Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

# SROVNÁVACÍ STUDIE TĚLESNÉHO SLOŽENÍ U SENIORŮ Z OLOMOUCKA

Diplomová práce
(magisterská)

Autor: Bc. Lucie Daňková, učitelství pro střední školy
tělesná výchova – zeměpis
Vedoucí práce: Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.
Olomouc 2015

**Jméno a příjmení:** Bc. Lucie Daňková
**Název diplomové práce:** Srovnávací studie tělesného složení u seniorů z Olomoucka
**Pracoviště:** Katedra přírodních věd v kinantropologii
**Vedoucí diplomové práce:** Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.
**Rok obhajoby diplomové práce:** 2015

**Abstrakt:** Diplomová práce se zabývá analýzou a srovnáním vybraných parametrů tělesného složení u studentů Univerzity třetího věku. Měření proběhlo pomocí bioelektrické impedanční techniky prostřednictvím přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980. Výzkumný soubor tvořilo 182 žen, které byly rozděleny do 3 skupin dle věku (Ž1, Ž2 a Ž3), a 24 mužů v jedné věkové skupině. U jednotlivých kategorií byly hodnoceny vybrané parametry, jako celková tělesná voda a její složky, tukuprostá hmota, tuková hmota a viscerální tuk. Dále byly sledovány rozdíly mezi přístroji v zastoupení vybraných parametrů v závislosti na věku a analyzováno skeletální svalstvo v jednotlivých segmentech. Ve všech hodnotách vybraných parametrů, mimo celkové tělesné vody, byl statisticky významný rozdíl v rámci věkových kategorií. Zjistili jsme, že InBody 720 nadhodnocuje ICW a BFM a podhodnocuje ECW a FFM ve srovnání s Tanita MC 980.

**Klíčová slova:** studenti Univerzity třetího věku, bioelektrická impedanční analýza, InBody 720, Tanita MC 980, komponenty tělesného složení, obezita

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

**Author´ s first name and surname:** Bc. Lucie Daňková

**Title of the master thesis:** Comparative study of body composition in the elderly from Olomouc

**Department:** Department of Natural Sciences in Kinanthropology

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

**The year of presentation:** 2015

**Abstract:** The Master´s thesis deals with analysis and comparison of selected parameters of body composition of students from the University of Third Age. Measurement was done by method of bioelectrical impedance by devices InBody 720 and Tanita MC 980. The research sample consisted of 182 women who were divided into 3 groups (Ž1, Ž2 and Ž3), and 24 men in one group. In each categories were evaluated selected parameters such as total body water and its constituents, lean mass, fat mass and visceral fat. We also observed the differences between the devices of selected parameters depending on the age and lean mass was analyzed in individual segments. In all values of selected parameters, except total body water, there was a statistically significant difference in across age categories. We found that InBody 720 overestimated ICW and BFM and underestimated ECW and FFM compared with the Tanita MC 980.

**Keywords:** students of the University of Third Age, bioelectrical impedance analysis, InBody 720, Tanita MC 980, components of body composition, obesity

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

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 30. 11. 2014 …….

Děkuji doc. RNDr. Miroslavě Přidalové, Ph.D. za pomoc a cenné rady, které mi poskytla při zpracování diplomové práce. Dále děkuji panu RNDr. Milanu Elfmarkovi za statistické zpracování dat.

**OBSAH**

OBSAH ..... 6
1 ÚVOD ..... 7
2 SYNTÉZA POZNATKŮ ..... 8
2. 1 Stáří a stárnutí ..... 8
2. 2 Involuční změny a nemoci ve stáří ..... 10
2. 2 Obezita ..... 16
2. 2. 1 Charakteristika a vymezení obezity ..... 16
2. 2. 2 Obezita ve stáří ..... 19
2. 2. 3 Prevence a léčba obezity ..... 21
2. 3 Tělesné složení ..... 24
2. 3. 1 Základní komponenty tělesného složení ..... 25
2. 3. 2 Metody měření tělesného složení ..... 28
3 CÍLE ..... 36
4 METODIKA ..... 37
4.1 Charakteristika souboru ..... 37
4.2 Charakteristika přístrojů ..... 37
4.3 Statistické zpracování dat ..... 41
5 VÝSLEDKY A DISKUZE ..... 42
5. 1 Srovnání vybraných parametrů tělesného složení u žen dle přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980 ..... 42
5.2 Srovnání vybraných parametrů tělesného složení u mužů dle přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980 ..... 52
5.3 Charakteristika segmentální analýzy dle přístroje InBody 720 a Tanita MC 980 u žen ..... 58
5.4 Charakteristika segmentální analýzy dle přístroje InBody 720 a Tanita MC 980 u mužů ..... 63
6 ZÁVĚR ..... 65
7 SOUHRN ..... 67
8 SUMMARY ..... 69
9 REFERENČNÍ SEZNAM ..... 71
10 PŘÍLOHY ..... 83

# 1 ÚVOD

Stáří představuje poslední vývojové období života, ve kterém probíhá řada změn. Díky klesající porodnosti a významnému zvýšení střední délky života dochází ke stárnutí populace v mnoha zemích. Dle výsledků sčítání lidu v roce 2011 žilo v České republice více než 1,6 milionu osob starších 65 let (ČSÚ, 2011). Stárnutí je spojeno s rostoucím rizikem chronických onemocnění, zdravotního postižení a úbytku kognitivních funkcí. Rovněž dochází ke změnám v tělesném složení, kdy klesá tukuprostá hmota a zvyšuje se tělesný tuk. Často užívaným termínem pro tyto involuční změny v tělesném složení je označení sarkopenická obezita.

Tělesné složení můžeme rozdělit na jednotlivé složky. Díky poměru těchto složek můžeme určit, zda je jedinec ohrožen rizikem vzniku obezity. Je obecně známo, že obezita je jedním z nejzávažnějších problémů v oblasti veřejného zdraví ve 21. století.

Nejběžnější metodou pro určování obezity je výpočet indexu BMI. Mnoho autorů však považuje BMI za nedostačující, jelikož není schopen rozlišit tukovou a svalovou hmotu. V dnešní době se často k odhadu tělesného složení využívají biofyzikální a biochemické metody. Běžnými postupy při odhadu tělesného složení jsou denzitometrie, DEXA či hydrostatické vážení. Tyto metody však mají mnohé nedostatky jako je drahé zařízení, časová náročnost, rentgenové záření či komplikovanost měření. Relativně levnou, rychlou a terénní metodou pro stanovení tělesného složení je bioelektrická impedanční analýza, která se v posledních letech využívá pro diagnostiku tělesného složení u různých populačních skupin.

V této magisterské práci se zabýváme analýzou a srovnáním vybraných parametrů tělesného složení u studentů Univerzity třetího věku. Pro svou práci jsem si zvolila toto aktuální téma, které řeší změny tělesného složení s postupujícím věkem a také porovnává dva moderní přístroje založené na bioelektrické impedanci. Důvodem mého výběru je především aktuálnost tématu obezita. V mém okolí je mnoho starších jedinců, kteří trpí nemocemi spojenými s obezitou. Díky tomu dochází k poklesu úrovně jejich života a postupně se stávají nesoběstačnými.

# 2 SYNTÉZA POZNATKŮ

## 2. 1 Stáří a stárnutí

Vědecká disciplína zabývající se stárnutím a stářím se nazývá gerontologie. Pojem vznikl ve 30. letech 20. století. Gerontologie se dále dělí na experimentální, sociální a klinickou. Klinická gerontologie neboli geriatrie je lékařský obor studující zvláštnosti nemocí ve stáří a specifické aspekty léčby starých osob. V České republice má zdravotní péče a sociální péče o staré lidi dlouhou tradici. Již v roce 1843 Josef Hamerník přednášel na lékařské fakultě v Praze o chorobách ve vyšším věku (Haškovcová, 2010). „Stáří je označení pozdních fází ontogeneze, přirozeného průběhu života. Jde o projev a důsledek involučních změn funkčních i morfologických, probíhajících druhově specifickou rychlostí s výraznou interindividuální variabilitou a vedoucích k typickému obrazu označovanému jako stařecký fenotyp“ (Kalvach, Zadák, Jirák, Zavázalová, & Sucharda, 2004, 47).

Zpravidla se rozlišuje stáří kalendářní, sociální a biologické.

**Kalendářní stáří:**

Kalendářní stáří je vymezeno dosažením určitého věku. V daném období můžeme pozorovat nápadněji projevující se involuční změny. V dnešní době je za počátek kalendářního stáří pokládán věk 65 let. Jako uzlový ontogenetický bod se chápe věk 75 let (Mühlpachr, 2004). Kalendářní věk se stanovuje snadno a jednoznačně. Necharakterizuje však individuální involuční změny či sociální role. Parametry kalendářního stáří se historicky mění, kdy se hranice stáří posouvá do vyššího věku (Čevela, Kalvach, & Čeledová, 2012).

Mühlpachr (2004) uvádí členění:

- 65 – 74 **mladí senioři** (převládá problematika adaptace na pensiování, volný čas, aktivity a seberealizaci)
- 75 – 84 **staří senioři** (změna funkční zdatnosti, specifická medicínská problematika, atypický průběh chorob)
- 85 – více **velmi staří senioři** (důležitost sledování soběstačnosti a zabezpečenosti)

Příhoda (1974) uvádí patnáctileté členění lidského života, kde stáří rozděluje do třech období. Autor vymezuje dané etapy dle postupující involuce v jednotlivých orgánech a v psychofyzickém celku. První etapou je senescence (stárnutí), která se vymezuje od 60 do 74 let. Následující etapa, zvaná kmenství (senium, vlastní stáří), je vymezena věkem 75–89 let. Posledním obdobím je patriarchium (dlouhověkost), které začíná v 90 letech a končí smrtí.

**Sociální stáří**

Sociální stáří je charakterizováno změnou sociálních rolí, životního způsobu a ekonomického zajištění. Sociální věk je pojem, který upozorňuje na společné záliby a na možná rizika u seniorů, k nimž patří např. penzionování, ztráta životního programu a společenské prestiže, osamělost, hrozba ztráty soběstačnosti či věková segregace a diskriminace. Za počátek sociálního stáří bývá zpravidla považován věk, kdy má člověk nárok na odchod do starobního důchodu. Sociální periodizace je členěna do 4 období: první věk (předproduktivní, období dětství a mládí), druhý věk (produktivní, období dospělosti), třetí věk (posproduktivní, stáří) a čtvrtý věk (období závislosti) (Kalvach et al., 2004).

**Biologické stáří:**

„Biologický věk charakterizuje celkový stav růstu a vývoje jedince a je mírou formování jeho morfologických a funkčních znaků.“ V určitých věkových etapách se může biologické a kalendářní stáří značně lišit (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, 114).

Biologické stáří charakterizuje míru involučních změn daného jedince. Nevratné biologické změny souvisejí se zvýšeným výskytem nemocí či úmrtí. Neexistují přesná kritéria pro stanovení biologického stáří. Vnějším vyjádřením involučních změn bývá snížená výkonnost, míra funkčního zdraví nebo fenotyp stáří (změna postavy, postoje, chůze, vlasů, pokožky, chrupu apod.) (Čevela et al., 2012).

## 2. 2 Involuční změny a nemoci ve stáří

Staří lidé procházejí tělesnými změnami, které bývají označovány jako fenotyp stáří. Ontogenetický vývoj probíhá nerovnoměrně z hlediska orgánových změn. Jednotlivé orgány a systémy prochází procesem stárnutí, jsou opotřebovávány a chorobně měněny odlišným způsobem v témže organismu (Kalvach et al., 2004).

Populace starších obyvatel je z hlediska zdravotního stavu velmi různorodá. Oproti jedincům mladší věkové skupiny trpí seniorská populace vyšší celkovou chorobností. Nejčastějšími nemocemi vyššího věku jsou kardiovaskulární (všechny formy ICHS, hypertenze, ikty), onemocnění pohybového aparátu (osteoporóza, artróza), metabolickéchoroby (diabetes mellitus) a gastrointestinální a respirační onemocnění (Topinková, 2005).

**Kardiovaskulární systém**

Během stárnutí dochází k mnoha fyziologickým změnám v kardiovaskulárním systému. S přibývajícím věkem dochází v srdci k úbytku kardiomyocytů pacemakerové tkáně i kontraktilních buněčných elementů. Důsledkem bývá pokles vnitřní srdeční frekvence a pokles maximální dostupné tepové frekvence při zátěži. V myokardu se zmnožuje podíl vazivového intersticia. Ve stěnách aorty a velkých tepen se snižuje obsah elastinu a naopak dochází k vzestupu kolagenu. Příčinou je pak zvýšená tuhost stěn velkých tepen a aorty (Kalvach et al., 2004). Tepenné stěny ztrácí elasticitu a zvětšuje se systolicko-diastolická tlaková amplituda. U starších lidí klesá poddajnost levé srdeční komory. Charakteristické jsou degenerativní změny chlopní, chronotropní insuficience, pokles kapacity převodního systému a menší vzestup ejekční frakce při zátěži. Adaptabilita na zátěž ve vyšším věku klesá, typická je bradykardie a vzestup krevního tlaku. Celkově v těle stárnoucího jedince dochází k poklesu průtoku krve všemi orgány (Klener, 2006).

