

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

TĚLESNÉ SLOŽENÍ U KLIENTEK UNIVERZITY TŘETÍHO VĚKU NA FAKULTĚ
TĚLESNÉ KULTURY

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Bc. Barbora Manová, učitelství pro střední školy,
kombinace tělesná výchova – biologie

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

Olomouc 2018

Jméno a příjmení autora: Bc. Barbora Manová

Název diplomové práce: Tělesné složení u klientek Univerzity třetího věku na Fakultě tělesné kultury

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Vedoucí diplomové práce: Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2018

Abstrakt: Tato diplomová práce se zabývá analýzou tělesného složení u seniorek, které navštěvují Univerzitu třetího věku na Univerzitě Palackého v Olomouci. Měření se zúčastnilo celkově 166 žen, které byly rozděleny do 3 skupiny dle věku: ženy ve věku 60–64,99 (Ž1), ženy ve věku 65–69,99 (Ž2) a poslední skupiny tvořily ženy 70–79,99 let (Ž3). Měření se také zúčastnilo 22 mužů. Pro měření tělesného složení bylo využito přístroje InBody 720 pracujícím na základě multifrekvenční bioelektrické impedance. Vybrané parametry tělesného složení byly analyzovány a porovnávány mezi ženami vzhledem k věku. Dále byly naměřené parametry porovnávány mezi muži a věkově odpovídajícími skupinami žen (Ž2 a Ž3). Vybranými parametry byly: celková tělesná voda, extracelulární voda, intracelulární voda, index Edema 1, index Edema 2, celkový tělesný tuk, viscerální tuk, tukuprostá a kosterní svalová hmota. Výsledky žen věku 60–64,99 a 65–69,99 byly srovnatelné. Rozdíly vybraných parametrů byly vzhledem k věku nesignifikantní ($p < 0,05$).

Klíčová slova: InBody 720, celková tělesná voda, Edema 1, Edema 2, tuk, tukuprostá hmota, kosterní svalová hmota, segmentální analýza, Edema 2

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Bc. Barbora Manová

Title of the master thesis: Body composition in clients of University of third age on Faculty of Physical Culture

Department: Department of Natural Sciences in Kinantropology

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

The year of presentation: 2018

Abstract: The aim of the diploma thesis is the analysis of bodily constitution in female seniors who attend the University of the Third Age at Palacký University Olomouc. The measurements took place in 166 women who were divided into 3 groups based on age as follows: 60–64,99 (Ž1), 65–69,99 (Ž2) and 70–79,99 (Ž3). There were also 22 men included in the measurements. To get the bodily constitution there was used the InBody 720 device which works on the bioelectric impedance basis. The chosen parameters of bodily constitution were analysed and compared among the women according to the age. Also the measurements were compared among men and age corresponding women (Ž2 a Ž3). The chosen parameters were: total bodily water, extracellular water, intracellular water, index Edema 1, index Edema 2, total bodily fat, visceral fat, fat-free mass and skeletal muscles mass. The results were in women 60–64,99 a 65–69,99 similar. The differences of the chosen parameters were non-significant according to the age ($p < 0,05$).

Keywords: InBody 720, total body water, Edema 1, Edema 2, fat, fat-free mass, skeletal muscle mass, segmental analysis, Edema 2

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

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Doc. RNDr. Miroslavy Přidalové, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 20. 6. 2018

.....

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji Doc. RNDr. Miroslavě Přidalové, Ph.D. za její podněty a cenné rady, které mi jako vedoucí mé diplomové práce poskytovala při jejím zpracování a také RNDr. Milanu Elfmarkovi za pomoc při statistickém zpracování.

OBSAH

1 ÚVOD	8
2 SYNTÉZA POZNATKŮ	10
2.1 STÁŘÍ A STÁRNUTÍ.....	10
2.1.1 Změny provázející stárnutí.....	11
2.1.2 Stáří a podvýživa	16
2.1.2.1 Seniorská křehkost	17
2.1.3 Stáří a obezita	18
2.1.3.1 Gynoidní a androidní obezita	20
2.1.3.2 Ukazatelé obezity	21
2.1.4 Stáří a pohybová aktivita.....	25
2.2 TĚLESNÉ SLOŽENÍ A JEHO ZMĚNY VE STÁŘÍ	28
2.3 METODY ODHADU TĚLESNÉHO SLOŽENÍ.....	42
2.3.1 Antropometrické metody.....	42
2.3.2 Bioelektrická impedance (BIA)	43
3 CÍL	46
3.1 VÝZKUMNÉ OTÁZKY.....	46
4 METODIKA.....	47
4.1 CHARAKTERISTIKA SOUBORU	47
4.2 INBODY 720	47
4.3 ZPRACOVÁNÍ DAT	49
5 VÝSLEDKY	50
5.1 SROVNÁNÍ VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ U JEDNOTLIVÝCH VĚKOVÝCH KATEGORIÍ ŽEN	50
5.2 SROVNÁNÍ VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ MEZI POHLAVÍMI	60
5.3 HODNOCENÍ REGRESNÍCH ZÁVISLOSTÍ VYBRANÝCH PARAMETRŮ NA VĚKU A BMI	66

5.4 ANALÝZA INDEXU EDEMA 2 U JEDNOTLIVÝCH VĚKOVÝCH KATEGORIÍ ŽEN DLE HRANICE RIZIKOVOSTI	67
5.5 ANALÝZA SEGMENTÁLNÍHO ZASTOUPENÍ SVALOVÉ HMOTY U JEDNOTLIVÝCH VĚKOVÝCH KATEGORIÍ ŽEN.....	69
6 DISKUZE.....	71
7 ZÁVĚR.....	75
8 SOUHRN	76
9 SUMMARY	78
10 REFERENČNÍ SEZNAM.....	80
11 SEZNAM ZKRATEK.....	92
12 SEZNAM PŘÍLOH	93

1 ÚVOD

Stáří je posledním vývojovým obdobím v životě člověka, v němž probíhá celá řada nejen fyzických, ale i psychických změn. Kvůli neustálému prodlužování délky života se téma stáří a stárnutí stává globálním trendem a neustále vzbuzuje větší zájem u odborníků v oblasti gerontologie, kteří mají snahu o zkvalitnění života seniorů. Jak dokazují i statistická data, populace v České republice, ale i v celé Evropské unii stárne. Z ročenky Ústavu zdravotnických informací a statistiky České republiky vyplývá, že z počtu obyvatel České republiky, který činil ke konci roku 2016 celkem 10 578 820 osob, je 18,8 % seniorů (ve věku nad 65 let), což představuje nárůst o 0,7 % oproti předchozímu roku. V současné době tak žije v ČR téměř 2 miliony osob ve věku nad 65 let. Z toho 195 tisíc ve věku nad 85 let. Počet seniorů se tak neustále zvyšuje a je doprovázen klesajícím podílem ekonomicky aktivní složky (osoby ve věku 15 až 64 let), jejíž zastoupení v roce 2016 kleslo o 0,7 % oproti roku 2015 a tvořil tak 65,6 % obyvatel ČR (UZIS, 2016).

Ve stáří dochází ke změnám v tělesném složení. V těle ubývá množství celkové tělesné vody, zvyšuje se množství tělesného tuku a zároveň ubývá tukuprostá hmota a ochabuje kosterní svalstvo. Pokud energetický příjem převažuje nad energetickým výdejem, tuk se hromadí v těle a v kombinaci se sedavým způsobem života a nedostatečnou pohybovou aktivitou se jedinec stává obézním. Obezita patří mezi nejrozšířenější civilizační onemocnění a její léčba spočívá v pravidelném provozování pohybové aktivity, která zastavuje nebo alespoň snižuje sarkopenii u seniorské populace.

Daleko více ovšem seniory ohrožuje podvýživa než obezita. Podvýživa, spojená se snížením tělesné hmotnosti, úbytkem tělesného tuku, tukuprosté hmoty a zejména svalové hmoty, způsobuje také snížení celkové tělesné zdatnosti. Při úbytku svalové hmoty se snižuje také soběstačnost seniorů. Mezi neinstitucionalizovanými seniory je prevalence podvýživy významně nižší než mezi seniory umístěnými v institucionálním zařízení. Dobrá tělesná zdatnost je tedy předpokladem nezávislosti seniorů (Kalvach et al., 2004). Uvádí se, že až u 20 % seniorů je výživa nedostatečná. Nejčastěji se malnutrice vyskytuje ve věku nad 65 let (5–8 %) a v nemocnicích (20–40 %), z toho až polovina seniorů trpí těžkou malnutricí (Topinková, 2010).

Nejběžnější metodou používanou pro určování rizika obezity je výpočet indexu BMI. Mnoha autory je to však zavrhaná metoda, kvůli neschopnosti rozlišit množství tukové a svalové hmoty. Běžné metody, které se využívají k odhadu tělesného složení, jsou např.

DEXA, denzitometrie a hydrostatické vážení. Z důvodů časové náročnosti, komplikovanosti měření, rentgenovému záření a zejména kvůli nákladnosti zařízení se častěji využívá metoda bioelektrické impedanční analýzy. BIA je poměrně levnou, rychlou a terénní metodou, která se stále častěji využívá pro měření různých populačních skupin.

Ve své magisterské práci se zabývám analýzou a srovnáním vybraných parametrů tělesného složení u seniorek navštěvující Univerzitu třetího věku na Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého (FTK UP) v Olomouci.

2 SYNTÉZA POZNATKŮ

2.1 STÁŘÍ A STÁRNUTÍ

Stále aktuálním a diskutovaným tématem je stáří a stárnutí. Není to pouze jev individuální, jde i o jev celospolečenský. Příčina demografického stárnutí populace je tzv. multifaktoriální. Řadíme sem například biologické faktory (prodlužující se střední délka života, s čímž se spojuje pokrok medicíny ve smyslu časnější diagnostiky, dřívější a účinnější léčby novými terapeutickými prostředky, vzrůstající kvalita poskytovaných sociálních a zdravotních služeb a taktéž měnící se spektrum nemocí se vzrůstající složkou chronických neinfekčních onemocnění). Patří zde také psychologické faktory stárnutí (subjektivní vnímání rodiny a péče o potomstvo), sociální faktory (měnící se názory na systém tradičních hodnot společnosti), faktory kulturní (možnosti v oblasti zábavy a cestování), ekonomické faktory, faktory politické (vyzdvihnutí individua jakožto osobnosti) a faktory právní. Jejich působení je komplexní a vzájemně se ovlivňující (Lužný, & Ivanová, 2010). Weber et al. (2011) uvádějí, že stárnutí populace je dáno důsledkem změn v úmrtnosti a porodnosti (rodí se méně dětí a více lidí se dožívá vysokého věku). Zásadní roli přitom hraje vyšší životní úroveň dnešní společnosti než pokroky v medicíně a životní úroveň v minulosti. Počet osob v ČR ve věku 65+ vzrostl v roce 2016 o 56,5 tisíce v porovnání s předchozím rokem. Osob ve věku 85 let a více bylo v roce 2016 o 7,1 tisíce více než v roce 2015.

Stárnutí je komplexním jevem. Jde o přirozený důsledek vývoje probíhající vždy individuálně, asynchronně a ovlivňuje i kvalitu života. Je označováno jako proces, který začíná již po narození a pokračuje plynule až do smrti. Jeho rychlost je dána, alespoň do jisté míry, dědičně, avšak nepříznivé životní prostředí, stres, zlovyky jako například kouření a špatné stravování jej mohou urychlit (Cinglová, 2002).

Stáří lze rozčlenit dle několika hledisek na chronologické, biologické a sociální. Chronologické (kalendářní) je vymezeno datem narození, kdy za začátek chronologického stáří se považuje věk 65 let a vlastní stáří se datuje od 75 let. Podle Holmerové et al. (2007) a Hátlové (2010) můžeme stáří rozdělovat na jednotlivé etapy:

60 až 74 let – počínající (rané) stáří

75 až 89 let – vlastní stáří

90 let a více – dlouhověkost

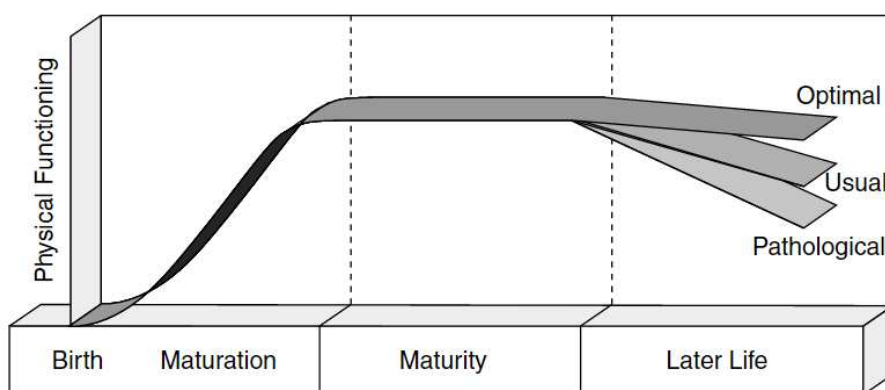
Biologické stáří je dáno jak životním stylem, genetikou, tak i celoživotním působením zevního prostředí a vyjadřuje celkový stav lidského organismu. Biologické stáří však nemusí odpovídat chronologickému. Sociální stáří v sobě zahrnuje změny v potřebách člověka, změnu sociálních rolí i životního stylu a ekonomického zajištění (Wernerová & Zvoníková, 2016).

2.1.1 Změny provázející stárnutí

Pojmem stárnutí můžeme označovat změnu organismu, přičemž jde o změny somatické, psychické, emoční i sociální. Senior se vyrovnává nejen se změnami vnějšími - změna sociální, role, odchod do důchodu, úmrtí vrstevníků, ale i s řadou změn odehrávající se v jeho vlastním těle, jenž mohou být doprovázeny obavami o zdraví. Patrnější jsou v tomto období změny tělesné než změny psychické (Holmerová et al., 2007).

Somatické změny

Důležité je rozpoznat normální stárnutí, zahrnující normální fyziologické změny v kognitivních a psychických schopnostech, od stárnutí patologického, které je doprovázeno chronickými onemocněními, postižením či geriatrickými syndromy. Autorky Morgan a Kunkel (2016) rozlišují ještě optimální stárnutí, které charakterizují jako minimální ztrátu fyzických funkcí a zdravého silného těla (Obrázek 1). Funkční schopnosti jsou tedy zachovány a jsou srovnatelné se středním věkem. U stárnutí se vyskytují věkem podmíněné (tedy fyziologické) změny paměti, objevující se u většiny zdravé populace, a jiné kognitivní funkce nejsou postiženy. Patologické stárnutí zahrnuje dvě skupiny lidí – osoby s poruchou paměti některou další poruchou kognitivních funkcí (učení, poznávání, zrakově – prostorová orientace) a osoby s demencí.



Obrázek 1. Variabilita tělesného stárnutí (upraveno dle Morgan & Kunkel, 2016)

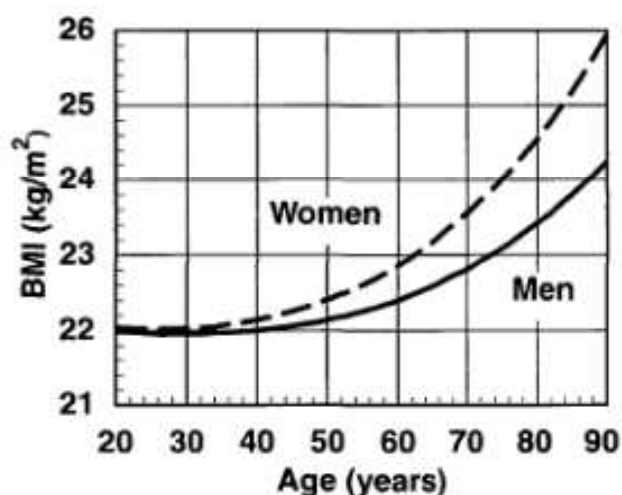
Postupem času, jak člověk stárne, se u něj projevuje mnoho tělesných změn - šedivění vlasů, vrásky na kůži, změny v reprodukčních schopnostech, změny imunitního systému, kardiovaskulárních funkcí. Nejvíce nápadné změny stárnutí pozorujeme právě na kůži a pohybovém systému. Otázkou ale je, zda jsou tyto změny nevyhnutelné a jsou přirozeným důsledkem stárnutí. Výzkumy ukazují, že změny, které my považujeme za normální aspekty stárnutí, jsou ve skutečnosti modifikovatelné a lze jim předcházet v souvislosti se životním stylem a kulturou. Například zatímco některé zvrásnění kůže je způsobeno ztrátou elasticity cév, což má souvislost s tělesným stárnutím, jiné může být ovlivněno životním stylem a kulturou. Je známo, že zvrásnění kůže se urychluje pobytem na slunci a kouřením, a že některé změny kardiovaskulárního systému souvisí s dietou, cvičením či kouřením. Důkazem toho mohou být 70letí senioři, kteří jsou aktivní, zdraví a vitální jako průměrní 40letí lidé. Kůže vlivem stárnutí ztrácí schopnost zadržovat vodu, snižuje se počet elastických vláken. Na kůži se často tvoří tzv. stařecké skvrny – hnědá místa způsobena nahromaděním melanocytů nebo naopak bledá místa, kde pigment zcela chybí. Dochází ke ztrátě melaninu z vlasů a k jejich řidnutí.

Kalvach (2005) považuje za hlavní rys stárnutí atrofii postihující všechny orgány a tkáně. Cévy ztrácí svou elasticitu, v důsledku čehož dochází ke zvýšení krevního tlaku u starších lidí. Dále klesá výkonnost srdce, vyskytují se varixy a tvoří se otoky nohou. Změny v dýchacím systému jsou představovány poklesem čistící schopnosti řasinkového epitelu. Vzniká tak často zápal plic, pokles kapacity plic a zmenšení objemu hrudníku. Dochází k opotřebování a ztrátě chrupu, snižuje se tvorba slin a enzymů, zpomaluje peristaltika (zácpa) a tělo pomaleji vstřebává vitamíny, minerály a léky. V nervovém systému klesá množství neuronů i objem a hmotnost mozku. Na zmenšení objemu mozku se podílí ztráta vody a bílkovin v mozkových buňkách. Snižuje se vstřípivost a výbavnost paměti, dochází k labilitě emocí a objevují se poruchy spánku i řeči. Ve stáří se dále zhoršuje smyslové vnímání. Snižuje se chuťové i čichové vnímání (až u 80 % seniorů) a atrofují chuťové pohárky mající za následek sníženou chuť k jídlu až nechutenství. To mnohdy vede k nedostatečné výživě seniorů a malnutrici. Na zhoršení zraku se podílí zejména užší zornice a ztráta průhlednosti čočky. Zákaly čoček vedou k poruše barevného vidění. Porucha vidění bývá často doprovázena i poruchou sluchu, zvláště vnímání vysokých tónů. U seniorů se často objevují závratě. Mohou být způsobeny poruchou vestibulárního systému nebo jsou projevem závažnějších onemocnění, jako je cévní mozková příhoda či infarkt myokardu. V ledvinách se snižuje počet nefronů a celkové množství tkáně. Ochabuje svalstvo močového měchýře, je méně pružný a není již schopen udržet takové množství moči jako dříve Mezi 45. až 50.

rokem života ženy se tlumí funkce vaječníků, snižuje se tvorba estrogenu a progesteronu, zastavuje menstruační cyklus a nastává ztráta plodnosti u žen. Toto období se označuje jako menopauza a nastává u žen většinou mezi 55. a 65. rokem života. Mezi nápadné změny, pozorované ve stáří, patří změna tělesné hmotnosti a výšky, kdy tělesná výška se s věkem snižuje. Důvodem snižování postavy s věkem je změna struktury meziobratlových plotének. Ploténka prochází biochemickými změnami a kvůli celkovému poklesu vody v těle začíná sesychat, čímž se postupně stlačuje a hroutí. Takto se páteř zkracuje a zvětšuje se počáteční kyfóza (Shephard, 1997). Další příčinou nižší tělesné výšky v pozdějším věku je také úbytek kostní hmoty u obou pohlaví na všech místech kostry. Úbytek je zapříčiněn sníženou činností osteoblastů, čímž dochází k zhoršení stavby kostí a jejich pevnosti. Tělesná výška se rychleji snižuje u žen kvůli častějšímu výskytu osteoporózy vlivem poklesu tvorby pohlavních hormonů a nedostatku vápníku. Řídnutí kostí, úbytek svalů a nesouhra zraku a rovnovážného systému vnitřního ucha zvyšují riziko zlomenin a úrazů. V kloubech ubývá chrupavka, což má za následek bolestivost kloubů a sníženou schopnost pohybu u seniorů.

Muži své maximální tělesné výšky dosahují okolo 20. roku života, kdežto ženy už mezi 16. a 18. rokem a od této chvíle se tělesná výška jen postupně snižuje. Dlouhodobá studie Visssera et al. (2003) prokazuje změnu tělesné hmotnosti po 60. roce života u mužů i žen. Do 40. roku se výška u mužů i žen snižuje pozvolně, přibližně o 1 cm za desetiletí. Dey, Rothenberg, Sundh, Bosaeus a Steen (1999) uvádějí průměrný pokles tělesné hmotnosti během 25 let ve věku 70–95 let okolo 3,2 kg u mužů a 5,1 kg u žen. Autoři Spirduso, Francis a MacRae (2005) ve své studii popisují pokles tělesné výšky u mužů o 4 % až do zkoumaného 70. roku života. U žen pokles činil přibližně 3 %. Dey, Rothenberg, Sundh, Bosaeus a Steen (1999) ve své dlouhodobé studii uvádějí, že změna tělesné výšky od 70 do 95 let života činila 4 cm u mužů a o 4,9 cm u žen.

Změna tělesné výšky spojená se stárnutím má důsledky pro interpretaci BMI (body mass index), běžně užívaný index adipozity (Obrázek 2). Změna výšky s věkem má značný a zejména rostoucí vliv na BMI ve středním věku. V průběhu 60 let (od 20 do 80) se BMI průměrně zvýší o 1,5 kg/m² u mužů a u žen přibližně o 2,5 kg/m² nezávisle na jakékoliv změně hmotnosti (Sorkin, Muller, & Andres, 1999).



Obrázek 2. Průměrná změna BMI spojená se změnou výšky (za předpokladu konstantní hmotnosti) v průběhu dospělého života žen a mužů (upraveno dle Sorokin, Muller, & Andres, 1999, 974)

Změny v pohybovém systému se projevují úbytkem svalové hmoty tzv. sarkopenií, která bývá spojená se zvýšeným rizikem pádů, zlomenin, zdravotním postižením a smrtí. Sarkopenii Cruz-Jentoft et al. (2010) popisuje jako ztrátu kosterní svalové hmoty a síly, která se vyskytuje s postupujícím věkem. Tento úbytek svalové hmoty se začíná projevovat již ve čtvrté dekádě života. Pozorována bývá hlavně u starších lidí, ale může se také vyvinout u mladých dospělých jako například demence či osteoporóza. Přítomnost sarkopenie může být odhalena za pomoci přístrojů určených pro analýzu složení lidského těla měřící tukuprostou hmotu (McIntosh, Smale, & Vallis, 2013). Sarkopenii můžeme rozdělit na tři stádia: na presarkopenii, sarkopenii a těžkou sarkopenii. Presarkopenie se projevuje snížením svalové hmoty bez vlivu na svalovou sílu či fyzickou výkonnost a může být identifikována pouze přístroji přesně měřící svalovou hmotu. Sarkopenie je charakterizována sníženou svalovou hmotou a sníženou svalovou silou nebo fyzickou výkonností. Těžká sarkopenie je stádium plnicí všechna tři kritéria a to je nízká svalová hmota, nízká svalová síla a nízká svalová výkonnost (Cruz-Jentoft et al., 2010).

Tělesné projevy odlišující staré lidi od mladých bývají označovány jako fenotyp stárí. Fenotyp stárí má obecné rysy, avšak jeho časový projev a rozsah i úplnost vyjádření je individuální. Stárnutí způsobuje změnu postavy, způsob a rychlost pohybu, ochablost svalstva, snižuje se citlivost regulačních mechanismů, zmenšuje se odolnost vůči škodlivým bakteriím, virům a psychickým stresům (Kalvach et al., 2004; Roslawski, 2005).

Psychické a sociální změny

Všechny změny, které se dějí v období stáří buď v jedinci samém či v jeho blízkém okolí, se promítají na jeho psychice. Prožívání stáří je zcela individuální u každého jedince. Stárnutím se u člověka mění rozumové schopnosti, vnímání, citové prožívání i celá jeho vlastní osobnost. Mezi nejtěžší poruchy vnímání patří halucinace, iluze a psychotické příznaky. V tomto období se dále snižuje mozková činnost, snižuje se odolnost vůči stresu a objevují se poruchy paměti. Mezi poruchy myšlení, objevující se ve stáří, řadíme například inkoherenci (nesouvislé myšlení, řeč nedává smysl, slova jsou přeházena, zejména u lidí s demencí), ulpívavé myšlení (neustálé opakování jedné myšlenky nebo slovní vazby), zabíhavé myšlení (myšlení nadržící se základního tématu) a zejména u lidí s demencí se vyskytují bludy (myšlenky neodpovídají pravdě, ale nemocný je o jejich pravdivosti přesvědčen). Dále pozorujeme kolísání pozornosti. Staří lidé jsou více konzervativní a špatně se adaptují. Stuart-Hamilton (1999) popsal pět typů adaptace:

- konstruktivnost – člověk je tolerantní a přizpůsobivý, umí navazovat vztahy;
- závislost – projevuje pasivitou (tzv. závislost na houpacím křesle). Jedinec spoléhá na ostatní, chápe staří jako období odpočinku a chce jej dožít v klidu;
- obranný postoj – pozorujeme u člověka, který býval společensky aktivní, odmítá přijmout stáří a hrozí se nesoběstačností;
- nepřátelství – objevuje se u lidí, jenž nebyli příliš úspěšní v životě, jsou podezřívaví, agresivní, mrzutí a žijí v ústraní;
- sebenenávist – člověk negativně hodnotí svůj život, trpí lítostí a pocity osamělosti.

Během stárnutí dochází u ke změnám týkajících se osobnostních vlastností. Obecně dochází ke zvýraznění negativních vlastností. Vágnerová (2007) uvádí v chování člověka tyto osobnostní vlastnosti:

- extraverte (společenská) – klesá s věkem, spíše více u mužů než u žen a může později vést až k samotářství;
- neuroticismus (sklon k labilitě) – se zvyšuje v pozdním stáří, mezi projevy patří stavy úzkosti;
- otevřenost novým zkušenostem (tvořivost, zvědavost) – s věkem klesá;
- svědomitost (spolehlivost, pečlivost) – může se projevovat až sklonek k pedanterii;
- přátelskost (ochota pomoci) – někdy se může projevovat vyšší důvěřivostí, dále pozorujeme také egocentrismus, podezřívavost či popudlivost.

Změny osobnosti během stárnutí a ve stáří nemusejí být způsobeny samotným stárnutím, ale mohou to být reakce na novou životní situaci, ve které se jedinec ocitne. Po ztrátě svého životního partnera senioři často trpí pocitem osamocení. Rodina má v tomto období pro ně nezastupitelnou úlohu.

U ovdovělých seniorů (častěji u žen) se pocit osamocení může přehoupnout do stavů deprese (dlouhodobý a bezdůvodný pocit smutku) spojené se zvýšenou plačtivostí. Deprese se ve vyšším věku považuje za rizikový faktor vzniku Alzheimerovi choroby. Často nejsou deprese rozpoznány a osoba je označena jako demenční. Mluvíme o depresivní pseudodemenci – nemocný je bez nálady, motivace a má zpomalené psychomotorické tempo (Vepřeková, 2012).

2.1.2 Stáří a podvýživa

Stále častěji skloňovaným výrazem je pojem obezita, který se řadí mezi současné problémy veřejného zdraví v mnoha vyspělých zemích. Zdravotní problémy, spojené s nárůstem podílu starších lidí v populaci, se umocňují zvyšujícím se výskytem obezity a nadváhy u starších lidí. Nicméně Pauly, Stehle a Volkert (2007) ve své studii upozorňují na to, že u starších lidí je obecně rozšířená podvýživa, zejména to platí u institucionalizovaných osob. Podvýživa negativně ovlivňuje nejen zdravotní výsledky, ale i kvalitu života seniorů a lze jí často předejít.

Důsledkem malnutrice (stav, kdy jedinec nemá dostatečné množství živin potřebných pro funkci organismu), ale i jiných závažných chorob (onkologické onemocnění, respirační a kardinální selhávání, demence, deprese), může být bezděčný úbytek hmotnosti. O malnutrici mluvíme, pokud je nechtěný pokles tělesné hmotnosti o více než 5 % za 1 měsíc nebo o více než 10 % z původní tělesné hmotnosti za 6 měsíců. O velmi závažný stupeň malnutrice se jedná, pokud je pokles hmotnosti o více než 10 % za 1 měsíc nebo o více než 20 % za 2 měsíce. Tento stupeň bývá spojen se zvýšeným rizikem infekčních a pooperačních komplikací, vyšší pooperační morbiditou a mortalitou (Hrnčiariková, Jurašková, Klemera, & Zadák, 2007).

U starších lidí hrozí vyšší riziko podvýživy. Řada faktorů (senzorické ztráty, anorexie, žvýkací a polykací problémy nebo chronické a akutní onemocnění) může ohrozit přísun potravy, což vede k nutričním nedostatkům a podvýživě. U seniorů trpících podvýživou, ve srovnání s dobře živěnými seniory, hrozí vyšší riziko onemocnění, jako jsou infekce, zlomeniny, proleženiny, progresse chronických chorob nebo pády, což má za následek

zhoršení kvality života. Podvýživa u seniorů bývá často spojována s funkční poškozením, zdravotním postižením a zhoršeným zdravím.

Obecně je mezi neinstitucionalizovanými a nezávislými seniory výskyt podvýživy nízký (Pauly, Stehle, & Volkert, 2007). Dle Pokorné a Maixnerové (2013) jsou podvýživou ohroženi také senioři žijící v domácím prostředí a to celá jedna desetina. Nejedná se o to, že by lidé neměli dostatek potravy, ale jejich strava má spíše nedostačující energetickou hodnotu a neobsahuje optimální množství živin. Výsledky Paie (2011) ukazují, že starší lidé žijící v komunitě mají významně nižší hodnoty BMI než senioři žijící v domácím prostředí. V posledních letech se ve svých studiích otázkou výskyt podvýživy u institucionalizovaných starších osob zabývalo několik autorů, kteří měli poněkud různorodé výsledky. Podle Manderse et al. (2009) 37 % evropských institucionalizovaných seniorů trpí podvýživou. Pokorná a Maixnerová (2013) uvádějí, že podle Všeobecné zdravotní pojišťovny podvýživa hrozí až u 60 % seniorů umístěných v domově důchodců nebo léčebnách pro dlouhodobě nemocné (LDN). Podle zahraničních studií se podíl podvyživených seniorů z ústavních zařízení liší a pohybuje se někde mezi 15 až 85 % v závislosti na charakteristikách sledovaných osob a dle použitých metod (Jarošová, Gabzdylová, & Kozáková, 2011).

