,4 \pm 6,2$ cm; BMI $23,0 \pm 2,2$ kg/m²), (Tabulka 3). Výzkum proběhl pouze u studentek a studentů Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci (FTK UP). Kompletní antropometrické parametry s ohledem na základní statistické charakteristiky uvádím v příloze 4 a 5.

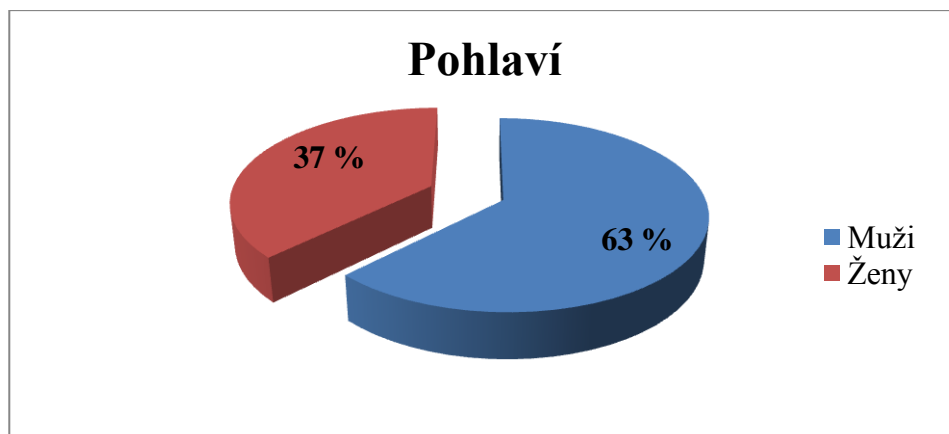
Výsledky tohoto výzkumu poukazují na odlišné antropometrické a bioimpedanční charakteristiky v rámci našeho testovaného souboru. V naší práci jsme hodnotili skupiny adolescentů, u těchto jedinců může docházet ještě k menším proporčním změnám spojeným s dokončením růstu.

Popisné charakteristiky vybraných parametrů jsme zapsali do tabulek i grafů pro lepší znázornění daných výsledků.

Tabulka 3. Základní popisné charakteristiky vybraných somatických parametrů u sledovaných souborů

Parametr	FTK_Ž (n=172)		FTK_M (n=287)	
	M	SD	M	SD
Věk	19,6	1,8	20,1	1,2
Sta. (cm)	167,8	6,9	181,4	6,20
M. (kg)	61,1	8,7	75,2	6,6
T M. (kg)	62,3	6,1	83,8	5,9
BMI (kg/m ²)	21,7	2,3	23,0	2,2
BMR (kcal)	1401,7	123,7	1602,8	137,4

Vysvětlivky: Sta. – tělesná výška (cm); M – tělesná hmotnost (kg); M – průměr; SD – směrodatná odchylka; T M. – target – doporučená hodnota (kg); BMI – Body Mass index (kg/m²); BMR – Basal Metabolic Rate – bazální metabolismus (kcal)



Obrázek 7. Genderové zastoupení testovaných studentů

5.2 Vybrané parametry tělesného složení

Na obrázku 7 vidíme, že v našem výzkumu měli jasnou převahu studenti v počtu 287, studentek bylo 172. Průměrná tělesná výška byla naměřená vyšší u studentů než u studentek. Studentu se vzhledem populačním normám podle Bláhy et al., (1986) jeví jako vyšší. Naopak studentky těm to normám odpovídají. Oba soubory dosahovaly nižší tělesné hmotnosti, než softwarově doporučená hodnota podle InBody. U studentů (FTK_M) byl rozdíl výraznější než u studentek. Studenti dosahovali o 8,6 kg ($\pm 5,9$ kg) méně, než jsou softwarově doporučené hodnoty. Trend snížené tělesné hmotnosti u studentů tělovýchovných oborů je zachován (Kutáč et al., 2008; Přidalová et al., 2004). Naměřené hodnoty jsou zapsány v tabulce 4.

Tabulka 4. Vybrané parametry zdravotních ukazatelů tělesného složení u sledovaných souborů

Parametr	FTK_Ž (n=172)		FTK_M (n=287)	
	M	SD	M	SD
<u>Zdravotní ukazatelé TS</u>				
BCM (kg)	31,28	3,77	43,57	4,30
T BCM (kg)	30,46	2,51	39,56	2,61
BCMI (kg/m²)	11,08	0,85	13,44	0,98
FFMI (kg/m²)	16,96	1,27	20,30	1,48
FMI (kg/m²)	4,70	1,62	2,72	1,22

Vysvětlivky: 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); T – target – doporučená hodnota; * – statistická významnost na hladině významnosti $p < 0,05$; NS – nesignifikantní rozdíl

Tabulka 5. Vybrané parametry základních ukazatelů tělesného složení u sledovaných souborů

Parametr	FTK_Ž (n=172)		FTK_M (n=287)	
	M	SD	M	SD
<u>Základní ukazatele TS</u>				
BFM (kg)	13,24	4,74	8,76	3,89
T BF (kg)	13,91	1,17	10,71	0,76
%BF	21,29	5,44	11,57	4,14
VFA (cm²)	35,07	18,13	43,06	18,66
TBW (kg)	35,05	4,32	48,20	4,85
T TBW (kg)	34,32	2,35	44,51	2,95
ECW (l)	13,15	1,60	17,82	1,83
ICW (l)	21,90	2,73	30,38	3,04
FFM (kg)	47,88	5,93	65,79	6,63
SMM (kg)	26,60	3,60	37,62	3,92
T SMM (kg)	25,8	2,4	34,0	2,4

Vysvětlivky: 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); * – statistická významnost na hladině významnosti $p < 0,05$; NS – nesignifikantní rozdíl

Z výsledků kategorií FS v tabulce 6 vyplývá jednoznačná četnostní převaha testovaného souboru v kategorii FS2. V kategorii FS2 normální, zdravý, průměrný typ zjistili 248 (86,4 %) testovaných studentů. Pouze 35 jedinců (12,2 %) se dostalo do kategorie FS3 vyšší, tedy nadprůměrně zdatných. V první neboli podprůměrné kategorii FS1 se umístili celkem 4 studenti (1,3 %).

Myslím si, že u jedinců, kteří byli vybráni na školu pomocí tělesných talentových zkoušek, by toto hodnocení mělo dosahovat daleko lepších výsledků. Kategorie nadprůměrně zdatných měla být více zastoupena touto výběrovou populací.

Podle dřívějších studií dle Habib (2013), které byly prováděny u běžně zdravé populace, se průměrné hodnoty fitness skóre pohybovaly u 42 % pod 70 bodů a dokonce 93 % zkoumaných probandů z testovaného souboru mělo FS nižší než 80 bodů. To znamená, že velká většina z testovaných se nedostala přes průměrné hodnoty tohoto skóre.

Tabulka 6. Vybrané parametry tělesného složení u studentů FTK v jednotlivých kategoriích FS

Parametr	FS1 (n=4)		FS2 (n=248)		FS3 (n=35)	
	M.	SD	M.	SD	M.	SD
Sta. (cm)	180,88	1,75	179,58	5,98	182,29	4,99
M (kg)	58,30	3,98	73,41	7,45	84,60	6,13
BMI (kg/m²)	17,82	1,19	22,76	1,98	25,45	1,27
FS	66,25	3,77	82,79	4,51	93,09	2,67
TBW (l)	39,93	2,65	47,34	4,09	55,22	3,44
FFM (kg)	54,43	3,53	64,62	5,59	75,41	4,66
SMM (kg)	30,54	2,18	36,91	3,31	43,50	2,73
BCM (kg)	35,73	2,40	42,79	3,56	49,98	3,00
BFM (kg)	3,88	0,69	8,79	3,99	9,19	3,02
PBF (%)	6,61	0,93	11,77	4,25	10,76	2,98
VFA (cm²)	18,40	9,29	42,61	18,71	49,09	16,36
FFMI (kg/m²)	16,64	1,05	20,02	1,15	22,68	0,80
FMI (kg/m²)	1,19	0,22	2,74	1,25	2,76	0,88
BCMI (kg/m²)	10,92	0,71	13,26	0,75	15,03	0,55

Vysvětlivky: 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)

Při podrobení statistické analýze jsme zjistili, že rozdílnost námi vybraných parametrů v kategoriích fitness skóre je statisticky významná u velké většiny z nich. Mezi kategoriemi FS1 a FS2 jsme shledali ve všech případech signifikantní rozdíly, totéž platí i pro kategorii FS3 a FS1. V kategorii FS2 a FS3 se nám jeví jako nesignifikantní rozdíly mezi parametry VFA, FFMI, FMI a BCMI. Můžeme usoudit, že rozdílnost skupiny studentů FTK byla ve vybraných parametrech jednotlivých kategorií FS až na výjimky statisticky významná (Tabulka 7).