V České republice a v mnoha dalších vyspělých zemích Evropy bývá jeden z nejčastějších důvodů úmrtí kardiovaskulární onemocnění. U více než poloviny je to ischemická choroba srdeční. U věkové kategorie nad 65 let se vyskytuje 65 % jedinců s ischemickou chorobou srdeční a úmrtnost této skupiny je až 82 % (Zajíc, Nerad, & Vyroubal, 2006).

Častým onemocněním kardiovaskulárního systému u seniorské populace bývá také arteriální hypertenze. Spolu s hyperlipidemií, diabetes mellitus a chronickým nikotinismem je rizikovým faktorem pro vznik ischemické choroby srdeční. Arteriální hypertenze se u starších osob vyskytuje v systolicko-diastolické a především v izolované systolické formě. Tělesná cvičení mají stejně příznivý vliv na periferní cévní odpor a na tuhost periferních cév, jako během celého života. Pohybová aktivita přispívá ke zlepšení systolické funkce cvičících seniorů (Kalvach et al., 2004). Studie zahrnující jedince starší 80 let prokázala, že snížení tlaku od 15/6 mm Hg, vede k významně nižší celkové úmrtnosti (21 %), kardiovaskulární úmrtnosti (23 %), snížení výskytu cévní mozkové příhody (30 %) a srdečního selhání (64 %) (Božić, Durlen, Pehar, Matešić, & Galešić, 2012).

S přibývajícím věkem dochází též k častým arytmiím srdce. Jedna z nejčastějších arytmií ve vyšším věku bývá fibrilace síní. U populace nad 60 let se vyskytuje u 2–4 % osob a nad 75 let u 9–10 % jedinců. Další riziková onemocnění oběhového systému mohou být hluboké žilní trombózy či plicní embolie (Topinková, 2005).

**Respirační systém**

S postupujícím věkem probíhají v dýchacím systémů určité změny, které mohou souviset s některými nemocemi. Chronická respirační morbidita se vyskytuje u 10–15 % seniorů, kdy je větší zastoupení u mužů. V respiračním traktu dochází ke změně elasticity, zhoršuje se kompliance plic a dochází ke snížení poddajnosti hrudní stěny. S přibývajícím věkem začínají být dýchací svaly oslabeny. Po 40. roce života se začne snižovat celkový exspirovaný objem, a také jednosekundový exspirovaný objem. Plicní perfúze se u starších lidí nemění, avšak se zhoršuje plicní ventilace. Proto dochází k ventilačně-perfúzní nerovnováze a postupnému snižování $pO_2$ (parciální tlak $O_2$) asi o 0,3 % za rok. Zhoršuje se ventilační odpověď na hypoxémii a hyperkapnii. Také dochází ke zhoršené schopnosti fyzické zátěže a kašlacího reflexu. K typickým onemocněním respiračního traktu ve stáří můžeme zařadit chronickou obstrukční plicní nemoc charakteristickou omezením průtoku vzduchu v důsledku chronické bronchiální obstrukce. Dalším onemocněním je chronický zánět dýchacích cest neboli asthma bronchiale (Topinková, 2005).

**Pohybový aparát**

S přibývajícím věkem dochází v pohybovém ústrojí ke změnám, které negativně působí na jeho kvalitu a kvantitu. Změny se projevují ubýváním kostních trámců, organické a minerální kostní hmoty. Kost starého jedince je řidší, křehčí a zranitelnější. Kolagenní vlákna stárnou a kloubní vazy i pouzdra pozměňují svoji délku a pružnost. U kloubních chrupavek dochází často k zavodnění, ke snížení počtu chrupavčitých buněk a vzniklá poranění chrupavek se u starších lidí hojí pomocí neplnohodnotného vaziva (Jedlička, 1991).

Metabolické kostní onemocnění charakteristické zvýšeným nebezpečím kostních fraktur a zlomenin vyskytující se zpravidla v pokročilém věku, se nazývá osteoporóza. Typickým jevem pro toto onemocnění je úbytek kostní hmoty a přeměněná mikroarchitektura kostní tkáně. Nejčastějším projevem osteoporózy jsou zlomeniny obratlových těl. Naopak nejzávažnější fraktury způsobené osteoporózou bývají v oblasti horní části stehenní kosti (krček stehenní kosti), které jsou ve většině případech způsobeny pádem (Broulík, 2009).

Za příčiny vzniku osteoporózy můžeme označit sníženou hladinu pohlavních hormonů, zvýšenou hladinu parathormonu, nedostatečný příjem vápníku potravou a klesající hladinu vitaminu D. Všechny tyto faktory souvisejí s přibývajícím věkem a vedou k úbytku kostní hmoty asi o 1 % během roku, v období postmenopauzy činí pokles u žen 3–5 % ročně (Topinková, 2005).

Dalším onemocněním, kterým trpí starší osoby je osteoartróza. Jde o nezánětlivé onemocnění kloubů, při kterém dochází k narušení metabolismu v kloubní chrupavce a její následné destrukci. Onemocnění může postihnout každý kloub, avšak nejčastěji se osteoartróza objevuje v kloubu kyčelním a kolenním. Faktory podílející se na vzniku osteartrózy jsou genetická dispozice, pohlaví (častěji u žen), obezita, zranění kloubu, nadměrné a jednostranné přetěžování kloubu při pohybové aktivitě a nerovnoměrné a jednostranné přetěžování kloubů u jedinců s nestejnou délkou končetin (Mlýnková, 2011).

V období senia ubývá svalové hmoty a síly (sarkopenie). Více postihnuty jsou svaly, u kterých převládají vývojově mladší rychlá svalová vlákna. Sarkopenie je u seniorů nápadná zejména na končetinách, ale postiženy jsou i ostatní svalové skupiny, včetně svalů dýchacích. Výrazně ochablé bývají břišní svaly, které se spolupodílejí na změně postoje starého člověka. Zeslablé břišní svaly přispívají k bederní hyperlordóze a hrudní hyperkyfóze. Díky sarkopenii dochází k poklesu svalové síly a rychlosti, kdy následkem

často bývá nevýkonnost, nezvládnutí dříve běžných silových činností, hypomobilita a hypoaktivita. Úbytek svalstva také zapříčiňuje pokles maximální aerobní kapacity, dekondici a inzulinorezistenci (Kalvach et al., 2008).

Vznik a rozvoj sarkopenie souvisí s redukcí syntézy bílkovin, mitochondriální dysfunkcí, působením hormonů a také výživou. Včasná diagnostika sarkopenie může předejít snížení fyzické aktivity, která často vede až k úplné imobilizaci seniorů (Hrnčiariková, Jurašková, & Zadák, 2008).

Dalšími nemocemi, kterými mohou trpět lidé v pokročilém věku, jsou revmatická onemocnění, mezi které řadíme např. revmatoidní artritidu či polymyalgia rheumatica, charakteristickou bolestmi a ztuhlostí svalů pletence ramenního a pánevního (Topinková, 2005).

**Endokrinní systém**

U stárnoucích mužů i žen dochází v důsledku hormonálních změn k množství poruch, jako je osteoporóza, hypogonadismus, oslabení svalstva, k horší nervosvalové koordinaci, hypodipsii, nechutenství, poruchám spánku. Také se zhoršují některé choroby, ve kterých mají hormonální faktory důležitý podíl, a to hypertenze a kardiovaskulární poruchy, obezita, poruchy metabolismu cukrů či zhoršení stresové reakce. To vše vede k charakteristickým fenoménům provázející stárnutí, jako jsou častější pády, fraktury, změny postavy, celkové oslabení, nedostatečná výživa, dehydratace a zhoršení metabolických a kardiovaskulárních onemocnění a u mužů snížení virility a vyhasínání sexuálního života (Stárka, 2007).

S přibývajícím věkem dochází k poklesu sekrece růstového hormonu asi o 14 % za dekádu, tzv. somatopauza. Další hormon, jehož sekrece se u starších jedinců snižuje, je melatonin. Jeho nízká hladina vede ke spánkovým poruchám ve stáří. Dále u starších lidí dochází ke snížení funkčnosti pankreatického řízení metabolismu cukrů. U 40 % jedinců ve věku 65–74 let a 50 % osob starších 80 let můžeme zjistit porušenou glukózovou toleranci či přímo diabetesmellitus. Mimosnížené sekrece inzulínu beta-buňkami pankreatu a zvýšené periferní rezistence na inzulín se podílí na narušení metabolismu glukózy i fyzická nečinnost, špatné stravovací návyky a zvýšení abdominálního tuku. Terapie diabetu u starších jedinců bývá náročná a nákladná, zejména pokud již nestačí dieta, fyzická aktivita či perorální antidiabetikaa je nezbytné zahájit inzulínovou léčbu (Stárka, 2008).

Proces stárnutí u mužů je charakterizován řadou symptomů. Tento pozvolný proces je označován termínem PADAM (Partial Androgen Deficiency of Aging) (Holmerová, Jurášková, & Zikmundová, 2007). Stárnutí u mužů nastává zejména díky změnám hladiny androgenů, především testosteronu. U většiny mužů dochází k poklesu sekrece testosteronu o 1,2 % za rok mezi 30–70 lety života. Významný pokles v sekreci androgenů u stárnoucích jedinců může zasahovat nejen do dalších oblastí endokrinního, ale i nervového a imunitního řízení tělesných funkcí. Díky snížené sekreci androgenů může dojít také k psychickým změnám, pocitu nespokojenosti či změnám v chování (Stárka, 2002).

U ženského pohlaví se proces stárnutí označuje klimakterium či menopauza. Důvodem všech změn v organismu je snížená hladina ženských pohlavních hormonů, estrogenů a gestagenů. Díky nízké hladině estrogenů se objevují typické obtíže, jako jsou návaly, noční pocení, nespavost, bušení srdce, podrážděnost, lítostivost, nervozita či zhoršená schopnost soustředit se. Dalšími obtížemi jsou patologické změny v močovém či pohlavním ústrojí. Výše uvedené příznaky nejsou přímo životu nebezpečné, avšak značně zhoršují jeho kvalitu. Při dlouhodobém nedostatku estrogenů, který trvá několik let, mohou být ženy ohroženy nemocemi, jako je osteoporóza či srdečně cévní onemocnění (Jeníček, 2004).

**S věkem související změny v základních somatických parametrech a tělesném složení**

Tělesná výška člověka vzrůstá až do doby, než se uzavřou růstové štěrbiny v kostech. Tento proces je regulován růstovým hormonem STH. Mužské pohlaví dosahuje maximální tělesné výšky kolem 20. roku, ženy pak o něco dříve (mezi 16. až 18. rokem života). Poté se tělesná výška postupně snižuje. Spirduso, Francis a MacRae (2005) ve své studii zjistil pokles tělesné výšky u mužů o 4 % až do zkoumaného 70. roku. U žen se tělesná výška snížila přibližně o 3 %. U obou pohlaví se tělesná výška až do 40. roku života snižuje velmi pozvolně, asi o 1 cm během decennia. V období mezi 60.–70. rokem dochází k významnější změně u žen, kdy tělesná výška klesá průměrně o 1,5 cm až 2 cm. Ztráta tělesné výšky nastává zřejmě díky vertebrální kompresy a změně ve výšce a tvaru u chrupavek mezi obratli, dále z důvodu snížení svalového tonu a populárním propadem. Faktory, jimiž mohou ženy zrychlit úbytek tělesné výšky je jejich životním styl, držením diet, váhou či odlišnou pohybovou aktivitou.

Tělesná hmotnost a BMI s věkem většinou vzrůstají do 7.–8. decennia. Pak dochází k pozvolnému poklesu. Další somatická změna, která probíhá u starších jedinců je

zmenšení celkového tělesného povrchu. Mění se tvar hrudníku a jeho obvod se zvětšuje. Též dochází ke změnám v tělesných proporcích, jako je poměr šíře ramen a boků a poměr výšky trupu k délce horních končetin (Kalvach et al., 2004).

Z hlediska tělesného složení dochází u starších jedinců k úbytku tukuprosté hmoty a k nárůstu tukové složky. V mnoha studiích došli autoři k závěrům, že se tělesný tuk postupně zvyšuje mezi pátým a sedmých desetiletím života a poté zůstává konstantní, nebo se mírně snižuje (Chumlea et al., 2002; Kyle et al. 2001). Gába a Přidalová (2014) potvrdili nárůst tělesného i viscerálního tuku s přibývajícím věkem, kdy hodnoty dosáhly vrcholu u žen nad 70. let. I přes mírné snížení tukuprosté hmoty se tělesná hmotnost zvyšovala. Kyle et al. (2001) ve své studii došli k závěru, že od 44. roku u mužů a u žen po 54. roce života začíná postupně klesat tukuprostá hmota se zvyčujícím se věkem. Taktéž dochází ke změnám v zastoupení celkové tělesné vody, která s přibývajícím věkem klesá. Ve studii Schoeller (1989) zjistili, že se množství celkové tělesné vody snižuje u žen zejména po 60. roce života. U mužů začíná tento pokles celkové tělesné vody již ve středním věku a pokračuje po většinu života.