2.1.2.1 Seniorská křehkost

Křehkostí je nazýván geriatrický syndrom související s věkem, kdy dochází k hromadnému poklesu více fyziologických systému, zhoršuje se homeostatická rezerva, snižuje se kapacita organismu, aby odolal namáhání, což zvyšuje jeho zranitelnost. Tento syndrom křehkosti je spojen s chronickou podvýživou a má nepříznivé důsledky pro zdraví. Zahrnuje jak pády, hospitalizace, institucionalizace, tak i mortalitu (Cruz-Jentoft et al., 2010). Kalvach et al. (2004) používá pojem křehkost pro označení určité kategorie seniorů nezvládající instrumentální aktivity každodenního života. Řešením syndromu křehkosti je pečovatelská služba nebo umístění tohoto křehkého seniora do dlouhodobé ústavní péče. Abbatecola, Olivieri, Corsonello, Strollo, Fumagalli a Lattanzio (2012) definují křehkost jako syndrom snížené rezervy a odolnosti proti stresu a klinicky lze vyjádřit jako svalová slabost, špatná tolerance cvičení nebo faktor týkající se složení těla, sarkopenie a zdravotního postižení.

Fyziologické změny, které vedou k tomuto syndromu, jsou komplexní a doposud bylo velmi obtížné je charakterizovat vzhledem k časté koexistenci akutního a chronického

onemocnění. Existuje totiž celá řada fyziologických změn, které nastávají ve stárnoucí svalové tkáni mající rozhodující vliv na metabolismus těla.

Cruz-Jentoft et al. (2010) uvádí definici fenotypu křehkosti na základě snadno identifikovatelných fyzických aspektů. Tři a více z následujících vlastností podporují diagnózu křehkosti – neúmyslný úbytek na hmotnosti, vyčerpání, svalová slabost (nízká hodnota síly stisku ruky), pomalá chůze či nízká úroveň pohybové aktivity spojená s hypomobilitou.

Křehkost se postupem času prohlubuje a zhoršuje se seniorova zdatnost, odolnost a adaptabilita organismu. Dále nárůstá disabilita a stále se snižuje intenzita různých druhů zátěže, což vede k delším a hlubším dekompenzačním stavu (Kalvach & Holmerová, 2008). Hlavním prvkem přispívající k fyzické křehkosti je sarkopenie, která nejenže významně přispívá k mortalitě, ale i ke zhoršení kvality života seniorů a zvýšení nákladů na zdravotní péči (Holmerová et al., 2007). K rozvoji syndromu křehkosti mohou také přispívat záněty, inzulinová rezistence a diabetes mellitus, který zrychluje proces stárnutí a zvyšuje tak riziko, že člověk se stane křehkým v mladším věku.

Příčinná léčba seniorské křehkosti neexistuje a je nutná komplexní intervence s ovlivňováním patogenetických a funkčně významných změn a kompenzování deficitů (Kalvach et al., 2008). Jedním z důležitých faktorů je dostatečný pohybový režim. Ten může rozvoji syndromu křehkosti zabránit nebo jej alespoň oddálit (Holmerová, Jurášková, Vaňková, & Veleta, 2007). Dostatečné množství tělesné aktivity, správná strava a snížení škodlivých návyků jsou nejlepší prevencí sarkopenie a křehkosti vyššího věku.

2.1.3 Stáří a obezita

Vlivem stárnutí se organismus mění. Klesá hladina estrogenů, androgenů i jiných hormonů, což má za následek ovlivnění složení těla a tělesné hmotnosti. Ve stáří ubývá tukuprosté hmoty a naopak narůstá množství tukové hmoty (zejména v podobě viscerálního a abdominálního tuku). S tím souvisí i úbytek celkové tělesné vody, protože obezita a věk objem celkové tělesné vody snižují (Kalvach et al., 2004). Tyto charakteristické změny u seniorů mohou vést k různým onemocněním, jako jsou obezita, sarkopenie a osteoporóza.

Obezita patří mezi civilizační nemoci a nepochybně zkracuje délku života. Dále má také negativní vliv na jeho kvalitu. Zapříčiněna bývá zejména nerovnováhou mezi příjmem a výdejem energie. Jestliže je energetický příjem vyšší než výdej, dochází k tzv. pozitivní

energetické bilanci a nadměrně zkonsumovaná energie se ukládá v těle v podobě triglyceridů do tukových buněk. Následně stoupá podíl tukové tkáně v těle, což představuje rizikový faktor vážných kardiovaskulárních, metabolických a nádorových onemocnění (Šenolt, Kuklová, Hulejová, & Andres Cerezo, 2012). Pozitivní energetická bilance je důsledkem nesprávného životního stylu, který zahrnuje konzumaci tučných a sladkých jídel s vysokou energetickou hodnotou, poklesem energetického výdeje a nedostatečným příjmem dietní hrubé vlákniny. Další příčinou vzniku obezity je genetická predispozice. Z genetického hlediska je obezita podmíněna minimálně z 60 %. Jestliže jsou oba rodiče obézní, tak pravděpodobnost výskytu obezity u potomka je až 80 %. Tato nevýhoda se dá změnit změnou životního stylu tj. dodržování správných stravovacích návyků a mít dostatek pohybové aktivity (Hlúbik, Kunešová, Fried, & Býma, 2009). V neposlední řadě stojí za vznikem obezity již zmíněná nedostatečná až nulová pohybová aktivita. Protože pokles pohybové aktivity a rozvoj sedavého způsobu života má zásadní a negativní vliv na zdraví jedince, důsledkem čehož může dojít ke zhoršení kvality života a předčasné ztrátě soběstačnosti.

Nadváha a obezita se vyznačují nadměrnou hmotností, vysokým rozvojem obvodových parametrů (zejména na trupu a proximálních částech těla), vysokým zastoupením tukové frakce, snížením svalové složky, popřípadě sarkopenií. Obezita k invaliditě přispívá snížením vytrvalosti, změnou plicních funkcí, zvýšených nároků na ventilaci a také může bránit flexibilitě a pohyblivosti (Kalvach et al., 2004).

Pro stanovení obezity je nejprve nutné provést analýzu složení těla a určit tak množství tělesného tuku v organismu. V diagnostice tělesného tuku se za zlatý standard považuje metoda zvaná duální rentgenové absorpciometrie tzv. DEXA (Thibault, Genton, & Pichard, 2012). DEXA využívá rentgenové paprsky ke skenování lidského těla, což umožňuje přesné měření obsahu kostního minerálu, tukuprosté a tukové hmoty. Díky přesnosti duální rentgenové absorpciometrie je možné posoudit složení těla u jedinců různého věku, pohlaví a zdraví (Ball, Cowan, Thyfault & LaFontaine, 2014; Sen & Mondal, 2013). Nevýhodou ovšem je vystavení pacientů velkému množství záření, dále je metoda finančně nákladná a vyžaduje kvalifikované techniky (Al-Gindan, Hankey, Leslie, Govan & Lean, 2014).

Výsledky studie Milanoviće, Panteliće a Jorgiće (2012) potvrzují trend nárůstu obezity mezi staršími lidmi v posledních dvou desetiletích. V posledních deseti letech vzrostl výskyt obezity o 10–40 % u lidí ve vyspělých zemích, avšak v rozvojových zemích se vyskytuje obezita až u 66 % lidí. Co se týká evropských statistik, tak dle Světové zdravotnické organizace obezita v Evropě dosahuje 10–20 % u mužů a 15–30 % u žen (WHO, 2000). Zeman (2005) označuje stav v České republice, týkající se nadváhy a obezity, za velmi

závažný. Autor uvádí, že nadváhou trpí více než 50 % dospělé české populace a obezita se vyskytuje u 16–22 % mužů a dokonce 20–24 % žen v produktivním věku. I Berghöfer et al. (2008) ve své studii dochází k závěru, že Česká republika patří mezi evropské země s nejvyšším výskytem nadváhy a obezity. Obezita se nevyhýbá ani dospívající populaci (ve věku 15–24 let), u které Zeman (2005) uvádí prevalenci až 5,6 %. S těmito výsledky se víceméně ztotožňuje Coufalová (2011), která uvádí podobné výsledky, a to že nadváhou a obezitou trpí v České republice 54 % lidí, z toho je 17 % obézních.

Nejúčinnější zbraní v léčbě obezity je fyzická aktivita. Pravidelné cvičení zabraňuje fyzickému poklesu nebo také zvyšuje fyzickou kondici, což ve vyšším věku může představovat až 10–15 % celkového energetického výdaje. Za úspěšnou léčbu u starší populace považujeme redukci hmotnosti o 5–10 % původní hmotnosti (Kalvach et al., 2004).

2.1.3.1 Gynoidní a androidní obezita

V posledním století ubylo fyzické námahy, změnil se životní styl, potrava přestala být špatně dosažitelná a ukazuje se, že fyziologické obranné mechanismy před obezitou se stávají neúčinné. Nemoci vyvolané obezitou nejsou ani tak způsobené množstvím tuku jako jeho distribucí v těle. Na základě rozložení tuku rozlišujeme 2 typy obezity: gynoidní a androidní typ.

Při androidním (centrálním, mužském) typu obezity se jedná o obezitu horní částí těla (tvar „jablko“) se zvýšeným obvodem kolem pasu a tuk se ukládá hlavně v oblasti břicha. Hrozí zde vyšší riziko metabolických a kardiovaskulárních komplikací, je tudíž považována ze zdravotního hlediska za nebezpečnější než obezita gynoidní. Při tomto typu obezity je hlavní tukovou komponentou viscerální tuk. Naopak gynoidním (periferní, ženský) typ obezity se vyznačuje obezitou dolní části těla (tvar „hruška“) a tuk se tak hromadí zejména v oblasti stehen a hýždí. Hlavní tukovou komponentou je podkožní tuk. Výrazně převažuje typ obezity podle pohlaví, ale samozřejmě se oba typy mohou vyskytovat jak u žen, tak u mužů. Pohlavní rozdíly ve složení těla lze primárně přisoudit působení pohlavních steroidních hormonů, které řídí dimorfismus během pubertálního vývoje. U mužů je snížená hladina testosteronu spojena se snížením množství svalové hmoty a nárůstem hmoty tukové. Někteří autoři rozlišují ještě 3. typ obezity a to přechodný (intermediární).

Ženy po menopauze obvykle přibývají na hmotnosti, objem tuku je v průměru o 20 % vyšší u žen postmenopauzálních než u žen premenopauzálních. Po menopauze dochází spíše k obezitě androidního typu (Holeček, Rokyta, & Vlasák, 2007).

2.1.3.2 Ukazatelé obezity

Obezita či podvýživa se běžně definuje pomocí tzv. **Body mass indexu (BMI)**. Je to hmotnostně – výškový index, takže jde o porovnání výšky a hmotnosti daného jedince, tudíž se jedná pouze o orientační měření. V dnešní době také nejpoužívanějším měřítkem pro určení optimální tělesné hmotnosti, nadváhy a obezity, popřípadě ke zjištění pravděpodobného zdravotního rizika. Jedná se totiž o metodu levnou a jednoduchou.

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

Světová zdravotnická organizace (WHO) za zcela normální hodnoty BMI považuje hodnoty pohybující se v rozmezí 18,50–24,99. Hodnoty pod 18,50 jsou klasifikovány jako podvýživa. Dále hodnoty 25,00 a více se hodnotí jako nadváha a hodnoty 30,00 a více dle WHO signalizují obezitu (Tabulka 1).

Hlavní nedostatek při použití BMI je, že se vlastní složení tělesné hmotnosti nebere v úvahu – přebytek tělesné hmotnosti může být složen z tukové tkáně nebo naopak svalové hypertrofie, přičemž oba případy jsou posuzovány jako přebytek tělesné hmoty (Ying-Xiu & Shu-Rong, 2011). Proto je pro posouzení obezity lepší využít měření tělesného tuku. BMI tedy není vhodné pro charakterizaci postavy sportovce a dětí, protože poměry mezi výškou a tělesnou hmotou jsou různé jak u dětí, tak dospělých (Szabo & Tolnay, 2014).

Pokud rozlišíme tělesnou hmotnost na hmotnost tuku a tukuprosté hmoty, tak získáme indexy BFMI (Body Fat Mass Index) a FFMI (Fat-Free Mass Index). Těmito indexy se více zabírám v kapitole Tělesné složení.

$$\text{BMI} = \text{FFMI (kg/m}^2\text{)} + \text{BFMI (kg/m}^2\text{)}$$

Tabulka 1. Kategorizace BMI (World Health Organisation [WHO], 2011)

KATEGORIZACE	ROZMEZÍ HODNOT
Podváha	< 18,50
Normální hmotnost	18,50–24,99
Nadváha (preobézni)	> 25,00
Obezita	> 30,00
Obezita 1. stupně	30,00–34,99
Obezita 2. stupně	35,00–39,99
Obezita 3. stupně	> 40,00

Udává se, že BMI by mělo být do hodnoty 25. Lidí s BMI nad hodnotu 25 je např. v USA okolo 60 %, a s BMI přes 30 až okolo 30%. Ovšem je nutné si uvědomit, že u mladého 25letého muže je 45 % BMI tvořeno svaly, u 70letého muže svaly tvoří jen 27 % BMI. Snížení BMI u starších lidí je důsledek ztráty svalové hmoty a zvýšení tukové tkáně v pase a bocích (Milanović, Pantelić, & Jorgić, 2012). Jednodušší je proto měřit velikost pasu.

Obvodové parametry patří mezi důležité ukazatele tukuprosté hmoty, tělesného tuku, svalové hmoty a zásob energie. Nejčastěji se využívá měření obvodů pasu, paže a stehna. **Obvod pasu** ale lépe signalizuje kardiovaskulární a metabolické riziko než BMI. U žen by měl být 80–87 cm, u mužů 94–101 cm (Freedman & Ford, 2015). Dle Hronka et al. (2013) zvýšené riziko zdravotních komplikací signalizuje již více jak 80 cm u žen a 94 cm u mužů (Tabulka 2). Studie dokazují, že obvod pasu se zdá být lepším ukazatelem, předpovídajícím nepříznivé důsledky pro zdraví, než je body mass index. BMI totiž nehodnotí rozložení tělesného tuku v těle a přitom nepříznivé důsledky obezity mohou být silně spojeny s množstvím viscerálního tuku. Obvod pasu je tedy cenným měřením, které je doporučováno dospělým, jejichž hodnota BMI se pohybuje mezi 25 a 35, což znamená nadváhu až obezitu 1. stupně (Freedman & Ford, 2015).

Tabulka 2. Hodnocení rizika zdravotních komplikací obezity dle hodnot obvodu pasu (upraveno dle Hronek et al., 2013)

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

Obvod paže se používá jako alternativní měření indexu tělesné hmotnosti (BMI) k posouzení svalových rezerv organismu a nebezpečí podvýživy u starších lidí (Tabulka 3). Obvod paže měříme v polovině na nedominantní paži ve svěšené poloze. Tento obvod se také používá jako orientační ukazatel úbytku svaloviny. Kozáková a Jarošová (2010) uvádí jako normální hodnoty obvod 29,3 cm a více u mužů a 15,5 cm u žen. Naopak za patologickou hodnotu se považuje obvod paže pod 20,2 cm. Vhodné je obvod paže zkombinovat s měřením kožní řasy nad tricepsem ve stejné výšce.

Tabulka 3. Vztah mezi BMI a obvodem paže (upraveno dle Kozáková & Jarošová, 2010)

BMI (kg/m ²)	Obvod paže (cm)
20,5	25,5
20	24,5
19,5	24
19	23,5
18,5	23
18	22,5
17	21
16	19,5

Androidní a gynoidní typ obezity můžeme také rozlišit pomocí poměru obvodu pasu k obvodu bokům, tzv. WHR indexu (Tabulka 4). **WHR index** je užívaný k orientačnímu hodnocení abdominální obezity.

$$\text{WHR} = \text{obvod pasu (cm)} / \text{obvod boků (cm)}$$

Obvod pasu měříme v nejužším místě, přes pupek a obvod boků zase přes jejich nejširší část, v místě největšího vyklenutí hýždí. WHR se uplatňuje jako ukazatel distribuce tuku v těle a rizika kardiovaskulárních onemocnění (Tabulka 4). Poměr pasu a boků u žen hodnotí Riegerová et al. (2006) jako rizikový při hodnotě vyšší než 0,85, resp. 85 % a u mužů při hodnotě vyšší než 0,95, resp. 95 % (Tabulka 5). U některých autorů se můžeme setkat s charakteristikou androidní obezity jako s BMI vyšším než 28 a WHR vyšší než 0,85. Gynoidní obezitu charakterizují jako BMI vyšší než 28 a WHR nižší než 0,86 (Holeček, Rokyta, & Vlasák, 2007).

Tabulka 4. Klasifikace WHR ve vztahu ke zdravotnímu riziku pro ženy dle věku (upraveno dle Pastucha et al., 2014)

Věk	Zdravotní riziko			
	Nízké	Mírné	Vysoké	Velmi vysoké
20–29	< 0,71	0,71–0,77	0,78–0,82	> 0,82
30–39	< 0,72	0,72–0,78	0,79–0,84	> 0,84
40–49	< 0,73	0,73–0,79	0,80–0,87	> 0,87
50–59	< 0,74	0,74–0,81	0,82–0,88	> 0,88
60–69	< 0,76	0,76–0,83	0,84–0,90	> 0,90

Tabulka 5. Kategorizace rozložení tělesného tuku dle hodnot WHR (upraveno dle Hronek et al., 2013)

Kategorie	Poměr pasu a boků (WHR)	
	Muži	Ženy
Spíše periferní	≤ 0,84	≤ 0,74
Vyrovnané	0,85–0,89	0,75–0,79
Spíše centrální	0,90–0,94	0,80–0,84
Centrální (rizikové)	≥ 0,95	≥ 0,85

Holeček, Rokyta a Vlasák (2007) uvádí, že se při roční redukční dietě snižuje obvod pasu okolo boků více u androidní než u gynoidní obezity. Gluteální tukové buňky se totiž zmenšují pomaleji než tukové buňky v krajině abdominální. Krátkodobá redukce hmotnosti je vyšší u androidní obezity než u gynoidní. Viscerální tuk, jenž je největší zásobárnou vnitřního tuku v těle, se ztrácí rychleji než podkožní tuk.

2.1.4 Stáří a pohybová aktivita

Velmi diskutovaným tématem je kromě obezity i stárnutí populace a neustálý vzrůstající počet seniorů v populaci. Je proto zapotřebí zdůraznit a zejména zvýšit podporu a motivaci seniorů k vykonávání pravidelné pohybové aktivity, která pozitivně ovlivňuje zdraví seniorů (snižuje riziko výskytu rakoviny tlustého střeva, rozvoj diabetu II. typu a hypertenze, snižuje riziko předčasného úmrtí, pomáhá udržet tvrdost kostí a oddaluje nástup invalidity u starších dospělých) a přispívá k zachování soběstačnosti seniorské populace.

Je evidentní, že pohyb a habituální (běžné) pohybové aktivity, k nimž řadíme všechny denní činnosti, hrají značnou roli v našich životech. Nejen, že pomáhají k udržení tělesné hmotnosti, fyzické kondice, ale také pozitivně ovlivňují zdraví. Jak studie ukazují, tak s věkem množství pohybu klesá a narůstá hypokinéza. Pokud budeme ve vyšším věku dodržovat doporučené množství PA, je pravděpodobné, že zabráníme vzniku a rozvoji sarkopenie mající vliv na odolnost organismu a značně přispívá k nárůstu morbidity a mortality. Senioři důležitost pohybové aktivity většinou podceňují, ale je to jeden z pěti faktorů, který může ovlivnit jejich zdraví. Mezi tyto faktory patří výživa, kouření, stres a alkohol. Reprezentativním šetřením populace v ČR Holmerová et al. (2007) prokázali, že sport ani jiné pohybové aktivity neprovozuje 40,7 % mužů a 45,5 % žen. V součtu je to 65 % populace neprovozující sport ani jiné pohybové aktivity vůbec nebo jen v míře, která není dostačující k udržení nebo zlepšení tělesné zdatnosti. U osob starších 61 let se jedná o 70,9 % mužů a o 83,3 % žen. S tímto šetřením se ztotožňují také Nied a Frankin (2002), kteří uvádějí, že 60–75 % populace nevykonává pohybovou aktivitu na doporučených úrovních, kdežto na pravidelném cvičení se účastní asi 25 %.

Nedostatek PA přispívá ke změnám v oblasti muskuloskeletárního systému a dochází k sarkopenii, kdy dochází ke ztrátě svalové hmoty a je zároveň nahrazována hmotou tukovou a vazivovou. Tyto změny mají za následek zvýšenou slabost, sníženou svalovou kontrakci a špatnou toleranci zátěže. Fyzická námaha a přiměřený příjem energie a bílkovin může zabránit popřípadě zvrátit sarkopenii. Jako její prevence se doporučuje zvýšit pohybovou aktivitu, rozsah pohybu, posilovat svaly a tak udržet maximální funkční zdatnost seniora co neděle. Význam pravidelné PA spočívá taktéž v prevenci pádu, zvýšení vytrvalosti a snížení rozvoje inkontinenci moče (Benjamin, Edwards, & Caswell, 2009). Cohen-Mansfield, Shmotkin a Goldberk (2010) svou studií zjistili, že více aktivní senioři navštěvují méně lékaře, cítí se mladší, než ve skutečnosti jsou a lépe hodnotí své zdraví. Inaktivita seniorů bývá provázena myšlenkou přílišné slabosti, a proto nevykonávají žádnou pravidelnou

fyzickou aktivitu. Koeneman et al. (2011) našli pozitivní vztah mezi mužským pohlavím a fyzickou aktivitou a stejně tak mezi mladším věkem a fyzickou aktivitou. Tímto vysvětlují, že jsou senioři více aktivní než seniorky. Významný rozdíl v podílení se na fyzické aktivitě mezi muži a ženami prezentují i Moschny et al. (2011), kdy taktéž byly ženy výrazně méně fyzicky aktivní. Studie Weisse et al. (2007) shrnuje ve svém výsledku, že ženy, vyšší věk, horší zdravotní stav a negativní hodnocení svého zdraví bývá spojováno s nižší pohybovou aktivitou. Damush et al. (2005) prováděl studii se vzorkem 6000 seniorů ve věku nad 65 let. Je překvapivé, že pouhých 11 % z nich uvedlo, že pravidelnou pohybovou aktivitu provozuje minimálně 2x týdně. V této studii autoři prokázali, že vyšší věk, ženy, lidé s obezitou, nižším vzděláním a horším zdravotním stavem je spojen s fyzickou inaktivitou. Různé studie o sociálních determinantech fyzické aktivity prokazují existující vztah mezi úrovní vzdělání a účastí na pravidelné fyzické aktivitě u seniorů. Touto problematikou se zabývala například kanadská studie Szeklického (2006), která poukazuje na to, že pohybová aktivita je významně snížena u lidí s nižším vzděláním a také u společensky izolovaných seniorů. Dále ve studii autoři uvádí statisticky vyšší úroveň PA u seniorů žijících v manželství, s vyšším vzděláním, vyššími příjmy a i u seniorů udržující si kontakty s jinými aktivními lidmi. Senioři s prestižnějším povoláním či s vysokým společenským postavením jsou více fyzicky aktivní ve vyšším věku než lidé s nižším vzděláním. Tito lidé pak lépe dodržují zdravý životní styl, zapojují se více do fyzické aktivity a více pečují o své zdraví. Dále má na množství pohybové aktivity vliv i prostředí, ve kterém senior žije. Přítomnost sportovních zařízení v místě bydliště, snadná dostupnost do sportovních zařízení, parků a rekreačních center, pěkné venkovní prostředí, neklouzavé chodníky, místa na procházky bez kopců a lavičkami okolo pěších stezek byly spojovány s vyšším výskytem fyzicky aktivních seniorů (Weiss et al., 2007). Naopak snížení účasti seniorů na fyzické aktivitě často zapříčiní strach z pádu a kriminality, deštivé počasí a nízká venkovní teplota.

Nejjednodušší a nejméně rizikovou PA je bezesporu chůze, kdy měření je možné provádět za pomoci krokoměrů. Tudor-Locke a Bassett (2004) uvádějí jako doporučenou univerzální normu vykonání 10 000 kroků za den. Ovšem je nutné mít na paměti, že výběr pohybové aktivity pro staršího člověka se odvíjí zejména od jeho zdravotního stavu a doporučení lékaře. Vhodně zvolená fyzická aktivita zpomaluje průběh stárnutí, pomáhá zlepšovat kvalitu života a zabraňuje předčasné ztrátě soběstačnosti a je velmi účinná v boji proti obezitě.

Pro dospělou populaci se obecně doporučuje pohybová aktivita (PA) v délce 150 min týdně ve střední intenzitě nebo 75 min intenzivní pohybové aktivity, která by měla být

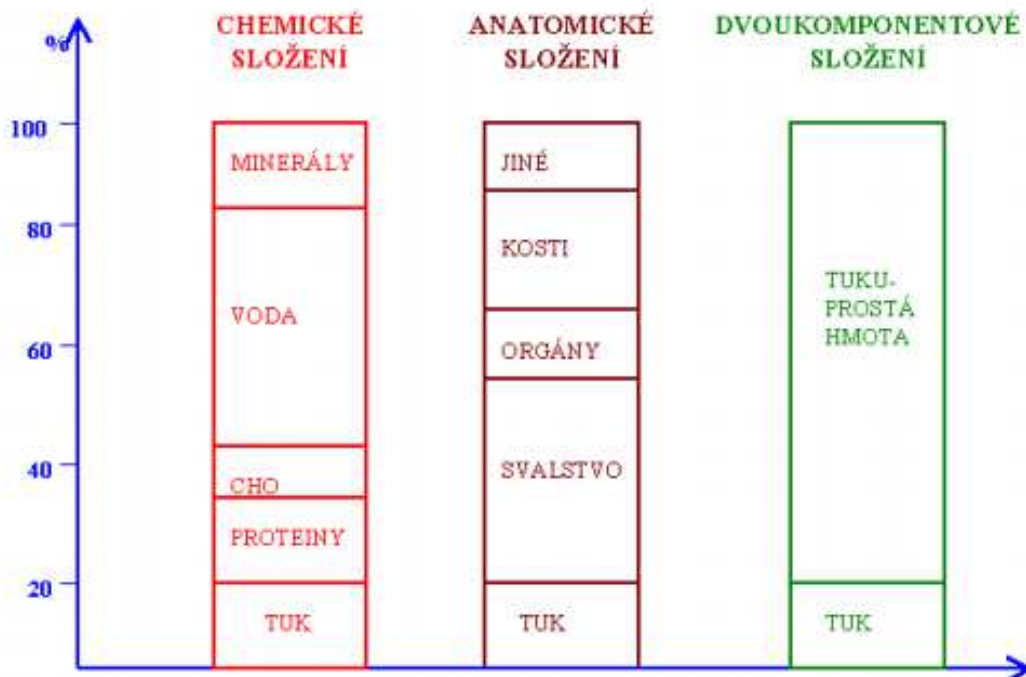
realizována alespoň do 10 minutových úseků během týdne. Pohybovou aktivitu je vhodné střídat, čímž se do cvičení zapojují různé svalové skupiny a předchází se nudě a přetížení pohybového systému. Důraz se klade zejména na cvičení k udržení vytrvalosti a svalové síly (Suchomel & Sigmundová, 2011; Roslawski, 2005).

Mezi doporučené aerobní pohybové aktivity pro seniory se řadí každodenní procházky a pochody po dobu alespoň 30 minut a plavání (plavecký styl prsa). Plavání zlepšuje činnost dýchacího systému, posiluje srdce i ostatní svalstvo a nezatěžuje klouby. Jízda na kole je taktéž šetrnější ke kloubům. Při jízdě na kole si odpočinou hlavně kolena a kyčle, a proto je doporučována i jako rehabilitace pro osoby trpící různým kloubním onemocněním (Roslawski, 2005; Haskell et al., 2007).

2.2 TĚLESNÉ SLOŽENÍ A JEHO ZMĚNY VE STÁŘÍ

Tělesné složení a nadváha jsou dnes velmi diskutovaným tématem. Důvodem těchto diskuzí je neustále se zvyšující počet lidí s nadváhou a obezitou po celém světě. Onen problém se týká lidí všech věkových kategorií, děti nevyjímaje, za což je zodpovědný zejména nezdravý životní styl a zrychlené životní tempo. Ve složení těla se také významně odráží výživa a svalová práce, jimiž lze tělesné složení cíleně zasáhnout a lze jej ovlivnit žádoucím směrem. V současné době se nejvíce rozvíjí metoda nazývaná bioelektrická impedanční analýza (BIA), která umožňuje posouzení stavby lidského těla.

Základní komponenty tvořící lidské tělo můžeme charakterizovat chemickým či anatomickým modelem (Obrázek 3.). **Anatomický model** tělo dělí na kosti, svaly, tukovou hmotu, vnitřní orgány a ostatní tkáně. **Chemický model** nám umožňuje rozdělit lidské tělo na tuk, bílkoviny, sacharidy, vodu a minerály (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová 2006).



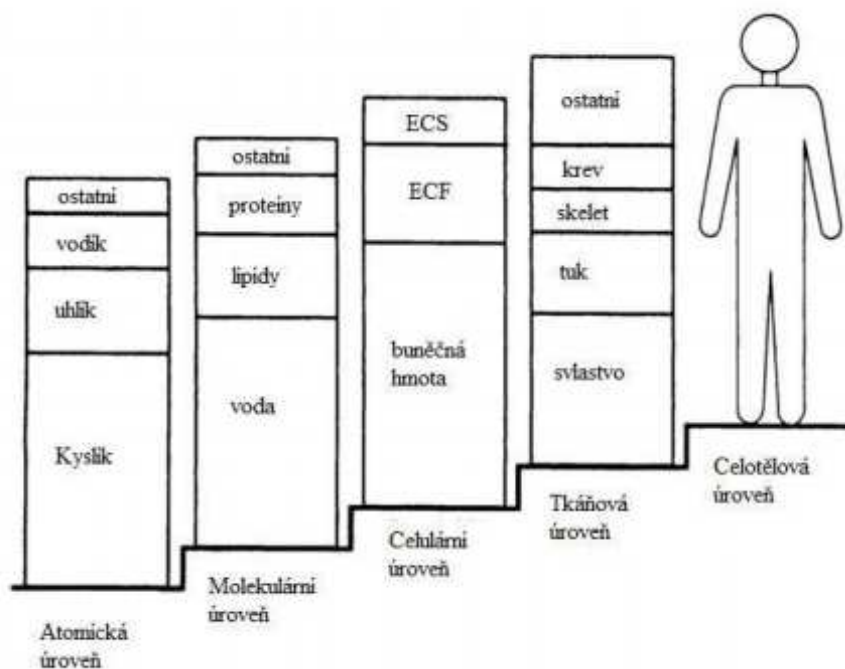
Obrázek 3. Chemický, anatomický a dvoukomponentový model lidského těla (upraveno dle Wilmore, 1992)

Kromě **dvoukomponentového modelu**, který je založen na určitém předpokladu (např. konstantní hustotě tukuprosté a tukové hmoty), se používá i **model tříkomponentový**. Ten

tělo dělí na sušinu, vodu a tuk. Dále se využívá **model čtyřkomponentový** – nejpřesnější model hodnotící tukuprostou hmotu, tzv. zlatý standard. Čtyřkomponentový model rozděljuje hmotnost těla na minerály, buňky, tuk a extracelulární tekutinu.