Tabulka 7. Porovnání jednotlivých parametrů u studentů FTK dle fitness skóre

Parametr	FS1 x FS2	FS2 x FS3	FS3 x FS1
Sta. (cm)	NS	NS	NS
M. (kg)	0,05*	0,05*	0,05*
BMI (kg/m²)	0,05*	0,05*	0,05*
FS	0,05*	0,05*	0,05*
TBW (l)	0,05*	0,05*	0,05*
FFM (kg)	0,05*	0,05*	0,05*
SMM (kg)	0,05*	0,05*	0,05*
BCM (kg)	0,05*	0,05*	0,05*
BFM (kg)	0,05*	0,05*	0,05*
PBF (%)	0,05*	NS	0,05*
VFA (cm²)	0,05*	NS	0,05*
FFMI (kg/m²)	0,05*	NS	0,05*
FMI (kg/m²)	0,05*	NS	0,05*
BCMI (kg/m²)	0,05*	NS	0,05*

* – statistická významnost na hladině významnosti $p < 0,05$; NS – nesignifikantní rozdíl

Výsledky zpracované dle fitness skóre nám nabízejí velice zajímavé zjištění. Z celkového vzorku testovaných studentek FTK se ani jedna nedostala do nadprůměrných hodnot FS, tedy nadprůměrně zdatných (Tabulka 8). Většina testovaných studentek byla zařazena do kategorie průměrné (FS2) přesně 165 studentek (95,93 %). Do kategorie s podprůměrnou hodnotou se dostalo 7 (4,07 %) testovaných studentek.

Při porovnání jednotlivých parametrů podle fitness skóre se kategorie FS1 a FS2 z hlediska statistické významnosti lišily pouze v několika parametrech, a to: tělesná výška, BMI, hodnoty tukuprosté a buněčné hmoty. Ostatní somatické charakteristiky patřily do statisticky nevýznamných. Je tedy zřejmé, že nastavení rozmezí a hranic u sledovaných parametrů tělesného složení dle kategorizace FS nerespektuje statistické zákonitosti a je ve většině případů postaveno velmi vágně.

Tabulka 8. Vybrané parametry tělesného složení u studentek FTK v jednotlivých kategoriích FS

Parametr	FS1 (n=7)		FS2 (n=165)		FS1 x FS2
	M	SD	M	SD	
Sta. (cm)	170,41	4,25	167,66	6,95	0,05*
M. (kg)	59,41	14,07	61,20	8,44	NS
BMI (kg/m²)	20,44	4,77	21,71	2,14	0,05*
FS	67,71	1,38	78,92	4,71	0,05*
TBW (l)	33,20	3,17	35,13	4,35	NS
FFM (kg)	45,34	4,40	47,99	5,97	0,05*
SMM (kg)	24,93	2,52	26,63	3,59	NS
BCM (kg)	29,57	2,77	31,35	3,79	0,05*
BFM (kg)	14,06	11,43	13,21	4,32	NS
PBF (%)	21,32	12,94	21,30	4,97	NS
VFA (cm²)	35,49	42,13	35,06	16,66	NS
FFMI (kg/m²)	15,60	1,21	17,02	1,25	NS
FMI (kg/m²)	4,84	3,95	4,69	1,47	NS
BCMI (kg/m²)	10,17	0,77	11,12	0,83	NS

Vysvětlivky: 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

Index tělesné hmotnosti (BMI)

U jednotlivých souborů jsme srovnávali hodnoty BMI dle fitness skóre. Na obrázku 8 vidíme přímou úměru BMI a hodnot FS. Je zde vidět určitá stoupající tendence: čím vyšší je FS, tím vyšší je hodnota BMI. Průměrné hodnoty BMI sledovaných souborů dosahovaly 23,0 kg/m² u studentů. Studentkám bylo naměřeno v průměru 21,7 kg/m². Podle klasifikace (WHO, 2004) patří oba testované soubory do kategorie průměrné tělesné hmotnosti.

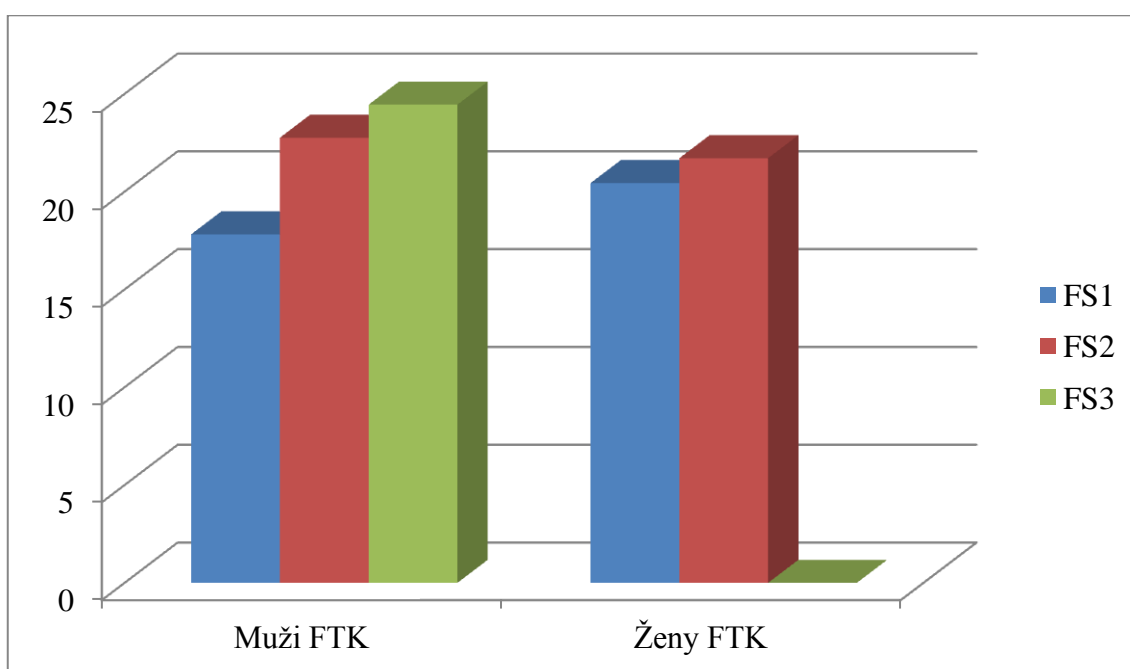
Podle předchozích výzkumů dle Přidalové (2005) bylo naměřeno studentkám mírně vyšší BMI 22,4 kg/m² než v našem výzkumu.

Doporučuje se doplnit tento index i jinými výzkumnými parametry například množstvím tělesného tuku (Moreno et al., 2006).

Pro hodnocení dětské populace je potřeba využít pertencilové grafy BMI pro dívky a chlapce (Vignerová et al., 2006).

Jak mnohé studie ukazují (Berghöfer et al., 2008; Přidalová et al., 2004; Ogden et al., 2012), je ukazatel BMI neobjektivní, zvláště když se jedná o tak selektovanou skupinu jednotlivců, kteří disponují větším množstvím svalové frakce.

Je tedy na místě užití indexů FMI a FFMI, které diferencují tělesnou hmotnost zastoupenou v BMI. Tyto dva indexy uvádím pro přehlednost níže.



Obrázek 8. Srovnání průměrných hodnot BMI (v kg/m^2) u sledovaných souborů v kategoriích fitness skóre

Fat Free Mass Index (FFMI)

Skupina studentů dosahovala průměrných hodnot $20,30 \text{ kg/m}^2$, což jsou poměrně vysoké hodnoty. Studentky disponovaly v průměru hodnotou $16,96 \text{ kg/m}^2$.

Schutz, Kyle & Pichard (2002) uvádí referenční hodnoty pro dospělé mužskou populaci ve věku 18-34 let, FFMI je $18,9 \text{ kg/m}^2$, pro ženy byla stanovena hodnota $15,4 \text{ kg/m}^2$. Podle zmíněných autorů dosahují naši studenti a studentky průměrnou hodnotu u 90. percentilu.

Průměrné hodnoty FFMI se pohybují u vysokoškolských studentů 18,87 kg/m² a u studentek 15,67 kg/m² (Daňková et al. 2013). Je tedy zřejmé, že oba zkoumané soubory patří do selektované skupiny.

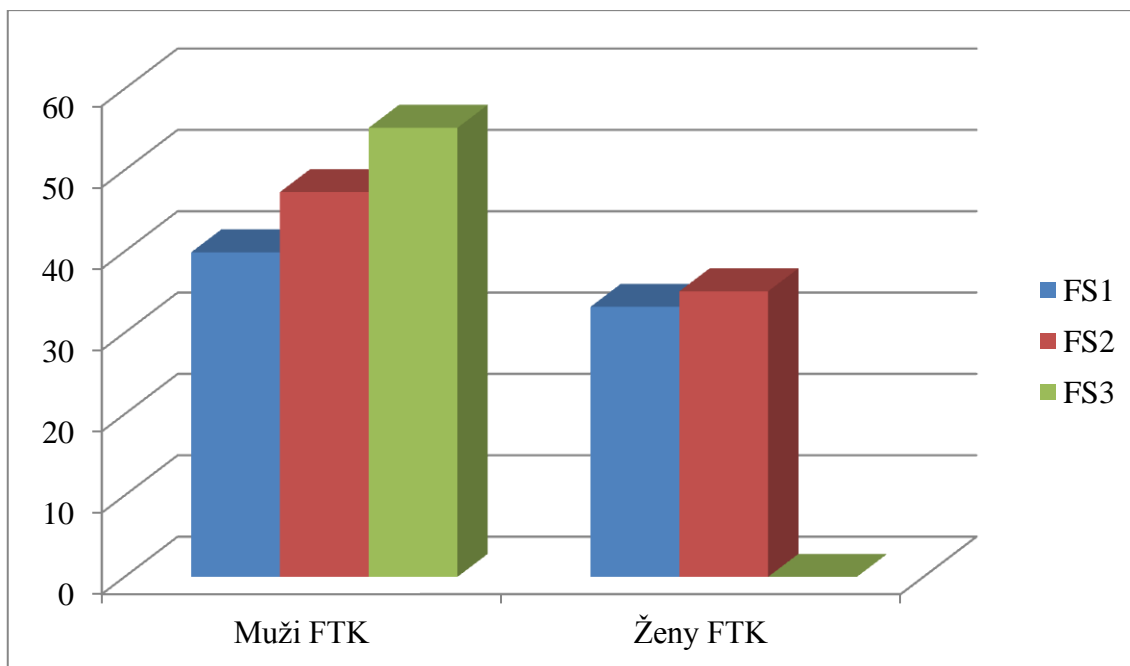
Hodnoty tohoto indexu by se měly pohybovat v rozmezí 16,7–19,7 kg/m² u mužů a 14,6–16,7 kg/m² u žen (Kyle et al., 2004). Lze říci, že podle těchto hodnot se naši studenti patří k nadprůměrným.