**Další involuční změny**

V trávicím ústrojí začínají změny již se ztrátou dentice, kdy dochází k poruchám rozmělňování potravy. Také nastávají problémy s polykáním v souvislosti s menším množstvím slin. Dochází k poklesu tonu horního esofageálního svěrače, snížení motility trávicích orgánů a sekrece žaludečních šťáv. Díky snížené sekreci žaludeční kyseliny stoupá pH v žaludku, což často ovlivňuje resorpci mnoha léků. Dále ochabuje oblast bránice, dochází ke změnám v oblasti střevních klků a časté bakteriální dysbalanci. Další změnou s přibývajícím věkem je snížená vnímavost receptorů rekta na náplň či menší tonizace svěračů. Žlučník a žlučovody ztrácejí elasticitu (Holmerová et al., 2007).

S postupujícím věkem můžeme u jedinců zaregistrovat pokles energetického výdeje, zpomalení bazálního metabolismu, pokles maximální spotřeby kyslíku bez ohledu na výkonnost oběhového systému a zhoršení utilizace glukózy (Klener, 2006).

Ve vylučovacím aparátu jsou zaregistrovány změny v podobě úbytku renálních glomerulů a oslabení funkce močového měchýře. U mužů je typická hyperplazie prostaty a ženy zase trpí stresovou inkontinencí (Klener, 2006). Labudová, Nemček, Kraček a Kručanica (2013) poukazují na statistiky, kde je uveden významný rozdíl u sportujících a nesportujících žen v souvislosti s inkontinencí. Jako sekundární prevenci doporučují posilování břišních svalů a svalů pánevního dna.

Následkem přirozené involuce centrálního nervového systému bývají senzorické poruchy, omezení tzv. propriocepce, pomalejší myšlení či přítomnost benigní stařecké zapomnětlivosti. Některá onemocnění, jako je např. Alzheimerova choroba, poškozují mozkovou tkáň, a následně zapříčiňuji demenci u starších jedinců (Holmerová et al., 2007).

Typické bývají involuční změny smyslového vnímání. U zraku se projevují změny akomodace, kdy vzdálenost, v níž je jasně vidět předmět či text, se s věkem prodlužuje. Také dochází k úbytku ostrosti sluchu, atrofii čichových vláken a k poklesu koncentrace Meisnerových hmatových tělísek na konečcích prstů. Značně se proměňuje chuť, a to zejména u kuřáků (Kalvach et al., 2004).

## 2. 2 Obezita

### 2. 2. 1 Charakteristika a vymezení obezity

WHO (2014) charakterizuje nadváhu a obezitu jako abnormální či nadměrné hromadění tuku v těle, který představuje riziko pro zdraví. Nadváha a obezita jsou hlavními rizikovými faktory pro řadu chronických onemocnění, včetně diabetes, kardiovaskulárních onemocnění a rakoviny.

Steffen et al. (2010) definují nadváhu a obezitu jako dva odlišné pojmy. Nadváha je charakterizována zmnožením tělesné hmoty nad normální míru. Tělesná hmota je složena zejména z tuku, svalů, hmoty orgánů a též z tekutiny. Obezita je definována jako patologický přírůstek absolutní či relativní tukové složky v těle.

Dle WHO (2010) se ve většině evropských zemí zvyšuje počet dospělých jedinců s nadváhou a obezitou. Z posledních dostupných údajů vyplývá, že v Evropě má 25–70 % dospělých nadváhu a 5–30 % lidí je obézních. Dle ČSÚ (2012) je největší podíl obézních jedinců v rámci Evropy na Maltě, v Maďarsku, Estonsku, České republice, Řecku, Lotyšsku a Slovinsku. Naopak nejmenší zastoupení obézních lidí je v Rumunsku, Bulharsku, Francii a Rakousku. V České republice se obezita vyskytuje u 18,3 % populace. V České republice je největší část obézního obyvatelstva ve věku 65–74 let, naopak nejméně obézních jedinců je ve věkovém rozmezí 18–44 let.

V průběhu celého života existují kritická období, kdy je zvýšeno riziko vzniku obezity. Do těchto etap života můžeme zahrnout fetální období, časně postnatálního období, kdy se rodiče snaží o rovnoměrný přírůstek hmotnosti u dětí s nízkou porodní

váhou. Dále zvýšení tělesné hmotnosti u dětí mezi 5. a 7. rokem, puberta, nástup do zaměstnání, vojenská služba u mužů, svatba, těhotenství a kojení u žen, klimakterium, a také období nástupu do důchodu (Kunešová, 2004).

Existují sociologické a kulturní faktory, které ovlivňují stravu a fyzickou aktivitu lidí. Náš organismus je někdy vystaven prostředí, které může zvýšit riziko obezity. Geny, pohlaví, lokalita, etnické a sociální návyky mohou vytvořit komplexní souhru, která v konečném důsledku přispívá k obezitě (Kelly, 2014).

Mitáš, Ding, Frömel a Kerr (2014) ve své studii zjistili, že lidé s vyšším věkem, nižší úrovní dosaženého vzdělání a lidé trávící svůj volný čas sedavým způsobem, dosahují vyšších hodnot BMI. Rovněž jedinci žijící v malých městech a ženy žijící v menších obcích měli BMI ve srovnání s lidmi žijícími ve velkých městech vyšší. Taktéž Poortinga (2006) uvádí, že lidé s vyššími příjmy trpí obezitou méně často, jelikož si z finančního hlediska mohou dovolit zdravou stravu a drahá sportovní centra. Četnost sportovních středisek a možnost sportovního vyžití často souvisí s velikostí města. Ve větších městech je mnohem více sportovních center a prostor pro pohybové aktivity než v menších městech a na vesnicích. To může být další příčinou vyššího výskytu obezity v menších městech.

Americká studie, zabývající se souvislostí mezi obezitou a přírodním prostředím, zjistila, že v oblastech s horkými léty a studenými zimami, je prevalence obézních jedinců vyšší. Specifické podnebí podle studie odrazuje lidi od fyzické aktivity (Hippel & Benson, 2014). Luppino et al. (2010) se ve své meta-analýze zabýval obousměrným vztahem mezi depresí a obezitou. V jejich výzkumu bylo zjištěno, že obezita zvyšuje riziko vzniku deprese, zejména u amerického obyvatelstva a pacientů s klinicky diagnostikovanou depresí. Také bylo zjištěno, že deprese zvyšuje šance pro rozvoj obezity a nadváhy.

Obezitu lze dělit na dva typy z hlediska distribuce tukové tkáně v těle. Obezita *gynoidní* (tvar hrušky) je charakteristická hromaděním tuku v dolních částech těla, jako jsou hýždě a stehna. Gynoidním typem obezity trpí převážně ženy a je spíše kosmetickým problémem než zdravotním. U *androidní* obezity (tvar jablka) se tuková složka hromadí zejména v horních částech těla, kdy je charakteristická vyšším obvodem pasu. Tato obezita je spíše typická pro muže a hraje důležitou roli při vzniku řady onemocnění (Svačina, 2008). Orbetzova et al. (2012) se ve své studii zabývali asociací mezi tukovou tkání a inzulínovou rezistencí u žen s obezitou. U žen s diagnostikovanou androidní obezitou docházelo k vyšší produkci leptinu, a tím k vyšší inzulínové rezistenci. U gynoidního typu obezity nebyla inzulínová rezistence zaznamenána. Yaprak (2012) zjistil, že androidní

obézní ženy měly nižší spotřebu kyslíku a vyšší systolický a diastolický tlak v porovnání se ženami, u kterých se vyskytoval gynoidní typ obezity.

Nejčastějším a celosvětově uznávaným způsobem pro stanovení nadváhy a obezity je hmotnostně-výškový index BMI (Body mass index), dříve nazývaný Queteletův index. Vzorec pro výpočet Body mass indexu je definován jako (WHO, 2004):

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

**Tabulka 1.** Hodnoty BMI dle Světové zdravotnické organizace (WHO, 2004)

| Hodnota BMI | Stupeň obezity |
|---|---|
| < 18,5 | podváha |
| 18,5 – 24,9 | normální hmotnost |
| 25,0 – 29,9 | nadváha |
| 30,0 – 34,9 | obezita I. stupně |
| 35,0 – 39,9 | obezita II. stupně |
| > 40 | obezita III. stupně |

V tabulce 1 je uvedena klasifikace BMI. Hodnoty v rozmezí 18,5–24,9 představují po zdravotní stránce minimální riziko. Vzestup BMI nad 27 již souvisí s nárůstem mortality a se zvýšeným nebezpečím vzniku diabetu, hypertenze, ischemické choroby srdeční, mozkové cévní příhody a dalších onemocnění. Hodnoty nad 35 znamenají zvýšení až 93x rizika diabetes a jiných onemocnění (Pelikánová & Bartoš, 2011).

Nevýhodou BMI je, že zanedbává mnoho faktorů, jako například svalstvo, kosti apod. (Riegerová et al., 2006). Proto jedinci s vysokou hodnotou BMI nemusí mít přebytečnou tukovou složku, ale mohou disponovat velkým množstvím svalové hmoty (Heyward & Wagner, 2004). Dle Rothmana (2008) je tento index nepřesný a může způsobit zkreslení vlivu obezity na zdraví. Díky změnám ve složení těla s věkem dochází u starších lidí k chybné výpovědi o BMI výsledcích. Proto jsou v kategorii seniorů bezpečnější mírně vyšší hodnoty (kolem 27) (Piťha & Poledne, 2009).

Dalším zdravotním ukazatele obezity je WHR index, který je dán poměrem obvodu pasu a obvodu boků. Tento index využíváme k posouzení distribuce tuku v těle. Za hranici rizikovosti bereme poměr pasu a boků u mužů 0,95 (95 %) a u žen 0,85 (85 %) (Riegerová et al., 2006).

Někteří autoři tvrdí, že největší výpovědní hodnotu zdravotního rizika obezity má samotné měření pasu. Tento parametr je dobrým ukazatelem rizikovosti kardiovaskulárních a metabolických komplikací obezity (Nečas, 2009). Obvod pasu je měřen mezi spodním okrajem dolního žebra a crista iliaca v horizontální rovině. Hraniční hodnoty obvodu pasu jsou u žen 80 cm a u mužů 94 cm. Hodnoty přesahující 88 cm u žen a 102 cm u mužů signalizují velmi zvýšené riziko obezity (Kunešová, 2004).

### 2. 2. 2 Obezita ve stáří

Obezita je běžný, avšak stále více se vyskytující problém u starších jedinců. Snížená fyzická aktivita a nižší energetický výdej vede u starších lidí k hromadění tuku a zároveň ke ztrátě svalové frakce v organismu. Díky ubývání svalové hmoty a snížení tělesné výšky je obtížné diagnostikovat obezitu u starších jedinců pomocí BMI. Vhodnější metoda je měření obvodu pasu. Výhodou obvodu pasu je, že vysoce koreluje s tělesným i nitroútrobním tukem. Mnohé zdravotní následky obezity, jako je diabetes 2. typu, artritida, inkontinence či deprese, mohou být zejména pro starší jedince problematické (Han, Tajar, & Lean, 2011).

Jedinci, kteří měli celý život problém s nadváhou, se velmi často s odchodem do důchodu dopracují až k výraznému stupni obezity. Příčiny prohloubení obezity ve starším věku mohou být díky pevně zakořeněným nevhodným stravovacím návykům, nadbytku nekvalitní stravy, sníženým energetickým nárokům organismu, snížené fyzické aktivitě, polymorbiditě, sociální izolovanosti, nedostatku motivace, hormonálním změnám či snížené vstřebatelnosti živin (Krčmářová, 2010).

Další z příčin vzniku obezity u starší populace může být pokles finančního příjmu po ukončení aktivní výdělečné činnosti, kdy jedinec může díky omezeným financím upřednostňovat nákup levnějších potravin. Také depresivní ladění může být příčinou sociální izolace u starších jedinců. Toto omezování společenského života často vede k poklesu pohybové aktivity u seniorů (Hlubík, 2007).

Stravovací návyky starších jedinců mnohdy nesplňují základní doporučení o zastoupení a množství jednotlivých složek potravy. U seniorů často ve stravě převažují zejména sacharidy a tuky. Naopak chybí zvýšený příjem kvalitních bílkovin, množství stopových prvků (vápník, fosfáty, železo), vitamínů (D, C), tekutin a vlákniny. Další problém je nedostatek pohybu a fyzické aktivity. Tento komplex vede často k obezitě,

snížení výkonnosti jedince až k nevratné dekondici (Malá, Krčmová, Burešová, & Jurášková, 2011).