A v neposlední řadě Obrázek 4 zobrazuje **pětistupňový model**, který popisuje tělesné složení v pěti na sebe navazujících úrovních (Riegerová et al., 2006; Korth et al., 2007):

- **Anatomický model** – vychází ze zastoupení jednotlivých prvků v těle. Základem je 6 prvků (O, N, C, P, H, Ca), tvořící 98 % hmotnosti a zbývající 2 % vytváří dalších 44 prvků.
- **Molekulární model** – tělo je složeno z více než 100 000 chemických sloučenin tvořené 11 hlavními prvky. Komponenty, které sledujeme, jsou voda, lipidy, proteiny, glykogen a minerály.
- **Buněčný model** – zde se spojují molekulární složky v buňky. Důležitá komponenta je extracelulární tekutina složená z intersticiální tekutiny a plazmy.
Hmotnost těla = BM + ECPL + ECT + tuková tkáň
BM – nervové, svalové, epiteliální a pojivové buňky
ECPL – organické a anorganické látky
ECT – plazma + intersticiální tekutina
- **Tkáňově-systémový model** – organizuje molekuly do tkání – kostní, tukové a svalové. Na základě těchto tkání je hmotnost složena z muskuloskeletálního, kožního, nervového, respiračního, oběhového, zažívacího, vyměšovacího, reprodukčního a endokrinního systému.
- **Celotělový model** – stanovují se jednotlivé parametry (výška, hmotnost, délkové, šířkové, obvodové rozměry, atd.) tvořící celé lidské tělo za pomoci antropometrických měření.



Obrázek 4. Pětistupňový model tělesného složení (upraveno dle Wang et al., 1992)

Tělesný tuk (Body Fat Mass, BFM)

Tuky jsou důležitou součástí výživy (tvoří cca 25–30 % energetického krytí našich potřeb) a tvoří v lidském těle hlavní energetickou rezervu. BFM, jenž se shromažďuje v tukových buňkách (adipocytech), je nezbytnou součástí lidského těla – bez něj není organismus schopný správně fungovat. Lipidy pracují i jako rozpouštědlo vitamínů rozpustných v tucích (A, D, E a K), mají funkci termoregulační (hnědý tuk), tepelnou (špatný vodič tepla, tedy dobře izolují) a jsou mechanicky významnou tkání (Trojan, 2003). Dále v těle tvoří stavební součásti buněčných membrán, nervů, míchy či mozku. Adipocyty nejsou jen zásobárnou energie, vytvářejí taky hormony, peptidy a jiné molekuly, tudíž může být tuková tkáň považována za endokrinní orgán. Dále produkují leptin, který reguluje příjem potravy. Ve své podstatě snižuje pocit hladu, zvyšuje aktivitu sympatiku a tvorbu tepla a podporuje kalcifikaci buněk hladké svaloviny cév (Holeček, Rokyta, & Vlasák, 2007).

V lidském těle rozlišujeme tukovou tkáň bílou a hnědou. Bílá je mechanicky významná a vyskytuje se v očnici, velkých kloubech, dlani a chodidle, kde nezmizí ani při dlouhodobém hladovění (Přidalová & Riegerová, 2008). Bílá tukovou tkáň dělíme na esenciální (viscerální) a rezervní tělesný tuk (uložen v podkoží nebo viscerálně). Procentuální hodnota esenciálního tuku je vyšší u žen, tudíž i optimální hodnota BFM je vyšší u žen než u mužů, tj.

18–28 % tělesného tuku. U dospělého muže se optimum procentuálního zastoupení tukové hmoty (%BFM) pohybuje v rozmezí 10–20 % (Tabulka 6). Podíl BFM postupně zvyšuje s věkem (Tabulka 7). Esenciální neboli viscerální nebo útrobní tuk (VFA), nacházející se v břišní dutině, je nezbytný pro zachování života, pro reprodukci, obaluje klouby a vnitřní orgány a slouží k jejich ochraně. Nadbytek VFA nás může na životě ohrozit více než tuk podkožní. Tuku podkožního si můžeme všimnout, na rozdíl od viscerálního. Funkcí podkožního tuku je tepelná izolace organismu. Množství tohoto tepelného izolátoru se v průběhu vývoje člověka mění. V raném dětství množství pomalu klesá. Ve středním dětství je u žen vyšší zastoupení podkožního tuku než u jejich protějšků. Nápadnější jsou však rozdíly v období puberty a adolescence (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Hnědá tuková tkáň, využívaná zejména u novorozenců jako zdroj tepla, má červenohnědou barvu a nereaguje na změnu výživy tak rychle jako bílá tkáň. Její funkce spočívá v termoregulaci a nachází se v hlubších částech těla (mezi lopatkami, při nadledvinách, podél velkých cév). U novorozenců je hojnější než u dospělých, jelikož u nich má významnou roli – kompenzuje termoregulační nevýhody jako je větší povrch těla ve srovnání s hmotností, menší tukový izolátor a neschopnost produkovat teplo chladovým třesem (Přidalová & Riegerová, 2008; Trojan, 2003).

BFM, jeden z nejsledovanějších parametrů v lidském těle, slouží jako ukazatel zdraví a stavu výživy. Je variabilní složkou lidského těla a během ontogeneze jedince dochází k jejímu neustálému vývoji. Díky variabilitě je tuková složka dobře ovlivnitelná výživou i pohybovou aktivitou. Při nadměrném ukládání tuku v těle dochází k nadváze (předstupeň obezity) a obezitě, s nimiž jsou spojeny i mnohé zdravotní komplikace – opotřebení kloubů, dušnost, chrápání, cukrovka, hypertenze, ateroskleróza a jiné. Podíl tuku v těle dnes lékaři posuzují podle hmotnosti a výšky člověka pomocí tzv. Quetelova indexu. Tento index je celosvětově známý spíše jako body mass index – BMI.

Tabulka 6. Standardy % tuku (upraveno dle Lohman, 1992)

	Minimum	Nízká hodnota	Střední hodnota	Vysoká hodnota	Obezita
Muži	< 5	6–14	15	16–24	> 25
Ženy	8–12	9–22	23	24–31	> 32

Tabulka 7. Standardy % tělesného tuku pro děti i dospělé (upraveno dle Heyward & Wagner, 2004)

STANDARDY PROCENTUÁLNÍHO ZASTOUPENÍ TĚLESNÉHO TUKU					
	Zdravotní minimum tuku	Podprůměr	Průměr	Nadprůměr	Obezita
Muži					
6–17 let	<5	5–10	11–25	26–31	>31
18–34 let	<8	8	13	22	>22
35–55 let	<10	10	18	25	>25
55 a více let	<10	10	16	23	>23
	Zdravotní minimum tuku	Podprůměr	Průměr	Nadprůměr	Obezita
Ženy					
6–17 let	<12	12–15	16–30	31–36	>36
18–35 let	<20	20	28	35	>35
34–55 let	<25	25	32	38	>38
55 a více let	<25	25	30	35	>35

Důležité kritérium pro posouzení zastoupení tuku v těle je v jeho distribuci. Onemocnění vyvolaná obezitou jsou totiž zapříčiněny nejen množstvím tuku, ale zejména jeho distribucí (Holeček, Rokyta, & Vlasák, 2007). Rozdílnost v distribuci tuku u obou pohlaví je zjevná. Začíná se projevovat v období středního dětství, zvětšuje se v adolescenci a nadále přetrvává i v dospělosti. Během stárnutí se tuková tkáň u žen akumuluje nejvíce v bocích a stehnech, zatímco u mužů je preferovaným místem k uložení tuku břicho a trup (Shephard, 1997). Riegerová et al. (2006) uvádí ukládání tukové tkáně s věkem zejména na trupu než na končetinách, u mužů na hrudníku, břicho, zádech a u žen v oblasti pasu a paží. Shephard (1997) dále poznamenal, že průměr obsahu BFM u muže podstatně roste před dosažením věku 55 let. U žen obvykle dochází k hromadění tuku až po 55. roce života.

V souvislosti s posuzováním distribuce BFM se hojně využívá WHR index (waist-hip ratio). WHR index, spolu s BMI indexem, je dále popsán v této diplomové práci v podkapitole ukazatelé obezity a podvýživy.

Obecně se doporučují hodnoty %BFM 12–20 % u mužů a 20–30 % u žen. Dle Heywarda a Wagnera (2004) je průměrná hodnota tuku ve věku 55 let a více 16 % u mužů a 30 % u žen. Zdravotním minimem je hodnota alespoň 10 % u mužů a 25 % u žen. U osob, které mají procentuální hodnoty vyšší, existuje zvýšené riziko výskytu metabolických poruch (Kyle, Morabia, Schutz, & Pichard, 2004). Nicméně antropometrické normy odvozeny od dospělé populace nemusí být vhodné pro seniory, zejména kvůli změnám týkající se složení těla, ke kterým dochází během stárnutí.

Proces stárnutí je spojen s přibýváním tukové složky v těle. Kyle et al. (2006) zaznamenali zvýšení tělesného tuku u jedinců mladších 45 let průměrně o 0,15 kg za rok. U starších jedinců docházelo v tomto směru ke značnému zrychlení a nárůst tukové složky činil 0,24 kg ročně. Guo et al. (1999) udávají navýšování celkového množství tělesného tuku za rok o 0,37 kg u mužů a 0,41 kg u žen. Zatímco Dey, Bosaeus, Lissner a Steen (2009) sledovali podstatné zvýšení BFM pouze u mužů, u žen k signifikantním změnám dle jejich studie nedošlo. Zvýšení množství tělesného tuku v těle nemusí být ovšem nutně spojeno s nárůstem tělesné hmotnosti. Forbes (1999) ve své studii poukazuje na dospělé jedince se stabilní tělesnou hmotností, u nichž se během dekády ztrácí 1,5 kg tukuprosté hmoty, které je zároveň nahrazeno stejným množstvím hmoty tukové.

K redistribuci tuku dochází mezi 45. a 54. rokem života u obou pohlaví. U starších žen nárůst WHR zpravidla odráží snížení tukových zásob v bocích. Obecně platí, že starší lidé tíhnou převážně k androidnímu (centrálnímu, mužskému) typu obezity s hromaděním tuku v oblasti břicha (Fourie, Gildenhuis, Shaw, Shaw, Toriola, & Goon, 2013). U žen ve vyšším věku přirozeně narůstá množství tukové tkáně a dochází k její redistribuci z periférií do abdominální oblasti. Jde o reakci na změny doprovázející menopauzu, což je potvrzeno i mnohými studiemi (Toth, Tchernof, Sites & Poehlman, 2000; Kroemeke et al., 2014; Lovejoy et al., 2008). V období menopauzy dochází ke statisticky významnému zvýšení VFA ve srovnání s ženami před menopauzou. Během menopauzy se snižuje sekrece pohlavních hormonů (estrogenů) a jejich úbytek zrychluje hromadění tukové hmoty a vyvolává úbytek tukuprosté hmoty (Poehlman, 2002). Sofková et al. (2013) pozorovali relativně vyšší podíl tělesného tuku u starších žen (≥ 40 let) a to o 1,83 % než u mladších (< 40 let). Gába a Přidalová (2014) sledovali změnu tělesného složení během ontogeneze u českých žen. Za dekádu narostla tuková tkáň o 2,58 kg a současně klesala tukuprostá hmota o 0,92 kg.

K hodnocení tělesného tuku se používá **Body Fat Mass Index (BFMI)**, který zaznamenává vztah tuku k tělesné výšce (Kyle et al., 2004). BFMI můžeme označit jako index rizikovosti tělesného složení pro obezitu a lze získat vztažením tukové frakce k druhé mocnině výšky. Za zdravotně bezpečné pásmo BFMI jsou považovány hodnoty v rozmezí 1,8–5,1 kg/m² u mužů a 3,9–8,1 kg/m² u žen. Hodnota nad 11,8 je alarmující a signalizuje vysoké riziko zdravotních následků (Pastucha et al., 2014). Bahadori et al. (2006) pokládali za zdravotně bezpečné hodnoty 1,5–5,0 kg/m² u mužů a 3,4–8,0 kg/m² u žen.

$$\text{BFMI} = \text{BFM (kg)} / \text{tělesná výška (m}^2\text{)}$$

Hodnotami BFMI a změnou tukové frakce u seniorů se zabývalo mnoho domácích i zahraničních autorů. Schutz, Kyle a Pichard (2002) měřili dospělou populaci ve věku 18–98 let. Průměrná hodnota BFMI u mladých mužů byla 4 kg/m², u mužů starší věkové kategorie BFMI vystoupal až k hodnotě 6 kg/m². U mladých žen byl stanoven průměr BFMI na 5,5 kg/m². Z toho vyplývá, že BFMI u mladších žen byl o 38 % vyšší než u mladších mužů. Starší ženy vykazovaly i o 4 jednotky vyšší hodnoty BFMI než byly hodnoty mladých mužů, tj. 8 kg/m². Hodnotu 8 kg/m² Kyle et al. (2004) považovali za hraniční hodnotu optimálního BFMI.

Autoři Kyle, Morabia, Schutz a Pichard (2004) sledovali hodnoty BFMI u pohybově aktivních a neaktivní seniorů. Přibližně 73 % fyzicky aktivních mužů a 92 % aktivních žen mělo nízké nebo normální hodnoty BFMI ve srovnání s 53 % sedavých mužů a 73 % sedavých žen. Aktivní muži měli nevýznamnou a ženy podstatně významnější pravděpodobnost nízkého FMI, BMI a procentuálního zastoupení tělesného tuku ve srovnání se sedavými jedinci. Procentuální hodnoty tuku byly významně vyšší u mužů i žen starších 60 let než u pacientů mladších. Studií bylo zjištěno, že u neaktivních jedinců existuje výrazně větší pravděpodobnost vzrůstu tělesné hmotnosti ve srovnání s nejvíce tělesně aktivní skupinou. Dále ze studie vyplynulo, že pravděpodobnost zvýšení BMI a obvodu v pase se snižuje s chůzí – více jak 4 hod týdně nebo jogging/běh 1–3 hod týdně. Neplatí to ovšem u méně fyzicky náročných aktivit. Toto potvrzují také Sofková, Přidalová a Pelclová (2014), které ve své studii uvádějí, že ženy provádějící vyšší úroveň tělesné aktivity v podobě cca 12 000 kroků denně dosahovaly nižších průměrných hodnot BMI, WHR i co se týče množství tělesného tuku. Čím více pohybové aktivity člověk vykonává, tím nižší jsou u něj hodnoty zdravotních ukazatelů tělesného složení signalizující možné riziko obezity (Sofková,

Přidalová, Pelclová, & Dostálová, 2011). Kroemeke et al. (2014) pozorovali u vysoce aktivních žen (nachodily cca 12 500 a více kroků denně) nižší procentuální zastoupení tuku než u žen méně aktivních. Výše uvedené i mnohé další studie dokazují, že pravidelná pohybová aktivita má pozitivní vlivy na hodnoty BMI, BFMI i FFMI (Čajka, Sovová, Pastucha, Langová, & Zapletalová, 2014; Gába et al., 2009; Pelclová et al., 2009).

Tukuprostá hmota (Fat-Free Mass, FFM)

Tukuprostá hmota je heterogenní komponenta tvořící asi 60 % svalstva, 25 % pojivové a opěrné tkáně a 15 % vnitřních orgánů. Poměr jejích složek je variabilní, protože záleží na věku, pohybové aktivitě a dalších faktorech. Množství této hmoty se zvyšuje během růstu. V dospělosti je relativně stabilní a během stárnutí postupně klesá. Podstatně vyšších hodnot tukuprosté hmoty dosahují jedinci výrazně pohybově aktivní a sportovci vysoké sportovní výkonnosti, zejména sportovci soutěžící v silových sportech.

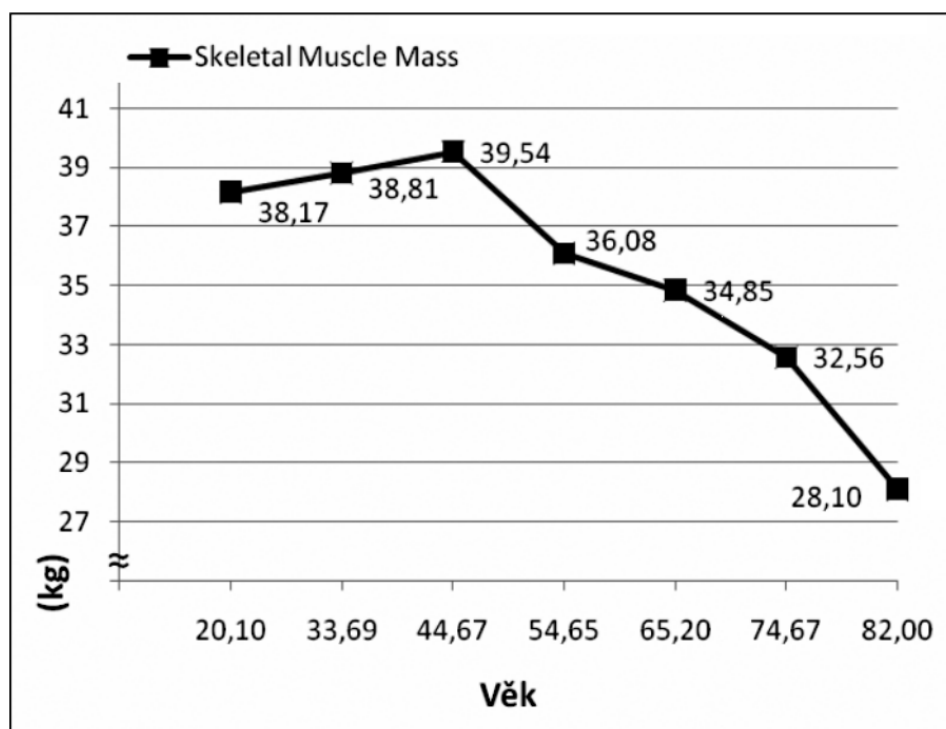
Kosterní svalstvo tvoří cca 25 % hmotnosti u novorozenců a během vývoje jeho podíl na hmotnosti roste. K největšímu nárůstu dochází u chlapců mezi 15. a 17. rokem, kdežto u dívek kolem 13. roku života. Během adolescence lze pozorovat výrazné sexuální diference. V dospělosti jsou svaly relativně stabilní složkou, která tvoří cca 40 % hmotnosti (u sportovců i více). U mužů tvoří svalová tkáň 40–45 % z celkové hmotnosti těla, kdežto u žen je to okolo 25–35 %.

Od 40. roku života dochází k regresivním změnám k tzv. involuční sarkopenii, kdy ztráta svalové hmoty činí 5 % za dekádu a tento úbytek je zároveň nahrazován tukovou tkání (Pastucha et al., 2014; Kalvach et al., 2004; Gába & Přidalová, 2014). Dle Kalvacha et al. (2004) po třetí dekádě života klesá svalová síla průměrně o 15–20 % do 60. roku. Také další autoři se zabývali ztrátou svalové síly u starších osob vlivem stárnutí jako například Hudáková a Majerníková (2013), které uvádějí snížení svalové síly u starších lidí až o 30 %. Dále autorky došly k závěru, že u 80letých osob dochází ke ztrátě svalových vláken o 40–50 %. S tím se ztotožňuje také Gielden et al. (2012) z jejichž studie vyplývá, že ve věku 90 let a více dochází ke ztrátě svalové síly o 50 % nebo více.

U obecné populace je tendence udržovat si svalovou hmotu do 40 let, poté začíná svalová hmota klesat (Shephard, 1997). To potvrzují i Peterson, Johannsen a Ravussin (2012), kteří uvádí ztrátu svalové hmoty rychlostí těsně pod 1 % ročně po čtvrté dekádě života. Stewart

a Sutton (2012) u sedavých jedinců ztrátu svalové hmoty odhadují v průměru na 3 kg za dekádu, přičemž u mužů je tento úbytek 1,5 krát vyšší než u žen.

Obrázek 5 zobrazuje výsledky studie Riegerové, Kapuše a Ščotka (2010), kde pokles FFM u mužů činil v průměru 2,75 kg za dekádu. Gába a Přidalová (2014) zase upozorňují na úbytek FFM u žen a to v průměru o 0,92 kg za dekádu. Dále ve své studii zaznamenali u věkové kategorie 50–59 let významný pokles FFM průměrně o 3 kg. Ve srovnání se ženami ve věku 40 až 49 let (Tabulka 8). Kalvach et al. (2004) uvádí úbytek FFM v dospělosti až o 1,5 kg na dekádu. Ve věku 90 let se svalová hmota snižuje o 30 % vzhledem k věku 60 let (http://iks.upol.cz/wp-content/uploads/2014/02/Pridalova_Somatodiagnostika.pdf).



Obrázek 5. Vývoj průměrných hodnot svalové hmoty u souboru mužů ve věku 20 až 80 let (upraveno dle Riegerová, Kapuš, Gába, & Ščotka, 2010)

Během stárnutí může dojít ke ztrátě aktivní tělesné hmoty, zatímco tuková tkáň zůstane zachována nebo se její množství dokonce zvýší. Tento stav nazýváme sarkopenickou obezitou, kterou Scot, Sanders, Aitken, Hayes, Eberling a Jones (2014) charakterizují jako se stárnutím související pokles kosterní svalové hmoty, který se souběžně vyskytuje s obezitou a může podstatně zvýšit riziko úmrtí.

$$\text{FFM} = \text{tělesná hmotnost} - \text{FM}$$

Průměrná hodnota hydratace FFM u dospělých jedinců se uvádí 73,2 %, protože můžeme hodnotu FFM odvodit i ze vztahu:

$$\mathbf{FFM = TBW / 0,732} \text{ (Riegerová et al., 2006).}$$

Dlouhodobé studie prokázaly pokles FFM u starších zdravých jedinců, což se zdá jako zdraví škodlivé. Snížené množství FFM u seniora bývá spojeno se sníženou svalovou silou, tolerancí cvičení, kvalitou života, imunitní dysfunkcí a častějšími pobyty v nemocničních zařízeních (Genton, Graf, Karsegard, Kyle, & Pichard, 2013). Sedavý způsob života má významný dopad na snížení množství svalové hmoty a zároveň zvyšování množství tkáně tukové.

Tabulka 8. Změny složení těla u žen v závislosti na věku (upraveno dle Gába & Přidalová, 2014)

Věk	Tělesná hmotnost (kg)	Tělesný tuk (kg)	Tukuprostá hmota (kg)
18–29	61,3	14,7	46,6
30–39	63,8	17,3	46,5
40–49	69,3	21,0	48,4
50–59	70,6	25,3	45,4
60–69	70,5	25,9	44,6
>70	69,6	27,6	42,0

Zastoupení FFM se vyjadřuje pomocí **Fat-Free Mass Index (FFMI)**. Index získáme vztazením FFM k druhé mocnině tělesné výšky. Prostřednictvím FFM indexu hodnotíme u jedinců sarkopenii, podvýživu nebo vyšší rozvoj svalové hmoty. Optimální FFMI se nachází v rozmezí hodnot 14,6–16,7 kg/m² (Pastucha et al., 2014).

$$\mathbf{FFMI = FFM (kg) / \text{tělesná výška (m}^2\text{)}}$$

Vzhledem k tomu, že BMI je součtem FFMI a BFMI, tak nárůst (nebo naopak pokles) BMI může být vysvětlen jako vzestup (nebo pokles) v jedné, druhé nebo v obou složkách. Předpokládáme čtyři typické situace (Schutz, Kyle, & Pichard, 2002):

- **nízký FFMI a vysoký BFMI** se považuje za sarkopenickou obezitu;
- **nízký FFMI a nízký BFMI** je důkaz chronického energetického nedostatku;
- **vysoký FFMI a nízký BFMI** je posuzován jako svalová hypertrofie;
- **vysoký FFMI a vysoký BFMI** signalizuje kombinovaný nadbytek FFM i BFM (sumo somatotyp).

FFMI je prospěšný pro výpočet relativní svalové hypertrofie například u kulturistů, kteří musí být měřeni kvantitativně, aby se vyloučily falešné výsledky nadměrného tělesného tuku založené na měření BMI. Pro možnost srovnání FFM se výsledky měření uvádějí v absolutních hodnotách (v kg), relativních hodnotách (v procentech tělesné hmotnosti) nebo v normalizovaných hodnotách (vyjádření za pomoci výšky). Zvyšování FFMI a zároveň snižování BFMI lze provádět za pomoci pohybové aktivity (Kyle, Genton, Gremion, Slosman, & Richard, 2004).

Buněčná hmota (BCM)

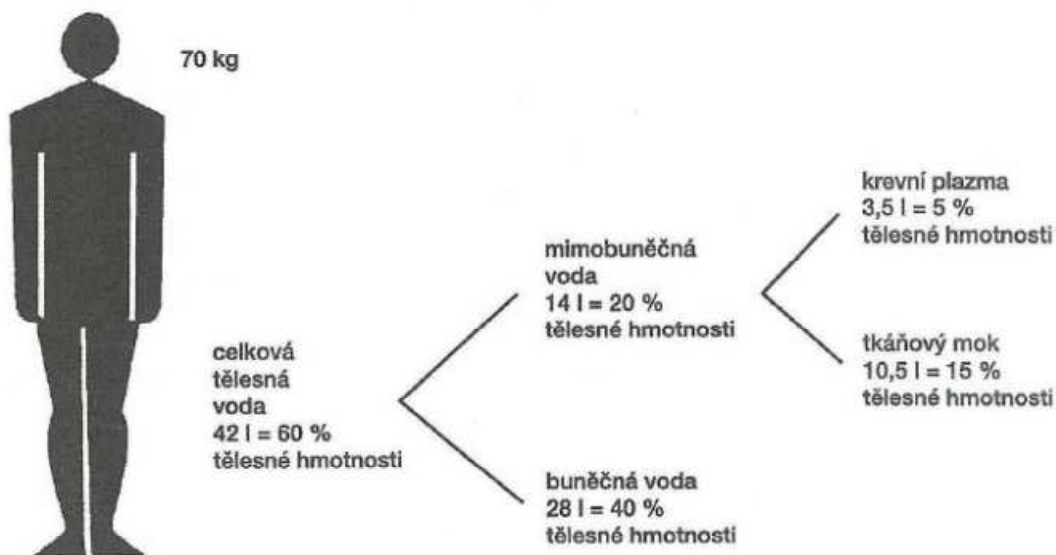
Tělesná buněčná hmota (BCM) je metabolicky aktivní hmotou. Zahrnuje celkovou hmotnost všech buněčných prvků. Obsahuje tkáň svalovou, orgánovou, kostní a dále intracelulární a extracelulární tekutinu. Běžně svalová tkáň tvoří cca 60 % z BCM, orgánová tkáň přibližně 20 % a zbývajících 20 % tvoří červené krvinky a tkáňové buňky. Úbytek BCM je spojován se zhoršeným zdravotním stavem. Poměry jednotlivých složek se v průběhu ontogeneze mění (Kyle et al., 2004). BCM se používá jako jeden ze standardů pro vyhodnocení stavu výživy vyšetřované osoby a je pozitivně ovlivňována sportem a zdravou výživou. Při podvýživě tělo odbourává vlastní buněčnou hmotu, proto je velmi důležité BCM pozorovat i při déletrvajících dietách.

Celková tělesná voda (Total Body Water, TBW)

Celková tělesná voda (TBW) je největším prvkem tělesné hmotnosti a dostatečné množství je nutnou podmínkou pro udržení fyziologických funkcí člověka a tak má okamžitý účinek na zdraví jedince. Burke (2007) uvádí, že nedostatek TBW, tj. dehydratace organismu, má vliv na činnost srdce, zvýšení tělesné teploty, způsobuje poruchy homeostázy, což působí na snížení výkonu jednotlivce a v extrémních případech může vést až ke smrti.

TB se dle Trojana (2003) rozděluje na vodu intracelulární (voda vázaná v buňkách) a extracelulární (voda mimo buňky). Intracelulární voda (ICW) tvoří 2/3 z TBW, tj. 40 % tělesné hmotnosti, tudíž extracelulární voda (ECW) tvoří 1/3 z TBW, asi 20 % tělesné

hmotnosti (Obrázek 6). Ideálně by ICW měla obsahovat přibližně 65 % TBW, zatímco zbylých 35 % připadá na ECW (Gába & Přidalová, 2014). ECW se rozděluje na krevní plazmu a tkáňový mok (Merkunová & Orel, 2008; Mikšová, Froňková, Hernová, & Zajíčková, 2006; Trojan, 2003).



Obrázek 6. Tělní tekutiny (upraveno dle Trojan, 2003, 57)

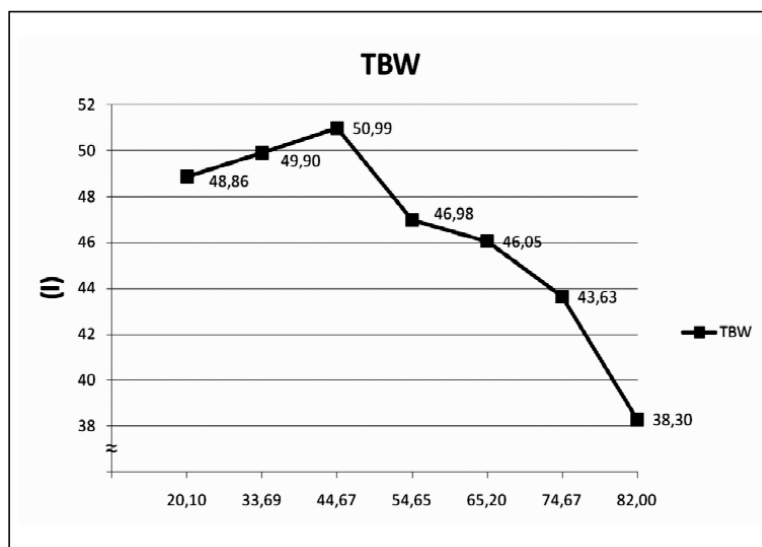
Množství TBW s věkem klesá. Tělo novorozenců tvoří téměř 80 % hmotnosti, kdežto v dospělosti jde o 50–60 %, kdy více tělesné vody je v tělech mužů (Tabulka 9). TBW se tedy u mladého muže pohybuje v rozmezí 55 a 65 % hmotnosti, u mladé ženy jsou hodnoty nižší – asi 53 % tělesné hmotnosti (<http://www.inbody.cz>). Nižší hodnota TBW u žen je dána vyšším podílem tuku v těle. Stejně je to u lidí s nadváhou a obezitou, u nichž se obsah TBW pohybuje pouze okolo 45 %. Naopak těhotné ženy a malé děti mají zastoupení TBW vyšší. Trojan (2003) uvádí obsah TBW u novorozence okolo 77 %.