Fatt Mass Index (FMI)

Průměrná hodnota tohoto zdravotního ukazatele tělesného složení byla u skupiny studentů 2,72 kg/m², u studentek byla zjištěna hodnota 4,70 kg/m². Tyto hodnoty nám úzce souvisí s nízkým zastoupením tukové frakce. Mezi indexem FMI a FFMI existuje určitý vzájemný vztah. Hodnoty, které jsou podle Schutze et al., (2002) stanovené na 50. percentilu neodpovídají hodnotám našich studentů. U studentů byly zjištěny hodnoty, které odpovídají 25. percentil, u studentek tato hodnota představovala 10. percentil.

Celková tělesná voda (TBW)

Je to primární parametr, ze kterého přístroj InBody 720 vychází a její zastoupení předurčuje další parametry tělesného složení. Jak jsme již zmínili, skládá se z extracelulární (ECW) a intracelulární (ICW) vody. Rozdílnost průměrných hodnot v jednotlivých kategoriích FS byla u studentů signifikantní, za to u studentek nesignifikantní. Na obrázku 9 je zřetelně vidět, jak v jednotlivých kategoriích dle FS narůstá množství celkové tělesné vody v organismu.

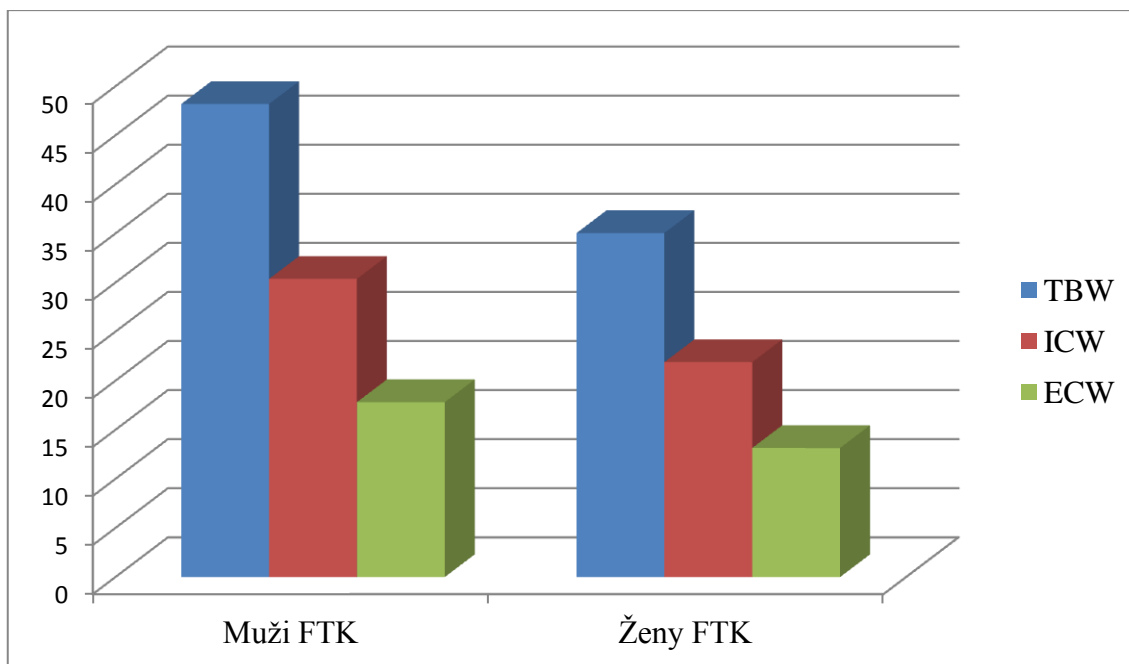


Obrázek 9. Srovnání studentů a studentek FTK v jednotlivých kategoriích FS podle TBW (l)

Na obrázku 10 jdou vidět jednotlivé kompartmenty celkové tělesné vody (TBW). Průměrná hodnota ICW byla zjištěna 30,4 l u studentů a 21,9 l u studentek. Průměrné hodnoty ECW u studentů dosahovali 17,8 l a u studentek 13,15 l. Hodnoty ECW by měla být k hodnotě ICW v poměru zhruba 1:2. Což v tom to případě je zachováno.

Celková tělesná voda (TBW) byla v průměru u studentů zjištěna 48,2 l, u studentek 35,1 l. Doporučené hodnoty podle InBody softwaru jsou pro muže 44,5 l a pro ženy 34,32 l. Naši studenti a studentky dosáhli v parametru TBW mírně vyšších výsledků.

Tělesná voda je nejvýznamnější složkou tělesné hmotnosti. TBW by měla tvořit průměrně 60 % tělesné hmotnosti, 63 % u muže a 53 % u ženy (Rokyta et al., 2008).

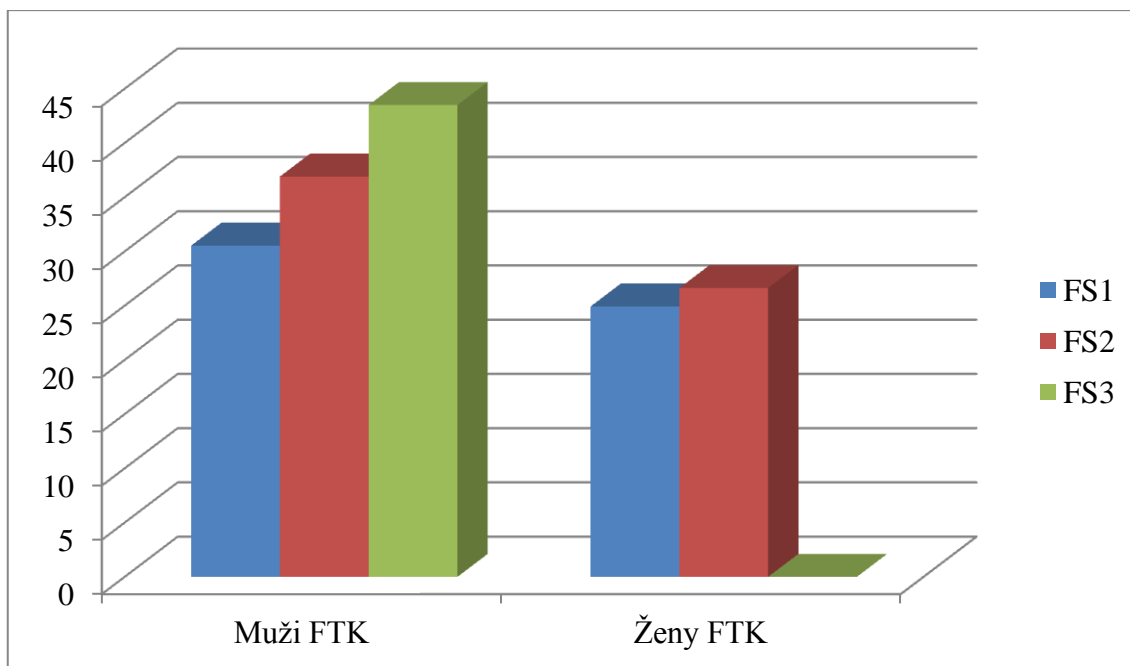


Obrázek 10. Srovnání celkové tělesné vody a jednotlivých vodních kompartmentů u sledovaných souborů (1)

Kosterní svalstvo (SMM)

U studentů je zřejmá narůstající tendence mezi jednotlivými kategoriemi fitness skóre. Tyto rozdíly jsou signifikantní a tedy staticky významné. Nejnižší fitness skóre a v důsledku toho i zastoupení kosterního svalstva měla první kategorie a to v průměru 30,54 kg. Poslední kategorie FS3 dosahovala průměrných hodnot 43,50 kg.

Studentky dosahovaly v první kategorii FS1 průměrných hodnot 24,93 kg a v druhé kategorii FS2 hodnot 26,63 kg. Rozdíly mezi těmito dvěma kategoriemi byly stanoveny jako nesignifikantní (Obrázek 11).