S postupujícím věkem často dochází k poškození chrupu a snížení sekrece slin. Díky tomu starší jedinci preferují měkkou stravu, která je bohatá na tuky a současně omezují potraviny špatně zpracovatelné zuby (potraviny rostlinného původu a bohaté na vlákninu). Preference potravin bohaté na tuky a jednoduché cukry vedou ke vzniku pozitivní energetické bilance (Hlubík, 2007).

V posledních letech je stále více užíván termín sarkopenická obezita, kdy dochází k úbytku svalové hmoty a zároveň přibývá tuková tkáň. Sarkopenická obezita je progresivní stav související se stárnutím a sedavým způsobem života (Prentice, 2001). Dle Li a Hebera (2011) je sarkopenická obezita u osob nad 65 let spojená s metabolickými komplikacemi a se ztrátou nezávislosti. Autoři tvrdí, že úbytek svalové tkáně u starších lidí může být kompenzován dostatečným příjmem bílkovin ve stravě. Nadměrnou tukovou tkáň je zase potřeba snižovat pravidelným cvičením.

Prevalence obezity u starších jedinců se zvyšuje na celém světě a očekává se, že dále poroste. Tato epidemie je spojena s řadou nemocí a zdravotních rizik, díky kterým se zvyšují finanční náklady na zdravotní péči. Mnohé nemocnice a pečovatelské domy nejsou dostatečně vybaveny pro obézní pacienty (Salihu, Bonnema, & Alio, 2009). Dle Şimşek, Yilmaz, Meseri a Ucku (2014) je v postupujícím věku obezita spojena zejména s kardiovaskulárními riziky. WHO (2010) zmiňuje, že nadváha a tělesná inaktivita přispívají ke vzniku diabetes mellitus. Asi 52 milionů lidí v Evropě trpí diabetem, z toho 8,4 % mužů a 7,8 % žen ve věku 20–79 let. Starší lidé, kteří jsou obézní, trpí více chronickými nemocemi, mají vyšší riziko tělesným postižením a horší kvalitu života než lidé s normální hmotností. Prevence obezity je ve stáří nutná z důvodu zamezení těchto negativních důsledků, a to i v případě, že nemá žádný vliv na úmrtnost. Pozornost by měla být věnována při redukčních programech u starších jedinců, kdy mohou mít negativní dopad na zdraví kostí starších osob (ACSH, n.d.).

### 2. 2. 3 Prevence a léčba obezity

V dnešní době lékaři používají k léčbě obezity pět způsobů, a to dietoterapii, fyzickou aktivitu, psychoterapii, farmakologickou či chirurgickou léčbu. Obézní jedinci jsou často k redukci hmotnosti motivováni, až u nich nastanou zdravotní komplikace spojené s obezitou. Prevence těchto komplikací je však často efektivnější a jednodušší než samotná léčba. Motivace k preventivní redukci hmotnosti může být například dušnost, bolesti kloubů, kosmetické důvody či problémy v partnerských a pracovních vztazích (Svačina & Bretšnajdrová, 2008). Cílem léčby je snížení zdravotního rizika obezity. Redukce hmotnosti již o 5–10 % znamená pro pacienta významný pokles chorob a rizika úmrtí spojené s obezitou (Zeman, 2004).

**Dietoterapie**

Dietoterapie je důležitou metodou v léčbě obezity. Na počátku terapie je důležitá negativní energetická bilance vedoucí k poklesu nadměrné hmotnosti. Mezi hlavní zásady dietní léčby můžeme zařadit pravidelnost v jídle, rovnoměrné rozdělení energie během celého dne, strava splňující zásady racionální výživy (strava s dostatkem vlákniny, vitamínů a minerálních látek). Jedno z nejzásadnějších opatření při redukční dietě je snížení obsahu tuků. Rovněž je důležité omezit příjem kuchyňské soli, která způsobuje hypertenzi a otoky. Nezbytná součást dietoterapie je změna stravovacích návyků, která je vázaná na změny způsobu života. Významný je také dostatečný příjem nízkoenergetických a zcela bezenergetických tekutin (1,5–2 l/den). Během léčby by se obézní jedinci měli zcela vyhnout alkoholickým nápojů (Svačina, 2013).

Dle Kunešové (2004) by množství přijaté energie během dne mělo být při redukční dietě o 2000 kJ nižší než doporučená denní dávka energie pro jedince daného pohlaví, věku a s určitým fyzickým denním výdejem.

Mezi různými věkovými skupinami nejsou zásadní rozdíly v dietoterapii. Důležitá je vyvážená pestrá strava, která je bohatá na komplexní sacharidy, ryby, mléčné výrobky a esenciální mastné kyseliny (Elmadfa & Mayer, 2008).

**Pohybová aktivita**

Poděbradská, Stejskal, Schwarz a Poděbradský (2011) ve své studii prokázali účinnost komplexní léčby obezity zahrnující řízenou pohybovou aktivitu, dietu a kognitivně-behaviorální terapii. Autoři zjistili, že řízená pohybová aktivita pozitivně působí na změnu antropometrických ukazatelů.

Dle Kunešové (2004) je dostačující jako prevence vzniku obezity provádět fyzickou aktivitu 30 minut denně, lépe 45–60 minut denně. U jedinců s nadváhou a obezitou je doporučeno provádět pohybovou aktivitu 45 minut, 3–4x týdně v intenzitě 50–75 % maximální aerobní kapacity (energetický výdej 1500–1800 kcal/týden). Pohybová aktivita přispívá ke zvýšení celkového energetického výdeje, ke zvýšení oxidace tuků a lipolýze v tukové tkáni. Fyzická aktivita v kombinaci s dietou zabraňuje úbytku svalové hmoty, snižuje inzulínovou rezistenci a zlepšuje kardiorespirační výkonnost. Dále dochází ke zvýšení hladiny HDL-cholesterolu a k poklesu krevního tlaku. Nejvhodnější pohybové aktivity u jedinců s nadváhou a obezitou jsou chůze, jízda na kole či rotopedu a plavání.

Důležité je pro obézní jedince najít vhodnou pohybovou aktivitu s menší zátěží. Pro obézní jedince může být dobrou pomůckou krokoměr. WHO (2011) doporučuje denně vykonat minimálně 10 000 kroků. Kroemeke et al. (2014) došli ve své studii k závěru, že doporučených 10 000 kroků/den se zdá být nedostatečné pro ženypo menopauze. Pro udržování lepšího zdravotního stavu u žen po menopauze je proto lepší vykonat 12 500 kroků/den.Byl zjištěn významný rozdíl v tělesném složení mezi vysoce aktivními a spíše méně aktivními skupinami žen po menopauze. Ženy, které ušly denně 12 500 a více kroků během dne, měly nižší procento tělesného tuku a jejich BMI se pohybovalo v normálu. Dle Krčmářové (2010) je při výběru pohybové aktivity u starších jedinců důležité respektovat momentální stav kondice a zdraví. Vhodné sportovní aktivity pro snížení tělesné hmotnosti u seniorů jsou turistika, plavání, aquagymnastika, jízda na stacionárním kole, tanec, kondiční posilování a další.

**Psychologická péče**

Tato léčba pomáhá zvládat psychické, psychosomatické či sociální potíže, jenž obezita způsobuje. Také se pokouší porozumět psychologickým vlivům a faktorům, které se podílejí na vzniku a udržování nadměrné hmotnosti a s ní spojených zdravotních rizik (Hainer, 2011).

Psychologická terapie by neměla být opomíjena ani během chirurgické léčby obezity, a to jak při rozhodovacím procesu o provedení zákroku, tak po operaci, kdy se mohou

objevit problémy. Psychologická péče je také nutná, pokud nedošlo po operaci k naplnění očekávání (Stárková, 2010).

**Farmakoterapie**

Cílem farmakoterapie je korigovat metabolické a regulační poruchy zapříčiňující rozvoj obezity a s ní spojených zdravotních komplikací. Farmakoterapie je indikovaná jedincům, u nichž BMI přesahuje hodnotu 30 kg/m$^2$, nebo u pacientům s BMI nad 25 kg/m$^2$a zároveň přítomnými komplikacemi obezity (hypertenze, dyslipidémie, diabetes mellitus II. typu), které nejsou kontraindikací pro podávání příslušného léku. Podání antiobezitik není vhodné u dětí a jedinců starších 65 let. Léky využívané pro léčbu obezity lze rozdělit do 5 skupin: 1. substance ovlivňující příjem potravy, kdy působením na CNS vyvolává pocit nasycení a tlumí pocity hladu, 2. substance ovlivňující kromě pocitu hladu a sytosti i regulaci hedonických odpovědí v CNS, kdy se díky tomu potrava nestává předmětem potěšení a návyku, 3. léky zvyšující energetický výdej, tzv. terigenní farmaka, 4. léky ovlivňující metabolismus v periférních tkáních (např. ve svalu, játrech a pankreatu), 5. farmaka snižující dostupnost tuků v organizmu ovlivněné jejich vstřebáváním. Nicméně všechna farmaka pro léčbu obezity mají nežádoucí účinky, které vyplývají z mechanismu jejich působení. K nejběžnějším nežádoucím účinkům patří psychostimulační působení vlivem stimulace noradrenergních a dopaminergních receptorů, deprese, tachykardie, vzestup krevního tlaku, chlopenní vady, ovlivnění kognitivních funkcí, plicní arteriální hypertenze, návykovost, deficit vitamínů a nauzea (Hainer, 2011).

V dnešní době jsou v ČR k dostání moderní antiobezitika sibutramin a orlistat. Sibutramin ovlivňuje pocit sytosti a energetický výdej inhibicí zpětného vychytáváníserotoninu a noradrenalinu v CNS. Orlistat snižuje vstřebávání tuků v trávicím ústrojí. Novým nadějným lékem pro léčbu obezity je Rimonabant (Kunešová, 2004).

**Chirurgická léčba**

Bariatrická chirurgie je nejúčinnější léčba pro dlouhodobou redukci tělesné hmotnosti. Je prováděna u pacientů s BMI nad 40 kg/m$^2$ či v případě vážných zdravotních komplikací u jedinců s BMI 35–40 kg/m$^2$. Studie ukazují, že tato forma léčby snižuje celkovou úmrtnost těžce obézních jedinců (Bult, Dalen, & Muller, 2008).

V minulosti byla chirurgická léčba založena na expiraci tukové tkáně. V roce 1954 A. J. Kremen provedl první operaci jejunoileálního by-passu a tímto zahájil období gastrochirurgie v léčbě těžké obezity. V 70. letech byly tyto zákroky z důvodu výskytu

malabsorpčních příznaků nahrazeny operacemi, které zmenšují objem žaludku. Průkopníkem bandáže žaludku byl v 90. letech u nás i celém světě M. Fried (Hainer, 2011).

Rozlišujeme adjustabilní bandáž, která umožňuje regulaci zaškrcení žaludku v pooperačním období a neadjustabilní bandáž, která bývá fixní. Výsledkem je zmenšený objem žaludku a díky tomu snížení pocitu hladu a rychlý pocit plnosti. Dalšími metodami jsou např. gastroplastika či výkony působící mechanismem malabsorpce (gastrický bypass, biliopankreatická diverze a jejunokolický bypass). Avšak tyto operace se provádějí v menší míře. Nová metoda léčby obezity pomocí chirurgie je gastrická chirurgie, při níž je do žaludku zavedena elektroda vydávající impulzy. Nicméně mechanismus této metody není ještě jednoznačně znám (Kunešová, 2004). Jedinci, kteří podstupují chirurgickou léčbu, musí být informovaní o mechanismu zákroku, jeho následcích a zdravotních rizicích. Pacientimusí být celoživotně pod odborným dohledem (Zeman, 2004). Během rozhodovacího procesu o provedení zákroku, ale i při samotné chirurgické léčbě by měli být zainteresovaní odborníci jako chirurg, obezitolog, endokrinolog, psycholog a psychiatr (Stárková, 2010).

### 2. 3 Tělesné složení

Tělesné složení nás informuje o frakcionaci tělesné hmotnosti. Změna podílu jednotlivých tělesných složek má vliv na naše zdraví a tělesnou zdatnost. Poměr jednotlivých tělesných frakcí závisí na výživě, pohybové aktivitě, zdravotním stavu a fázi ontogenetického vývoje. Pravidelné sledování tělesného složení je využitelné pro doporučení efektivního pohybového zatížení, správně či špatně zvolených tělesných cvičení, či při úpravě tělesné hmotnosti a stanovení úspěšnosti stravovacích stereotypů (Přidalová, 2013).

Dle Esmat (2012) je menší riziko vzniku onemocnění spojených s obezitou (cukrovka, hypertenzeči rakovina), jestliže se poměr jednotlivých tělesných složek pohybuje v doporučeném rozmezí.