Tabulka 9. Obsah celkové tělesné vody u mužů a žen v závislosti na věku v procentech tělesné hmotnosti (upraveno dle Kalvach et al., 2004)

Věk (roky)	Muži	Ženy
18–40	61	51
40–60	55	47
Nad 60	52	46

Ve stáří podíl vody v těle klesá, což dokazují i mnohé studie (Přidalová, Sofková, Dostálová, & Gába 2011; Sofková, Přidalová, Pelclová, & Dostálová, 2011). Kalvach et al. (2004) uvádí, že obsah vody v těle ve stáří klesá až pod 50 %. Gába a Přidalová (2014) uvádějí jako primární příčinu poklesu TBW pokles intracelulární vody v závislosti na rostoucím věku.

Scholler (1989) ve své studii zaznamenal u mužů konstantní, ale brzy v dospělosti postupný pokles TBW o 0,3 kg za rok až do dosažení spodní hranice obsahu vody v těle u 70 až 80letých jedinců. U žen byla pozorována tělesná voda na poměrně konstantní úrovni během mladé dospělosti i ve středním věku, ale po 70. roce života docházelo k dramatickému poklesu o 0,7 kg za rok. Dlouhodobě pozorovali pokles TBW u mužů také autoři Riegerová, Kapuš a Gába (2010), kteří ve své studii uvádí vzestupný trend absolutních hodnot TBW po věkovou kategorii 40letých, poté postupně s věkem dochází k poklesu až o 12,69 litrů u 80letých (Obrázek 7). Dle výsledků studie dochází k nejprudšímu poklesu TBW mezi 40 až 50letými a mezi 60 až 70letými muži. Autoři však na rozdíl od Kalvacha et al. (2004) nepozorovali pokles TBW u mužů ani v 80 letech pod 50 %.



Obrázek 7. Vývoj průměrných hodnot celkové tělesné vody (TBW) u mužů ve věku 20 až 80 let (upraveno dle Riegerová, Kapuš & Gába, 2010)

U dětí se nachází vyšší relativní podíl TBW a také vyšší poměr ECW/TBW než u dospělých, ale nižší poměr ICW/TBW. Poměr ECW/TBW se označuje jako „Edema Index“. Tento poměr se snižuje s věkem a je ovlivněn např. nesprávnou výživou nebo chronickou nemocností. Index Edema 1 hodnotí vztah mezi ECW a TBW a standardní hodnoty tohoto

indexu se podle manuálu InBody 720 pohybují v rozmezí 0,36–0,40 jednotek. Index Edema 2 zase hodnotí ECF (extracelulární fluid) a TBF (celkový tělesný fluid). Tělesný fluid je tekutina, v níž jsou proteiny a minerály zastoupeny v poměru 2:1. Standardní hodnoty indexu Edema 2 se uvádějí v rozmezí 0,31–0,36 jednotek. Vyšší hodnoty indexu Edema 2 jsou dispozičním médiem pro tvorbu otoků. Jakmile dojde k tomu, že extracelulární tělesná voda dosáhne většího množství, než je průměrná hodnota, vznikne v této části těla zvýšená retence vody neboli otok (edém). Příčinou vzniku otoků jsou většinou vážnější zdravotní problémy, související ve velké míře s onemocněním ledvin či jater. Mezi další příčiny mohou patřit různá zánětlivá onemocnění, která souvisejí s poklesem albuminu v krvi a tvoří otok. Na vině může být i nadměrné solení, konzumace potravin a nápojů s nadměrným obsahem cukru. Sůl i cukr mají vlastnost vázat na sebe v lidském těle vodu, a tím ji zadržují. Účinná terapie proti zadržování vody v organismu je dostatečná konzumace zeleniny (celer, okurka, rajče, špenát či petržel), která obsahuje velké množství vody (Biospace, 2008).

2.3 METODY ODHADU TĚLESNÉHO SLOŽENÍ

2.3.1 Antropometrické metody

Antropometrie je terénní metodou využívající pro odhad tělesného složení antropometrické rozměry, jako jsou kosterní rozměry, obvodové míry a tloušťky kožních řas. V oblasti antropologických metod byl českým představitelem Matiegka. Právě on kvantifikoval tělesné komponenty na základě vnějších rozměrů těla, snažil se jako první determinovat množství podkožního tuku za pomoci kožních řas a dále navrhl rozdělení hmotnosti těla na specifické složky. Těmito složkami byly: hmotnost skeletu, hmotnost kůže a podkožní tukové tkáně, hmotnost kosterního svalstva a hmotnost zbytku.

Od Matiegkovy éry se postupně vyvíjela řada dalších postupů pro odhad tělesného složení z antropometrických rozměrů. S použitím obvodových rozměrů, kosterních rozměrů a nejčastěji tloušťky kožních řas (měřenými různými typy kaliperů) byly tyto další postupy vypracovány u více než 100 populačních skupin (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

U nás je nejpoužívanější metoda dle Pařízkové (1962) a to metoda součtu 10 kožních řas. Přesnost měření záleží na výběru správného kaliperu a zejména na zkušenosti pracovníka. Naměřené hodnoty se posléze vkládají do regresních rovnic sloužící k vyhodnocení množství tuku v těle (Pařízková et al., 2007). Tato metoda umožňuje vyhodnotit stupeň obezity a je jí možno použít také pro přesnější stanovení redukční fáze. Výhodou je jednoduchá manipulace, nenáročná aplikovatelnost a možnost metodu využít v terénních podmínkách i při větším počtu jedinců. Takto naměřená data velmi často korelují ve vysoké shodě s hodnotami laboratorního testování. Ke zjištění tělesného tuku se používá měření podkožního tuku pomocí speciálního antropometrického měřidla – kaliperu (Riegerová et al., 2006). Kaliper je znázorněn na obrázku 8.



Obrázek 8. Kaliper typu best (upraveno dle

<http://www.anthropometricinstruments.com/images/1000x0/produkty/7/kaliper-best-ii-k-501.jpg>)

2.3.2 Bioelektrická impedance (BIA)

Bioelektrická impedance je levnou a neinvazivní metodou sloužící k určení tělesného složení nejen u zdravých osob, ale i sportovců a osob se zdravotními problémy. V posledních letech byl, zaznamenám značný nárůst využití této metody. Přístrojová technika, která pracuje na principu bioelektrické impedance, dokáže vypočítat data vztahující se k nadváze, obezitě, osteoporóze a dalším.

Principem bioelektrické impedance je šíření střídavého proudu nízké intenzity biologickými strukturami. Tyto struktury mají rozdílné elektrické vlastnosti a proti proudu vyvolávají různý odpor. Aktivní tělesná hmota je tvořena z větší části elektrolyty a vodou (70 %), tudíž je dobrým vodičem. Naopak tuková tkáň jedná spíše jako izolátor.

Dle Riegerové et al. (2006) je hodnota odporu tkáně nepřímo úměrná objemu tkáně, který je vystaven elektrickému proudu. Tento vztah je založen na vzorci:

$$V = \rho L^2 / R$$

L – délka vodiče, R – celkový odpor

Jako základní proměnnou, kterou přístroj BIA měří, je celkové množství vody, (TBW) z něhož se vypočítávají další parametry jako např. tukuprostá hmota (FFM). Při měření vycházíme ze vzorce:

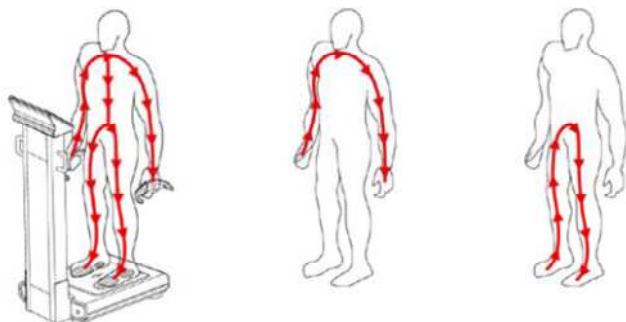
$$\text{FFM} = \text{TBW} * 0,732^{-1}$$

Jak již bylo výše zmíněno konstanta 0,732 je průměrné množství hydratace tukuprosté složky u dospělého jedince. Ovšem aktuální stav hydratace organismu je ovlivňován různými faktory, jako je pohlaví, věk, množství fyzické aktivity nebo užívání medikamentů. Procentuální zastoupení TBW je významně ovlivněno také množstvím tukové komponenty (Kyle, Schutz, Dupertuis, & Pichard, 2004).

Jednotlivé přístroje můžeme rozdělit z různých hledisek, například z hlediska počtu frekvencí elektrického proudu, a to na monofrekvenční a multifrekvenční. Dnes již zastaralé monofrekvenční analyzátoři pracují v rozmezí 1–50 kHz. Přístroj dokáže rozlišit celkové množství vody (TBW), tukové složky (FM) a tukuprosté hmoty (FFM). Na druhou stranu nedokážou rozlišit celkovou distribuci vody v těle do extra – a intracelulárních prostorů. Koncem 90. let byly vyvinuty přístroje analyzující tělesné složení pomocí vyššího počtu frekvencí elektrického proudu (1, 5, 50, 100, 200 – 1000 kHz). Nedostatky monofrekvenčních přístrojů jsou tak vyšším počtem frekvencí odstraněny. Tyto analyzátoři poskytují podrobnější a přesnější informace o jednotlivých komponentách tělesného složení. Zejména multifrekvenční přístroje umí rozlišovat TBW na extra – a intrabuněčnou tekutinu. Je to dáno tím, že při nízkých frekvencích se proud nedostane přes buněčnou membránu a z větší části prochází jen extrabuněčným prostorem. Při vyšších frekvencích proud proniká skrze buňku, a proto dostáváme hodnotu i intrabuněčné vody. Díky multifrekvenčním přístrojům můžeme lépe sledovat obézní jedince, sportovce i děti. Mezi další výhody patří sledování úbytku vody při hadovkách a extrémních dietách nebo naopak nadbytku vody při otocích (Kyle et al., 2004; Riegerová et al., 2006).

Dále přístroje pracující na základě bioelektrické impedance rozdělujeme na bipolární a tetrapolární z hlediska umístění elektrod pro vstup elektrického proudu (Obrázek 9). Výhoda u bipolárních přístrojů je jednoduchá obsluha a manipulace a časová nenáročnost. Proud je v tomto případě veden pouze horní nebo dolní polovinou těla a přesnost měření závisí na celkové hydrataci organismu. Většina komerčně vyráběných bipolárních přístrojů operuje s frekvencí 50 kHz a proudem o velikosti 800 μA . Tetrapolární přístroj pracuje s proudem o vyšších frekvencích a dokáže i hodnoty ICW. Přístroje používají 4 elektrody, z nichž jsou dvě

umístěny na dolní končetině a dvě na horní končetině. Tyto přístroje jsou využívány k odbornějším a přesnějším měřením.



Obrázek 9. Znázornění průchodu elektrického proudu tělem u tetrapolárního a bipolárního přístroje (upraveno dle <http://www.inbody.cz/pristroje-bia.php/>)

3 CÍL

- Hlavním cílem této diplomové práce je stanovit tělesné složení metodou bioelektrické impedance za pomoci přístroje InBody 720 u klientů U3V na FTK UP.

Dílčí cíle:

- Srovnat rozdíly vybraných parametrů tělesného složení u žen vzhledem k věku.
- Srovnat rozdíly vybraných parametrů tělesného složení mezi pohlavími.
- Stanovit regresní závislosti mezi věkem a vybranými parametry.
- Stanovit regresní závislosti mezi BMI a vybranými parametry.
- Analyzovat index Edema 2 u žen.
- Analyzovat segmentální zastoupení svalové hmoty u jednotlivých skupin žen.

3.1 VÝZKUMNÉ OTÁZKY

- Jsou sledované proměnné tělesného složení stejné u různých věkových skupin žen?
- Jaká závislost je mezi sledovanými proměnnými?
- Existuje rozdíl v zastoupení svalové hmoty u různých věkových skupin žen?

4 METODIKA

4.1 CHARAKTERISTIKA SOUBORU

Cílovou skupinou byly klientky U3V navštěvující Fakultu tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci ve věku od 60 do 80 let. Soubor byl tvořen 166 ženami, u nichž bylo bioelektrickou impedancí vyšetřeno tělesné složení prostřednictvím přístroje InBody 720. Probandky byly postupně měřeny v letech 2013 až 2016 a byly rozděleny do tří kategorií dle jejich věku: skupina Ž1 se pohybuje ve věkovém rozmezí 60–64,99 let (n=88), Ž2 v rozmezí 65–69,99 let (n=41) a do skupiny Ž3 byly zařazeny ženy ve věku 70–79,99 let (n=37). V rámci měření se nechalo vyšetřit také 21 mužů ve věku od 61 do 80 let, kteří jsou v této diplomové práci zahrnuti do jedné skupiny bez ohledu na věk.

4.2 INBODY 720

Vývojem přístrojů pro analýzu tělesného složení pomocí nejkvalitnějších analyzátorů, které se využívají pro diagnózu obezity, se zabývá firma Biospace. V našem měření jsme využili jeden z produktů této firmy a to přístroj InBody 720. Tento přístroj využívá metodu bioelektrické impedanční analýzy (BIA) využívající frekvenci 1–1000 kHz. BIA je neinvazivní, levná, přenosná a praktická metoda umožňující posouzení složení lidského těla. BIA je hojně používaná a je známá pro její platnost a užitečnost pro různé skupiny vzorků zahrnující jedince mladé a obézní. Tato metoda se zabývá měřením TBW a FFM, což je považováno za základ pro hodnocení obézních pacientů (Chortane et al., 2009).

InBody 720 rozdělí tělesnou hmotnost na 3 složky – celkovou tělesnou vodu, sušinu a tělesný tuk (Sofková & Přidalová, 2014). Přístroj využívá osmi dotykových elektrod (dvě na dlani a palci ruky, dvě na přední části nohy a na patě), což umožňuje analyzovat pět základních tělesných segmentů (pravá a levá horní končetina, trup a pravá a levá dolní končetina). „Princip této metody spočívá na rozdílech v šíření elektrického proudu nízké intenzity v různých biologických strukturách. Tukuprostá hmota, obsahující velký podíl vody a elektrolytů, je dobrým vodičem, zatímco tuková tkáň se chová jako izolátor“ (Riegerová et al., 2006, 36). To znamená, že tělo s nízkým obsahem tuku bude mít elektrický odpor malý,

zatímco tělo s vysokým obsahem tuku bude mít odpor naopak vysoký. Nicméně i hydratace může mít vliv na posouzení tělesné kompozice, kdy množství vody v těle může ovlivnit elektrický odpor, což vede k nežádoucímu výsledku (Sivapathy, Chang, Chai, Ang, & Yim, 2013). Základní proměnná měřená metodou BIA je celková tělesná voda (TBW), ze které se dále vypočítává tukuprostá hmota (FFM).

$$\text{FFM} = \text{TBW} * 0,732^{-1} \text{ (průměrná hydratace tukuprosté hmoty)}$$

Získané parametry:

- hmotnost, bazální metabolismus, fitness skóre, buněčná hmota, celková tělesná voda (TBW) skládající se z intracelulární (ICW) a extracelulární vody (ECW), množství proteinů, minerální hmota, tělesný tuk (BFM), tukuprostá hmota (FFM);
- tuková hmota v jednotlivých částech těla a procento tukové hmoty v jednotlivých tělesných frakcích;
- tukuprostá hmota, množství tukuprosté hmoty v jednotlivých segmentech těla;
- zastoupení viscerálního tuku;
- svalová hmota a procento svaloviny v jednotlivých tělesných částech;
- celkový edém a edém v jednotlivých tělesných částech;

Zásady při měření BIA:

Měření za pomoci BIA se nedoporučuje ženám v raném stádiu těhotenství, lidem s pace makery a implantáty, ženám a dívkám v době menstruace a premenstruace a pacientům užívající léky, které ovlivňující vodní režim v organismu. Nutné je dodržovat standardní podmínky (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006):

- nepít a nejíst zhruba 4 až 5 hodin před testem;
- necvičit alespoň 12 hodin před testem;
- nekonzumovat alkohol po dobu 24 hodin před testem;
- nutno vyprázdnit močový měchýř před testem a organismus znovu zavodnit neslazenou tekutinou;
- sundat veškeré kovové šperky;
- běžná teplota v místnosti.

Biospace.cz ještě dodává podmínky:

- měli bychom stát alespoň 5 minut před testem, zabrání se tak nerovnoměrnému rozložení tělesné vody;
- test by se neměl provádět po sprchování nebo saunování;
- opakovaný test musí být při shodných podmínkách.

4.3 ZPRACOVÁNÍ DAT

Data byla vyhodnocena prostřednictvím programu Lookin' Body 3.0. Veškeré výsledky byly převedeny do MS Excelu, aby se s nimi lépe pracovalo. Dále byla data zpracována adekvátními metodami s využitím programu Statistica 12. U naměřených dat se stanovil aritmetický průměr, směrodatná odchylka a minimum s maximem. Základní antropometrické charakteristiky byly stanoveny s přesností na 0,1 cm, resp. na 0,1 kg u tělesné hmotnosti. Využila jsem parametrickou analýzu rozptylu ANOVA pro zjištění významnosti rozdílů středních hodnot mezi jednotlivými věkovými skupinami žen. Ke statistickému zpracování a srovnávání dat byla využita korelační analýza (neparametrická Spearmanova metoda výpočtu) a regresní analýza. Hladina statistické významnosti byla stanovena $p < 0,05$. Pro stanovení závislosti mezi hodnotami BMI, věku a vybranými parametry tělesného složení byla využita metoda lineární regrese nejmenších čtverců, kdy byl bod grafu proložen regresní lineární přímkou $y = a + bx$ tak, aby součet druhých mocnin odchylek jednotlivých bodů od přímky byl minimální.

Riziko zvýšeného výskytu kardiovaskulárního onemocnění bylo posuzováno na základě hodnot indexu Edema 2, kdy hodnoty Edema 2 $> 0,390$, dle studie autorů Liu et al (2012), předpovídají vyšší pravděpodobnost re-hospitalizace související se srdečním selháním. Relativní hodnoty segmentální analýzy kosterní svalové hmoty jsou vztaženy k populačnímu průměru – jde tedy o srovnávání s referenčními hodnotami běžné populace, kdy za průměrné jsou považovány hodnoty 80–120 % u horních končetin a 90–110 % u trupu a dolních končetin.

5 VÝSLEDKY

5.1 SROVNÁNÍ VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ U JEDNOTLIVÝCH VĚKOVÝCH KATEGORIÍ ŽEN

Klientky byly rozděleny do tří kategorií dle věku. Soubor Ž1 s průměrným věkem 62,2 let, skupinu Ž2 tvořily starší klientky s věkem 66,6 a poslední soubor Ž3 byl nestarší, kde se průměrný věk pohyboval okolo 73,0 let. Z hodnot průměrného věku u skupin Ž1 a Ž3 vyplývá, že se jednalo spíše o skupiny mladších klientek.

Tabulka 10. Základní statistické charakteristiky vybraných parametrů u souboru Ž1

(n=88)	M	SD	Min	Max
Výška (cm)	162,6	5,5	148,4	175,0
Hmotnost (kg)	70,9	10,7	47,5	97,0
BMR (kcal)	1345,3	87,9	1130,5	1552,5
BMI (kg/m ²)	26,4	4,0	20,0	38,9

Vysvětlivky: n – počet probandek, BMR – bazální metabolismus, BMI – body mass index

Tabulka 11. Základní statistické charakteristiky vybraných parametrů u souboru Ž2

(n=41)	M	SD	Min	Max
Výška (cm)	160,7	6,3	147,6	173,7
Hmotnost (kg)	72,1	13,4	55,6	105,6
BMR (kcal)	1352,9	124,4	1117,0	1632,6
BMI (kg/m ²)	27,0	4,4	19,5	38,4

Tabulka 12. Základní statistické charakteristiky vybraných parametrů u souboru Ž3

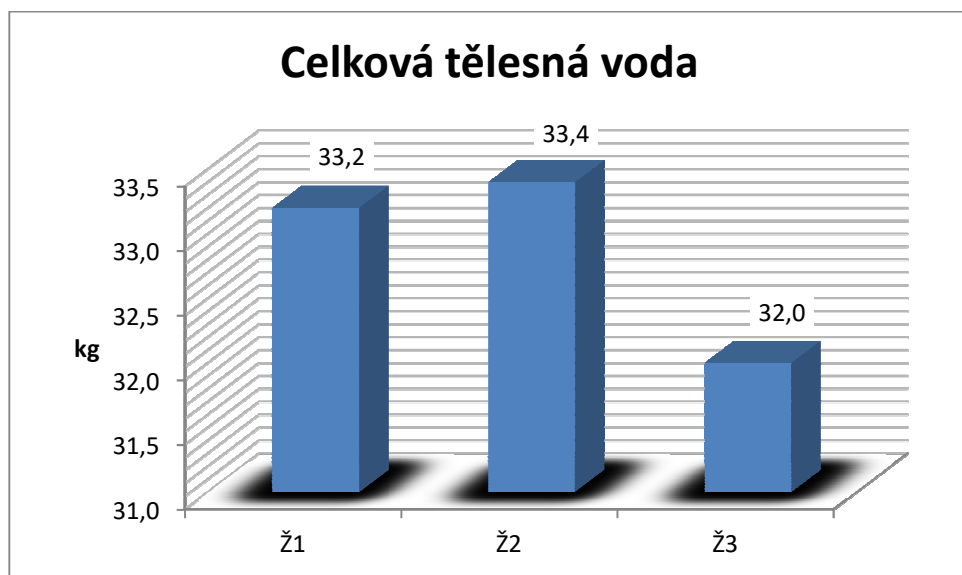
(n=37)	M	SD	Min	Max
Výška (cm)	161,2	5,7	148,2	172,0
Hmotnost (kg)	66,8	9,4	51,6	92,8
BMR (kcal)	1310,9	98,9	1098,9	1638,5
BMI (kg/m ²)	25,4	3,4	20,3	33,4

V tabulkách 10, 11 a 12 jsou uvedeny průměrné hodnoty výšky, hmotnosti, hodnoty bazálního metabolismu a BMI jednotlivých souborů. Tělesná výška je jeden ze základních

morfológických parametrů. U Souboru Ž1 byla vypočtena výška $162,6 \pm 5,5$ cm, u Ž2 $160,7 \pm 6,3$ cm a Ž3 dosahovaly výšky $161,1 \pm 5,7$ cm. Dalším základním morfológickým parametrem je tělesná hmotnost. U Ž1 byla průměrná hmotnost 70,92 kg. U souboru Ž2 hmotnost vzrostla, kdežto u Ž3 klesla. Skupina Ž3 měla naměřené nejnižší hodnoty – 66,85 kg, což je v průměru o 4,07–5,23 kg méně než u dalších skupin žen. Výsledky měření se shodují s tvrzením Kalvacha et al. (2004), že tělesná hmotnost s věkem obvykle stoupá do 7. – 8. decennia a až poté dochází k jejímu poklesu.

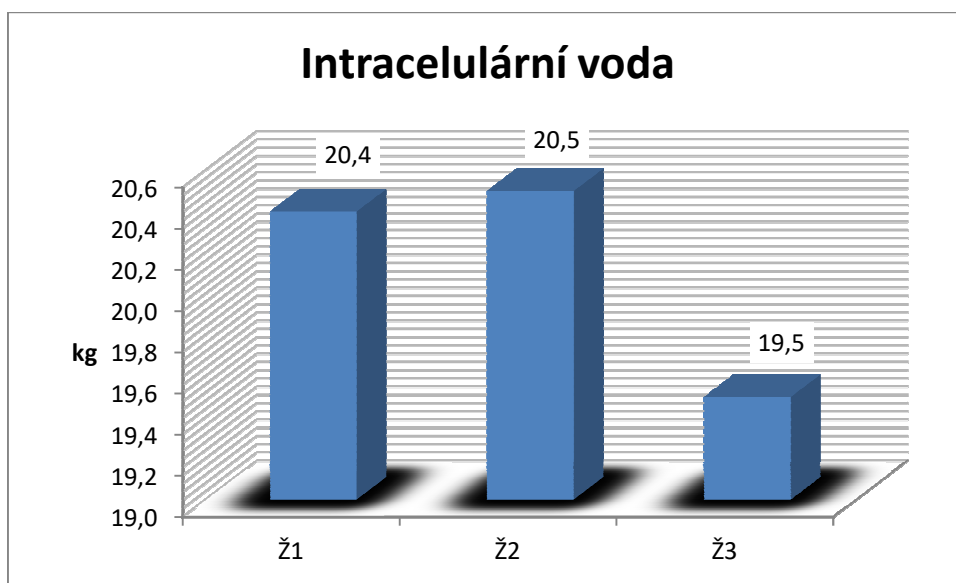
V tabulkách jsou dále uvedeny hodnoty bazálního metabolismu u jednotlivých věkových skupin. BMR udává množství energie, které je zapotřebí k udržení základních životních funkcí. Zde patří základní látková přeměna a vliv na tuto hodnotu má spousta dalších faktorů jako věk, pohlaví, tělesné proporce a jiné. Hodnota BMR není celý život stejná, snižuje se s věkem a se ztrátou svalové hmoty (výše BMR koreluje s netukovou tělesnou hmotou). Muži mají více netukové hmoty, a proto je jejich bazální metabolismus asi o 10 % větší než u žen. Rozdíly v průměrných hodnotách BMR u jednotlivých skupin nejsou příliš rozdílná, pohybují se v rozmezí 1310,9–1352,9 kcal.

Hodnoty BMI se v průměru vyšplhaly až do kategorie nadváhy (25,00–29,99) dle WHO (2011). Průměrně Ž1 dosahovaly hodnot 26,4, Ž2 až 27,0 a nejlépe na tom byl soubor Ž3 s hodnotami 25,4. Normální hodnoty se přitom pohybují v rozmezí 18,50–24,99.

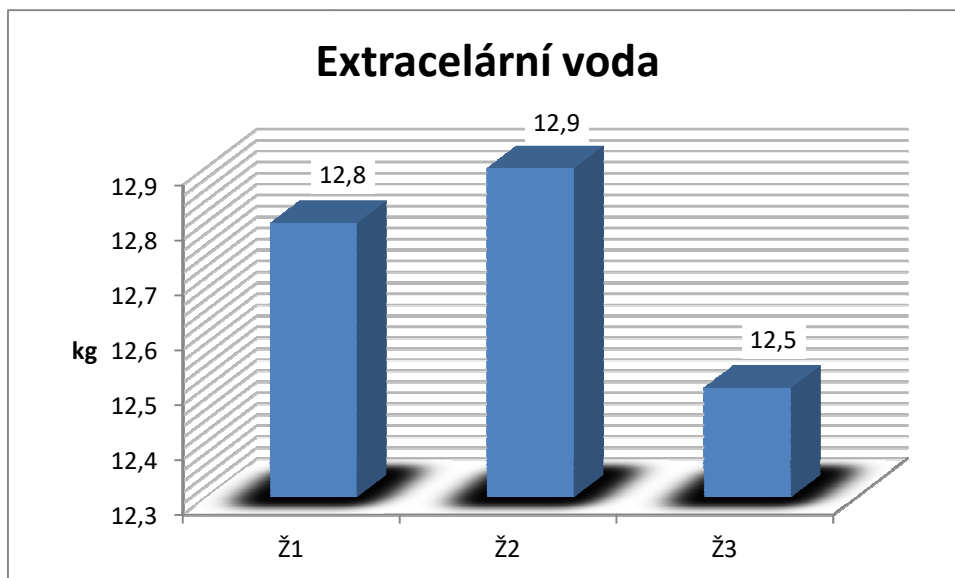


Obrázek 10. Srovnání množství celkové tělesné vody u Ž1, Ž2 a Ž3

Podíl celkové tělesné vody (TBW) během stárnutí klesá, to dokazují i námi spočítané hodnoty uvedené v obrázku 10 a v tabulkách 1, 2 a 3 v příloze. Množství tělesné vody ve stáří klesá pod 50 % a u lidí s nadváhou a obezitou se obsah celkové tělesné vody pohybuje pouze okolo 45 %. Kalvach et al. (2004) uvádí průměrné hodnoty u žen starších 60 let okolo 46 %, čemuž odpovídají i hodnoty námi naměřených klientek. U nejmladších klientek bylo naměřeno 33,2 kg TBW odpovídající 46,8 % celkové tělesné hmotnosti. Starší skupina Ž2 měla podobné hodnoty – 33,4 kg, což je 46,4 % a u nejstarší skupiny Ž3 bylo množství celkové tělesné vody nejmenší, pouze 32,0 kg, ale vzhledem k nejnižší hmotnosti z měřených klientek je to asi 48 % z celkové tělesné hmotnosti, tudíž nejvíce ze tří měřených skupin. Za povšimnutí stojí také nejvyšší naměřené hodnoty TBW a to u soboru Ž2, které činily až 43,1 kg, což by při průměrné hmotnosti činilo 59,8 %. Vypočítaná hodnota je ovšem nepravděpodobná a je způsobena tím, že žena s nejvyšším množstvím TBW měla také vyšší než průměrnou hmotnost. Rozdíly mezi průměrnými hodnotami TBW mezi jednotlivými skupinami žen nejsou ze statistického hlediska signifikantní.