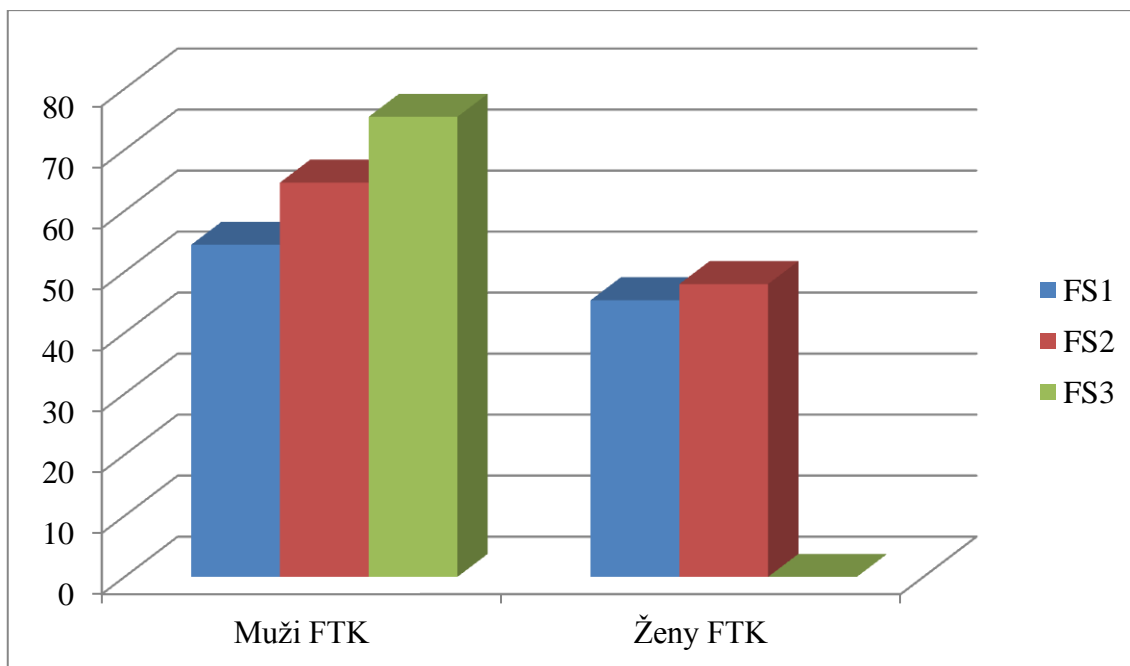


Obrázek 11. Srovnání kosterního svalstva (v kg) u sledovaných souborů dle kategorií fitness skóre

Tukuprostá hmota (FFM)

Tato hodnota nám zahrnuje veškeré komponenty tělesného složení kromě tuku. U obou sledovaných souborů jsme zaznamenali v jednotlivých kategoriích fitness skóre statisticky významné hodnoty. Z obrázku 12 je zřejmé, že má stoupající tendenci.

V tomto parametru dosahovaly průměrné hodnoty u studentek statisticky významných rozdílů. V kategorii FS1 bylo dosaženo hodnot v průměru 45,34 kg a v FS2 byla naměřena hodnota 47,99 kg. U studentů se v kategorii FS1 pohybovaly průměrné hodnoty okolo 54,43 kg, za to kategorie FS3 dosahovala v průměru 75,41 kg.



Obrázek 12. Srovnání tukuprosté hmoty (v kg) u sledovaných souborů dle kategorií fitness skóre

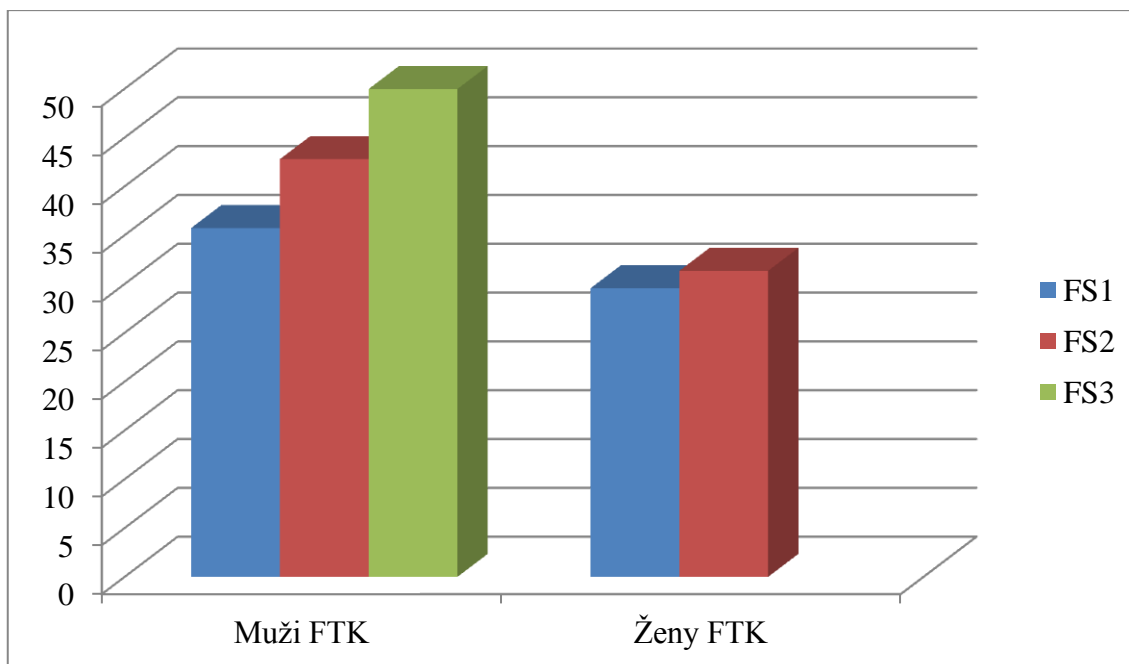
Buněčná hmota (BCM)

Množství BCM představuje metabolicky aktivní hmotu v našem těle. U studentů FTK byly naměřeny průměrné absolutní hodnoty BCM 43,57 kg (52,8 %), tedy výrazně vyšší hodnoty než u opačného pohlaví. Je to samozřejmě dáno také větší tělesnou hmotností. U studentů jsou naměřené rozdíly mezi jednotlivými kategoriemi velmi patrné.

U studentek FTK byla průměrná hodnota buněčné hmoty 31,28 kg (51,1 %). Z obrázku 13 je patrná stoupající tendence v rámci buněčné hmoty u obou testovaných souborů. V rámci jednotlivých kategorií FS1 a FS2 byly rozdíly v naměřených hodnotách signifikantní.

BCMI (Body Cell Mass Index)

Hodnoty skupiny studentů FTK byly v průměru 13,44 kg/m². Studentky FTK se pohybovaly o něco níže v průměru 11,08 kg/m².



Obrázek 13. Srovnání buněčné hmoty (v kg) u sledovaných souborů dle kategorií fitness skóre

Tuková frakce (BFM, PBF)

Ukazatel nám indikuje zastoupení tukové složky v našem těle. Skupina studentů FTK s fitness skóre <70 FS1 a průměrnou hodnotou tuku 6,61 % (3,88 kg). Důležité je ovšem podotknout, že takové hodnoty byly zjištěny jen u 4 studentů (1,3 %). V kategorii 70 – 90 fitness skóre FS2, tedy nejvíce zastoupenou skupinou s počtem 248 studentů (86,4 %), dosahovali jedinci v průměru 11,77 % (8,79 kg) tuku. V poslední kategorii FS3, do které patří nadprůměrně zdatní jedinci, byly zjištěny hodnoty v průměru 10,76 % (9,19 kg) tuku. Tato kategorie byla zastoupena 35 studenty (12,2 %) (Obrázek 14). Signifikantní rozdíly byly zjištěny mezi konkrétními parametry v rámci jednotlivých kategorií FS (Tabulka 7 a 8).

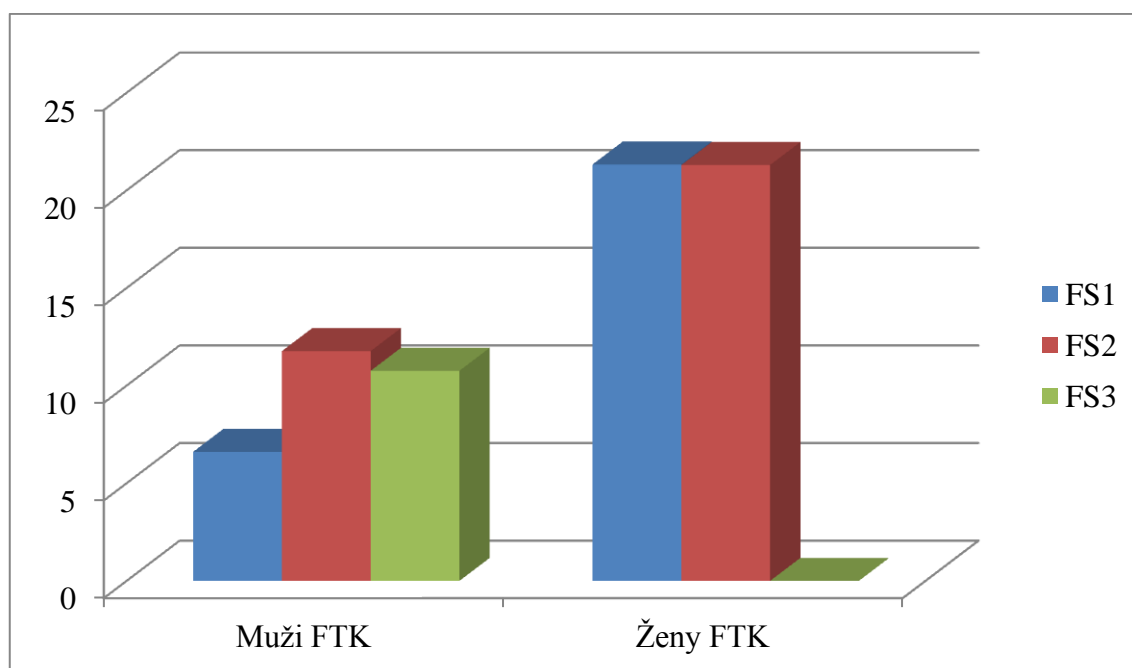
Celkový průměr našeho sledovaného souboru studentů FTK obsahoval 11,57 % (8,76 kg) tuku. Podle referenčních hodnot Lohmana (1992) soubor dosahoval podprůměrných výsledků. Heyward a Wagner (2004) uvádějí pro tuto věkovou mužskou kategorii jako průměrnou hodnotu 13 % tukové frakce.