Tělesné složení můžeme posuzovat na základě různých modelů, z nichž následně vyplývají metody měření. Ty často souvisí s provozními a finančními možnostmi jednotlivých pracovišť. Pro stanovení tělesného složení vycházíme ze dvou základních modelů, a to z chemického a anatomického. Chemický model dělí tělo na část tukovou, bílkovinnou, sacharidovou, minerální a vodu. Dle anatomického modelu je tělo složeno

z komponenty tukové, svalové, kosterní, vnitřních orgánů a ostatních tkání (Riegerová et al., 2006).

S rozvojem nových technologií vznikají i další modely, které mají větší množství sledovaných parametrů. V antropologické a klinické praxi se používají k určení tělesného složení ve všech věkových kategoriích dvou-, tří-, a čtyřkomponentové modely. Dvoukomponentový je z praktického hlediska nejpoužívanější model, kdy se lidské tělo podle tohoto modelu rozděluje na tuk (FM) a tukuprostou hmotu (FFM). Dle tříkomponentového je tělo tvořeno tukem, vodou a zbývajícími pevnými látkami (sušina) (Kenneth, 2000).

Čtyřkomponentový model rozděluje tělo na tuk, extracelulární tekutinu, buňky a minerály (Riegerová et al., 2006).

### 2. 3. 1 Základní komponenty tělesného složení

**Tukuprostá hmota**

Tukuprostá hmota je heterogenní složkou, která neobsahuje žádné komponenty lipidové povahy. Tukuprostá hmota je tvořena z 60 % svalstvem, z 25 % opěrnou a pojivovou tkání a 15 % představuje hmotnost vnitřních orgánů. Jejich vzájemný poměr je však proměnlivý v závislosti na věku, pohybové aktivitě a dalších exo- a endogenních činitelích. Svalová tkáň se v lidském těle vyskytuje ve 3 typech: kosterní svalstvo, hladké svalstvo a srdeční sval. V průběhu ontogeneze se poměr svalových tkání mění. Nejvýznamnější nárůst kosterního svalstva bývá u chlapců mezi 15. a 17. rokem, u dívek je tento vzestup kolem 13. roku života. V dospělosti následuje stabilizace růstu a poté dochází k poklesu kosterního svalstva u mužů kolem 40. roku (u žen kolem 60. roku) (Riegerová, et al., 2006).

Dle Kubešové a Webera (2008) v průběhu stárnutí dochází k úbytku svalové hmoty. Tento pokles začíná po 50. roce života a pokračuje až do 80. roku, kdy dochází k úbytku až na 50 % původního počtu svalových vláken. Díky vyšší metabolické činnosti svalové hmoty, dochází s přibývajícím věkem k poklesu zpracování energie, která je dodávána stravou. Jako prevenci obezity je v této situaci nezbytné zvýšit výdej energie či omezit příjem potravy.

U starších lidí dochází k úbytku zejména bílých rychlých svalových vláken (typ II) až o 26 %. Celkový absolutní počet červených pomalých (typ I) i bílých rychlých (typ II) vláken klesá. Od 65. roku života se tento proces zrychluje a v 80. letech může úbytek činit

až 40 %. Současně dochází v inaktivních svalech k poklesu počtu kapilár, avšak počet mitochondrií se výrazně nemění (Máček & Radvanský, 2011).

Úbytek svalové hmoty a svalové síly s postupujícím věkem se označuje jako sarkopenie. Faktory, které přispívají ke vzniku sarkopenie jsou inaktivita, oxidativní stres, chronický zánět a celkové změny složení těla (Holmerová et al., 2007).

**Tělesný tuk**

Tuk a tuková tkáň plní v lidském těle řadu důležitých funkcí. Slouží jako stavební kámen buněčných membrán, zásobárna energie, transportní systém pro vitamíny rozpustné v tucích, termoregulační orgán, mechanická ochrana, endokrinní orgán a také jako imunitní orgán. Za fyziologických okolností činí podíl tuku v těle žen 25–30 % jejich tělesné hmotnosti a u mužů tento podíl tuku představuje 15–20 %. (Heyward & Wagner, 2004).

Rosenquist et al. (2013) upozorňují zejména na nebezpečí zvýšeného množství viscerálního tuku v těle. Viscerální, neboli útrobní tuk při běžném stavu obklopuje a chrání vnitřní orgány. Jestliže se tento tuk nahromadí v dutině břišní, dochází ke zvýšení množství cholesterolu v krvi, a tím vzniká riziko výskytu vysokého krevního tlaku, kardiovaskulárních onemocnění či cukrovky 2. typu.

Množství tukové tkáně stoupá v těle s přibývajícím věkem. Tento fakt potvrdilo mnoho autorů (Chumlea et al., 2002; Gába & Přidalová, 2014; Guo et al., 1999; Sofková, Přidalová, Mitáš, & Pelclová, 2014). Také ve studii Kyle et al. (2001) došli autoři k závěru, že od 44. roku u mužů a u žen po 54. roce života se procentuální i hmotnostní zastoupení tukové složky postupně zvyšuje. Ve studii Gába a Přidalová (2014) bylo statisticky významné zvýšení BFM,% BFM a VFA se zvyšujícím se věkem, kdy nejvyšších hodnot dosahovaly ženy nad 70 let. Riegrová, Kapuš, Gába, Šťotka (2010) v jejich práci zjistili, že průměrné hodnoty tukové složky u mužů vrůstaly až do 70. decénia. Od 80. decénia se tuková složka začala znovu snižovat.

V tabulce 2 uvádějí Heyward a Wagner (2004) procentuální zastoupení tukové tkáně u mužů a žen v jednotlivých věkových kategoriích.

**Tabulka 2.** Standardy procentuálního zastoupení tělesného tuku u mužů a žen v jednotlivých věkových kategoriích (Heyward & Wagner, 2004)

| **Muži** | **Minimum** | **Nízká** | **Střední** | **Vysoká** | **Obezita** |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 – 17 let | <5 | 5 - 10 | 11 - 25 | 26 - 31 | > |
| 18 – 34 let | <8 | 8 | 13 | 22 | > |
| 35 – 55 let | <10 | 10 | 18 | 25 | > |
| 55 a více let | <10 | 10 | 16 | 23 | > |
| **Ženy** | | | | | |
| 6 – 17 let | <12 | 12 - 15 | 16 - 30 | 31 - 36 | > |
| 18 – 34 let | <20 | 20 | 28 | 35 | > |
| 35 – 55 let | <25 | 25 | 32 | 38 | > |
| 55 a více let | <25 | 25 | 30 | 35 | > |

Biospace (2009) uvádí jiné doporučené procentuální zastoupení tělesného tuku u mužů a žen pro jednotlivé věkové kategorie:

**Tabulka 3.** Doporučené procentuální zastoupení tělesného tuku u mužů a žen (Biospace, 2009)

| **Věk** | **< 30** | **30 – 50** | **> 50** |
|---|---|---|---|
| ženy | 14 – 21 % | 15 – 23 % | 16 – 25 % |
| muži | 9 – 15 % | 11 – 17 % | 12 – 19 % |

**Tělesná voda**

Celková tělesná voda tvoří u dospělého jedince 60 % tělesné hmotnosti. Její podíl na tělesné hmotnosti se individuálně odlišuje zejména podle objemu tukové složky v těle. Čím větší množství tukové tkáně obsahuje organismus, tím menší podíl tělesné hmotnosti tvoří voda. Celková tělesná voda se dělí na vodu intracelulární a extracelulární. Intracelulární tekutina je voda obsažená v buňkách a tvoří 40 % tělesné hmotnosti. Extracelulární tekutina představuje vodu, která se nalézá mimo buňky a činí 20 % tělesné hmotnosti.

Extracelulární tekutinu můžeme dále rozdělit na tkáňový mok (intersticiální tekutina) a plazmu (intravaskulární tekutina). Tkáňový mok obklopuje buňky různých tkání a plazma představuje tekutinu uvnitř cév krevního oběhu (Langmeier, 2009). V organismu se také vyskytuje transcelulární tekutina. Tato tekutina se nachází v gastrointestinálním traktu, v močových cestách a také v tělesných dutinách. Za normálních podmínek je této tekutiny v organismu malé množství. Za patologických stavů se objem transcelulární tekutiny může zvětšit až na několik litrů (Kalvach et al., 2004).

V průběhu života se mění obsah vody v organismu tak, že největší podíl vody bývá v mládí a s přibývajícím věkem obsah celkové tělesné vody postupně klesá. Celková tělesná voda se snižuje zejména díky poklesu intracelulární vody (Kalvach et al., 2004). Bunc, Štilec, Moravcová a Matouš (2000) provedli studii u seniorek, jejichž složení těla stanovovali pomocí bioelektrické impedance. Dospěli k výsledkům, že se podíl celkové tělesné vody v organismu s věkem mění tak, že u seniorek byla celková tělesná voda mírně nižší než u dospělých žen středního věku se stejnou úrovní zdatnosti. Sofková, Přidalová a Pelclová (2013) ve své práci zjistili, že u žen do 40 let tvoří celková tělesná voda 43,5 % a u žen starších 40 let to bylo 42,4 %.

V průběhu těhotenství dochází ke zvýšení tekutin a celkové tělesné vody v organizmu. Ženy mají menší množství celkové tělesné vody než muži z důvodu většího obsahu tuku v organismu. Ze stejné příčiny se vyskytuje nižší podíl celkové tělesné vody i u obézních jedinců (Navrátil, 2008).

Množství vody v těle lze hodnotit pomocí EDEMA indexu. Tento index vyjadřuje vztah mezi extracelulární vodou a celkovou tělesnou vodou. Doporučené hodnoty EDEMA indexu jsou v rozmezí 0,36–0,40. Zvýšené hodnoty EDEMA indexu znamenají větší množství extracelulární tekutiny v organismu, která může způsobovat otoky. U starších či podvyživených jedinců dochází ke zvýšení extracelulární tekutiny v důsledku smršťování svalových buněk. Vytvořený meziprostor se dále naplňuje extracelulární vodou (Biospace, 2009).

### 2. 3. 2 Metody měření tělesného složení

**Antropometrické metody měření:**

První antropometrickou metodou, která se využívala pro diagnostiku tělesného složení, byla metoda dle Matiegky. Existuje řada postupů pro hodnocení tělesného složení využívající antropometrické rozměry. Nejvíce používanou metodou v České republice je

hodnocení tělesného složení podle Pařízkové. Dalšími variantami pro odhad tělesného složení je Matiegkova metoda nebo její modifikace dle Drinkwatera (Riegerová et al., 2006).

Metoda měření tělesného složení dle Pařízkové:

Tato antropometrická metoda zjišťuje tělesné složení ze součtu deseti kožních řas. Měřené kožní řasy bývají lokalizovány na tváři, krku, hrudníku 1, hrudníku 2, paži, zádech, břichu, boku, stehnu a na lýtku. Složení těla je pak dále určeno z regresních rovnic,jenž jsou rozděleny dle věku a pohlaví v náležejících tabulkách (Riegerová et al., 2006). Ve studii Bužga et al. (2012) dává metoda dle Pařízkové statisticky významně nižší výsledky u tělesného tuku než metoda DXA. Avšak po přepočítání na procenta tělesného tuku za pomoci korekčních rovnic se hodnoty blíží výsledkům metody DXA. Tato metoda je vhodná pro terénní měření tělesného tuku.

Metoda měření tělesného složení dle Matiegky:

Autor této metody se pokusil jako první o kvantifikaci komponent lidského těla, kde využil antropometrických rozměrů těla. Dle této metody se hmotnost lidského těla dělí na 4 složky: O – hmotnost skeletu, D – hmotnost kůže a podkožní tukové tkáně, M – hmotnost kosterního svalstva a R – hmotnost zbytku. Metoda souhlasí s tříkomponentovým modelem (Riegerová et al., 2006).

U srovnávací studie Bužga et al. (2012) se výsledky dle metod Matiegka a DXA značně lišily jak u hmotnostního, tak u procentuálního zastoupení tuku v těle. Výsledky dle metody Matiegka byly oproti metodě DXA značně podhodnocené.

Metoda měření tělesného složení dle Drinkwatera a Rosse:

Tato metoda představuje modifikaci Matiegkovy metody. Pro zjištění tělesného složení se využívají fantomové hodnoty a směrodatné odchylky. Fantomové hodnoty jsou stanoveny z literárních dat různých současných etnických skupin, mužů i žen, a také z dat historických. Takto určené hodnoty byly zařazeny na nulu Z-skóre (Riegerová et al., 2006).

**Biofyzikální a biochemické metody měření**

Pro měření tloušťky kožních řas existují kromě kaliperace také další metody měření. Tyto metody mají snahu minimalizovat technické chyby, které vznikají u měření kaliperem. Jsou založeny na obdobných principech jako kaliperace (Riegerová et al., 2006).

V níže uvedeném textu popisuji metody denzitometrie, DEXA, hydrostatické vážení a bioelektrickou impedanci. Existuje i mnoho dalších přístupů zabývajících se odhadem tělesného složení, jako radiografie, ultrazvuk, infračervená interakce, voluminometrie, pletysmografie či hydrometrie.