Obrázek 11. Srovnání intracelulární vody u Ž1, Ž2 a Ž3

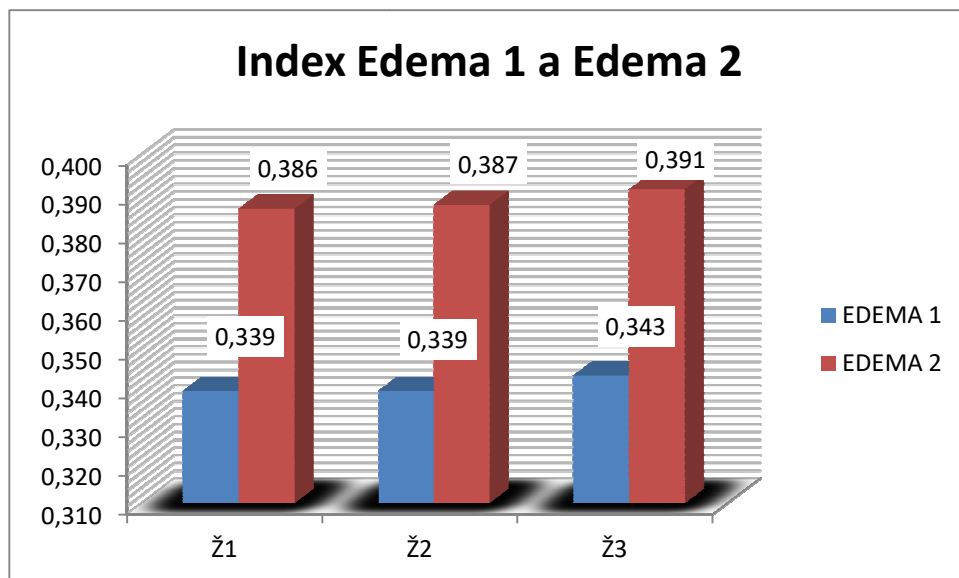


Obrázek 12. Srovnání extracelulární vody u Ž1, Ž2 a Ž3

Celkovou tělesnou vodu můžeme rozdělit na extracelulární a intracelulární. Podle Rokyty et al. (2008) a Veselého (2012) je poměr mezi intracelulární a extracelulární vodou 3:2. Naměřené hodnoty se příliš nelišily (Obrázek 11 a 12) a také zde nejsou rozdíly mezi průměrnými hodnotami signifikantní. Průměrná hodnota ICW souboru Ž1 činila 20,4 kg a odpovídá tudíž 20,7 % tělesné hmotnosti a hodnota ECW 12,8 kg odpovídá 18,0 % tělesné hmotnosti. Aby tyto hodnoty odpovídaly doporučenému poměru, muselo by ICW zaujímat 23,2 % a ECW 15,5 % vzhledem k průměrné tělesné hmotnosti. To znamená, že průměrná hodnota ICW je menší a zároveň ECW větší o 2,5 % než je doporučeno.

Zbývající soubory starších žen se svými výsledky příliš nelišily od doporučeného poměru. Soubor Ž2 vykazoval hodnoty ICW 20,5 kg, tedy 28,4 %, a ECW 12,9 kg, což odpovídá 17,9 %. Doporučené hodnoty se tedy liší o 0,6 %, tedy že ICW by mělo činit 27,8 % a ECW 18,5 %.

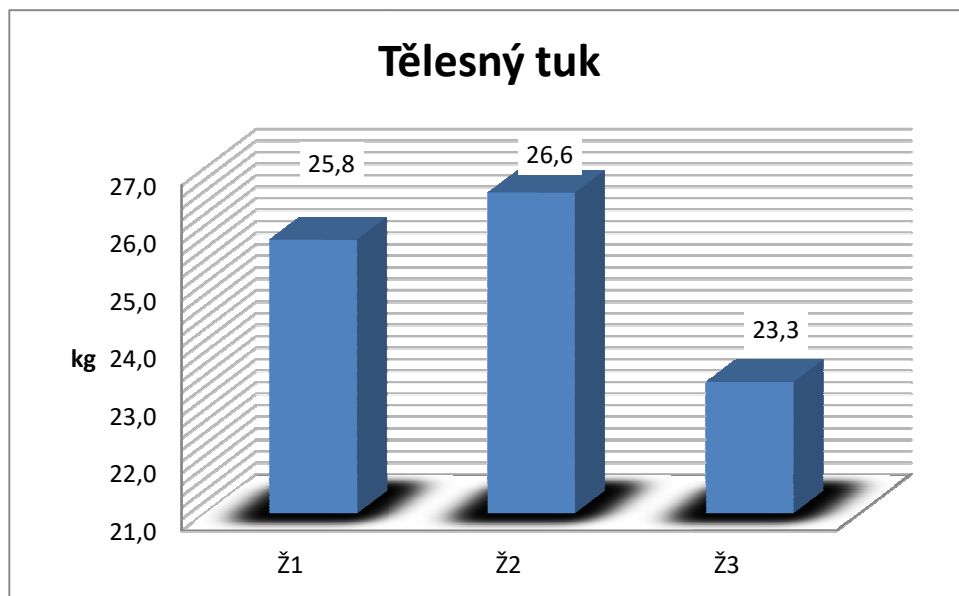
U skupiny Ž3 bylo naměřeno ICW 19,5 kg, tj. 29,2 % celkové tělesné hmotnosti a ECW 12,5 kg, tedy 18,7 %. Doporučené hodnoty jsou ICW 28,8 % a ECW 19,1 %. Rozdíl mezi skutečnými a doporučenými hodnotami je nejmenší ze tří měřených skupin žen a to pouze 0,4 %.



Obrázek 13. Srovnání průměrného množství indexů Edema 1 a Edema 2 u Ž1, Ž2 a Ž3

Přístroj InBody720 měří tělesnou vodu a její rozdělením do nitrobuněčné a mimobuněčné vody. Pro výpočet rovnováhy tělesné vody používá index otoku (edema index). Zdravá osoba má shodný podíl nitrobuněčné a mimobuněčné vody. Pokud se hodnota mimobuněčné vody z nějakého důvodu zvýší, vzniká tak otok.

Parametr index Edema 1 hodnotí vztah mezi ECW a TBW. Index Edema 2 je poměr mezi ECF (extracelulární fluid) a TBF (celkový tělesný fluid). Jedná se o stav, v němž jsou proteiny a minerály v TBF v poměru 2:1. Všechny tři skupiny žen vykazují v podstatě stejné hodnoty indexu Edema 1, které se liší jen nepatrně. Průměrně bylo u skupiny Ž1 a Ž2 vypočítána hodnota 0,339, u Ž3 0,343. Podle manuálu InBody 720 se standardní hodnoty pohybují v rozmezí 0,36–0,40 jednotek. Podobné výsledky vykazoval i index Edema 2, kde se hodnoty taktéž nijak výrazně nelišily. Nejmladší ženy Ž1 vykazovaly hodnotu 0,386, Ž2 0,387 a u Ž3 byla zjištěna nejvyšší hodnota a to 0,391 (Obrázek 13). U indexu Edema 2 jsou standardní hodnoty uváděny v rozmezí 0,31–0,36 jednotek.

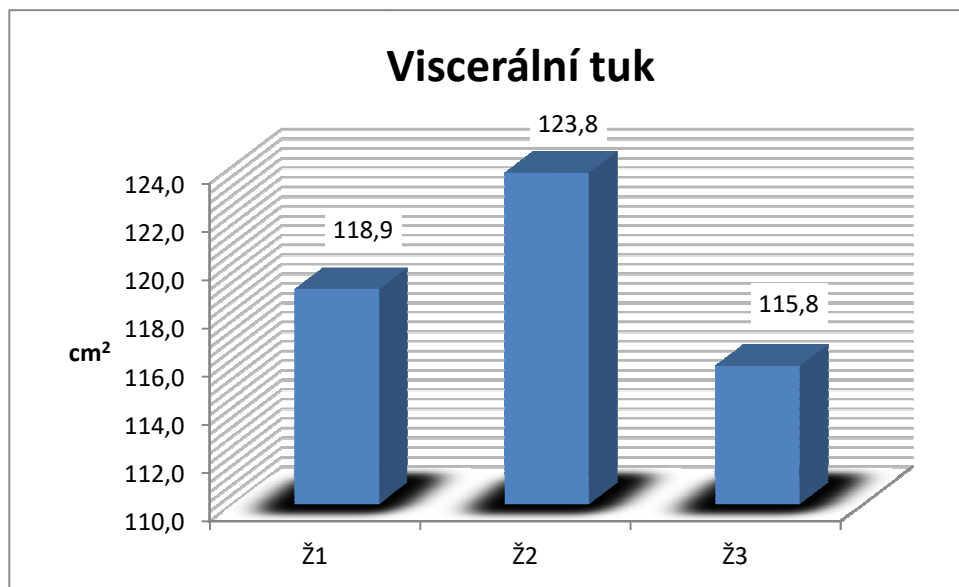


Obrázek 14. Srovnání tělesného tuku (kg) u Ž1, Ž2 a Ž3

Při porovnání všech tří věkových kategorií žen má skupina Ž2 nejvíce tukové hmoty. Rozdíly v naměřených průměrných hodnotách u daných skupin žen nejsou však ze statistického hlediska významné. Průměrná hodnota tukové frakce se pohybovala okolo 26,6 kg (tj. 35,9 %). U mladší skupiny Ž1 byly hodnoty nižší – 25,8 kg (35,6 %) a nejstarší skupina žen Ž3 měla průměrně nejméně tukové složky a to 23,3 kg (34,3 %). Obecně se doporučují hodnoty procentuálního zastoupení tělesného tuku u žen 20–30 %.

Pro hodnocení tělesného tuku lze použít i Body Fat Mass Index (BFMI). Za zdravotně bezpečné pásmo BFMI Pastucha et al. (2014) považují hodnoty 1,8–5,1 kg/m² u mužů a 3,9–8,1 kg/m² u žen. Hodnoty nad 11,8 signalizují vysoké riziko zdravotních následků. Měřené klientky se pohybovaly nad bezpečným pásmem, kdy u Ž2 bylo naměřeno až 16,5 kg/m². Skupina Ž1 v průměru dosahovala hodnoty 15,9 kg/m² a Ž3 14,4 kg/m².

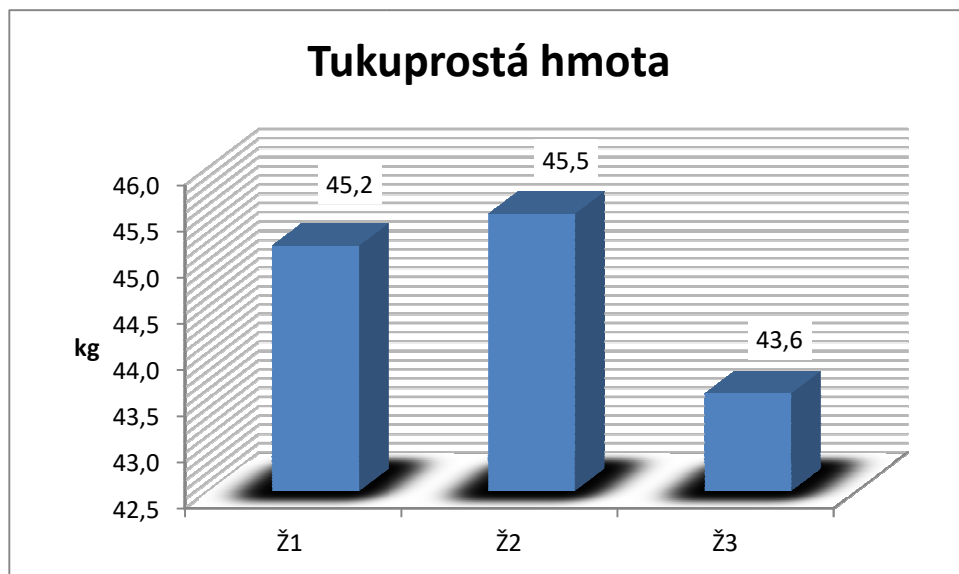
Měřením nebyla prokázána signifikantní závislost mezi výškou a BFM, ale byla prokázána velmi vysoká závislost BFM s hmotností ($r = 0,90$, $p < 0,05$), podobně jako s BMI ($r = 0,93$, $p < 0,05$). To znamená, že čím měl člověk vyšší hmotnost a BMI, tím vyšší množství BFM jeho tělo obsahovalo. Ve vztahu mezi výškou a %BFM se jedná o velmi nízkou inverzní závislost ($r = -0,17$, $p < 0,05$), kdežto hmotnost ($r = 0,72$, $p < 0,05$) a BMI ($r = 0,86$, $p < 0,05$) vykazovaly poměrně vysokou korelaci s %BFM.



Obrázek 15. Srovnání průměrného množství viscerálního tuku u Ž1, Ž2 a Ž3

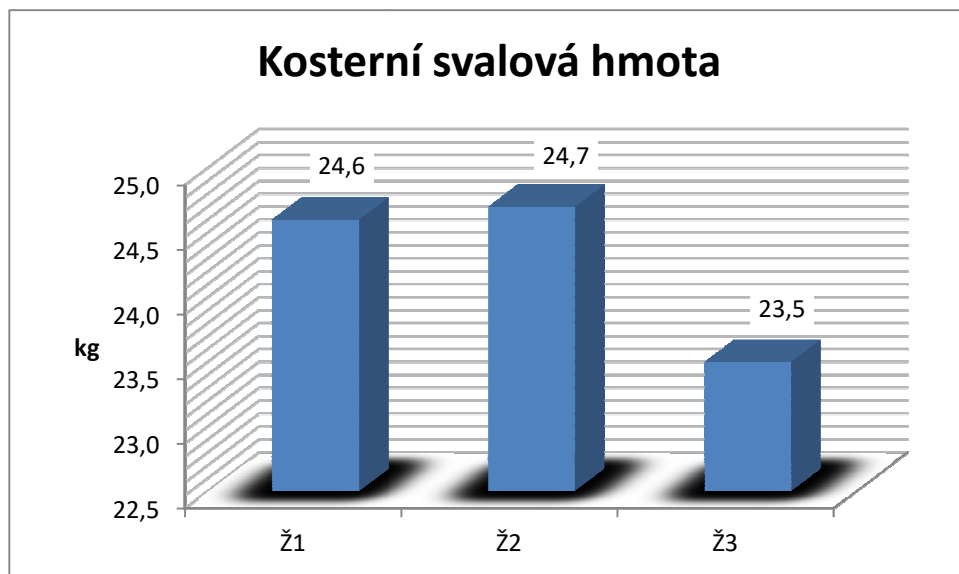
Množství VFA je důležitým ukazatelem obezity a hodnota přesahující 100 cm² vypovídá o abdominální obezitě, která bývá spojena s rizikem výskytu diabetu 2. typu a s ischemickou chorobou srdeční (Gába, Přidalová, Pelclová, Riegerová, & Tlučáková, 2010). Střední riziko výskytu těchto chorob je u VFA stanoveno v rozmezí 100–150 cm² a vysoké riziko nad hranicí 150 cm². Studie od Kima, Choie a Yuma (2006) preferuje u VFA, jako ukazatele stoupajícího rizika obezity a s ní spojenými nemocemi, mezní hodnotu 103,8 cm². Vyšší množství VFA je dle studií také spojeno s nižším množstvím svalů (Song et al., 2004; Yamada, Moriguch, Mitani, Aoyoma, & Arai, 2014).

Hodnota VFA se u jednotlivých skupin žen průměrně pohybovala v rozmezí 115,8–123,8 cm², kdy nejvyšší naměřenou hodnotou byla hodnota 197,9 cm². Nejvyšší hodnotou se vyznačoval soubor Ž2 (123,8 cm²), dále pak Ž1 (118,9 cm²) a soubor Ž3 vykazoval opět nejnižší hodnoty (115,8 cm²). Rozdíly u věkových skupin žen jsou taktéž nesignifikantní. Ani u VFA se neprokázala korelační závislost s výškou. Naopak velmi vysoká pozitivní závislost se prokázala u VFA ve vztahu k BMI ($r = 0,92$, $p < 0,05$) i hmotnosti ($r = 0,81$, $p < 0,05$).



Obrázek 16. Srovnání tukuprosté hmoty u Ž1, Ž2 a Ž3

FFM je hmota zahrnující veškeré komponenty tělesného složení kromě tuku. Naměřené hodnoty tedy potvrzují úbytek FFM se zvyšujícím se věkem ve vztahu k referenční hodnotě 73 % FFM z celkové tělesné hmotnosti. U souboru Ž1 a Ž2 se hodnoty v průměru pohybovaly na stejné úrovni 45,2–45,5 kg, což dělá, vzhledem k různým průměrným hmotnostem u obou skupin, 63,1–63,7 % celkové tělesné hmotnosti. Úbytek FFM je tedy minimálně 9 % vzhledem k referenčním hodnotám. Gába a Přidalová (2014) ve své studii upozorňují na úbytek FFM u žen v průměru o 0,92 kg za dekádu. Tomu odpovídá srovnání Ž1 (60–64,99 let) a Ž3 (70–79,99 let), kdy je úbytek dvojnásobný, rozdíl v množství FFM je až 1,8 kg. I přesto byly naměřené průměrné hodnoty statisticky nevýznamné. FFM u skupiny Ž3 dosahovala hodnot pouze 43,6 kg. Při přepočítání na procenta, FFM činí překvapivých 65,2 % z celkové hmotnosti, což je nejvíce z měřených skupin. Výška této hodnoty je dána zejména nižším zastoupením tukové tkáně a nižší průměrnou hmotností u dané skupiny žen. FFM koreluje nejvíce s hmotností ($r = 0,74$, $p < 0,05$), poté s výškou ($r = 0,63$, $p < 0,05$) a nejméně s BMI ($r = 0,45$, $p < 0,05$).



Obrázek 17. Srovnání kosterní svalové hmoty u Ž1, Ž2 a Ž3

V obrázku 17 pozorujeme postupný úbytek svalové hmoty. U souboru Ž1 a Ž2 se SMM průměrně vyskytuje v podobném množství (Ž1=24,6 kg, Ž2=24,7 kg). U posledního souboru Ž3 pozorujeme tendenci poklesu množství svalů na hodnotu 23,5 kg. Rozdíl mezi Ž2 a Ž3 je tedy 1,2 kg, což představuje rozdíl 5,2 %. Největší rozdíly mezi minimální a maximální hodnotou jsme naměřili u poslední skupiny žen Ž3. Minimální hodnota činila 17,6 kg a maximální 32,6 kg, tedy rozdíl 15 kg, což je rozdíl 53 %. Ani zde se rozdíly mezi spočítanými průměrnými hodnotami jednotlivých věkových skupin žen nebyly signifikantní. Měřením bylo prokázáno, že hmotnost ($r = 0,61$, $p < 0,05$), výška ($r = 0,74$, $p < 0,05$) i BMI ($r = 0,46$, $p < 0,05$) mají signifikantní vliv na množství SMM.

Buněčná hmota (BCM) je metabolicky aktivní složka bez tuku, která je jediným nejlepším ukazatelem výživového stavu subjektu. BCM zahrnuje svalové buňky, orgánové buňky a buňky imunitního systému a také vodu uvnitř buněk. Je to tedy soubor všech buněk v lidském organismu, který je schopen využívat kyslík. Suma všech těchto buněk se aktivně podílí na svalové práci (Riegerová et al., 2006). Normální rozmezí je dle Talluriho et al. (2003) 40 % ideální hmotnosti, tzn. 26–38 kg. Množství BCM u skupiny Ž1 a Ž2 jsou v podstatě totožné. U Ž1 je průměrná hodnota 29,1 kg, kdy nejvyšší naměřená hodnota nejmladších probandek byla 35,2 kg. Rozdíl mezi minimální a maximální hodnotou činil 12,4 kg. U Ž2 byla průměrná hodnota podobná a to 29,4 kg s nejnižší hodnotou 22,3 kg a nejvyšší 37,3 kg, tedy rozdíl 15 kg. Poslední skupina Ž3 měla naměřena nejnižší průměrnou hodnotu 27,9 kg. Dále zde byly nejvyšší výkyvy mezi maximální hodnotou, která byla

nejvyšší celkově ze všech žen – 38 kg, a minimální hodnotou, ta byla naopak nejnižší ze všech a to 21,5 kg. Rozdíl činil až 16,5 kg. Všechny tři skupiny měřených žen odpovídají referenčním hodnotám.

Měřené soubory žen dosahovaly podobných hodnot průměrného množství proteinů v těle, kdy se hodnoty lišily pouze v desetínách. Soubor Ž1 dosahoval průměrně hodnoty 8,8 kg, Ž2 8,8 kg a Ž3 8,4 kg. Mezi jednotlivými skupinami žen nebyly naměřeny statisticky významné rozdíly.

Co se týče kostních minerálů, taktéž nebyly zjištěny významné rozdíly mezi jednotlivými skupinami žen. Hodnoty se, stejně jako u proteinů, lišily jen nepatrně. Souboru Ž1 a Ž3 bylo naměřeno 2,6 kg a u Ž2 2,7 kg.

5.2 SROVNÁNÍ VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ MEZI POHLAVÍMI

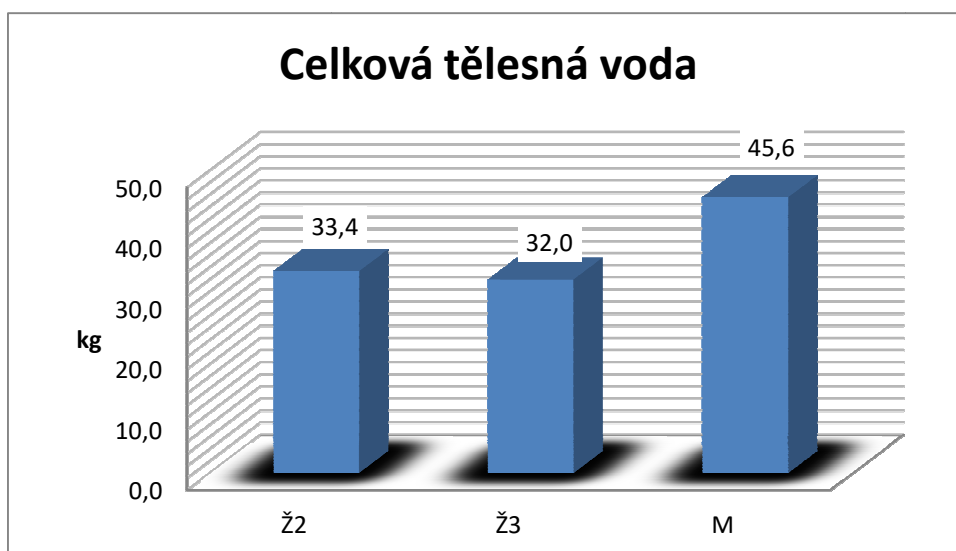
Muži byli měřeni jako jedna skupina nezávisle na věku. Průměrný věk mužů byl však 69,05 let, což zhruba odpovídá u žen skupině Ž2 a Ž3, a proto bude porovnán soubor mužů jen s těmito dvěma staršími soubory žen. Jejich základní charakteristiky jsou uvedeny v Tabulce 13.

Tabulka 13. Základní statistické charakteristiky vybraných parametrů u souboru mužů (M)

(n=22)	M	SD	Min	Max
Výška (cm)	175,7	4,5	166,2	184,9
Hmotnost (kg)	84,5	11,8	58,4	103,5
BMR (kcal)	1704,4	115,8	1463,8	1975,1
BMI	27,4	3,8	19,3	34,5

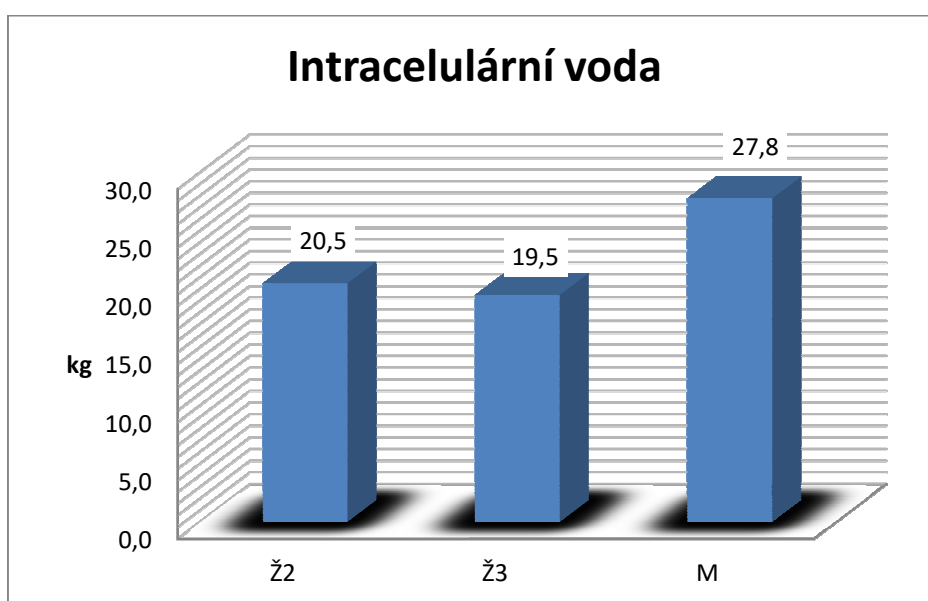
Vysvětlivky: n – počet probandů, BMR – bazální metabolismus, BMI – body mass index

Muži dosahovali výšky $175,71 \pm 4,54$ cm, takže byli průměrně vyšší minimálně o 13 cm než ženy. Vážili průměrně 84,5 kg, takže o 12,4–17,7 kg více než ženy. Průměrná hodnota BMR u mužů se pohybuje okolo 1704,4 kcal, tedy o 351,5–393,5 kcal vyšší než u žen. Jejich hodnoty se totiž nalézaly v rozmezí 1310,9–1352,9 kcal. BMI mužů bylo vyšší než u Ž3 (25,4) a srovnatelné se souborem Ž2 (27,0), ale dle WHO (2011) taktéž patří do kategorie lidí s nadváhou.

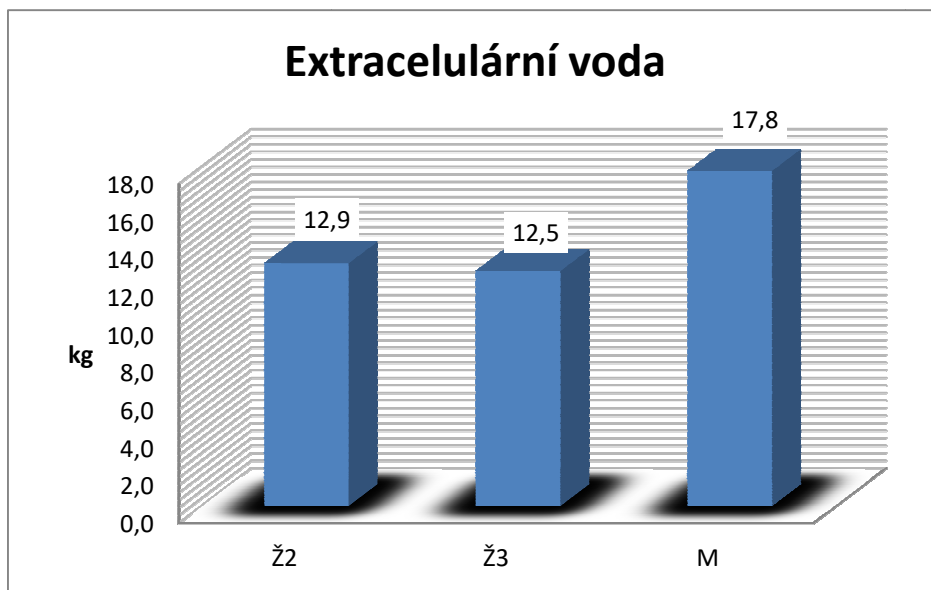


Obrázek 18. Srovnání celkové tělesné vody u mužů (M) a žen

Průměrné množství vody u v těle dospělé ženy činí 53 % a u mužů 63 % hmotnosti těla (Riegrová, Přidalová & Ulbrichová, 2006). Postupně s věkem podíl vody v těle klesá. Kalvach et al. (2004) uvádějí hodnoty TBW u mužů nad 60 let průměrně okolo 52 % a u žen nad 60 let okolo 46 %. U skupiny mužů bylo naměřeno 45,6 kg TBW, které tvoří 53,2 %. Mladší ženy Ž2 měly průměrně 33,4 kg, tj. 46,4 % a u nejstarší skupiny žen bylo procentuální množství TBW vyšší než u Ž2 a to 47,9 %. Vypočteno z naměřené hodnoty 32 kg. Hodnoty TBW jsou tedy u měřených probandů mírně nadprůměrné.



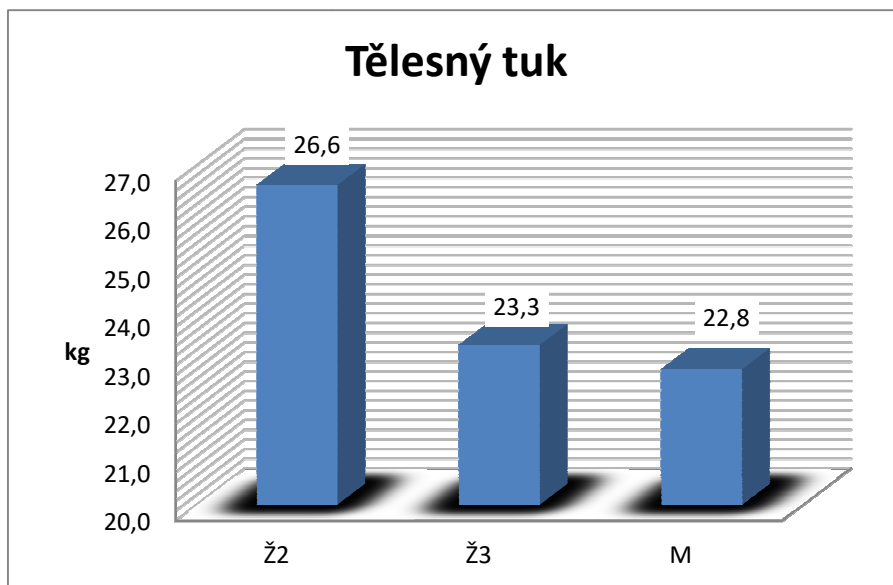
Obrázek 19. Srovnání průměrného množství intracelulární vody u mužů a žen



Obrázek 20. Srovnání průměrného množství extracelulární vody u mužů a žen

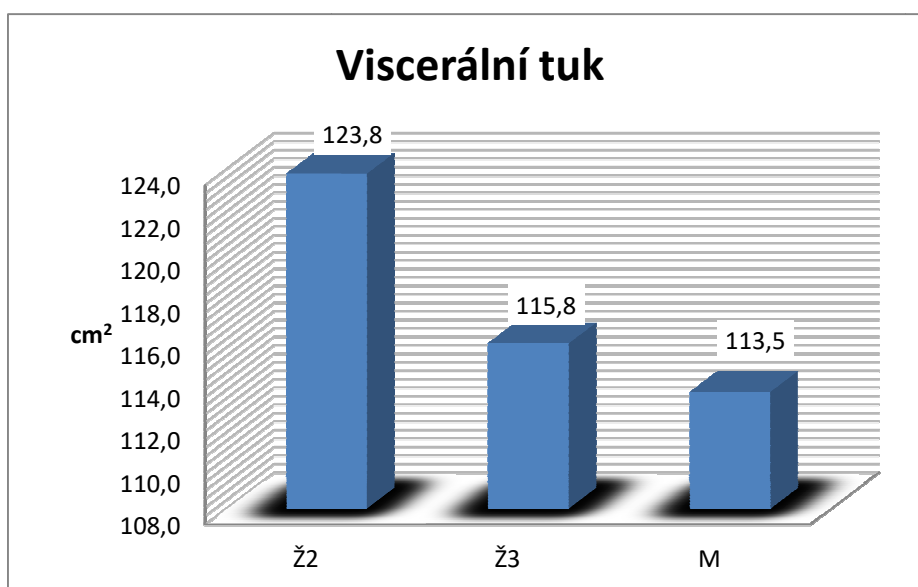
Průměrná hodnota ICW byla u mužů naměřena v hodnotách 27,8 kg, tj. 32,8 %. Hmotnost ECW mužů dosahovala 17,8 kg a odpovídá 21 % TBW. Od doporučených hodnot se liší o 0,5 %, tedy ICW by měla nabývat hodnot 32,3 % a ECW 21,5 %. Pokud porovnáme soubory žen se souborem mužů, tak nejlépe, co se týká rozdílu skutečných a doporučených hodnot, jsou na tom nejstarší ženy (Ž3) s rozdílem pouhých 0,4 %, poté muži s 0,5 %, Ž2 0,6 % a nejhůře dopadla skupina nejmladších žen Ž1, které se lišily o 2,5 %. U mužů bylo tedy naměřeno více TBW, ICW i ECW (Obrázek 18, 19 a 20).