Studentky mají obecně větší zastoupení tukové frakce než mužské pohlaví. V kategorii FS1 jsme zjistili průměrnou hodnotu tukové složky 14,06 kg tedy 21,32 %. V kategorii FS2 byla průměrná hodnota 21,30 % (13,21 kg). Rozdíly mezi těmito

kategoriemi nebyly v průměrných hodnotách statisticky významné. Celkový průměr našeho sledovaného souboru studentek byl 21,29 % (13,21 kg) tuku.

Hodnota tuku je výrazně vyšší u žen, což souvisí i s menším množstvím FFM a TBW, a také se zvýšeným rizikem vzniku obezity (Kyle, et al., 2004).

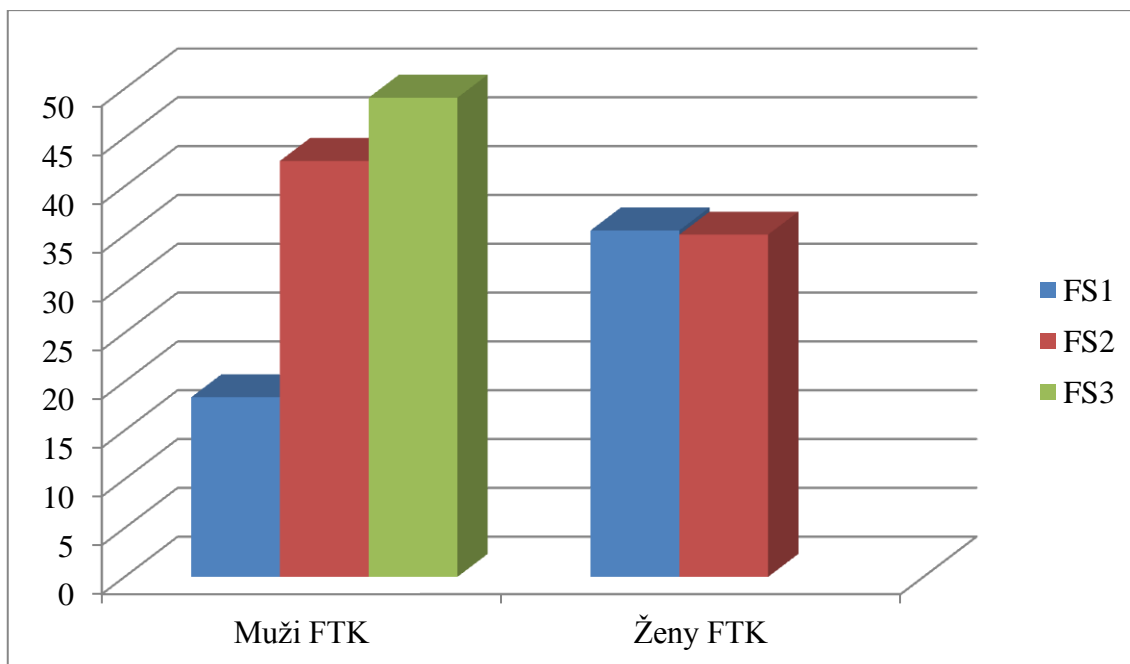
U parametru BFM (Body Fat Mass) byli u studentů zjištěny doporučené hodnoty podle InBody softwaru $10,71 \pm 0,76$ kg což v porovnání s průměrnou hodnotou BFM $8,76 \pm 3,89$ kg je téměř o 2 kila méně. To lze považovat za pozitivní výsledek.



Obrázek 14. Srovnání tukové frakce (v %) u sledovaných souborů dle kategorií fitness skóre

Viscerální tuk (VFA)

U studentů byly naměřeny průměrné hodnoty viscerálního tuku velmi nízké $43,06 \text{ cm}^2$ a podobně tomu bylo u studentek $35,07 \text{ cm}^2$. Na obrázku 14 vidíme u studentů podstatné rozdíly v jednotlivých kategoriích FS, za to u studentek byla zjištěna jen nepatrná rozdílnost. Mezi jednotlivými kategoriemi FS byly zjištěny nesignifikantní hodnoty viscerálního tuku a to jak u studentů, tak i studentek. Výjimku tvořila kategorie mezi FS2 a FS3 a to u studentů (Tabulka 7 a 8).



Obrázek 15. Srovnání viscerálního tuku v (cm²) u sledovaných souborů dle kategorií fitness skóre

6 ZÁVĚRY

Testovaný soubor obsahoval celkem 452 studentů FTK UP. Z toho 172 studentek průměrného věku 19,6 let a tělesné hmotnosti 61,1 kg. Jejich průměrná tělesná výška 167,8 cm odpovídala referenčním hodnotám české populace.

Studentů bylo 287 průměrného věku 20,1 let a tělesné hmotnosti 75,2 kg. Z hlediska tělesné výšky se jeví jako vyšší, vzhledem k populačním normám.

Nejvíce testovaných studentů a studentek mělo zastoupení v druhé kategorii FS2, jejich fitness skóre se pohybovalo v hodnotách mezi 70-90 body. Muži tuto kategorii zastoupili v počtu 248 (86,4 %) a ženy 165 (95,93 %). Z výsledků vyplývá, že velká většina testovaných studentů a studentek FTK spadá do kategorie normální, zdravý, průměrný jedinec.

Při vyhodnocení parametrů jednotlivých frakcí tělesného složení a zdravotních ukazatelů tělesného složení jsme zjistili následující výsledky. Většina testovaných studentek a studentů se nacházelo v kategorii normální tělesné hmotnosti. S přibývajícím hodnotou BMI stoupala i hodnota fitness skóre. Index FMI, který velice úzce koresponduje se zastoupením tukové frakce, dosáhl nízkých hodnot. Naopak u indexu FFMI byly zjištěny vyšší hodnoty, což považujeme za pozitivní výsledek.

Z hlediska naměřených hodnot kosterního svalstva (SMM), podle rozdělení do FS, lze pozorovat stoupající tendenci nárůstu svalové komponenty a to u obou testovaných souborů. Naopak tuková frakce u studentů i studentek FTK si v dlouhodobém horizontu drží nízkou úroveň. V této souvislosti jsme naměřili vyšší zastoupení tukuprosté hmoty (FFM). Jejich celková tělesná hmotnost dle InBody - softwaru je vzhledem k populačním normám mírně snižena.

Při podrobení statistické analýze jsme došli k závěru, že u skupiny studentů byly rozdíly v průměrných hodnotách většiny sledovaných parametrů signifikantní. Mezi kategoriemi FS1, FS2 a FS3 jsme našli mezi jednotlivými somatickými a zdravotními ukazateli tělesného složení statistickou významnost, výjimku tvořily parametry VFA, FFMI, FMI a BCMI při porovnání kategorií FS2 a FS3. U studentek se průměrné hodnoty sledovaných parametrů v jednotlivých kategoriích FS statisticky signifikantně nelišily (až na výjimky v parametrech tělesné, BMI, FFM a BCM). Hladina statistické významnosti byla stanovena na $p < 0,05$.

Na základě výše získaných výsledků je zřejmé, že parametr FS nevyhovuje. Z hlediska diferenciací rozmezí kostní a tukové složky ani u relativně „modelové“ populace. Bylo by potřeba provést revizi diferenciací daných složek tělesného složení v rámci FS u různých populačních skupin.

7 SOUHRN

Hlavním cílem mé diplomové práce je zjistit, zda parametr fitness skóre užívaný přístrojovou technikou InBody 720 je objektivní pro hodnocení tělesné zdatnosti dle vybraných parametrů tělesného složení u studentů a studentek Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci (FTK UP).

Naše sledované soubory byly tvořeny z řad studentů FTK UP v Olomouci, kteří studují v prvním ročníku obor tělesná výchova a sport ve věkovém rozmezí 19-23 let.

Našeho výzkumu se celkově zúčastnilo 452 studentů FTK UP. Z toho bylo 172 studentek a 287 studentů. Naše primární rozřazení obou testovaných souborů vycházelo z rozdělení podle fitness skóre (FS). Parametr FS funguje jako nástroj přístroje InBody 720 pro vyhodnocení tělesné zdatnosti na základě vztahů mezi jednotlivými komponentami tělesného složení.

Tato diplomová práce byla zaměřena na odhad tělesného složení prostřednictvím přístroje InBody 720, který pracuje na principu bioelektrické impedanční analýzy.

Podle FS byli studenti FTK softwarem rozřazeni do třech kategorií. První kategorie <70 bodů obsahuje jedince podprůměrného, slabého. Zde byli zjištěni 4 studenti (1,3 %) a 7 studentek (4,07 %). V prostřední, nejvíce obsazené kategorii, ve které bylo bodové rozmezí 70-90 bodů, tedy jedinec normální, zdravý, průměrný typ. Studentů bylo zjištěno 248 (86,4 %) a studentek 165 (95,93 %). V poslední kategorii >90 bodů řadíme silné a nadprůměrné jedince. Studenty jsme v této kategorii determinovali pouze v počtu 35 jedinců (12,2 %). Studentky v této kategorii vůbec nefigurovaly. Můžeme tedy konstatovat, že velká většina testovaných studentů byla podle FS v průměrné kategorii.