Denzitometrie:

Metoda pracuje na základě dvoukomponentového modelu lidského těla, jehož složkami jsou, tuk (FM) a tukuprostá hmota (FFM). Tato metoda měření předpokládá, že jsme tyto složky schopni určit na základně naměřené hustoty celého těla. Tato metoda měření je založena na následujících třech základních předpokladech. Denzita FFM a FM je relativně konstantní, míra hydratace FFM je relativně konstantní a poměr kostních minerálů ve vztahu ke svalovým proteinům je taktéž neměnný. Tato metoda využívá Archimédův zákon (Lukaski, 1987).

Nevýhodou této metody měření je přepočet tělesné denzity na podíl tukové tkáně. Problém není v denzitě tukové tkáně, jejíž hodnota je poměrně konzistentní, ale v denzitě tukuprosté hmoty. Denzita tukuprosté hmoty je u dětí, žen a starších lidí nižší než předpokládaných 1, 1 g/m$^3$, ale je vyšší než např. u černošského obyvatelstva. Chyba denzitometrie se odhaduje v rozhraní 3–4 %. Denzitometrie se vyjadřuje vztahem: *hmotnost* = *denzita* · *objem*. Tato metoda se využívá nejen pro měření tělesného složení, ale také pro určení denzity kostní tkáně (Riegerová et al., 2006).

Duální rentgenová absorpciometrie (DEXA):

DEXA je uznávanou referenční metodou pro odhad tělesného složení. Určuje štíhlou měkkou tkáň, celkový tělesný tuk a minerální obsah kostí. Metoda je rychlá a nenáročná pro probanda i provozovatele. Celotělové měření trvá v rozmezí 10–20 minut (Duren et al., 2008).

Metoda DEXA je poměrně nákladnou metodou a při měření se vyskytuje určité množství rentgenového záření. Ozáření se pohybuje v rozmezí 0,002–0,1 mrem, které je mnohonásobně nižší než rentgenové záření při klasickém vyšetření (25–270 mrem). Díky

minimální dávce radiace lze metodu použít u populace všech věkových kategorií, avšak není doporučené těhotným ženám. U jedinců, vyšších než 193 cm či širších než oblast skenování (58–65 cm), bude část těla přesahovat oblast skenování. Proto přesnost měření klesá se zvětšujícími se rozměry probanda (Heymsfield, Lohman, Wang, & Going, 2005).

Hydrostatické vážení:

Hydrostatické vážení bylo dlouho považováno za zlatý standard pro měření tělesného složení. Navzdory svému širokému využití má mnoho omezení, jako je drahé zařízení, nutnost ponořit hlavu pod vodu a časová náročnost (30–60 min). Jedním z dalších omezení hydrostatického vážení je problém měření zbytkového objemu (Mohammadi & Shakerian, 2010). U hydrostatického vážení je objem těla stanoven z rozdílu hmotnosti těla na suchu a pod vodou. Pod vodou vážíme jedince pomocí hydrostatické váhy. Během vážení je tělo jedince nadlehčováno vzduchem, který se nalézá v dýchacích cestách a plicích. Z tohoto důvodu se vážení uskutečňuje v maximálním expiriu a výsledek je korigován o objem reziduálního vzduchu. Reziduální objem můžeme určit zároveň při odečítání hmotnosti pod vodou, před nebo po vlastním měření či za pomocí odhadu ze známých spirometrických objemů jako 20 % celkové plicní kapacity či 30 % vitální kapacity plic (Riegerová et al., 2006).

Bioelektrická impedance (BIA):

Bioelektrická impedance je metodou neinvazivní, levnou a přenosnou. Bioelektrická impedanční analýza se v posledních letech využívá pro diagnostiku tělesného složení u různých populačních skupin. Pracuje na základě šíření neškodného střídavého elektrického proudu nízké intenzity, který prochází tělem (Barbosa-Silvia, Barros, Wang, Hemsfield, & Pierson, 2005).

Metoda BIA pracuje na principu rozdílů vedení elektrického proudu v různých biologických strukturách. Tělesná voda je jedinou tělesnou komponentou, která dokáže vést elektrický proud. Pomocí Ohmova zákona můžeme určit její impedanci. Celkový objem (V) tělesné vody vypočítáme jako podíl mezi druhou mocninou délky tělesa (L2), což je tělesná výška, k jeho impedanci (R) (Kyle et al., 2004). Beztuká tkáň obsahuje velké množství vody a elektrolytů, které jsou dobrými vodiči elektrického proudu. V důsledku toho je hodnota impedance (odporu) beztuké komponenty nízká. Naopak tuková tkáň je špatným vodičem elektrického proudu, proto je impedance vysoká. Zjištěná bioelektrická impedance se dále používá k vypočítání množství tuku v organismu. Tento

výpočet se provede pomocí regresních rovnic. Základní proměnnou bioelektrické analýzy je celková tělesná voda, ze které jsme schopni určit další tělesné komponenty. BIA pracuje s lidským tělem jako s válcem. Jestliže známe délku (výšku těla) a hodnotu impedance, pak můžeme vypočítat objem vody v těle. Hmotnost tukové tkáně zjistíme z váhy těla odečtením tukuprosté komponenty (Heymsfield et al., 2005).

Bioelektrická impedance je metoda měření, která určuje tukovou složku, aktivní tělesnou hmotu, obsah celkové vody v organismu, obsah extracelulární a intracelulární vody a stupeň bazálního metabolismu (Riegerová et al., 2006).

Měření by se neměly účastnit ženy v raných stádiích těhotenství, ženy a dívky v době premenstruace a menstruace, pacienti, kteří užívají léky regulující vodní režim v organismu a pacienti s implantáty (kardiostimulátor, kyčelní protéza) (Riegerová et al., 2006).

Riegerová et al. (2006) uvádí konkrétní podmínky, které by se měly při měření dodržovat:

- nejíst a nepít 4–5 hodin před testem,
- neprovádět tělesnou aktivitu po dobu 12 hodin před testem,
- nepožívat alkoholické nápoje po dobu 24 hodin před testováním,
- vhodné vyprázdnit močový měchýř před testováním,
- doporučuje se běžná teplota místnosti a je důležité přesně umístit elektrody

Přesnost aktuálních hodnot získaných metodou BIA může být ovlivněna určitými faktory. Těmito faktory mohou být např. typ analyzátoru, dehydratace organizmu, umístění elektrod, menstruační cyklus či teplota okolního prostředí. Dále u měření záleží na pohybové aktivitě (nízké, střední a vysoké intenzity), nebo zda jsme požili jídlo či tekutiny 4 hodiny před měřením (Heyward & Wagner, 2004).

Bioelektrickou impedanční analýzu můžeme dělit na jednofrekvenční a multifrekvenční. Jednofrekvenční BIA, neboli monofrekvenční, využívá při odhadu tělesného složení frekvenci o hodnotě 50 kHz. Při těchto nízkých frekvencích proud není schopen prostoupit buněčnou membránou. Proto tato metoda dokáže určit množství tukuprosté hmoty (FFM) a celkové tělesné vody (TBW), nezjistí však podíl intracelulárních tekutin (ICW). Diferencovat složky tělesné vody jsou schopny pouze přístroje, které používají k odhadu tělesného složení multifrekvenční bioelektrickou analýzu. Tyto přístroje využívají frekvence v rozmezí 1–1000 kHz. U přístrojů, které

pracují s frekvencí pod 5 kHz a nad 200 kHz byla zaznamenána problémová reprodukovatelnost získaných hodnot (Kyle et al., 2004).

Přesnost jednofrekvenční BIA může být ovlivněna rozšířením extracelulární vody oproti svalové hmotě ve stáří. Jednofrekvenční bioelektrická analýza nedokáže tuto extracelulární vodu rozlišit, a proto může docházet u měření starších jedinců k nadhodnocení svalové hmoty. Díky schopnosti diferencovat extracelulární a intracelulární vodu může být lepší pro odhad svalové hmoty u starších pacientů multifrekvenční BIA (Yamada et al., 2014). Dle Gáby, Kapuše, Cuberka a Botka (2014) je multifrekvenční analýza vhodná pro stanovení tělesného složení u postmenopauzálních žen s BMI > 30 kg/m$^2$ a u osob, které nejsou dostatečně aktivní.

Z hlediska další klasifikace rozdělujeme přístroje BIA na bipolární a bipedální přístroje, jež se využívají zejména v komerční sféře. U bipolárních přístrojů prochází elektrický proud pouze horní částí těla (ruční), naopak u bipedálních (nožních) zařízení prochází proud dolní částí těla. Pro odborné studie jsou vyráběny tetrapolární přístroje, kdy jsou k dispozici 4 elektrody. V dnešní době se nejvíce využívají zařízení TANITA, In Body, Quadscan a DataInput (Kutáč, 2009).

Podle Bužgy et al. (2012) je bioimpedanční analýza velmi dobrá metoda pro zjištění množství tělesného tuku. Bunc (2007) uvádí bioelektrickou impedanci jako vhodnou metodu pro stanovení tělesného složení u dětí. Ve své studii také poukazuje na schopnost BIA zachytit počáteční fázi nadváhy a obezity již v dětském věku a tím možnost změnit životní styl a předcházení rizika výskytu obezity v dospělosti. Ling et al. (2011) tvrdí, že bioimpedanční metoda je vhodný nástroj pro stanovení celkové a segmentální kompozice u dospělé populace středního věku. Z jejich studie vyplývá, že je tato metoda vhodná zejména pro posouzení svalové frakce. Dle Kyle et al. (2004) lze použít BIA u zdravých osob i jedinců trpících chronickým onemocněním. Kim a Kim (2013) potvrdili, že metoda multifrekvenční bioelektrické impedance má přijatelnou přesnost v odhadu tělesného složení u stárnoucích žen a pacientů ve věku 75 a výše. Také Gába a Přidalová (2014) využili multifrekvenční bioelektrické impedanční zařízení (InBody 720) ve své studii, která se zabýval tělesným složením u žen ve věku 18 až 89 let. Zahraniční studii Bedogni et al. (2002) prokazuje validitu měření pomocí osmi dotykových elektrod u široké populační skupiny. Také studie zabývající se vlivem pohybové aktivity na snižování tělesné hmotnosti využily multifrekvenční BIA (InBody 720) pro stanovení tělesného složení (Sofková et al., 2013, 2014).

*BIA vs. DEXA*

BIA i DEXA jsou metody odhadu tělesného složení založeny na čtyř-komponentovém modelu. DEXA se využívá nejen pro odhad tělesného složení, ale také pro měření hustoty kostí (Biospace, 2009).

Sillanpää et al. (2014) provedli srovnávací studii přístrojů BIA a DXA. Analyzátory založené na bioelektrické impedanci vykazovaly nižší hodnoty pro tukovou složku a vyšší hodnoty pro svalovou složku oproti přístrojům založené na duální rentgenové absorbciometrii (DXA). Také Gába et al. (2014), jejichž studie byla zaměřena na postmenopauzální ženy, došli k závěrům, že BIA má tendenci podceňovat tukovou složku a přeceňovat tukuprostou hmotu ve vztahu k DXA. Finská studie hodnotila do jaké míry DXA a dva typy bioimpedanční analýzy vykazují podobné výsledky tělesného tuku u mužů a žen s různou úrovní obezity a odlišnou fyzickou aktivitou. Obě zařízení BIA ve srovnání s DXA měli v průměru o 2–6 % nižší hodnoty tukové složky v % u skupiny mužů s normálním BMI, u žen ve všech kategoriích BMI a u skupin s nízkou i vysokou pohybovou aktivitou (Volgyi et al., 2008). Company a Ball (2010) provedli výzkum u sportovní populace. Přístroj DF50 (BIA) výrazně přeceňoval hodnoty procentuálního tuku ve srovnání s DXA u atletů provádějící jak silové sporty, tak u vytrvalců.

Karelis (2013) ve své studii nepozorovali výrazné rozdíly ve výsledcích tukové (%) a tukuprosté složky v kg zjištěné pomocí InBody 230 a přístrojové techniky DEXA u zdravých mužů a žen. Taktéž u diabetiků testovaných v Jižní Americe byla shoda ve výsledcích mezi přístrojovou technikou BIA a DXA podobně jako u předcházející studie. (Beeson et al., 2010). Dolezal, Abrazo, Storer a Cooper (2013) zjistili, že rozdíl ve výsledných hodnotách byl větší mezi jednofrekvenčním bioimpedančním přístrojem a DXA než mezi multifrekvenčním bioimpedančním analyzátorem a DXA. Ve studii, kde cílovou skupinou byly mexické ženy, byl pozorován rozdíl ve výsledku měření mezi přístrojovou technikou BIA. Multifrekvenční BIA dosahovala podobných hodnot tukové složky jako DXA. Naproti tomu byl výrazný rozdíl ve zjištěné tukové hmotě a také zejména u FFMI mezi jednofrekvenční BIA a DXA (Consuelo Velazquez-Alva et al., 2014).