Při porovnání indexů Edema 1 se muži od žen nijak výrazně neliší (Tabulka 2,3 a 4 v příloze). Mužům byl, stejně jako nejstarším ženám (Ž3), vypočítán index Edema 1 dosahující hodnot 0,343. Ženám Ž1 a Ž2 byl vypočítán index Edema 1 na 0,339. U všech 3 skupin jsou hodnoty podprůměrné vzhledem ke standardním hodnotám. Hodnoty indexu Edema 2 jsou naopak nadprůměrné a lišily se taktéž mezi skupinami jen nepatrně. Nejvyšších hodnot dosáhly Ž3 (0,391), poté muži (0,390), Ž2 (0,387) a nejnižší hodnoty měla skupina Ž1 (0,386).



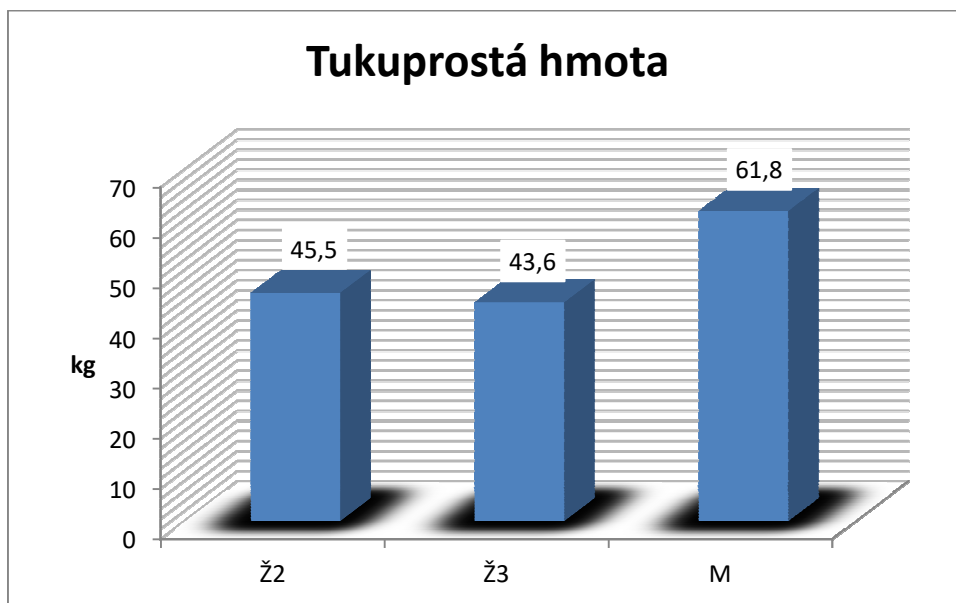
Obrázek 21. Srovnání průměrného množství tělesného tuku u mužů a žen

Z Obrázku 21 je zřejmé, že množství tělesného tuku v těle je u mužů nižší. Průměrně u nich byla vypočtena hodnota 22,8 kg, u Ž2 26,6 kg a Ž3 23,3 kg. Z hlediska procentuálního zastoupení tělesného tuku na tom byla samozřejmě nejlíp skupina mužů se svými 26,2 %, poté Ž3 s 34,3 % a nakonec Ž2 s nejvyšším zastoupením tuku, který dosáhl hodnot 35,9 %. Heyward a Wagner (2004) doporučenou hodnotu tuku ve věku 55 let a více stanovují na 16 % u mužů a 30 % u žen. Naše měřené skupiny, zejména muži, se tedy pohybují vysoce nad doporučenou hodnotou. Vyšší fitness skóre u mužů značí jejich lepší poměr svalové a tukové složky a jsou stejně jako Ž3 řazeni do druhé kategorie, tj. normální typ.



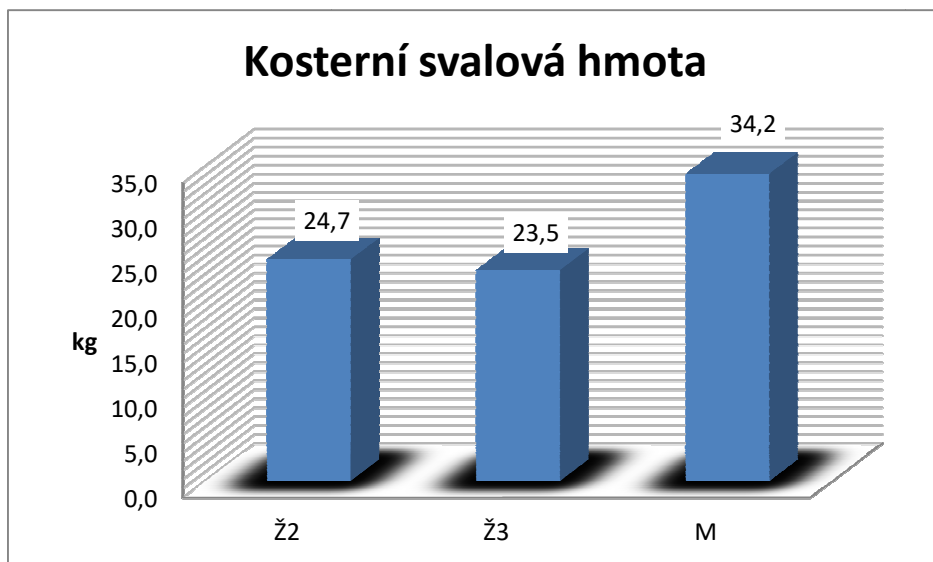
Obrázek 22. Srovnání průměrného množství viscerálního tuku u mužů a žen

Průměrné množství viscerálního tuku bylo u mužů taktéž nižší než u obou skupin žen (Obrázek 22). Průměrná hodnota VFA mužů byla 113,5 cm², s nejnižší hodnotou 44,1 cm² a nejvyšší 167,5 cm². U skupiny Ž2 byla sice průměrná hodnota vyšší – 123,8 cm², nejvyšší hodnota byla taktéž vyšší než u mužů (197,9 cm²), ale nejnižší hodnota byla naměřena na úrovni 38,1 cm². Výsledky VFA u souboru Ž3 byly srovnatelné s výsledky mužů. Tento soubor měl naměřen průměrně 115,8 cm².



Obrázek 23. Srovnání průměrného množství tukuprosté hmoty u mužů a žen

V množství tukuprosté hmoty pozorujeme značný rozdíl mezi pohlavími (Obrázek 23). Mužům bylo naměřeno 61,8 kg, kdežto ženám pouze 43,6 kg (Ž3) a 45,5 kg (Ž2). To znamená, že tukuprotá hmota u námi měřené skupiny mužů činí v průměru 73,1 % celkové tělesné hmotnosti. Vzhledem k často uváděným referenčním hodnotám (73 % FFM z celkové tělesné hmotnosti) se muži nacházejí v optimálních hodnotách. U skupiny Ž2 je hodnota FFM 63,7 % z celkové tělesné hmotnosti a u Ž3 65,2 %. U žen jsou tedy hodnoty FFM podprůměrné, ale vzhledem k věku lze úbytek FFM předpokládat.



Obrázek 24. Srovnání průměrného množství svalové hmoty u mužů a žen

Ve srovnání s ženami mají muži téměř o 10 kg svalové hmoty více, což znázorňuje i Obrázek 24. Obecně u dospělých mužů tvoří svalová tkáň 40–45 % z celkové hmotnosti těla, kdežto u žen jen okolo 25–35 %. Po 40. roce života se svalová hmota ztrácí v průměru o 5 % za dekádu (Pastucha et al., 2014; Kalvach et al., 2004; Gába & Přidalová, 2014). Svalová hmota u soboru M tvoří 40,5 % hmotnosti těla, u Ž2 je to 34,3 % a u Ž3 dokonce 35 %. Tato čísla jasně ukazují, že měřené ženy i muži mají dobře vyvinutou svalovou hmotu.

U mužů bylo také naměřeno více BMC (39,8 kg) a to o více než 10 kg. U nejmladších žen (Ž1) bylo změřeno 29,2 kg, u Ž2 29,4 kg a nejméně u Ž3 27,9 kg. Muži měli také více minerálů a proteinů (Přílohy 1, 2, 3 a 4).

5.3 HODNOCENÍ REGRESNÍCH ZÁVISLOSTÍ VYBRANÝCH PARAMETRŮ NA VĚKU A BMI

Dalším krokem bylo zjistit regresní závislosti mezi věkem a vybranými parametry a mezi BMI a vybranými (stejnými) parametry. K regresním výpočtům jsme použili metodu nejmenších čtverců. Regresní rozptyly byly vypočteny pro: BMC, BCM, VFA, SMM, BFM, %BFM, ICW, ECW, TBW, SLM, FFM, ProteinM, MineralM a hmotnost.

Největší regresní závislost vykazovaly vztahy mezi BMI a VFA ($r = 0,92$, $p < 0,05$), BFM ($r = 0,93$, $p < 0,05$) a %BFM ($r = 0,86$, $p < 0,05$). Grafy těchto závislostí jsou uvedeny v přílohách (Obrázek 1, 2 a 3). Regresní křivky tedy podporují výsledky v rámci korelačních koeficientů, kdy většina ostatních regresních závislostí se nacházela ve středních hodnotách (Tabulka 13 v příloze).

Mezi BMI a VFA byl zjištěn silný pozitivní lineární vztah. Tento výsledek podporují mnohé studie (Kim et al., 2015; Kitchlew, Khan Chachar, & Latif, 2017; Barreira, Broyles, Gupta a Katzmarzyk, 2014). Tento vztah však nemusí platit po každé, záleží na měřené skupině probandů. BMI je totiž orientační měřítko složení těla, je to pouze jednoduchý výpočet založen na výšce a hmotnosti.

Výsledky silné regresní závislosti v případě BMI a %BFM korespondují se zjištěním Gáby a Přidalové (2016), kteří na základě sledování tělesného složení u 2409 žen prostřednictvím přístroje InBody 720 prokázali závislost BMI na %BFM ($R^2 = 0,79$; $p < 0,01$). Taktéž v dalších domácích studiích Gába, Přidalová a Zajac-Gawlak (2014), kteří hodnotili výskyt obezity u žen ve věku 55 až 84 let, poukazují na významnost vztahu BMI a %BFM ($r = 0,82$; $R^2 = 0,67$; $p < 0,05$). Ke stejnému závěru přišla také Sofková (2016), v jejíž studii byl koeficient determinace roven 0,86. Autorka se ovšem zabývala měřením mladých žen ve věku 18–30 let. Autoři Romero-Corral et al. (2008) ve své studii upozorňují na zkreslené a nepřesné údaje týkající se nadváhy a obezity na základě BMI. Gába, Přidalová a Zajac-Gawlak (2014) svými výsledky potvrzují, že při zvýšeném množství BFM nemusí vždy docházet i ke zvýšení tělesné hmotnosti.

Dále byla silná závislost zjištěna v případě vztahu BMI a hmotnosti (Obrázek 4 v příloze). V přílohách jsou uvedeny grafy těchto regresních závislostí. U našich sledovaných souborů regrese mezi věkem a vybranými parametry nevykazovaly silnou závislost (Obrázek 5, 6, 7 a 8 v přílohách).

5.4 ANALÝZA INDEXU EDEMA 2 U JEDNOTLIVÝCH VĚKOVÝCH KATEGORIÍ ŽEN DLE HRANICE RIZIKOVOSTI

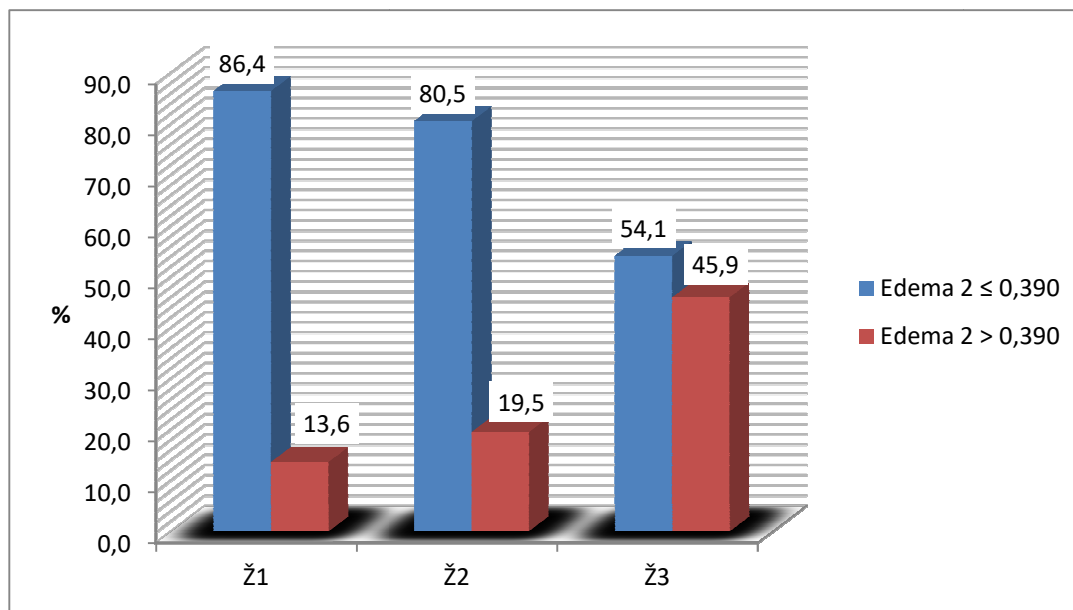
Index Edema 2 je tedy poměr mezi ECF (extracelulární fluid) a TBF (celkový tělesný fluid). Hodnoty index Edema 2 se mezi námi měřenými skupinami nijak výrazně nelišily. Ž1 vykazovaly hodnotu 0,386, Ž2 0,387 a u Ž3 byla vypočtena nejvyšší hodnota a to 0,391. U indexu Edema 2 jsou standardní hodnoty dle manuálu InBody 720 uváděny v rozmezí 0,31–0,36 jednotek.

Tabulka 14. Rozdělení Ž1, Ž2 a Ž3 dle hranice rizikovosti indexu Edema 2

Skupina	Edema 2 \leq 0,390	Edema 2 $>$ 0,390
Ž1 (n = 88)	76	12
Ž2 (n = 41)	33	8
Ž3 (n = 37)	20	17

Tabulka 14 představuje rozdělení jednotlivých skupin žen dle hranice rizikovosti Edema 2, která byla stanovena na základě výsledků studie autorů Liu et al. (2012) na 0,390 jednotek. Autoři prokázali zvýšený výskyt re-hospitalizace související se srdečním selháním u osob s indexem Edema 2 vyšším než 0,390.

Z hlediska procentuálního vyjádření bylo vypočteno, že 86,4 % ze Ž1, 80,5 % ze Ž2 a 54,1 % žen ze skupiny Ž3 se svými hodnotami řadily do méně rizikové skupiny, kdy hodnoty Edema 2 \leq 0,390. I když hodnoty Edema 2 jsou nadprůměrné (v porovnání s referenčními hodnotami dle InBody 720), nehodnotí je Liu et al. (2012) jako rizikové pro výskyt kardiovaskulárních onemocnění. Ovšem do rizikové skupiny, kde byly řazeny ženy s Edema 2 $>$ 0,390, spadalo 13,6 % nejmladších žen, 19,5 % starších žen (Ž2) a téměř polovina nejstarších žen (45,9 %). Obrázek 25 představuje procentuální zastoupení námi měřených žen dle Edema 2 \leq 0,390 a Edema 2 $>$ 0,390.



Obrázek 25. Procentuální zastoupení žen dle hranice rizikovosti Edema 2

Celkově, bez ohledu na věkové skupiny, 37 žen spadá do rizikové skupiny. V přepočtu je to 22,3 %. Zbytek ze 166 žen (77,7 %) se nacházelo pod rizikovou hranicí Edema 2 pro zvýšený výskyt kardiovaskulárního onemocnění. Liu et al. (2012) ve své studii měřili 112 žen, z toho 68 žen (60,7 %) se nacházelo v rizikové skupině Edema 2 > 0,390. V porovnání s jejich výsledky je u našeho měřeného souboru o 38,4 % méně žen s rizikem výskytu srdečního selhání než v dané studii. Autoři dále uvádějí, že v případě hodnot indexu Edema 2 > 0,390, se jednalo o starší pacienty, což koresponduje s našimi výsledky, kdy největší počet žen s indexem Edema 2 > 0,390 se vyskytoval v nejstarší skupině Ž3 (Tabulka 14).

5.5 ANALÝZA SEGMENTÁLNÍHO ZASTOUPENÍ SVALOVÉ HMOTY U JEDNOTLIVÝCH VĚKOVÝCH KATEGORIÍ ŽEN

Řada přístrojů (Tanita BC418 MA, InBody 230, Inbody 720), které poskytují segmentální analýzu tukové a svalové hmoty, podává informace o rozložení jednotlivých komponent v určitém tělesném segmentu. Segmentové měření je technologie, u níž tělo představuje pět válců – horní končetiny, dolní končetiny, trup. Absolutní (kg) i relativní (%) hodnoty kosterní svalové hmoty v rámci segmentální analýzy u souborů Ž1, Ž2 a Ž3 jsou vyjádřeny v Tabulce 15.

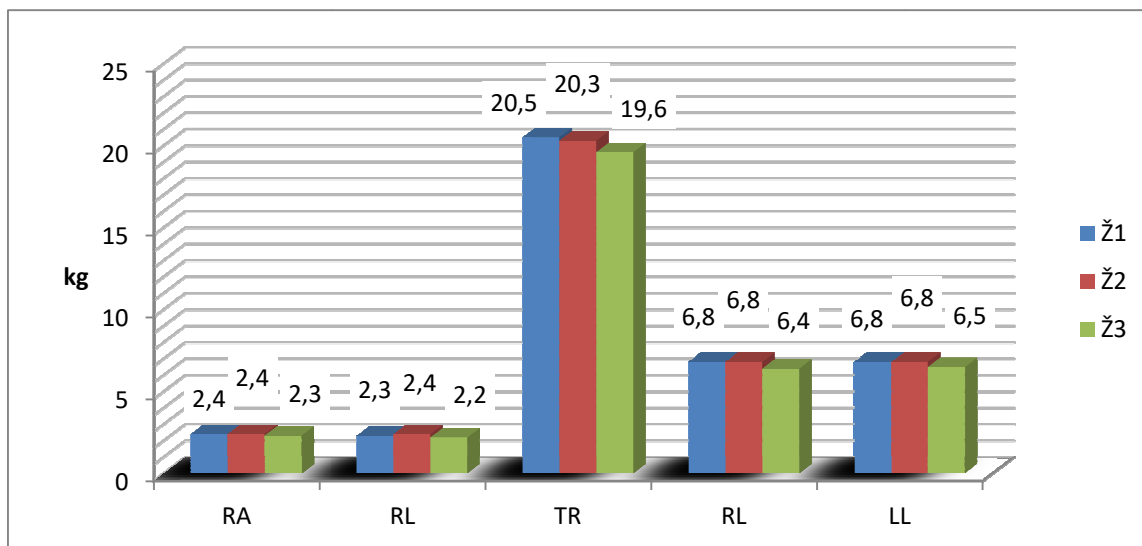
Tabulka 15. Segmentální analýza kosterní svalové hmoty u skupin Ž1, Ž2 a Ž3

	Ž1				Ž2				Ž3			
	M	SD	Min	Max	M	SD	Min	Max	M	SD	Min	Max
RA (kg)	2,4	0,3	1,5	3,2	2,4	0,4	1,7	3,6	2,3	0,4	1,5	3,6
RA (%)	116,1	17,3	81,8	173,3	121,4	17,1	92,8	153,1	112,6	15,1	77,8	153,5
RL (kg)	2,3	0,3	1,6	3,2	2,4	0,4	1,7	3,3	2,2	0,4	1,4	3,5
RL (%)	114,1	17,7	76,9	168,8	119,9	16,1	94,6	149,0	110,7	14,8	77,6	150,9
TR (kg)	20,5	2,1	17,1	25,1	20,3	2,8	15,6	27,8	19,6	2,2	14,3	27,4
TR (%)	108,6	10,5	87,3	147,1	111,8	10,2	96,0	131,6	105,6	9,3	85,5	130,2
RL (kg)	6,8	0,8	4,8	8,7	6,8	1,1	4,7	9,1	6,4	0,8	4,5	8,3
RL (%)	103,7	8,1	88,2	121,3	105,5	10,8	88,0	131,7	99,7	8,4	85,5	120,8
LL (kg)	6,8	0,8	4,9	8,6	6,8	1,0	4,8	9,1	6,5	0,9	4,5	8,3
LL (%)	103,8	8,4	88,3	135,4	104,7	10,1	87,3	127,4	100,4	9,0	85,3	125,3

Vysvětlivky: RA – pravá paže, LA – levá paže, TR – trup, RL – pravá noha, LL – levá noha

Průměrné hodnoty kosterní svalové hmoty jednotlivých segmentů se u měřených skupin žen výrazně neliší. Naměřené hodnoty Ž1 a Ž2 jsou téměř totožné. Nejnižší průměrné hodnoty u všech segmentů byly naměřeny u Ž3.

Rozdíl v množství svalové hmoty u horních končetin mezi nejmladšími a nejstaršími ženami tvořil pouze 0,1 kg u pravé i levé horní končetiny. Nejvíce svalů bylo naměřeno na trupu. U Ž1 bylo naměřeno 20,5 kg, u Ž2 20,3 kg a nejméně u Ž3 – 19,6 kg. Množství svalové hmoty u Ž1 a Ž2 bylo totožné (6,8 kg). U Ž3 pozorujeme pokles svaloviny o 0,3–0,4 kg (Obrázek 26).



Obrázek 26. Segmentální zastoupení kosterní svalové hmoty u Ž1, Ž2 a Ž3

Relativní hodnoty, vztahující se k populačnímu průměru, jsou vypočítány ze vzorce. Hodnoty 80–120 % jsou považovány za průměrné u pravé a levé horní končetiny. U trupu a dolních končetin se tato hranice zužuje na 90–110 %.

Paže u souboru Ž1 vykazují mírnou nerovnováhu u horní části těla. Při pravoruké orientaci je zřejmé, že pravá horní končetina bude více vyvinutá z pohledu kosterního svalstva než levá. Procentuálně vyjádřená hodnota kosterní svalové hmoty pravé paže činila 116,1 %, kdežto u levé paže pouze 114,1 %. Dolní část těla zato vykazuje rovnováhu z pohledu rozložení kosterních svalů. Hmotnost pravé dolní končetiny v procentech dělá 103,7 % a levé dolní končetiny 103,8 %. Vypočtené hodnoty trupu (108,6 %), ale i dolních a horních končetin se nacházejí v referenčním rozmezí.

U Ž2 horní končetiny, které taktéž vykazují mírnou nerovnováhu, dosahují relativních hodnot 121,4 % u pravé paže a 119,9 % u levé paže. Naopak vyvážená je dolní polovina těla, kde u pravé dolní končetiny je pouze o 0,8 % více svalové hmoty než u levé. Svalová hmota na trupu byla stanovena na 111,8 %, což přesahuje doporučené hodnoty.

Nejstarší skupina žen má naměřené hodnoty svaloviny nejnižší ve všech segmentech těla, avšak všechny se nacházejí v rámci referenčních hodnot. Kosterní svalová hmota na pažích byla stanovena na 112,6 % na pravé a 110,7 % na levé. V dolní polovině je rozdíl mezi pravou a levou dolní končetinou menší než u Ž2. U pravé dolní končetiny činí podíl svaloviny v průměru 99,7 %, což je o 0,7 % méně než u levé dolní končetiny (100,4 %). Průměrné procentuální vyjádření hmotnosti kosterní svalové hmoty na trupu odpovídá 105,6 %, to odpovídá referenčním hodnotám.

6 DISKUZE

Měřené klientky dosahovaly výšky 160,7–162,6 kg. Kalvach et al. (2004) vysvětluje, že s přibývajícím věkem dochází ke snižování výšky v důsledku změn v oblasti trupu, aniž by docházelo ke změnám v délce končetin. To potvrzují například i výsledky měření Gáby a Přidalové (2014; 2016). Průměrná výška žen se zdá být podprůměrná ve srovnání se studií Gáby a Přidalové (2014), u nichž vypočtená průměrná výška u žen 18–89 let činila $164,7 \pm 7,2$ cm. Dále Gába, Pelclová, Přidalová, Riegerová, Dostálová a Engelová (2009) pozorovali žen ve věku 56–73 let, které rozdělili do tří skupin dle množství vykonané pohybové aktivity za týden. U všech tří skupin dosahovala průměrná tělesná výška nad 164 cm.

Tělesná hmotnost skupin Ž1 a Ž2 je srovnatelná. Když porovnáme tělesnou hmotnost druhé věkové kategorie s kategorií pilotní studie Gáby et al. (2009), zjistíme, že průměrná hmotnost 72,1 kg je nejbližší skupině aktivních probandek, které měly průměrnou hmotnost 72,3 kg a jejich průměrná mírná pohybová aktivita byla 150–300 minut za týden. Probandky byly tedy řazeny do aktivní kategorie v souladu s U. S. Department of Health and Human Services (2008) (in Gába et al., 2009). U nejstarší skupiny žen můžeme sledovat pokles hmotnosti v průměru o 4,07–5,23 kg vzhledem k mladším skupinám žen. Toto zjištění koresponduje s tvrzením Kalvacha et al. (2004), který popisuje postupný nárůst hmotnosti cca do 70. – 80. roku života, poté naopak dochází zase k úbytku hmotnosti. Ve studiích Sofkové a Přidalové (2016), Podzimkové, Přidalové a Zbořilové (2017), Sedláčka, Caceka, Michaleka a Sebery (2012) nalézáme výsledky potvrzující zvyšování tělesné hmotnosti a snižování tělesné výšky v souvislosti se stárnutím. V našem měření nekoresponduje zvyšování tělesné hmotnosti u Ž3. Může to být dáno štíhlejším vzorkem žen nebo také tím, že už v tomto pokročilém věku naopak dochází k poklesu FFM, přesně jak popisuje Kalvach et al. (2004), který popisuje postupný nárůst hmotnosti cca do 70. – 80. roku života, poté naopak dochází zase k úbytku hmotnosti. Dle hodnot BMI byly všechny věkové skupiny žen řazeny dle WHO (2011) do kategorie nadváhy.

Ve stáří také klesá podíl vody v těle. To dokazují i mnohé studie (Přidalová, Sofková, Dostálová, & Gába 2011; Sofková, Přidalová, Pelclová, & Dostálová, 2011). Kalvach et al. (2004) uvádí pokles vody v těle ve stáří pod 50 %, u lidí obézních se obsah vody v těle může pohybovat okolo 45 %. Ve srovnání s těmito tvrzeními lze konstatovat, že dle hodnot tohoto

parametru byly měřené klientky Ž1 a Ž2 v průměru obézní. Toto zjištění se shoduje i s výsledky dalších parametrů. Nejmladší klientky (Ž1) měly průměrně 46,8 % TBW (33,2 kg), Ž2 s podobnými hodnotami – 46,4 % (33,4 kg) a nejméně TBW bylo naměřeno u Ž3 (32 kg). Avšak vzhledem k nejnižší hmotnosti ze všech měřených skupin žen dělá TBW u nejstarší skupiny žen v přepočtu 48 %. Gába a Přidalová (2014) uvádějí jako primární příčinu poklesu TBW pokles ICW v závislosti na rostoucím věku. To se shoduje s výsledky našeho měření, kdy sledujeme snižování množství TBW, tudíž i ICW a ECW s věkem. Bunc, Stilec, Moravčová a Matouš (2000) měřily celkem 58 seniorek ve věku 60–82 let. Udávají, že relativní hodnota TBW byla mírně nižší u seniorek ($50,2 \pm 3,5$ %) než u dospělých žen středního věku (55–65 %). Výsledky této studie dokazují pozitivní závislost věku na %BFM, kdy $r = 0,478$, což se v našem měření taktéž prokázalo.

Zajímavé výsledky byly shledány u parametru index Edema 2, jako jednoho z rizikových faktorů, který signalizuje kardiovaskulární onemocnění. Studie autorů Liu et al. (2012), jejichž výsledky byly zaměřeny na re-hospitalizaci související se srdečním selháním, rozdělila pacienty do 2 skupin – index Edema 2 $> 0,390$ ($n = 44$, tj. 39,3 %) a index Edema 2 $\leq 0,390$ ($n = 68$, tj. 60,7 %). Podle výsledků autoři soudí, že v případě hodnot indexu Edema 2 $\geq 0,390$, se jednalo o starší pacienty, a že tato hodnota předpovídá vyšší pravděpodobnost re-hospitalizace související se srdečním selháním. Hodnoty indexu Edema 2 u všech námi měřených věkových kategorií žen byly nadprůměrné a pohybovaly se v úrovni 0,39 jednotek. Standardní hodnoty se přitom pohybují v rozmezí 0,31–0,36 jednotek. Při rozdělení našich souborů dle rizikové hranice indexu Edema 2 jsme našli následující výsledky. Nejvíce seniorek, které měly hodnotu indexu Edema 2 $> 0,390$ se vyskytovalo u skupiny Ž3 ($n = 17$, tj. 45,9 %), což koresponduje se zjištěním Liua et al. (2012). Naopak nejméně bylo zjištěno ve skupině Ž2 ($n = 8$, tj. 19,5 %). U Ž1 bylo do rizikové skupiny zařazeno 12 žen, tj. více než u Ž2, ale kvůli většímu množství měřených žen v této skupině vychází procentuálně Ž1 nejlépe (13,6 %). Pokud porovnáme výsledky námi naměřených žen celkově bez členění do věkových skupin, tak do rizikové skupiny zařadíme 22,3 % žen, což ve srovnání se studií Liua et al. (2012) o 38,4 % méně.