Studentům bylo v průměru naměřeno 11,57 % (8,76 kg) tuku. Studentky mají tukové zastoupení o něco větší než muži, bylo jim naměřeno v průměru 21,29 % (13,21 kg) tuku. Při zjištění daných výsledků jsme došli k závěru, že testovaní studenti i studentky se dle parametru BFM nacházeli téměř na hranici podprůměru ve srovnání s populačními normami podle InBody - softwaru. To lze považovat za pozitivní výsledek.

Při vyhodnocení somatických a zdravotních parametrů jsme zjistili následující fakta. Čím vyšší bylo BMI, tím vyšších výsledků dosahovali ve FS. V průměru byly hodnoty BMI zjištěny 23,0 kg/m² u studentů a u studentek to bylo 21,7 kg/m².

Index FMI, který velice úzce koresponduje se zastoupením tukové frakce, dosáhl velice nízkých hodnot. Skupina studentů dosahovala hodnoty pouze 2,72 kg/m², u studentek jsme determinovali hodnotu 4,70 kg/m². Naopak index FFMI byly zjištěny vysoké hodnoty, studenti dosahovali v průměru 20,30 kg/m² a studentky 16,96 kg/m². Podle dřívějších výzkumů, patří tyto výsledky u vysokoškolské populace k nadprůměrným.

U tukuprosté hmoty jsme zjistili určitou stoupající tendenci v jednotlivých kategoriích FS. Trend snížené tělesné hmotnosti je v rámci dlouhodobého výzkumu na FTK UP zachován. Naši skupinu studentů lze z pohledu tělesného složení považovat za selektovanou.

Mezi kategorií FS byly zjištěny signifikantní rozdíly v parametrech BMI, FFM, BCM u testovaných studentů i studentek. Signifikantní rozdíly jsme zjistili u studentů ve velké většině somatických a zdravotních parametrů, výjimku tvořili parametry VFA, FFMI, FMI a BCMI při porovnání kategorií FS2 a FS3. U studentek jsme došli k opačnému zjištění, většina rozdílů somatických a zdravotních parametrů byla nesignifikantní až na výjimku v parametrech tělesné výšky, BMI, FFM a BCM. Studentky zahrnovaly jen kategorii FS1 a FS2. Hladina statistické významnosti byla stanovena na $p < 0,05$. Hlavní cíl a dílčí cíle diplomové práce byly naplněny.

8 SUMMARY

The main aim my master thesis is to determine whether the parameter fitness score used instrumentation InBody 720 is an objective the evaluation of physical fitness according to selected parameters of body composition in male student and female students at the Faculty of Physical Culture, Palacky University in Olomouc (FTK).

We monitored files were consist from the students FTK UP Olomouc, who study the first year of field of physical education and sport in the age range 19-23 years.

Our research is overall attended by 452 students FTK UP. Of these, 172 female students and 287 male students. Our primary profiling both tested files based on division by fitness score (FS). FS parameter functions as a tool InBody 720 for evaluation of physical fitness on the relationships among the various components of body composition.

This master thesis was focused on the estimation of body composition through InBody 720, which works on the principle of bioelectrical impedance analysis.

According FS FTK students were placed into three categories by software. The first category <70 points contains individual below average, weak. Here were detected 4 male students (1,3 %) and 7 female students (4,07 %). In the middle, largest category in which it was point between 70-90 points, ie individual normal, healthy, average type. Male students were found 248 (86,4 %) and 165 female students (95,93 %). In the last category >90 points like strong and above average individuals. Male students are in this category has been determined by only the 35 individuals (12,2 %). Female students in this category ever figured. We can therefore conclude that the large majority of students were tested by FS in the average category.

Male students were measured on average 11,57 % (8,76 kg) fat. Female students are adipose represented somewhat larger than males, they were measured on average 21,29 % (13,21 kg) fat. Upon detection of the results, we concluded that testing, male students and female students according to BFM parameter found almost on the border below average compared to population norms by InBody - software. This can be considered a positive result.

When evaluating somatic and health parameters, we found the following facts. The higher the BMI, the higher the results achieved in the FS. The average values were determined BMI 23,0 kg/m² in male students and female students group it was 21,7 kg/m².

FMI Index, which closely corresponds to the proportion of fat fraction, reached very low levels. A group of male students achieved the value only 2,72 kg/m², female students have been determined by the value of 4,70 kg/m². Conversely index FFMI were found to have high values, male students achieved an average of 20,30 kg/m² and female students 16,96 kg/m². According to previous research, include these results in a higher population above-average.

For fat free mass, we found some upward trend in individual categories FS. Trend reduced body weight is a long-term research on FTK UP maintained. Our group of students can be in terms of body composition considered a selected strain.

Among the categories of FS were no significant differences in the parameters BMI, FFM, BCM tested in male students and female students. Significant differences are found among male students in the vast majority of somatic and health parameters was the exception parameters VFA, FFMI, FMI and BCMI when compared FS2 and FS3 categories. For female students, we came to the opposite finding, most differences static and health parameters were not significant with the exception of the parameters of body height, BMI, FFM and BCM. The female students comprised only category FS1 and FS2. Statistical significance was established at $p < 0,05$. The main aim and sub-targets thesis were fulfilled.

9 REFERENČNÍ SEZNAM

- Armstrong, N., & Barker, A. R. (2009). Oxygen uptake kinetics in children and adolescents: A review. *Pediatr Exercise & Science*, 21(2), 130–147.
- Barr-Anderson, D. J., Young, D. R., Sallis, J. F., Neumark-Sztainer, D. R., Gittelsohn, J., Webber, L., Saunders, R., Cohen, S., & Jobe, J. B. (2007). Structured physical activity and psychosocial correlates in middle-school girls. *Preventive Medicine*, 44(5), 404-409.
- Bedogni, G., Malavolti, M., Severi, S., Poli, M., Mussi, C., Fantuzzi, A. L., & Battistini, N. (2002). Accuracy of an eight-point tactile-electrode impedance method in the assessment of total body water. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56, 1143–1148.
- 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.
- Biospace. (2009). *Výklad výsledků a aplikace InBody 720*. Retrieved 13. 7. 2014 from World Wide Web: <http://www.biospace.cz/soubory/pdf/vyklad-vysledku-a-aplikace-inbody720.pdf>
- Biospace. (2009a). *Co je analýza složení těla*. Retrieved 16. 7. 2014 from World Wide Web: <http://www.biospace.cz/soubory/pdf/co-je-analyza-slozeni-tela.pdf>
- Biospace. (2009b). *Výklad výsledků a aplikace InBody 720*. Retrieved 13. 7. 2014 from World Wide Web: <http://www.biospace.cz/soubory/pdf/vyklad-vysledku-a-aplikace-inbody720.pdf>
- Biospace. (2009c). *Co dokáže InBody*. Retrieved 16. 7. 2014 from World Wide Web: <http://www.biospace.cz/co-dokaze-inbody.php>
- Bunc V. (2009). Tělesné složení u adolescentů jako indikátor aktivního životního stylu. *Česká kinantropologie*, 13(3), 11–17.
- Cacek, J., Hlavoňová, D., Grasgruber, P., & Kalina, T. (2012). Obesity as an indicator of fitness of different age groups of men of the Czech Republic. *Gymnasium: Scientific Journal Of Education, Sports & Health*, 13(2), 78-84.
- Danková, Z., Cvičelová, M., & Siváková, D. (2013). Telesné zloženie a indexy obezity u slovenských študentov vo veku od 16 do 25 rokov. *Česka Antropologie*, 63(1), 9-14.

- De Lorenzo, F., Saba, N., & Kakkar, V. (2003). Blood coagulation in patients with chronic heart failure. *Drugs*, 63(6), 565-576.
- Deurenberg, P. (1996). *Limitations of the bioelectrical impedance method for the assessment of body fat in severe obesity*. Retrieved 10.11.2014 from the World Wide Web: <http://www.ajcn.org/cgi/reprint/64/3/449S>
- Dovalil, J. et al. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Fleml, L. (2008). Adolescenti a sport. *Česká kinantropologie*, 12(3), 75-84.
- Frömel, K. (2002). *Kompendium psaní a publikování v kinantropologii*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- 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 years old women: A Pilot study. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica*, 39(3), 21–30.
- Gába, A., Přidalová, M., & Zajac-Gawlak, I. (2014). Posouzení objektivit hodnocení výskytu obezity na základě BMI vzhledem k procentuálnímu zastoupení tělesného tuku u žen ve věku 55-84 let. *Časopis lékařů českých*, 153 (1), 22-27.
- 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
- Gába, A., Riegerová, J., & Přidalová, M. (2009). Hodnocení tělesného složení u seniorek, studentek U3V pomocí InBody 720. *Česká antropologie*, 59, 1–2.
- Gangestad, S. W., Simpson, J. A., Cousins, A. J., Garver-Apgar, C. E., & Christensen, P. N. (2004). Women's preferences for male behavioral displays change across the menstrual cycle. *Psychological Science*, 15, 203–207.
- Ganong, W. F. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Praha: Galén.
- Gregora, M. (2004). *Výživa malých dětí: výchova ke správné výživě, skladba dětské výživy, obezita v dětském věku a jak jí předcházet, alergie a funkční potraviny*. Praha: Grada.
- Grimm, H. (1961). *Základy konstituční biologie a antropometrie*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství.
- 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.