*InBody vs. Tanita*

Přístroje pro odhad tělesného složení typu InBody jsou nabízeny firmou Biospace Co., Ltd. (Korea) (www.biospace.cz), analyzátory značky Tanita poskytuje společnost Tanita (Japonsko) (www.tanita.com). Přístroje mají podobné vlastnosti. Odlišují se mezi sebou softwary s výstupními daty či kapacitou vážení (Přidalová, 2013).

Ve studii autorů Demura, Sato a Kitabayashi (2004) bylo cílem porovnat přesnost odhadu procentuálního zastoupení tělesného tuku pomocí tří přístrojů BIA: jednofrekvenční BIA se čtyřmi elektrodami (Tanita TBF-101), jednofrekvenční BIA s osmi elektrodami (Tanita BC-118) a multifrekvenční BIA s osmi elektrodami (InBody 3.0). Dle výsledků dané studie je přesnost odhadu přístroje InBody 3.0 považována za lepší než u ostatních přístrojů.

Völgyi et al. (2008) porovnávali ve své studii přístroje InBody 720 a Tanita BC-418 v závislosti na věku měřeného souboru, BMI a úrovni realizované pohybové aktivity. Z výsledků bylo zjištěno, že vzhledem k věku probandek je shoda mezi oběma analyzátory velmi vysoká. Tento fakt potvrzuje práce autorů Gába, Zając-Gawlak, Přidalová a Pospiech (2011), jenž se ve své studii zabývali rozdíly ve vybraných parametrech tělesného složení u přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418. V kompletním souboru i u jednotlivých kategorií nebyl pozorován signifikantní rozdíl mezi hodnotami stanovenými přístroji InBody 720 a Tanita BC-418. Analyzátor InBody 720 mírně nadhodnocoval tukovou složku a podhodnocoval tukuprostou složku ve srovnání s Tanitou BC-418. Největší odchylky se vyskytovaly u věkové kategorie žen 70–74 let.

V naši práci využíváme k výzkumu přístrojovou techniku InBody 720 a Tanitu MC 980. V dnešní době máme spoustu odborných studií, které se zabývají validitou přístroje těchto analyzátorů (Lim, Hwang, Lee, Kim, & Park, 2009). Bohužel jsem nenašla žádnou studii zabývající se jejich vzájemným srovnáním. Přístroje InBody 720 a Tanitu MC 980 charakterizuji podrobněji v kapitole metodika.

# 3 CÍLE

Hlavním cílem diplomové práce je analýza a srovnání výsledků tělesného složení na základě bioelektrické impedance pomocí přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980 u studentek a studentů Univerzity třetího věku na Fakultě tělesné kultury.

**Dílčí cíle:**

- Vyhodnotit vybrané parametry tělesného složení u žen ve vztahu k věku
- Analyzovat vybrané parametry tělesného složení naměřené dle InBody 720 a Tanita MC 980 u žen ve vztahu k věku
- Porovnat vybrané parametry tělesného složení mezi jednotlivými věkovými kategoriemi žen s ohledem na přístrojovou techniku
- Vyhodnotit vybrané parametry tělesného složení naměřené dle různých přístrojů u mužů ve vztahu k věku
- Analyzovat skeletální svalstvo a tukuprostou hmotu v jednotlivých segmentech u žen a mužů dle BIA přístrojů

**Výzkumné otázky:**

1. Existuje rozdíl v zastoupení tukové frakce u žen stanovené přístrojem InBody 720 a Tanita MC 980?
2. Liší se zastoupení tukové složky u mužů stanovené přístrojem InBody 720 a Tanita MC 980?
3. Liší se hodnoty tukuprosté hmoty u žen stanovené přístrojem InBody 720 a Tanita MC 980?
4. Je množství tukuprosté hmoty u mužů odlišné stanovené přístrojem InBody 720 a Tanita MC 980?
5. Je zastoupení celkové tělesné vody a jejich kompartmentů u žen je rozdílné stanovené přístrojem InBody 720 a Tanita MC 980?
6. Odlišují se výsledky celkové tělesné vody a jejich kompartmentů u mužů stanovené přístrojem InBody 720 a Tanita MC 980?

# 4 METODIKA

## 4.1 Charakteristika souboru

Sledovanou skupinu tvořilo 206 studentek a studentů Univerzity třetího věku na FTK UP v Olomouci, z toho 182 žen a 24 mužů. U výzkumného souboru bylo provedeno vyšetření tělesného složení metodou multifrekvenční bioelektrické impedance pomocí přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980. Měření proběhlo v letech 2012–2013 v rámci programu U3V a projektu Senioři bez hranic. Ženy byly rozděleny do tří kategorií dle věku. Nejmladší žena měla 55 let a nejstarší měla 84 let. Z důvodu malého počtu byli muži zařazeni pouze do jedné skupiny (M). V tabulce 4 je uveden počet probandů v jednotlivých kategoriích a jejich věkové rozpětí.

**Tabulka 4.** Četnost probandů a věkové rozpětí jednotlivých kategorií

| **kategorie** | **věkové rozmezí (v letech)** | **n** |
|---|---|---|
| Ž1 | 55,0–59,9 | 16 |
| Ž2 | 60,0–69,9 | 141 |
| Ž3 | >70,0 | 25 |
| M | 59,0–86,0 | 24 |

## 4.2 Charakteristika přístrojů

K výzkumným účelům používáme různé druhy bioimpedančních přístrojů. Analyzátory na profesionální úrovni jsou nabízeny firmami Tanita (Japonsko) (www.tanita.com) a Biospace Co., Ltd. (Korea) (www.biospace.cz). Přístroje pro odhad tělesného složení typu InBody a Tanita mají podobné vlastnosti. Odlišují se mezi sebou softwary s výstupními daty a také kapacitou vážení (Přidalová, 2013).

***InBody 720***

InBody 720 je segmentový multi-frekvenční analyzátor tělesného složení. Přístroj využívá osmi bodových dotykových elektrod a pracuje se střídavým elektrickým proudem o frekvenci 1–1000 kHz. Tělo je měřeno po segmentech prostřednictvím technologie DSM – BIA. U InBody 720 se uvádí kapacita hmotnosti 250 kg. Přístroj je vhodný pro zdravotní a lázeňská centra, kliniky obezity, pro nutriční a geriatrické kliniky nebo se může využívat ve sportovní medicíně či v oboru neurologie (Biospace, 2009).

Před zahájením měření je nutné provést následující bezpečnostní kroky:

- nejíst 2 hodiny před testováním
- vyprázdnit se před testováním (moč, stolice)
- necvičit těsně před prováděním testu
- nejvhodnější doba měření je do oběda
- neprovádět měření těsně po sprchování či saunování
- neprovádět test u žen během menstruačního cyklu
- měření by mělo být uskutečněno při normální teplotě místnosti (20–25 °C)

Před začátkem testování jsou zadány osobní údaje jako pohlaví, věk a výška měřeného. Pro co nejobjektivnější měření je dobré mít na sobě lehké prádlo. Proband si sundá všechny kovové předměty. Poté jedinec zaujme správné držení těla. Na obrázku 1 je znázorněn správný postoj měřeného. Jedinec stojí na vyznačeném místě naboso a v rukou drží madla. Palec je položen na horní části rukojeti a ostatní prsty drží spodní část rukojeti. Po dokončení analýzy tělesného složení jsou výsledky automaticky vytištěny (Biospace, 2009).

**Obrázek 1.** Inbody 720 (upraveno dle Biospace, 2009)

Analýza tělesného složení tohoto přístroje je založena na prostorovém modelu, jenž předpokládá, že je lidské tělo složeno ze 4 odlišných složek: celková tělesná voda, bílkoviny, minerály a tělesný tuk (Biospace, 2009).

Výsledky měření určují rozvoj svalové a tukuprosté hmoty. Dále je přístroj schopen stanovit celkovou tělesnou vodu, intracelulární a extracelulární vody. Na základě rovnic se vypočítají hodnoty o útrobním tuku, edémech, nutričních hodnotách, bazálním metabolismu, BMI, WHR indexu, a SMM. Software umožňuje posoudit diagnózu a stupeň obezity, konstituční typy, svalovou rovnováhu a také fitness skóre (Biospace, 2009).

***Tanita MC-980***

Společnost Tanita, založená roku 1923, je světovým výrobcem přesných elektronických váh a přístrojů sloužící k odhadu tělesného složení. Technologie Tanita BIA se běžně používá ve vědeckých výzkumech, které se specializují na obezitu u dětí a dospělých, řízení tělesné hmotnosti a životní styl nemocných jedinců (Tanita, 2012).

Tanita MC 980 je segmentový multi-frekvenční analyzátor tělesného složení s osmi bodovými dotykovými elektrodami. Využívá 6 frekvencí v rozmezí 1–1000 kHz.

Kapacita přístroje je vhodná i pro těžší jedince (300 kg). Celková analýza tělesného složení je provedena do 30 sekund. Přístroj má interaktivní dotykový displej a stavebnicovou konstrukci pro snadnou přepravu. Měřením na přístroji Tanita MC 980 získáme následující výstupní parametry: celkovou tělesnou vodu (kg), umožňuje rozlišit extracelulární (kg) a intracelulární vodu (kg), tukuprostou hmotu (kg), tuk (kg, %), kostní minerály (kg), reaktanci a rezistenci. Dále jsou pak dopočítány BMI, indikátor útrobního tuku, svalová složka (kg), bazální metabolizmus (kJ, kcal), metabolický věk, fázový úhel a segmentální analýza tuku a svalové hmoty (kg, %) v rámci trupu, dolních a horních končetin (Tanita, 2012).

**Obrázek 2.** Tanita MC – 980 (upraveno dle Tanita, 2012)

V naší práci jsme srovnávali v rámci výše popsaných přístrojů tyto parametry:

***Tělesná výška (cm)*** – je charakterizována jako vertikální vzdálenost od země. Tělesná výška byla naměřena pomocí antropometru s přesností 0,5 cm.

***Tělesná hmotnost (kg)*** – je charakterizována jako hmotnost celého těla jedince. Tělesná hmotnost byla měřena přímo na daných přístrojích přesností na 0,1 kg.

***Celkové množství vody (TBW, l)*** – celkové množství vody je dáno součtem ECW a ICW

***Extracelulární a intracelulární tekutina (ECW a ICW, l)*** – ICW charakterizuje množství vody v buněčné membráně. ECW se rovná celkovému množství meziprostorové kapaliny a krve. V případě zdravého organizmu je poměr ICW a ECW v poměru 3:2 (Biospace, 2009).

***Tukuprostá hmota (FFM, kg)*** – zahrnuje všechny tělesné komponenty mimo tuk. Jedná se o poměrně heterogenní složku, která je složenaz kostry, svalů, vnitřních orgánů a tekutin

***Tělesný tuk (BFM, kg)*** – absolutní zastoupení tělesného tuku

***Procentuální zastoupení tělesného tuku (BF, %)*** – relativní zastoupení tělesného tuku.

***Viscerální tuk (VFA, $cm^2$, jednotky)*** – viscerální neboli útrobní tuk vypovídá o abdominální obezitě. Hranice rizikovosti, která určuje riziko abdominální obezity, je 100 $cm^2$ u přístroje InBody 720 (Riegerová et al., 2006). U analyzátoru Tanita MC 980 se hodnotí množství viscerálního tuku ve stupnici od 1 do 59. Rozmezí od 1 do 12 vyjadřuje normální hodnotu útrobního tuku v těle.

***Body mass index (BMI, kg/$cm^2$)*** – klasifikace BMI vychází z norem vytvořených WHO (2004), kdy odnoty v rozmezí 18,5–24,9 představují po zdravotní stránce minimální riziko.

### 4.3 Statistické zpracování dat

Naměřená data byla zpracována za pomocí programů Microsoft Office Excel 2007 STATISTIKA 10. Diferenciace mezi jednotlivými soubory byla posuzována pomocí Scheffeho testu. Statistická významnost byla stanovena na hladině p =0,05. Pro jednotlivé sledované parametry byly spočítány základní statistické charakteristiky: průměr (M), směrodatná odchylka (SD), medián (Me), minimum (Min) a maximum (Max).

# 5 VÝSLEDKY A DISKUZE

Výzkumný soubor tvořilo 182 žen a 24 mužů. Ženy byly rozděleny dle věku do tří skupin Ž1, Ž2 a Ž3. Muže jsme vzhledem k malému počtu sledovaných probandů dále nedělili.