Hodnoty Edema indexů mužů (Edema 1 = 0,343; Edema 2 = 0,390) jsou srovnatelné s hodnotami nejstarších žen Ž3 (Edema 1 = 0,343; Edema 2 = 0,391). Index Edema 1 byl ovšem u všech měřených skupin žen i u skupiny mužů podprůměrný vzhledem k doporučeným hodnotám a index Edema 2 naopak nadprůměrný. U mužů dosáhl rizikové hodnoty 0,390, která předpovídá zvýšené riziko kardiovaskulárních onemocnění. U žen Ž3 byla hodnota nepatrně vyšší a to 0,391 jednotek.

Klientkám Ž1 bylo naměřeno 35,6 % (25,8 kg) BFM. Obdobně na tom byla skupina Ž2 s 35,9 % (26,6 kg) a nejméně tuku měly Ž3 – 34,2 % (23,3 kg). Heyward a Wagner (2004) uvádí jako průměrnou hodnotu tuku 30 % u žen ve věku 55 let a více. Podle těchto autorů mají všechny naměřené skupiny nadprůměrné množství tukové složky a ženy s tukovou hmotou nad 35 % klasifikují autoři jako obézní. Ze sledovaných skupin by tedy do kategorie obézních zařazeny všechny skupiny žen, což víceméně odpovídá i hodnocení obezity dle množství TBW. Uvádí se, že pro obézní jedince, kteří mají více než 48 % BFM, by měly existovat specifické rovnice pro odhad jednotlivých frakcí tělesného složení. Důvodem je nejen nárůst tukové složky u obézních, ale nacházíme u nich i změny v množství vody, minerálů, proteinů a denzity FFM. U obézních vzrůstá relativní hydratace FFM z 74,2 % až na 77,0 %. Průměrně se hydratace FFM pohybuje v rozmezí 72–74 %.

Hodnota VFA se u jednotlivých skupin žen průměrně pohybovala v rozmezí 115,8–123,8 cm². Průměrné hodnoty naměřené u klientek signalizují střední riziko výskytu. Ve studii Sofkové et al. (2013) ženy starší 40 let převyšovaly svými hodnotami VFA naše měřené klientky. Jejich hodnota VFA dosahovala v průměru 154,8 cm². Také Gába a Přidalová (2014) ve své studii potvrzují nárůst VFA po menopauze. Jejich výsledné hodnoty značně převyšovaly hodnoty námi naměřených klientek. Průměrná hodnota u 50letých žen byla 122,5 cm², u 60letých žen 135,8 cm² a u žen starších 70 let 155,3 cm².

FFM i SMM s přibývajícím věkem u klientek postupně klesá. Kdy u Ž1 a Ž2 bylo změřeno průměrně 45,2–45,5 kg FFM a u Ž3 došlo k poklesu na 43,6 kg FFM. S podobnými výsledky je možno setkat se například ve studii Gáby a Přidalové (2014), kde u žen ve věku 60–69 let bylo naměřeno průměrně 44,6±4,7 kg FFM, kdežto u žen starších 70 let se množství FFM snižovalo na hodnotu 42,0±5,2 kg. Z hlediska množství SMM nejhůře dopadly nejstarší ženy (Ž3), které v porovnání s mladšími ženami měly méně svaloviny na trupu a dolních končetinách. Na horních končetinách u těchto žen nedošlo k výraznému poklesu kosterního svalstva.

Při porovnávání mužů a žen byli muži průměrně vyšší o 13,1–15,0 cm, vážili v průměru o 12,4–17,7 kg více a jejich průměrná hodnota BMR se pohybovala okolo 1704,4 kcal, tedy o 351,5–393,5 kcal výš než u žen. U žen jsou hodnoty cca o 5 až 10 % nižší než u mužů. Námi vypočtené hodnoty BMR u mužů a žen však odpovídají rozdílu 20,6–23,0 %. BMI mužů (27,4) bylo nejvyšší ze všech měřených skupin, ale srovnatelné se souborem Ž2 (27,0) a podle WHO (2011) taktéž muže zařazujeme do kategorie nadváhy.

U mužů bylo dále zjištěno větší množství TBW, ICW, ECW, FFM, SMM, BMC, BCM, proteinů i minerálů. Uvádí se, že tělo mužů obsahuje více vody než tělo žen, což

koresponduje s našimi výsledky. Riegrová, Přidalová & Ulbrichová (2006) naměřili ve své studii u mužů 63 % a u žen 53 % TBW. Kalvach et al. (2004) publikoval dokonce ještě nižší hodnoty a to 52 % TBW u mužů a 46 % u žen. S nižšími hodnotami TBW u žen souvisí samozřejmě i nižší hodnoty ICW a ECW.

Hodnoty FFM mužů (61,8 kg) byly vyšší než hodnoty žen. Nejvyšší hodnota FFM byla naměřena u Ž2 – 45,5 kg. Jelikož je FFM tvořena nejen opěrnými a pojivovými tkáněmi a hmotnosti vnitřních orgánů, ale především svalstvem, je zřejmé, že muži budou mít více FFM než ženy. Zejména větší zastoupení SMM v mužském těle činí FFM nadprůměrnou vzhledem k hodnotám žen. Muži mají fyziologicky více svalové hmoty než ženy. Rozdíly v množství SMM mezi pohlavími lze sledovat již od puberty, což je dáno zejména vlivem testosteronu. To potvrzují i námi naměřené výsledky. Nejvyšší rozdíl kosterní svalové hmoty byl nalezen mezi soubory M a Ž1 a činil 10 kg. U Ž1 bylo naměřeno 24,6 kg, u Ž2 24,7 kg a u Ž3 23,5 kg.

Muži u parametrů jako BFM, %BFM a VFA vykazovali nižší hodnoty než ostatní skupiny žen. Vyšší procentuální zastoupení tukové složky u žen, na rozdíl od mužů, bylo předpokládáno, neboť je to dáno fyziologicky. Tuk je totiž nezbytný pro tvorbu estrogenu a během menopauzy se zvyšuje tendence k ukládání tuku v těle. Riegrová, Kapuš, Gába, Ščotka (2010) uvádějí narůstání průměrné hodnoty BFM u mužů až do 70. decénia. Od 80. decénia se dle jejich práce tuková složka začala znovu snižovat.

7 ZÁVĚR

Jelikož rok od roku narůstá seniorská populace nejen v České republice, ale v celé Evropské Unii, a zároveň se prodlužuje délka života lidí, shledala jsem téma tělesné složení seniorů a jeho změny s přibývajícím věkem jako aktuální.

Na základě analýzy vybraných parametrů tělesného složení jsme přišli k závěru, že mladší skupiny žen (Ž1 a Ž2) byly ve všech parametrech srovnatelné. Z hlediska statistické významnosti však rozdíly mezi jednotlivými věkovými skupinami žen nebyly u sledovaných parametrů signifikantní.

Při zjišťování závislostí na základě korelačních koeficientů mezi výškou, hmotností, BMI a sledovanými parametry tělesného složení jsme u klientek našich souborů zjistili silnou korelaci mezi %BFM a VFA s BMI a hmotností. Naopak s výškou se prokázala velmi nízká závislost u %BFM, u VFA se s výškou prokázala také velmi nízká a inverzní závislost. V případě FFM byla měřením dokázána největší závislost s hmotností a výškou, korelace s BMI se pohybovala v nižších než středních hodnotách. Posledním testovaným parametrem byla SMM, u níž nám vyšel signifikantní vztah s výškou a hmotností.

Z pohledu regresních závislostí mezi BMI, věkem a vybranými parametry tělesného složení jsme došli k závěru, že regresní křivky podporují výsledky v rámci korelačních koeficientů a největší regresní závislost tedy vykazovaly vztahy mezi BMI a VFA, BMI a BFM i %BFM.

Hodnota indexu Edema 2 byla u nejstarších žen průměrně nejvyšší. Při rozdělení žen dle rizikové hranice Edema 2 jsme zjistili, že nejvíce jsou výskytem kardiovaskulárního onemocnění ohroženy právě nejstarší ženy (Ž3).

Rozdíl v zastoupení SMM u jednotlivých věkových skupin žen byl mírný, leč pozorovatelný, s klesající tendencí. Hodnoty Ž1 a Ž2 byly opět srovnatelné. U nejstarší skupiny žen jsme vzhledem k mladším skupinám pozorovali úbytek SMM a to zejména na trupu a dolních končetinách.

8 SOUHRN

Cílem této diplomové práce bylo analyzovat tělesné složení u seniorek navštěvujících Univerzitu třetího věku na Univerzitě Palackého v Olomouci. Pro měření bylo využito multifrekvenční bioelektrické impedance při použití přístroje InBody 720.

Teoretická část se zabývá involučními změnami ve stáří, podvýživou seniorů, jež úzce souvisí se seniorskou křehkostí, obezitou a dále vhodnou pohybovou aktivitou seniorů. Z hlediska tělesného složení jsou uváděny jednotlivé modely a parametry tělesného složení. V souvislosti s parametry složení lidského těla se práce opírá o celkovou tělesnou vodu (TBW), která se dělí na intracelulární (ICW) a extracelulární (ECW) vodu, dále o množství tukuprosté hmoty (FFM), svalové hmoty (SMM) a tukové hmoty vyjádřené v kg (BFM) i v procentech (%BFM).

Výzkumný soubor tvořilo celkem 166 seniorek, které byly rozděleny do 3 věkových kategorií (Ž1, Ž2 a Ž3). Průměrný věkový rozdíl mezi nejmladší skupinou žen (Ž1) a nejstarší věkovou skupinou (Ž3) činil 10,8 let. Skupina Ž1 (60–64,99 let) byla tvořena 88 ženami, jejichž věk byl průměrně spočítán na 62,2 let. Druhou skupinu Ž2 (65–69,99 let), o průměrném věku 66,6 let, tvořilo 41 seniorek. Do poslední a nejstarší skupiny (70–79,99 let) bylo zařazeno 37 žen s průměrným věkem 73,0 let. Všechny měřené parametry věkových kategorií žen Ž1 a Ž2 byly srovnatelné. Skupina Ž2 na rozdíl od Ž1 vždy vykazovala o něco málo vyšší hodnoty (s výjimkou ICW a ECW). Ženy průměrně dosahovaly výšky 160,7–162,6 cm a vážily průměrně 66,8–72,1 kg, z nichž nejnižší hmotnost vykazovaly ženy nejstaršího věku (Ž3). Signifikantní rozdíly mezi věkovými skupinami žen nebyly zjištěny ani u BMR, který se pohyboval okolo 1310,9–1352,9 kcal. Z hlediska BMI jsou dle WHO (2011) všechny 3 věkové skupiny žen zařazeny do kategorie nadváhy.

Nejvyšší množství TBW bylo zjištěno u skupiny Ž2. Z měření bylo zjištěno snížení TBW vzhledem k rostoucímu věku, kdy nejméně TBW bylo zastoupeno u nejstarší skupiny (Ž3). Mezi skupinami žen nebyly zjištěny signifikantní rozdíly, u souborů Ž1 a Ž2 byly u všech parametrů naměřeny téměř shodné hodnoty. Zastoupení ECW a ICW se taktéž snižovalo s věkem, ale taktéž u těchto skupin nebyly zjištěny signifikantní rozdíly vzhledem k věku. Hodnoty indexu Edema 1 se pohybovaly na úrovni 0,34, kdy nejvyšší hodnota byla zjištěna u souboru Ž3. Ostatní věkové skupiny měly nižší, ale téměř shodné hodnoty. Index Edema 2 se pohyboval na úrovni 0,39 a nejvyšší hodnota byla taktéž naměřena u nejstarší skupiny. Z

pohledu rizikovosti hodnot Edema 2 byla vysokým rizikem výskytu ohrožena skupina Ž3, kdy do rizikové skupiny bylo na základě výsledků z InBody 720 zařazeno 45,9 %. U skupiny Ž1 bylo do rizikové skupiny zařazeno 13,6 % a u Ž2 19,5 %.

Z hlediska zastoupení BFM opět vykazovaly nejvyšší hodnoty Ž2 (26,6 kg, tj. 35,9 %) a nejnižší hodnoty u Ž3 (23,3 kg, tj. 34,2 %). Stejně tomu bylo i při porovnání množství viscerálního tuku, které se průměrně pohyboval v rozmezí 115,8–123,8 cm², kdy nejvyšší naměřenou hodnotou byla hodnota 197,9 cm².

Zastoupení FFM a SMM se snižovalo s věkem, nejvyšší hodnoty byly naměřeny u Ž2, nejnižší u Ž3. Hodnoty FFM a SMM se u skupiny Ž1 a Ž2 liší jen nepatrně (jen v desetínách), stejně jako ostatní naměřené parametry. Taky nebyly prokázány signifikantní rozdíly mezi věkovými skupinami žen.

Při porovnávání mužů a žen byli muži průměrně vyšší, s vyšší hmotností a vyšší hodnotou BMR. BMI mužů (27,4) bylo vyšší než u Ž3 (25,4) a srovnatelné se souborem Ž2 (27,0), ale dle WHO (2011) taktéž patří do kategorie lidí s nadváhou. U mužů bylo dále zjištěno větší množství TBW, ICW, ECW, FFM, SMM, BMC, BCM, proteinů i minerálů. Hodnoty Edema indexů mužů byly srovnatelné s hodnotami nejstarších žen Ž3. U mužů byly dále naměřeny parametry jako BFM, %BFM a VFA, u nichž vykazovali nižší hodnoty než ostatní skupiny žen.

Vzhledem k výsledkům segmentální analýzy kosterního svalstva lze konstatovat, že skupiny Ž1, Ž2 i Ž3 vykazují mírnou nerovnováhu v zastoupení svalové hmoty na horní části těla. U souborů Ž1 a Ž3 se hodnoty svalstva na trupu pohybovaly v doporučených referenčních hodnotách a skupina Ž2 dokonce doporučené referenční hodnoty přesahovala. Mírnou nevyváženost dolní poloviny těla vykazovaly skupiny Ž2 a Ž3. Jen nejmladší ženy Ž1 měly dolní polovinu těla z hlediska svalstva vyváženou.

Hlavní a dílčí cíle této diplomové práce byly splněny.

9 SUMMARY

The aim of the diploma thesis is the analysis of bodily constitution in female seniors who attend the University of the Third Age at Palacký University Olomouc. The multifrequency bioelectric impedance was used for the measurement using an InBody 720 device.

The theoretical part describes the involutionary changes in old age, malnutrition of seniors which is in close connection with senior fragility, obesity and also suitable physical activity for seniors. With regards to the bodily constitution there are stated the particular models and parameters of bodily constitution. In connection with the parameters of bodily constitution the thesis relies on total bodily water (TBW), which is divided into intracellular (ICW) and extracellular water (ECW) and also the amount of fat free mass (FFM), muscular (SMM) and bodily fat mass expressed in kilograms (BFM) and percentages (%BFM).

The research populatoin consisted of 166 senior women who were divided into 3 groups based on age as follows: 60–64,99 (Ž1), 65–69,99 (Ž2) and 70–79,99 (Ž3). The average age difference between the youngest group (Ž1) and the oldest group (Ž2) was 10,8 years of age. Group Ž1(60 – 64,99 years) consisted of 88 women with the average age of 62,2 years. The second group Ž2 (65–69,99 years) consisted of 41 senior women with the average age of 66,6 years. The third group Ž3 (70–79,99 years) consisted of 37 women with the average age of 73,0 years. All the measured parameters of the age cathegories were comparable. The group Ž2 unlike the group Ž2 always showed a little higher data (with exception of ICW and ECW). The women reached the average height 160,7–162,6 cm and weighed on average 66,8–72,1 kg and the lowest weight had the oldest women (Ž3). Significant differences between the age groups were not found even in BMR that ranged around 1310,9–1352,9 kcal. According to WHO (2011) as regards BMI all the three groups are classified as overweight.

The highest amount of TBW was found in group Ž2. The measurements showed a certain decrease of TBW according to the rising age, where the lowest TBW was found in the oldest group (Ž3). There were not found any significant differences between the groups, in groups Ž1 and Ž2 were the measured parameters more or less the same. The ECW and ICV factors were also decreasing with the age, but nevertheless there were not found any significant differences with reference to the age. The results of the index Edema 1 were ranging around the level of 0,34 and the highest value was found in the Ž3 group. The other groups showed lower, but very similar values. The Index Edema 2 was ranging around the level of 0,39 and the highest value was found in the oldest group. From the point of view of the risk of

Edema 2, a high risk of occurrence was threatened with group Ž3 where the risk group formed 45,9 %. It was based on the InBody 720 results. For group 1, the risk group formed 13.6% and the Ž2 19.5%.

According to the extent of BFM, again the Ž2 group showed the highest values (26,6 kg, i.e.: 35,9%) and the lowest values were in Ž3 (23,3 kg, i.e.: 34,2%). The same took place in comparison of the amount of visceral fat, that on average ranged 115.8–123.8 cm², where the highest value was 197,9 cm².

The factors FFM and SMM were decreasing with the age, the highest values were found in Ž2 and the lowest in Ž3. The values of FFM and SMM differed in Ž1 and Ž2 only slightly (few tenths), as well as the other measured parameters. There were also not proved significant differences among the age groups.

In comparison of men and women the men were on average taller, heavier with higher value of BMR. BMI of the men (27,4) was higher than in Ž3 (25,4) but comparable with Ž2 group (27,0), but still according to WHO (2011) they also belong to the category of overweight people. As follows there were also found in men higher amounts of TBW, ICW, ECW, FFM, SMM, BMC, BCM, carbohydrates and minerals. The values of Edema indices in men were comparable to the values of the oldest women group. In men there were also measured parameters such as BFM, %BFM a VFA, that showed results lower than all the women's groups.

According to the results of the segmental analysis of skeletal muscles it can be stated that the groups Ž1, Ž2 i Ž3 show slight imbalance in muscle mass in the higher part of body. In groups Ž1 and Ž3 the values of muscles on the trunk ranged in the recommended referential values and the group Ž2 even overlapped the referential values. A slight imbalance in lower part of body was shown in the groups Ž2 and Ž3. Only the youngest women Ž1 showed the lower part of body in balance as regards the muscles.

The main and partly aims of the diploma thesis were fulfilled.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Anonymous (n. d.). Healthy Body Fat Ranges for Children. Retrieved 24. 11. 2016 from the World Wide Web: <http://www.anthropometricinstruments.com/images/1000x0/produkty/7/kaliper-best-ii-k-501.jpg>
- Anonymous (n. d.). Retrieved 10. 4. 2016 from the World Wide Web: http://iks.upol.cz/wp-content/uploads/2014/02/Pridalova_Somatodiagnostika.pdf
- Anonymous (n. d.). Retrieved 25. 5. 2016 from the World Wide Web: <http://www.inbody.cz/inbody720.php>
- Anonymous (n. d.). Retrieved 17. 3. 2016 from the World Wide Web: <http://www.inbody.cz/pristroje-bia.php/>
- Anonymous (n. d.). Retrieved 3. 3. 2018 from the World Wide Web: <http://www.uzis.cz/katalog/rocenky/zdravotnicka-rocenka-ceske-republiky>
- Abbatecola, A. M., Olivieri, F., Corsonello, A., Strollo, F., Fumagalli, A., & Lattanzio, F. (2012). Frailty and Safety. *Drug Safety*, 3563–3571.
- Al-Gindan, Y. Y., Hankey, C. R., Leslie, W., Govan, L., & Lean, M. J. (2014). Predicting muscle mass from anthropometry using magnetic resonance imaging as reference: a systematic review. *Nutrition Reviews*, 72(2), 113–126.
- Bahadori, B. et al. (2006). Body composition: the fat-free mass index (FFMI) and the body fat mass index (BFMI) distribution among the adult Austrian population – results of a cross-sectional pilot study. *International Journal of Body Composition Research*, 4(3), 123–128.
- Ball, S., Cowan, C., Thyfault, J., & LaFontaine, T. (2014). Validation of a New Skinfold Prediction Equation Based on Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 18(3), 198–208.
- Barreira, T.V., Broyles, S.T., Gupta, A.K., & Katzmarzyk, P.T. (2014). Relationship of anthropometric indices to abdominal and total body fat in youth: sex and race differences. *Obesity* 22(5), 1345–1350.

- Benjamin, K., Edwards, N., & Caswell, W. (2009). Factors influencing the Physical Activity of Older Adults in Long – Term Care: Administrators Perspectives. *Journal of Aging & Physical Activity*, 17(2), 181–195.
- Biospace. (2008). *InBody 720 – The precision body composition analyzer*. Retrieved 17. 12. 2015 from the World Wide Web: https://www.e-inbody.com/product/pdf/720_catalog_10P_eng.pdf
- Bunc, V., Stilec, M., Moravcová, & M., Matouš, M. (2000). Body Composition Determination by Whole Body Bioimpedance Measurement in Women Seniors. *Acta Universitatis Carolinae: Kinanthropologica*, 36(1), 23–37.
- Burke, L. (2007). *Practical sport nutrition*. Champaign, IL; Human Kinetics.
- Cinglová, L. (2002). *Vybrané kapitoly z tělovýchovného lékařství pro studenty FTVS*. Praha: Karolinum.
- Cohen-Mansfield, J., Shmotkin, D., & Goldberk, S. (2010). Predictors of Longitudinal Changes in Older Adults Physical Activity Engagement. *Journal of Aging & Physical Activity*, 18(2), 141–157.
- Coufalová, E. (2011). Obezita jako rizikový faktor invalidizace pro onemocnění pohybového aparátu. (Czech). *Revision & Assessment Medicine / Revizni A Posudkove Lekarstvi*, 14(3), 83–91.
- Cruz-Jentoft, A. J. et al. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing*, 39, 412–423.
- Čajka, V., Sovová, E., Pastucha, D., Langová, K., & Zapletalová, J. (2014). Tělesné složení u osob cvičících jógu. *Česká antropologie*, 64(1), 6–9.
- Damush, T. M. et al. (2005). Motivational Factors Influencing Older Adults Diagnosed With Knee Osteoarthritis to Join and Maintain an Exercise Program. *Journal of Aging & Physical Activity*, 13(1), 45–59.
- Dey, D. K., Rothenberg, E., Sundh, V., Bosaeus, I., & Steen, B. (1999). Height and body weight in the elderly. I. A 25-year longitudinal study of a population aged 70 to 95 years. *European Journal Of Clinical Nutrition*, 53(12), 905–914.

- Forbes, G. B. (1999). Longitudinal changes in adult fat-free mass: influence of body weight. *The American Journal Of Clinical Nutrition*, 70(6), 1025–1031.
- Fourie, M., Gildenhuis, G. M., Shaw, I., Shaw, B. S., Toriola, A. L., & Goon, D. T. (2013). Effects of a mat Pilates programme on body composition in elderly women. *The West Indian Medical Journal*, 62(6), 524–528.
- Freedman, D. S., & Ford, E. S. (2015). Are the recent secular increases in the waist circumference of adults independent of changes in BMI? *The American Journal Of Clinical Nutrition*, 101(3), 425–431.
- 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 year old women: a pilot study. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 39(3), 21–30.
- Gába, A., & Přidalová, M. (2014). Age-related changes in body composition in a sample of Czech women aged 18–89 years: a cross-sectional study. *European Journal Of Nutrition*, 53(1), 167–176.
- Gába, A., & Přidalová, M. (2016). Diagnostic performance of body mass index to identify adiposity in women. *European Journal Of Nutrition*, 70, 898–903.
- Gába, A., Přidalová, M., & Zając-Gawlak, I. (2014). Posouzení objektivitě hodnocení výskytu obezity na základě body mass indexu vzhledem k procentuálnímu zastoupení tělesného tuku u žen ve věku 55–84 let. *Časopis Lékařů českých*, 153, 22–27.
- Genton, L., Graf, C. E., Karsegard, V. L., Kyle, U. G., & Pichard, C. (2013). Low fat-free mass as a marker of mortality in community-dwelling healthy elderly subjects. *Age And Ageing*, 42(1), 33–39.
- Gielen, E., Verschueren, S., O'Neill, T. W., Pye, S. R., O'Connell, M. L., Lee, D. M., & ... Boonen, S. (2012). Musculoskeletal frailty: a geriatric syndrome at the core of fracture occurrence in older age. *Calcified Tissue International*, 91(3), 161–177.
- Guo, S. S., Zeller, C., Chumlea, W. C., & Siervogel, R. M. (1999). Aging, body composition, and lifestyle: the Fels Longitudinal Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70(3), 405–411.

- Haskell, W. L., Lee, I., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., & ... Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, 116(9), 1081–1093.
- Hátlová, B. (2010). *Psychologie seniorského věku* [Učební texty]. Ústí nad Labem: Pedagogická fakulta Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Katedra psychologie.
- Heyward, V. H., & Wagner, D. R. (2004). *Applied body composition assessment* (2nd ed.). Champaign, III: Human Kinetics.
- Hlúbik, P., Kunešová, M., Fried, M., & Býma, S. (2009). *Obezita - doporučený diagnostický léčebný postup pro všeobecné praktické lékaře*. Praha: Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP. Retrieved 1. 3. 2018 from the World Wide Web: <https://www.svl.cz/files/files/Doporuocene-postupy-2008-2012/obezita-2009.pdf>
- Holeček, V., Rokyta, R., & Vlasák, R. (2007). Gynoidní a androidní obezita. *Československá fyziologie*, 56(4), 151–153.
- Holmerová, I., Jurášková, B., Vaňková, H., & Veleta, P. (2007). Křehkost vyššího věku a sarkopenie jako její důležitá komponenta. *Česká Geriatrická Revue*, 5(1), 24–32.
- Holmerová, I., Jurašková, B., Zikmundová, K. et al. (2007). *Vybrané kapitoly z gerontologie*. Praha: EV public relations.
- Hrnčiariková, D., Jurašková, B., Klemra, P., & Zádák, Z. (2007). Antropometrická vyšetření a měření svalové síly u geriatrických pacientů. *Česká Geriatrická Revue*, 5(2), 96–101.
- Hronek, M. et al. (2013). *Praktická cvičení z morfologie a fyziologie (pro posluchače farmaceutické fakulty)*. Praha: Karolinum.
- Hudáková, A. & Majerníková, L. (2013). *Kvalita života seniorů v kontextu ošetrovatelství*. Praha: Grada Publishing.
- Chortane, S. G., Saad, H. B., Ounis, O. B., Zouhal, H., Gazzah, M., & Tabka, Z. (2009). Fat-free mass of healthy North African children aged 8–16 years. *Fitness & Performance Journal (Online Edition)*, 8(4), 237–246.

- Jarošová, D., Gabzdylová, M., & Kozáková, R. (2011). Standardizace nutriční péče v domově pro seniory. (Czech). *General Practitioner / Praktický Lékař*, 91(2), 714–717.
- Kalvach, Z. (2005). *Geriatric, geriatrický pacient a praktický lékař*. Praha: Edukafarm. Retrieved 29. 4. 2017 from the World Wide Web: <http://www.edukafarm.cz/c549>
- Kalvach, Z., & Holmerová, I. (2008). Geriatrická křehkost – významný klinický fenomén. *Medicína pro praxi*, 5(2), 66–69.
- Kalvach, Z., Zadák, Z., Jiráček, R., Závázalová, H., & Sucharda, P. (2004). *Geriatric a gerontologie*. Praha: Grada Publishing.
- Kim, J. A., Choi, Ch. J., & Yum, K. S. (2006). Cut-off values of visceral fat area and waist circumference: Diagnostic criteria for abdominal obesity in a Korean population. *Journal of Korean Medical Science*, 21, 1048–1053.
- Kim, J. H., Doo, S. W., Cho, K. S., Yang, W. J., Song, Y. S., Hwang, J., & ... Kwon, S. (2015). Which anthropometric measurements including visceral fat, subcutaneous fat, body mass index, and waist circumference could predict the urinary stone composition most? *BMC Urology*, 1517.
- Koeneman, M. A. et al.(2011). Determinants of physical activity and exercise in healthy older adults: A systematic review. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8(1), 142–157.
- Korth, O., Bosy-Westphal, A., Zschoche, P., Glüer, C., & Müller, M. (2007). Unfluence of methods used in body composition analysis on the prediction of resting energy expenditure. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61, 582–859.
- Kozáková, R., & Jarošová, D. (2010). Metody hodnocení stavu výživy seniorů. *Medicína pro praxi*, 7(10), 396–397.
- Kroemeke, A., Zając-Gawak, I., Pośpiech, D., Gába, A., Přidalová, M. & Pelclová, J. (2014). Postmenopausal obesity: 12,500 steps per day as a remedy? Relationships between body composition and daily steps in postmenopausal women. *Menopausal Rewiew*, 13(4), 227–232.

- Kyle, U. G., Genton, L., Gremion, G., Slosman, D. O. & Richard, C. (2004). Aging, physical activity and height-normalized body composition parameters. *Clinical Nutrition*, 23(1), 79–88.
- Kyle, U. G., Melzer, K., Kayser, B., Picard-Kossovsky, M., Gremion, G., & Pichard, C. (2006). Eight-Year Longitudinal Changes in Body Composition in Healthy Swiss Adults. *Journal Of The American College Of Nutrition*, 25(6), 493–501.
- Kyle, U. G., Morabia, A., Schutz, Y., & Pichard, C. (2004). Sedentarism affects body fat mass index and fat-free mass index in adults aged 18 to 98 years. *Nutrition*, 20(3), 255–260.
- Kyle, U. G., Schutz, Y., Dupertuis, Y., & Pichard, C. (2004). Body composition interpretation: contribution of fat-free mass index and body fat mass index. *Clinical Nutrition*, 19, 587–604.
- Liu, M., Wang, C., Huang, Y., Tung, T., Lee, C., Yang, N., & ... Cherng, W. (2012). Edema index established by a segmental multifrequency bioelectrical impedance analysis provides prognostic value in acute heart failure. *Journal Of Cardiovascular Medicine (Hagerstown, Md.)*, 13(5), 299–306.
- Lohman, T. G. (1992). *Advances in Body Composition Assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Lovejoy, J. C., Champagne, C. M., de Jonge, L., Xie, H., & Smith, S. R. (2008). Increased visceral fat and decreased energy expenditure during the menopausal transition. *International Journal Of Obesity*, 32(6), 949–958.
- Lužný, J., & Ivanová, K. (2010). Je ještě možné zlepšit kvalitu života těchto seniorů? *Vojenské zdravotnické listy*, 79(3), 96–104.
- Manders, M., de Groot, C. M., Blauw, Y. H., Dhonukshe-Rutten, R. M., van Hoeckel-Prüst, L., Bindels, J. G., Siebelink, E., & van Staveren, W. A. (2009). Effect of a nutrient-enriched drink on dietary intake and nutritional status in institutionalised elderly. *European Journal Of Clinical Nutrition*, 63(10), 1241–1250.
- McIntosh, E., Smale, K., & Vallis, L. (2013). Predicting fat-free mass index and sarcopenia: A pilot study in community-dwelling older adults. *Age*, 35(6), 2423–2434.