- Havlíčková, L. (1999). *Fyziologie tělesné zátěže. I, Obecná část*. Praha: Nakladatelství Karolinum.
- Heymsfield, S. B., Waki, M., & Kehayas, J., et al. (1991). Chemical and elemental analysis of humans in vivo using improved body composition models. *Am. J. Physiol*, 261, 190 – 198.
- Hendl, J., & Dobrý, L. (2011). *Zdravotní benefity pohybových aktivit: monitorování, intervence, evaluace*. Praha: Karolinum.
- Heyward, V. D. & Wagner, D. R. (2004). *Applied body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hollman W. (1998). Development of performance capacity and stress tolerance during childhood and adolescence. *Sports and Children, Human Kinetics, Champaign*, 3-16.
- Kleinwachterová, H., & Brázdová, Z. (2001). *Ošetrovatelství pro střední zdravotnické školy*. Praha: Grada.
- Kokaisl, P. (2007). *Základy antropologie*. Praha: Provozně ekonomická fakulta ČZU.
- Kopecký, M., Krejčovský, & Švarc, M. (2013). *Antropometrický instrumentář a metodika měření antropometrických parametrů*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Kovařík, M. (2011). *Antropometrický výzkum dospělé populace a jeho aplikace v oblasti interiéru a architektury*. Disertační práce, Mendelova univerzita, Brno, ČR.
- Kuric, J. (2001). *Ontogenetická psychologie*. Brno: CERM.
- Kutáč, P. (2013). Základní antropometrické parametry dětské a adolescentní populace Moravskoslezského kraje. *Česka Antropologie*, 63(1), 20-25.
- Kutáč, P., Gajda, V., Přidalová, M., & Šmajstrla, V. (2008). Validity of measuring body composition by means of the BIA method. *New Medicine*, 12(4), 89-93.
- 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., Bosaeus, I., De Lorenzo, A., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J., et al. (2004). Bioelectrical impedance analysis part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23(5), 1226–1243.
- 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.
- Macek P. (2003). *Adolescence*. Praha: Portál.

- Máček, M., & Máčková, J. (2011). Žena a sport. In M. Máček, & J. Radvanský (Eds.), *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity* (pp. 151-161). Praha: Galén.
- Máček, M., & Radvanský, J. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén.
- Marček, T., Dzurenková, D., Bohuš, B., Gulán, Ľ., Hájková, M., Hostýn, V., Meško, D., Novotná, E. (2007). *Telovýchovné lekárstvo*. Bratislava: Vydavateľstvo Univerzity Komenského.
- Měkota, K., & Cuberek, R. (2007). *Pohybové dovednosti, činnosti, výkony*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- 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.
- Parker AW. (1998). Physical activity and skeletal health in children. In: Chan KM, Micheli LJ, editors. *Sports and Children*. (pp. 17-38). Hong Kong: Williams and Wilkins.
- Příhoda, V. (1967). *Ontogeneze lidské psychiky: vývoj člověka do patnácti let*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Přidalová, M. (2005). *Somatodiagnostika studentů a studentek studijního programu tělesná výchova a sport na FTK UP*. Habilitační práce. Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury: Olomouc.
- Přidalová, M., & Gába, A. (2011). Zdravotní ukazatelé tělesného složení determinující obezitu u hospitalizovaných schizofreniků. *Česká Antropologie*, 62(1), 34–39.
- 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., & Kopecký, M. (2013). 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. *Česka Antropologie*, 63(2), 27.

- 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.
- Referenční hodnoty pro příjem živin.* (2011). Praha: Společnost pro výživu.
- Riegerová, J., Kapuš, O., Gába, A., & Ščotka, D. (2010). Rozbor tělesného složení českých mužů ve věku 20 až 80 let (hodnocení tělesné výšky, hmotnosti, BMI, svalové a tukové frakce. *Česká antropologie*, 60/1, 20–23.
- 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., Garagorri, J. M., Sarría, A., & Bueno, M. (2004). Body composition in adolescents: measurements and metabolit aspects. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 28(3), 54–58.
- Rokyta, R. (2000). *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV nakladatelství.
- Rokyta, R., et al. (2008). *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, ošetrovatelství, přírodovědných, pedagogických a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV.
- Roslowski, A. (2005). *Jak zůstat fit i ve stáří*. Brno: Computer Press.
- Rychtecký A. (2006). *Monitorování účasti mládeže ve sportu a pohybové aktivitě v České republice*. Praha: UK.
- Sacker, A., & Cable, N. (2005). Do adolescent leisure-time physical activities foster health and well-being in adulthood? Evidence from two British birth cohorts. *European Journal of Public Health*, 16(3), 331-335.
- Sigmund E a kol. (2009). Odlišnosti v pohybové aktivitě předškolních dětí ve srovnání s pohybovou aktivitou adolescentů a mladých dospělých. *Česká kinantropologie* 13,(4), 50-62.
- Sigmundová, D., Sigmund, E., & Chmelík, F. (2009). Vztah mezi prostředím a počtem kroků obyvatel českých metropolí. *Tělesná kultura*, 32(2), 110-124.
- Sigmund, E., Sigmundová, D. (2011). *Pohybová aktivita pro podporu zdraví dětí a mládeže*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Šimíčková-Čížková, J. et al. (2008). *Přehled vývojové psychologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Savegnago Mialich, M., Covolo, N., Cheli Vettori, J., & Jordao Junior, A. (2014). Relationship between body composition and level of physical activity among university students. *Revista Chilena De Nutricion*, 41(1), 46-53.

- 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.
- Smolarczyk, M., Wiśniewski, A., Czajkowska, A., Kęska, A., Tkaczyk, J., Milde, K., & Majchrzak, A. (2012). The physique and body composition of students studying physical education: a preliminary report. *Pediatric Endocrinology, Diabetes & Metabolism*, 18(1), 27-32.
- Sofia, S., Filomena, V., Filomna, C., Ana, A., José, A. & Ana, V. (2014). Body composition in portuguese adolescents: are physical activity and maturity status sex-specific determinant factors? / Composição corporal em adolescentes portuguesas: a atividade física e a maturidade são fatores determinantes específicos do sexo?. *Brazilian Journal Of Kineanthropometry & Human Performance*, 16(3), 247-257.
- Talma, H., Chinapaw, M. M., Bakker, B., HiraSing, R. A., Terwee, C. B., & Altenburg, T. M. (2013). Bioelectrical impedance analysis to estimate body composition in children and adolescents: a systematic review and evidence appraisal of validity, responsiveness, reliability and measurement error. *Obesity Reviews*, 14(11), 895-905.
- Talluri, A., Liedtke, R., Mohamed, ET., Maiolo, C., Martinoli, R., & Lorenzo, A. (2003). Application of body cell mass index for studying muscle mass changes in health and disease conditions. *Acta Diabetol*, 40, 286-289.
- Vágnerová, M. (2000). *Vývojová psychologie: dětství, dospělost, stáří*. Praha: Portál.
- Vašíčková, J., Chmelík, F., Groffík, D., Frömel, K. & Wasowicz, W. (2013). Určení genderové rozdíly v dospívajících úrovni fyzické aktivity pomocí IPAQ dlouhou formu a krokoměry. *Analýza zemědělství a životního prostředí UK*, 20 (4), 749-755.
- Vítek, L. (2008). *Jak ovlivnit nadváhu a obezitu*. Praha: Grada.
- WHO (World Health Organizations). (2009). *Global recommendations on physical activity for health*. Geneva: World Health Organization.
- WHO (2013). *Physical Activity and Young People*. Retrieved 11. 3. 2013 from the World Wide Web:
http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_young_people/en/index.htm
- Zaccagni, L., Barbieri, D., & Gualdi-Russo, E. (2014). Body composition and physical activity in Italian university students. *Journal of Translational Medicine*, 12(1), 1-17. doi:10.1186/1479-5876-12-120

10 PŘÍLOHY

Příloha 1. Vybrané antropometrické body

Příloha 2. Stupně rizikovosti dle % tuku

Příloha 3. Výstupní protokol InBody 720

Příloha 4. Výsledky vybraných parametrů tělesného složení u studentek FTK

Příloha 5. Výsledky vybraných parametrů tělesného složení u studentů FTK

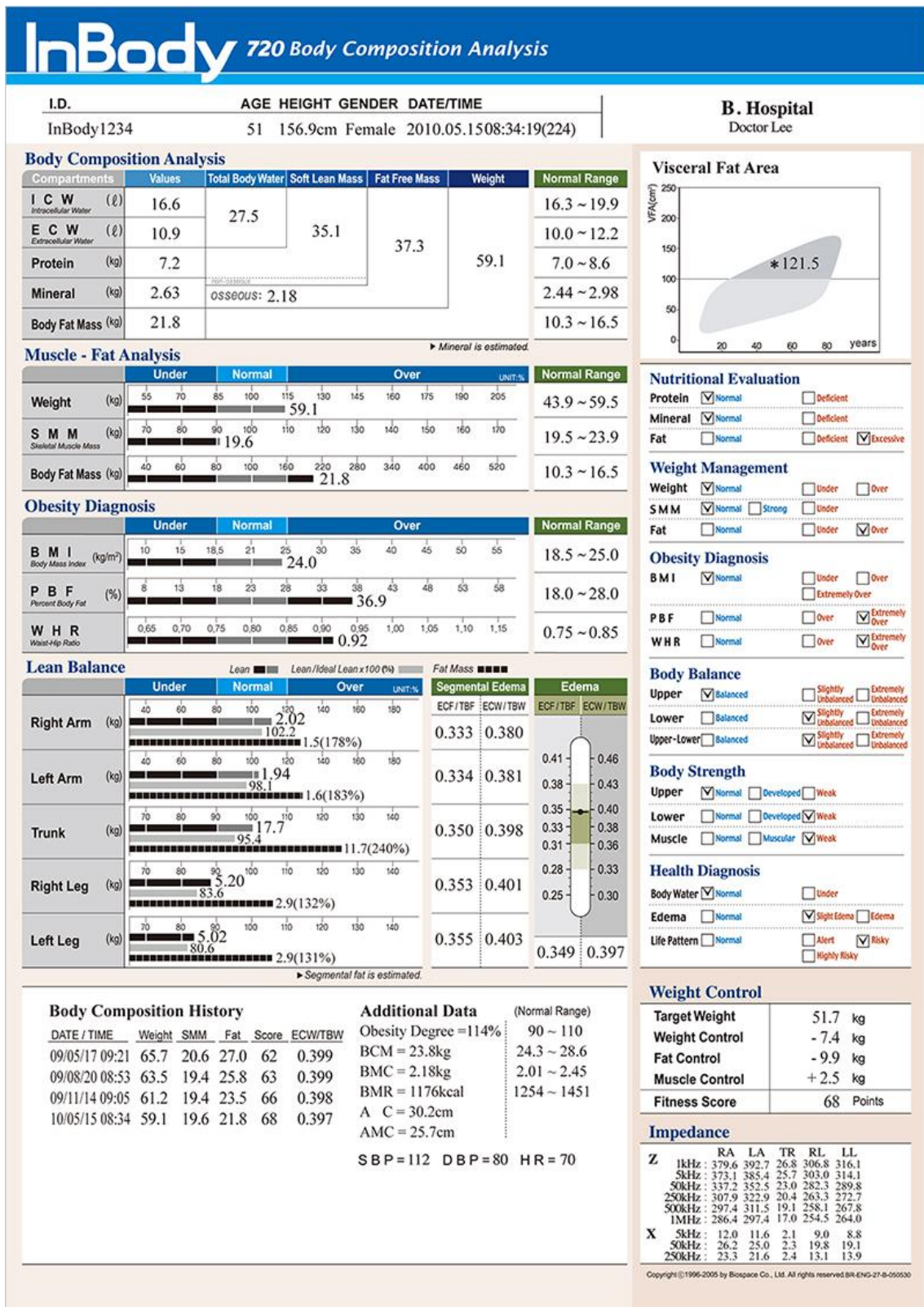
Příloha 1. Ukázka vybraných antropometrických bodů (upraveno dle Kutáče, 2009)

Antropometrický bod	Lokalizace
Vybrané body na hlavě	
Glabella (g)	leží nad nosním kořenem na dolní části čela, nejvíce vpředu v mediální rovině mezi obočím
Vertex (v)	leží na temeni lebky, při poloze hlavy v orientační rovině leží nejvíce nahoře
Vybrané body na trupu a končetinách	
Suprasternale (sst)	leží na horním okraji prsní kosti v mediální rovině
Mesosternale (mst)	leží na přední straně hrudníku ve střední čáře v místě úponu 4. žebra, uprostřed prsní kosti
Thelion (th)	střed prsní bradavky
Omphalion (om)	střed pupku v mediální rovině
Symphysion (sy)	leží na horním okraji stydké spony ve střední čáře
Cervicale (c)	výběžek 7. krčního obratle
Akromiale (a)	bod nejvíce laterálně položen na akromiálním výběžku lopatky při vzpřímeném postoji s připaženou končetinou
Radiale (r)	bod na horním okraji hlavičky kosti vřetenní, na připažené končetině, leží nejvýše (štěrba na zevní straně paže mezi kostí pažní a vřetenní)
Tibiale (t)	bod na proximálním konci kosti holenní, při vzpřímeném postoji leží nejvíce nahoře a laterálně nebo mediálně
Sphyrion (sph)	leží na hrotu vnitřního kotníku, při vzpřímeném postoji stojí nejvíce dole
Akropodion (ap)	leží na špičce zatížené nohy nejvíce vpředu (konec 1. nebo 2. prstu)

Příloha 2. Klasifikace stupně rizikovosti dle % tuku v lidském těle (Lohman, 1992)

klasifikace	% tuku
zdravotní minimum tuku	8–12
nízká hodnota (podprůměr)	9–22
střední hodnota (průměr)	23
vysoká hodnota (nadprůměr)	24–31
norma pro obezitu (riziko)	> 32

Příloha 3. Výstupní protokol InBody 720 (upraveno dle www.inbody.com)



Příloha 4. Výsledky ve vybraných parametřích tělesného složení v jednotlivých kategoriích FS u studentek FTK

Parametr	FS1 (n=7)				FS2 (n=165)			
	M.	SD	Min	Max	M.	SD	Min	Max
Sta. (cm)	170,41	4,25	165	176,5	167,65	6,95	151,5	188
M. (kg)	59,41	14,07	47,14	84,66	61,20	8,44	42,83	86,26
BMI (kg/m ²)	20,43	4,76	16,6	29,78	21,70	2,13	17,97	28,27
FS	67,71	1,38	66	69	78,91	4,70	70	89
BMR (kcal)	1349,41	94,79	1243,09	1478,11	1403,89	124,55	1107,47	1787,93
FFM (kg)	45,34	4,39	40,4	51,3	47,98	5,97	34,1	67,8
SMM (kg)	24,92	2,51	22,21	28,41	26,62	3,58	18,38	39,13
BCM (kg)	29,57	2,76	26,58	33,4	31,35	3,79	22,38	43,11
BFM (kg)	14,05	11,42	3,9	33,4	13,21	4,31	5,2	29,6
PBF (%)	21,32	12,94	8,36	39,4	21,29	4,96	7,38	34,42
VFA (cm ²)	35,49	42,12	5	112,34	35,05	16,66	5	99,58
Protein mass (kg)	8,92	0,83	8	10,1	9,49	1,18	6,8	13,6
Mineral mass (kg)	3,21	0,39	2,79	3,72	3,36	0,45	2,41	4,79
TBW (l)	33,2	3,17	29,6	37,5	35,12	4,34	24,9	49,6
FFMI (kg/m ²)	15,59	1,20	14,74	18,04	17,01	1,24	14,37	21,39
FMI (kg/m ²)	4,83	3,94	1,37	11,74	4,69	1,47	1,70	9,72
BCMI (kg/m ²)	10,17	0,77	9,57	11,74	11,12	0,82	9,34	13,24

Vysvětlivky: 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

Příloha 5. Výsledky vybraných parametrů tělesného složení v jednotlivých kategoriích FS u studentů FTK

Parametr	FS1 (n=4; 1,3 %)			FS2 (n=248; 86,4 %)			FS3 (n=35); 12,2 %					
	M.	SD	Min	Max	M.	SD	Min	Max	M.	SD	Min	Max
Sta. (cm)	180,87	1,75	179	183	179,58	5,98	168	198	182,29	4,99	172,5	194
M. (kg)	58,29	3,98	53,29	62,63	73,41	7,44	56,34	117,89	84,60	6,12	76,36	98,91
BMI (kg/m ²)	17,82	1,19	16,18	18,71	22,75	1,98	18,79	34,15	25,44	1,27	23,14	28,9
FS	66,25	3,77	61	69	82,78	4,50	70	89	93,08	2,67	90	101
BMR (kcal)	1545,65	76,55	1457,77	1631,63	1767,55	118,42	1479,4	2157,24	1998,81	100,70	1810,42	2244,51
FFM (kg)	54,42	3,53	50,4	58,4	64,61	5,58	47,4	82,7	75,41	4,66	66,7	86,8
SMM (kg)	30,53	2,18	28,04	33,02	36,90	3,30	26,2	47,75	43,50	2,72	38,36	50,21
BCM (kg)	35,73	2,39	32,99	38,46	42,78	3,55	34,22	54,64	49,97	2,99	44,32	57,34
BFM (kg)	3,87	0,69	2,9	4,5	8,78	3,98	2,1	35,5	9,18	3,01	4,7	19,5
PBF (%)	6,61	0,93	5,5	7,77	11,76	4,25	3	30,07	10,76	2,98	6,01	19,76
VFA (cm ²)	18,39	9,29	9,29	29,08	42,60	18,71	5	154,36	49,09	16,36	14,7	85,48
Protein mass (kg)	10,8	0,69	10	11,6	12,89	1,09	9,3	16,5	15,09	0,90	13,4	17,3
Mineral mass (kg)	3,68	0,13	3,51	3,81	4,38	0,42	3,42	5,99	11,02	0,59	4,4	5,94
TBW (l)	39,92	2,65	36,9	42,9	47,33	4,08	34,6	60,6	55,22	3,43	48,9	63,7
FFMI (kg/m ²)	16,63	1,05	15,29	17,50	20,01	1,15	14,62	23,86	22,68	0,79	21,53	24,74
FMI (kg/m ²)	1,18	0,21	0,88	1,38	2,73	1,25	0,59	10,28	2,76	0,87	1,41	5,69
BCMI (kg/m ²)	10,92	0,70	10,01	11,48	13,25	0,74	11,03	15,59	15,03	0,54	14,12	16,34

Výštlivky: 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