- Merkunová, A., & Orel, M. (2008). *Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory*. Praha: Grada Publishing.
- Mikšová, Z., Froňková, M., Hernová, R., & Zajíčková, M. (2006). *Kapitoly z ošetrovatelské péče I: Aktualizované a doplněné vydání*. Praha: Grada Publishing.
- Milanović, Z., Pantelić, S., & Jorgić, B. (2012). Changes in physical fitness of men older than 60 – a pilot study. *Sportlogia*, 8(1), 72–83.
- Morgan, L. A., & Kunkel, S. R. (2016). *Aging, Society, and the Life Course*. New York: Springer Publishing Company.
- Moschny, A. et al. (2011). Barriers to physical activity in older adults in Germany: A cross-sectional study. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8(1), 121–129.
- Nied, R. J., & Frankin, B. (2002). Promoting and prescribing exercise for the elderly. *Journal of the American Academy of Family Physicians*, 65(3), 419–426.
- Pai, M. K. (2011). Comparative study of nutritional status of elderly population living in the home for aged vs those living in the community. *Biomedical Research*, 22 (1), 120–126.
- Pařízková, J., Lysá, L., et al. (2007). *Obezita v dětství a dospívání*. Praha: Karolinum.
- Pastucha, D. et al. (2014). *Tělovýchovné lékařství: vybrané kapitoly*. Praha: Grada Publishing.
- Pauly, L., Stehle, P., & Volkert, D. (2007). Nutritional situation of elderly nursing home residents. *Zeitschrift Für Gerontologie Und Geriatrie*, 40(1), 3–12.
- Pelclová, J., Gába, A., Přidalová, M., Engelová, L., Tlucáková, L., & Zajáč-Gawak, I. (2009). Vztah mezi doporučeními vztahujícími se k množství pohybové aktivity a vybranými ukazateli zdraví u žen navštěvujících univerzitu třetího věku. *Tělesná Kultura*, 32(2), 64–78.
- Peterson, C. M., Johannsen, D. L., & Ravussin, E. (2012). Skeletal Muscle Mitochondria and Aging: A Review. *Journal Of Aging Research*, 1–20.
- Podzimková, T., Přidalová, M., & Zbořilová, V. (2017). An Evaluation of Frailty Factors among Elderly and their Mutual Links Amongst Elderly Woman in the Olomouc Region. *Acta Gymnica*, 47(1), 33–40.

- Poehlman, E. T. (2002). Menopause, energy expenditure, and body composition. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, 81(7), 603–611.
- Pokorná, A. & Maixnerová, L. (2013). Sledování nutričního stavu seniorů za hospitalizace. (Czech). *General Practitioner / Praktický Lékař*, 93(5), 221–225.
- Přidalová, M., & Riegerová, J. (2008). *Funkční anatomie I*. Olomouc: Hanex.
- Přidalová, M., Sofková, T., Dostálová, I., & Gába, A. (2011). Vybrané zdravotní ukazatele u žen s nadváhou a obezitou ve věku 20–60 let. *Česká antropologie*, 61(1), 32–38.
- Riegerová, J., Kapuš, O., & Gába A. (2010). Analýza tělesné vody, minerálních složek, buněčné hmoty a edema indexů u českých mužů ve věku 20 až 80 let. *Česká antropologie*, 60(2), 23–25.
- 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 (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Hanex.
- Rokyta, R. (2008). Fyziologie tělesných tekutin. In R. Rokyta (Eds.). *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, ošetrovatelství, přírodovědných, pedagogických a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV.
- Romero-Corral, A., Somers, V. K., Sierra-Johnson, J., Thomas, R. J., Collazo-Clavell, M. L., Korinek, J., . . . LopezJimenez, F. (2008). Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. *International Journal of Obesity*, 32(6), 959–966.
- Roslowski, A. (2005). *Jak zůstat fit ve stáří*. Brno: Computer Press.
- Scott, D., Sanders, K. M., Aitken, D., Hayes, A., Ebeling, P. R., & Jones, G. (2014). Sarcopenic obesity and dynapenic obesity: 5-year associations with falls risk in middle-aged and older adults. *Obesity*, 22(6), 1568–1574.
- Sedláček, J., Cacek, J., Michálek, J., Sebera, M. (2012). Sex Differences of Somatic Parameters in Czech Senior Population. *Gymnasium: Scientific Journal of Education, Sports*, 13(1), 154–161.

- Sen, J., & Mondal, N. (2013). Fat mass and fat-free mass as indicators of body composition among Bengalee Muslim children. *Annals of Human Biology*, 40(3), 286–293.
- Shephard, R. J. (1997). *Aging, physical activity, and health*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schoeller, D. A. (1989). Changes in total body water with age. *The American Journal Of Clinical Nutrition*, 50(5), 1176–1181.
- Schutz, Y., Kyle, U. U. G., & Pichard, C. (2002). Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18–98 y. *International Journal of Obesity*, 26, 953–960.
- Sivapathy, S., Chang, C. Y., Chai, W. J., Ang, Y. K., & Yim, H. S. (2013). Assessment of hydration status and body composition of athlete and non-athlete subjects using Bioelectrical Impedance Analysis. *Journal Of Physical Education & Sport*, 13(2), 157–162.
- Sofková, T. (2016). Posouzení tělesného složení v rámci kategorizace body mass indexu u žen ve věku 18–30 let.
- Sofková T., Přidalová, M., Mitáš, J., & Pelclová, J. (2013). The level of neighborhood walkability in a place of residence and its effect on body composition in obese and overweight women. *Central European Journal of Public Health*, 21(4), 184–189.
- Sofková, T., & Přidalová, M. (2014). Vliv ročního období v kurzech redukce hmotnosti. *Česká antropologie*, 64(1), 25–31.
- Sofková, T., Přidalová, M., Pelclová, J., & Dostálová, I. (2011). Změna tukové frakce u obézních žen ve vztahu k doporučené pohybové aktivitě. *Česká antropologie*, 61(1), 39–44.
- Song, M. Y., Ruts, E., Kim, J., Janumala, I., Heymsfield, S., & Gallagher, D. (2004). Sarcopenia and increased adipose tissue infiltration of muscle in elderly AfricanAmerican women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79, 874–880.
- Sorkin, J. D., Muller, D. C., & Andres, R. (1999). Longitudinal change in height of men and women: implications for interpretation of the body mass index: the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *American Journal Of Epidemiology*, 150(9), 969–977.

- Spirduso, W., Francis, K., & MacRae, P. (2005). *Physical dimension of aging* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Stewart, A. D., & Sutton, L. (2012). *Body composition in sport, exercise and health*. New York: Routledge.
- Stuart-Hamilton, I. (1999). *Psychologie stárnutí*. Praha: Portál.
- Suchomel, A., & Sigmundová, D. (2011). Pohybová aktivita mužů a žen libereckého regionu z hlediska denních činností / Physical activity of men and women in the Liberec region regarding their daily activities. *Physical Culture / Telesna Kultura*, 34(1), 108–118.
- Szeklicky, R. (2006). Level of education, marital status and social contacts as determinants of habitual physical activity among elderly men. *Studies in Physical Culture & Tourism*, 13(1), 93–97.
- Szabo, A. S., & Tolnay, P. (2014). Is BMI really suitable for characterization of physique (nourished state stature) and optimum bodyweight of athletes?. *Sport Scientific & Practical Aspects*, 11(2), 27–35.
- Šenolt, L., Kuklová, M., Hulejová, H., & Andres Cerezo, L. (2012). Obezita, tuková tkáň a kardiovaskulární riziko u revmatoidní artritidy. (Slovak). *Czech Rheumatology / Ceska Revmatologie*, 20(2), 43–52.
- 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.
- Topinková E. (2010). *Geriatric pro praxi*. Praha: Galén.
- Toth, M. J., Tchernof, A., Sites, C. K., & Poehlman, E. T. (2000). Effect of menopausal status on body composition and abdominal fat distribution. *International Journal Of Obesity And Related Metabolic Disorders: Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*, 24(2), 226–231.
- Thibault, R., Genton, L., & Pichard, C. (2012). Body composition: why, when and for who?. *Clinical Nutrition*, 31(4), 435–447.
- Trojan, S. et al. (2003). *Lékařská fyziologie* (4th ed.). Praha: Grada Publishing.

- Tudor-Locke, C., & Bassett, D.R. Jr. (2004). How many steps/day are enough? Preliminary pedometer indices for public health. *Sports Medicine*, 34(1), 1–8.
- Vágnerová, M. (2007). *Vývojová psychologie. II. Dospělost a stáří*. Praha: Karolinum.
- Vepřeková B. (2012). Vliv stárnutí na kognitivní funkce a možnosti hodnocení v terénní praxi. *Praktický lékař*, 92(3), 139–144.
- Veselý, O. (2012). *Téma: Fyziologie homeostázy a tělesné vody*. In Tvorba a ověření elearningového prostředí pro integraci výuky preklinických a klinických předmětů na LF a FVZ 81 UP Olomouc. Retrieved 3. 1. 2016 from the World Wide Web: <http://pfyziollfup.upol.cz/castwiki2/?p=5063>
- Visser, M., Pahor, M., Tylavsky, F., Kritchevsky, S. B., Cauley, J. A., Newman, A., & T. B. Harris. (2003). One- and two-year change in body composition as measured by DXA in a population-based cohort of older men and women. *Journal of Applied Physiology*, 94(6), 2368–2374.
- Weber, P. et al. (2011). Geriatrické syndromy a syndrom frailty – zlatý grál geriatrické medicíny. *Vnitřní lékařství*, 7(6), 2–3.
- Weiss, D. R. et al. (2007). Five – year predictors of physical activity decline among adults in low – income communities: a prospective study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 4(1), 2–8.
- Wernerová, J., & Zvoníková, A. (2016). Stárnutí, dlouhodobě nepříznivý zdravotní stav a závislost seniorů. *Revision & Assessment Medicine / Revizni a Posudkove Lekarstvi*, 19(2), 68–73.
- Wilmore, J. H. (1992). *Body composition and body energy stores: Endurance in sport*. Oxford Blackwell Scientific Publ., 224.
- Wyatt, H. R., Peters, J. C., Reed, G. V., Barry, M., & Hill, J. O. (2005). A Colorado Statewide Survey of Walking and Its Relation to Excessive Weight. *Medicine & Science in Sports & Exercis*, 37(5), 724–730.
- Yamada, M., Moriguchi, Y., Mitani, T., Aoyama, T., & Arai, H. (2014). Age-dependent changes in skeletal muscle mass and visceral fat area in Japanese adults from 40 to 79 years of age. *Geriatrics and Gerontology International*, 14, 8–14.

Ying-Xiu, Z., & Shu-Rong, W. (2011). Relation of body mass index and fat-free mass index to blood pressure in children aged 7–12 in Shandong, China. *Annals of Human Biology*, 38(3), 313–316.

Zeman, D. (2005). Obezita a metabolický syndrom. *Vnitřní lékařství*, 51(1), 72–75.

Zvoníková, A. (2012). Senioři – kvalita života, zdravotní péče a sociální zabezpečení. *Revizní a posudkové lékařství*, 15(2), 80–84.

11 SEZNAM ZKRATEK

BMC	–	Bone Mineral Content (obsah kostních minerálů)
BCM	–	Body Cell Mass (buněčná hmota)
BMI	–	Body Mass Index
BMR	–	Bazal Metabolic Rate (bazální metabolismus)
BFM	–	Body Fat Mass (tuková hmota)
%BFM	–	Percent Body Mass (procento tukové hmoty)
VFA	–	Visceral Fat Area (viscerální tuk)
FFM	–	Fat-Free Mass (tukuprostá hmota)
SMM	–	Skeletal Muscle Mass (kosterní svalová hmota)
TBW	–	Total Body Water (celková tělesná voda)
ICW	–	Intracellular Water Mass (intracelulární voda)
ECW	–	Extracellular Water Mass (extracelulární voda)
Edema 1	–	index otoků 1
Edema 2	–	index otoků 2
ProteinM	–	Protein Mass (proteinová hmota)
MineralM	–	Mineral Mass (minerály)

12 SEZNAM PŘÍLOH

Tabulka 1. Popisné charakteristiky somatických parametrů u souboru Ž1

(n=88)	M	SD	Min	Max
Fitness Score	69,3	6,1	51,0	82,0
BMC (kg)	2,6	0,3	1,9	3,4
BCM (kg)	29,2	2,6	22,7	35,2
VFA (cm ²)	118,9	31,0	63,3	197,3
SMM (kg)	24,6	2,4	18,7	30,0
BFM (kg)	25,8	7,9	12,3	46,1
BFM (%)	35,6	6,0	22,6	49,0
ICWM (kg)	20,4	1,8	15,9	24,5
ECWM (kg)	12,8	1,2	9,9	15,6
ProteinM (kg)	8,8	0,8	6,9	10,6
MineralM (kg)	3,2	0,3	2,3	4,1
TBWM (kg)	33,2	3,0	25,8	40,1
FFM (kg)	45,2	4,1	35,2	54,7
EDEMA 1	0,339	0,00481	0,326	0,354
EDEMA 2	0,386	0,00512	0,372	0,402

Tabulka 2. Popisné charakteristiky somatických parametrů u souboru Ž2

(n=41)	M	SD	Min	Max
Fitness Score	69,4	7,4	53,0	86,0
BMC (kg)	2,7	0,3	2,0	3,4
BCM (kg)	29,4	3,7	22,3	37,3
VFA (cm ²)	123,8	37,2	38,1	197,9
SMM (kg)	24,7	3,4	18,3	32,0
BFM (kg)	26,6	9,7	9,1	50,4
BFM (%)	35,9	7,7	16,1	49,4
ICWM (kg)	20,5	2,6	15,5	26,0
ECWM (kg)	12,9	1,7	9,9	17,1
ProteinM (kg)	8,9	1,1	6,7	11,3
MineralM (kg)	3,2	0,4	2,4	4,2
TBWM (kg)	33,4	4,3	25,4	43,1
FFM (kg)	45,5	5,8	34,6	58,5
EDEMA 1	0,339	0,0044	0,331	0,348
EDEMA 2	0,387	0,0047	0,377	0,396

Tabulka 3. Popisné charakteristiky somatických parametrů u souboru Ž3

(n=37)	M	SD	Min	Max
Fitness Score	70,6	6,6	59,0	83,0
BMC (kg)	2,6	0,3	2,0	3,5
BCM (kg)	27,9	2,9	21,5	38,0
VFA (cm ²)	115,8	30,5	61,8	177,2
SMM (kg)	23,5	2,7	17,6	32,6
BFM (kg)	23,3	7,1	11,6	37,9
BFM (%)	34,2	6,7	20,7	46,0
ICWM (kg)	19,5	2,0	15,0	26,5
ECWM (kg)	12,5	1,3	9,7	16,5
ProteinM (kg)	8,4	0,9	6,5	11,5
MineralM (kg)	3,1	0,3	2,5	4,2
TBWM (kg)	32,0	3,4	24,7	43,0
FFM (kg)	43,6	4,6	33,7	58,7
EDEMA 1	0,343	0,00585	0,331	0,360
EDEMA 2	0,391	0,00616	0,377	0,408

Tabulka 4. Popisné charakteristiky somatických parametrů u souboru M

(n=22)	M	SD	Min	Max
Fitness Score	72,8	6,5	59,0	83,0
BMC (kg)	3,5	0,3	2,8	4,3
BCM (kg)	39,8	3,4	32,2	47,3
VFA (cm ²)	113,5	33,5	44,2	167,5
SMM (kg)	34,2	3,1	27,3	41,1
BFM (kg)	22,8	8,3	7,8	36,9
BFM (%)	26,2	6,7	13,3	36,2
ICWM (kg)	27,8	2,4	22,5	33,0
ECWM (kg)	17,8	1,6	15,0	21,8
ProteinM (kg)	12,0	1,0	9,7	14,3
MineralM (kg)	4,2	0,4	3,4	5,2
TBWM (kg)	45,5	4,0	37,5	54,8
FFM (kg)	61,8	5,4	50,6	74,3
EDEMA 1	0,343	0,0079	0,331	0,354
EDEMA 2	0,390	0,0083	0,378	0,402

Tabulka 5. Porovnání rozdílů TBW mezi věkovými skupinami žen (ANOVA)

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti, velik. efektů a síly pro TBW Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy							
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p	Parciál. éta-kvadr.	Výstřednost	Pozor. síla (alfa=0,05)
Abs. člen	154943,1	1	154943,1	13214,30	0,000000	0,987815	13214,30	1,000000
AgeK	44,6	2	22,3	1,90	0,152774	0,022789	3,80	0,390694
Chyba	1911,2	163	11,7					

Tabulka 6. Porovnání rozdílů ICW mezi věkovými skupinami žen (ANOVA)

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti, velik. efektů a síly pro ICW Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy							
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p	Parciál. éta-kvadr.	Výstřednost	Pozor. síla (alfa=0,05)
Abs. člen	58065,75	1	58065,75	13381,44	0,000000	0,987966	13381,44	1,000000
AgeK	23,47	2	11,73	2,70	0,069918	0,032116	5,41	0,529498
Chyba	707,30	163	4,34					

Tabulka 7. Porovnání rozdílů ECW mezi věkovými skupinami žen (ANOVA)

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti, velik. efektů a síly pro ECW Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy							
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p	Parciál. éta-kvadr.	Výstřednost	Pozor. síla (alfa=0,05)
Abs. člen	23305,02	1	23305,02	12587,48	0,000000	0,987216	12587,48	1,000000
AgeK	3,48	2	1,74	0,94	0,392405	0,011412	1,88	0,211028
Chyba	301,79	163	1,85					

Tabulka 8. Porovnání rozdílů BFM mezi věkovými skupinami žen (ANOVA)

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti, velik. efektů a síly pro BFM Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy							
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p	Parciál. éta-kvadr.	Výstřednost	Pozor. síla (alfa=0,05)
Abs. člen	91110,97	1	91110,97	1345,584	0,000000	0,891952	1345,584	1,000000
AgeK	233,36	2	116,68	1,723	0,181727	0,020706	3,446	0,358025
Chyba	11036,91	163	67,71					

Tabulka 9. Porovnání rozdílů %BFM mezi věkovými skupinami žen (ANOVA)

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti, velik. efektů a síly pro %BFM Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy							
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p	Parciál. éta-kvadr.	Výstřednost	Pozor. síla (alfa=0,05)
Abs. člen	178194,1	1	178194,1	4091,309	0,000000	0,961686	4091,309	1,000000
AgeK	63,7	2	31,8	0,731	0,482939	0,008891	1,462	0,172361
Chyba	7099,4	163	43,6					

Tabulka 10. Porovnání rozdílů VFA mezi věkovými skupinami žen (ANOVA)

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti, velik. efektů a síly pro VFA Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy							
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p	Parciál. éta-kvadr.	Výstřednost	Pozor. síla (alfa=0,05)
Abs. člen	2046507	1	2046507	1935,825	0,000000	0,922337	1935,825	1,000000
AgeK	1294	2	647	0,612	0,543462	0,007454	1,224	0,150889
Chyba	172320	163	1057					

Tabulka 11. Porovnání rozdílů FFM mezi věkovými skupinami žen (ANOVA)

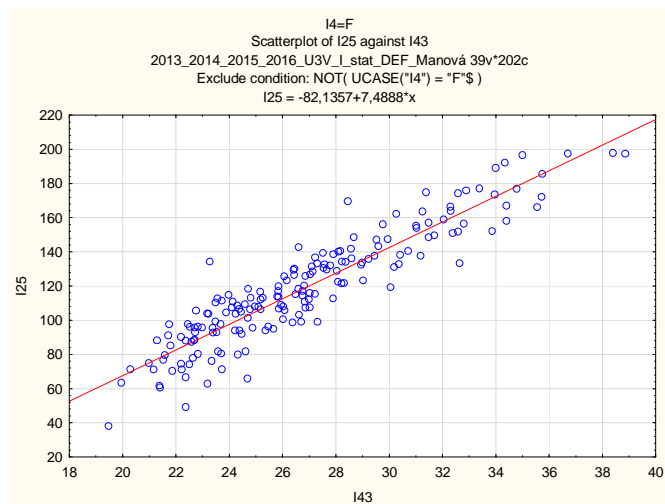
Efekt	Jednorozměrné testy významnosti, velik. efektů a síly pro FFM Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy							
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p	Parciál. éta-kvadr.	Výstřednost	Pozor. síla (alfa=0,05)
Abs. člen	286965,1	1	286965,1	13298,94	0,000000	0,987892	13298,94	1,000000
AgeK	87,4	2	43,7	2,02	0,135350	0,024240	4,05	0,413180
Chyba	3517,2	163	21,6					

Tabulka 12. Porovnání rozdílů SMM mezi věkovými skupinami žen (ANOVA)

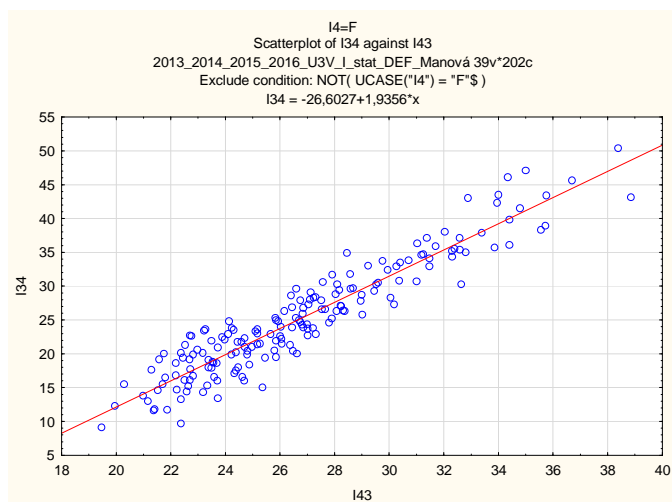
Efekt	Jednorozměrné testy významnosti, velik. efektů a síly pro SMM Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy							
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p	Parciál. éta-kvadr.	Výstřednost	Pozor. síla (alfa=0,05)
Abs. člen	84309,02	1	84309,02	11391,10	0,000000	0,985892	11391,10	1,000000
AgeK	40,15	2	20,08	2,71	0,069372	0,032209	5,42	0,530802
Chyba	1206,41	163	7,40					

Tabulka 13. Spearmanovy korelace mezi výškou, hmotností, BMI a vybranými parametry u žen

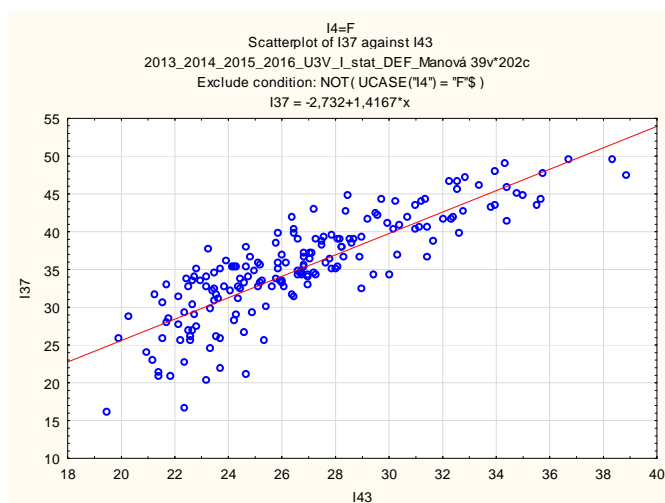
Proměnná	I4=F Spearmanovy korelace ChD vynechány párově Označ. korelace jsou významné na hl. $p < ,05000$							
	BFM	% BFM	VFA	FFM	SMM	BCM	BMC	BMR
Výška	0,071306	-0,172397	-0,090652	0,633269	0,614318	0,614783	0,745076	0,633034
Hmotnost	0,909833	0,722897	0,810902	0,746641	0,740149	0,739949	0,713111	0,745715
BMI	0,930345	0,867331	0,920536	0,454126	0,456001	0,455571	0,376295	0,453129



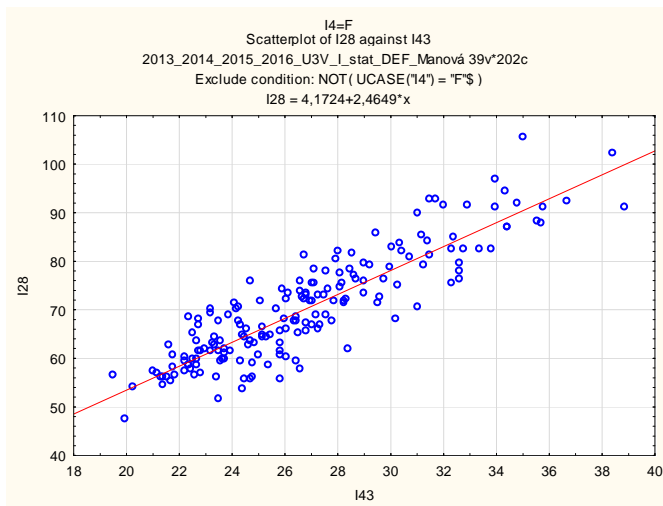
Obrázek 1. Regresní závislost mezi BMI a viscerálním tukem



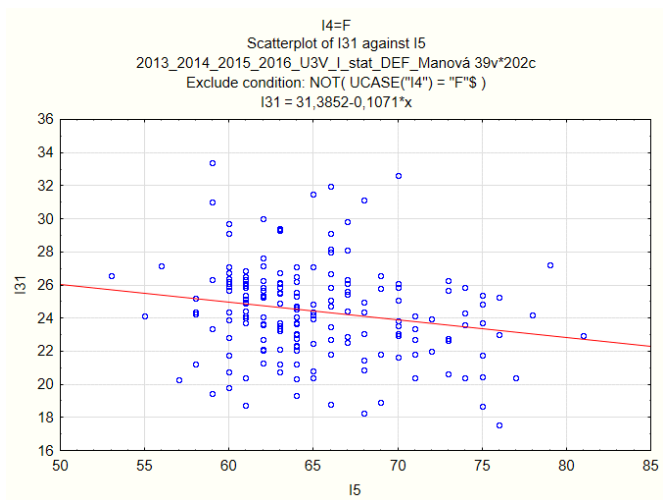
Obrázek 2. Regresní závislost mezi BMI a tělesným tukem v kg



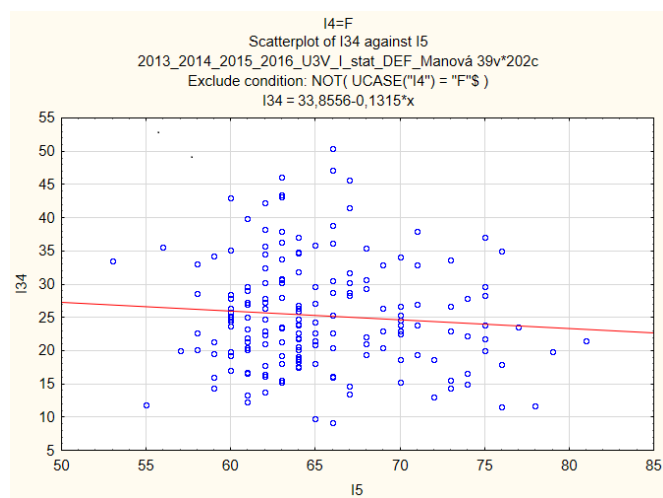
Obrázek 3. Regresní závislost mezi BMI a tělesným tukem v %



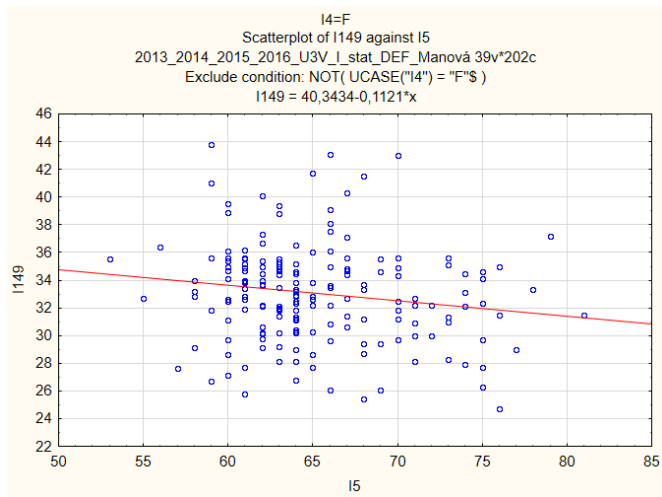
Obrázek 4. Regresní závislost mezi BMI a hmotností



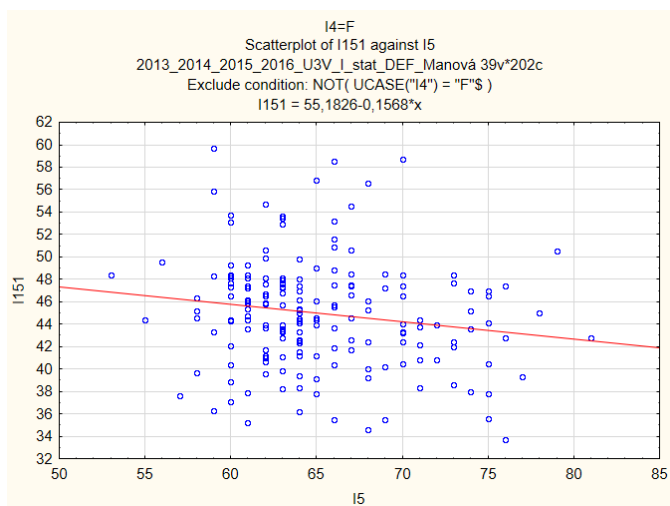
Obrázek 5. Regresní závislost mezi věkem a SMM



Obrázek 6. Regresní závislost mezi věkem a BFM



Obrázek 7. Regresní závislost mezi věkem a TBW



Obrázek 8. Regresní závislost mezi věkem a FFM