## 5. 1 Srovnání vybraných parametrů tělesného složení u žen dle přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980

**Tabulka 5.** Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů u Ž1 (n=16)

| Parametry | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|
| Věk (v letech) | 57,6 | 1,8 | 58,5 | 55,0 | 59,0 |
| Výška (cm) | 163,0 | 6,5 | 161,8 | 153,4 | 177,4 |
| Hmotnost (kg) | 75,0 | 20,4 | 67,5 | 52,8 | 114,9 |
| BMR (kJ) | 1386,8 | 153,8 | 1350,5 | 1157,1 | 1665,8 |
| BMI ($kg/m^2$) | 26,1 | 7,2 | 24,3 | 21,2 | 42,0 |

Vysvětlivky: BMR (kJ) – bazální metabolismus, BMI ($kg/m^2$) – Body mass index

**Tabulka 6.** Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů u Ž2 (n=141)

| Parametry | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|
| Věk (v letech) | 63,0 | 2,3 | 63,0 | 60,0 | 69,0 |
| Výška (cm) | 161,3 | 6,3 | 161,8 | 144,4 | 175,0 |
| Hmotnost (kg) | 70,8 | 11,9 | 69,6 | 44,3 | 103,1 |
| BMR (kJ) | 1343,1 | 111,3 | 1335,6 | 1117,0 | 1750,2 |
| BMI ($kg/m^2$) | 27,2 | 4,5 | 26,8 | 18,4 | 40,3 |

Vysvětlivky: BMR(kJ) – bazální metabolismus, BMI(($kg/m^2$) – Body mass index

**Tabulka 7.** Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů u Ž3 (n=25)

| Parametry | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|
| Věk (v letech) | 74,0 | 4,1 | 73,0 | 70,0 | 84,0 |
| Výška (cm) | 159,6 | 6,4 | 157,5 | 151,0 | 171,0 |
| Hmotnost (kg) | 67,0 | 11,6 | 62,6 | 50,9 | 93,3 |
| BMR (kJ) | 1273,4 | 106,8 | 1240,6 | 1096,3 | 1485,8 |
| BMI ($kg/m^2$) | 26,2 | 3,6 | 25,9 | 20,0 | 33,9 |

Vysvětlivky: BMR(kJ) – bazální metabolismus, BMI ($kg/m^2$) – Body mass index

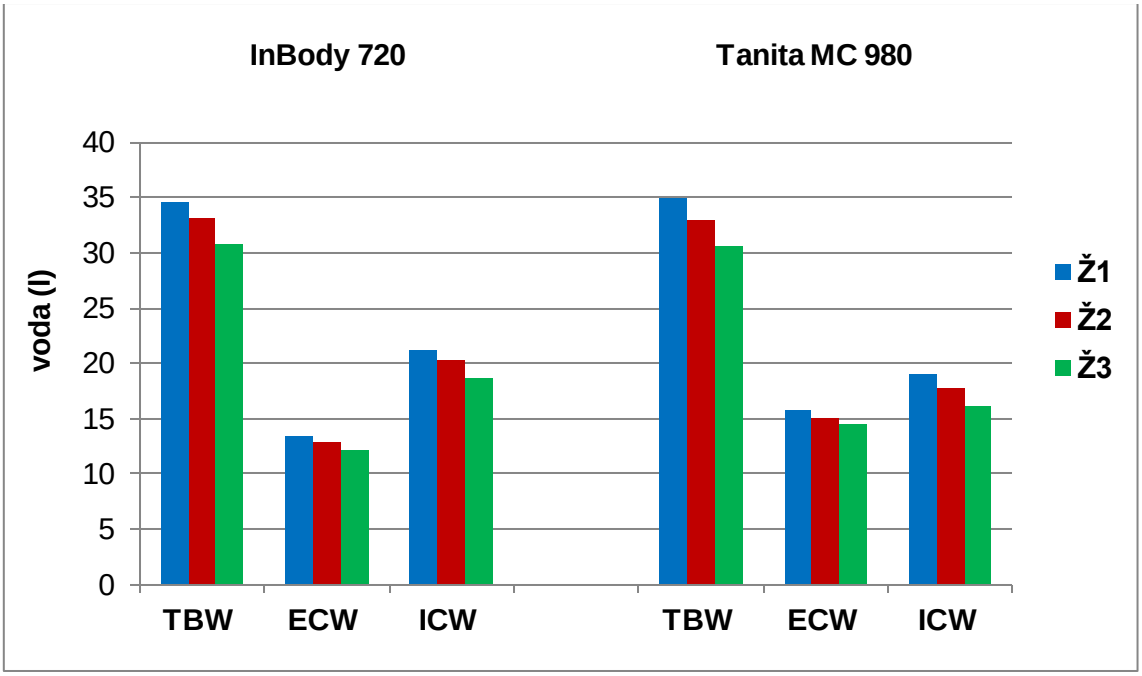
Tělesná výška je jednou ze základních morfologických parametrů. S přibývajícím věkem se tělesná výška snižuje v důsledku změn v oblasti trupu, aniž by došlo ke změnám v délce končetin (Kalvach et al., 2004). Průměrná tělesná výška u Ž1 dosahovala hodnoty 163,0 cm (Tabulka 5). U Ž2 byla průměrná tělesná výška 161,3 cm a u Ž3 činila průměrná hodnota 159, 6 cm (Tabulka 6,7). U sledovaného souboru se tělesná výška snižovala s rostoucím věkem, jak uvádí Kyle et al. (2004).

Další ze základních morfologických parametrů je tělesná hmotnost. Průměrná hmotnost u Ž1 činila 75,0 kg. S postupujícím věkem pak průměrná tělesná hmotnost klesala. U Ž2 byla naměřena hmotnost 70,8 kg. U Ž3 dosahovala průměrná tělesná hmotnost nejnižší hodnoty ze všech věkových kategorií u žen, a to 67,0 kg (Tabulky 5, 6, 7).

Energetická potřeba klesá lineárně s postupujícím věkem. Pokles je dán snížením bazální energetické potřeby a energie spotřebované na aktivitách v průběhu dne (Kalvach et al., 2004). Bazální metabolismus u našeho souboru postupně klesal s věkem. Ž1 měly průměrnou hodnotu metabolismu 1368,8 kJ. U Ž2 byla průměrná hodnota BMR 1343,1 kJ a u skupiny Ž3 tyto hodnoty činily 1273,3 kJ.

V tabulkách 5, 6, 7 jsou zaznamenány průměrné hodnoty BMI výzkumného souboru. U všech věkových kategorií byly průměrné hodnoty BMI dle WHO (2004) v pásmu nadváhy. Nejvyšší průměrnou hodnotu měly Ž2 (27,2 $kg/m^2$). U Ž3 dosahovaly výsledky BMI v průměru 26,2 $kg/m^2$. U Ž1 činil tento parametr 26,1 $kg/m^2$. Maximální hodnota BMI byla zjištěna u Ž1, a to 42,0 $kg/m^2$. Naopak minimální hodnota BMI byla naměřena u kategorie Ž2 a činila 18,4 $kg/m^2$. Žen s normální hmotností bylo u skupiny Ž1 9, u Ž2 54 a u Ž3 8. V pásmu nadváhy byla u věkové kategorie Ž1 1 žena, u Ž2 54 žen a u Ž3 11 žen.

Obezitu I. stupně měly u skupiny Ž1 2 ženy, u Ž2 22 žen a u Ž3 6 žen. Obezitou II. stupně trpěly ve věkové kategorii Ž1 3 a Ž2 10 probandek. U skupiny Ž3 se nevyskytovala žádná žena s II. stupněm obezity. Obezitu III. stupně měla 1 žena ve skupině Ž1 a 1 žena ve skupině Ž2. U Ž3 se obezita III. stupně nevyskytovala.




**Obrázek 3.** Srovnání TBW, ECW a ICW (l) u Ž1, Ž2 a Ž3

Na obrázku 3 jsou zobrazeny průměrné hodnoty TBW, ECW i ICW žen všech věkových skupin zjištěny za pomocí přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980.

Nejvyšší průměrná hodnota TBW naměřena na přístroji InBody 720 byla 34,6 l u skupiny Ž1, tedy 46,1 % tělesné hmotnosti (Tabulka 18 v Příloze). U skupiny Ž2 činila průměrná hodnota TBW 33,1 l, což je 46,8 % (Tabulka 19 v Příloze). Nejnižší průměrné hodnoty byly naměřeny u Ž3, a to 30,8 l (Tabulka 20 v Příloze). U Přístroje Tanita MC 980 byla nejvyšší hodnota TBW u skupiny Ž1 a činila v průměru 34,9 l což je 46,5 % (Tabulka 23 v Příloze). U Ž2 to bylo 32,9 l, tedy 46,5 % tělesné hmotnosti (Tabulka 24 v Příloze). U skupiny Ž3 byla průměrná hodnota TBW 30,7 l (45,8 %) (Tabulka 25 v Příloze). U všech skupin žen je množství celkové vody nízké v případě obou přístrojů. Sledované soubory nesplňují doporučené zastoupení tělesné vody v organismu, které je 50–60 % tělesné hmotnosti (Biospace, 2009). Výsledky měření u obou přístrojů poukazují na pokles celkového množství vody v těle (TBW) s narůstajícím věkem. Toto zjištění je podpořeno mnoha studiemi (Bedogni et al., 2002; Ling et al., 2011; Přidalová et al. 2008, 2011).

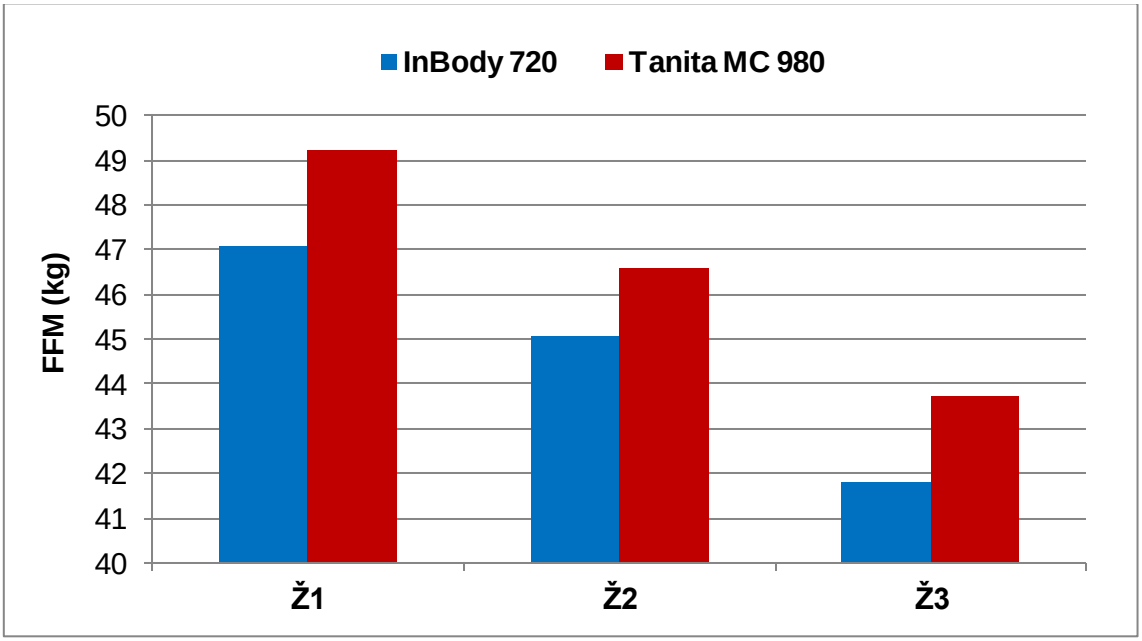
Celkovou tělesnou vodu (TBW) můžeme rozdělit do dvou složek, na vodu extracelulární (ECW) a intracelulární (ICW). V případě obou přístrojů se zvyšujícím se věkem zastoupení extracelulární i intracelulární vody klesalo. V tabulkách 18, 19 a 20 v Příloze jsou uvedeny průměrné hodnoty ECW. U přístroje InBody 720 měla skupina Ž1 průměrnou hodnotu ECW 13,4 l, skupina Ž2 12,9 l a u skupiny Ž3 bylo naměřeno nejmenším množstvím ECW, a to 12,1 l. Průměrné hodnoty ECW stanovené přístrojem Tanita MC 980 byly u Ž1 15,8 l, u Ž2 15,1 l a u skupiny Ž3 14,5 l (Tabulka 23, 24 a 25 v Příloze). Průměrné hodnoty ICW zjištěné pomocí přístroje InBody 720 byly u Ž1 21,3 l, u Ž2 20,3 l a u Ž3 18,7 l (Tabulka 18, 19 a20 v Příloze). U přístroje Tanita MC 980 měla nejvyšší průměrnou hodnotu ICW skupina Ž1, a to 19,1 l. U skupiny Ž2 bylo stanoveno 17,8 l a nejmenší průměrnou hodnotu ICW měla Ž3, což bylo 16,2 l (Tabulka 23, 24 a 25 v Příloze). Za fyziologických okolností je v organismu zachován poměr mezi ICW a ECW 3:2. U sledovaného souboru žen byl poměr mezi ICW a ECW v rámci přístroje InBody 720 ve všech věkových skupinách v normě. Avšak u přístroje Tanita MC 980 nebyl tento poměr analýzou potvrzen. Extracelulární voda byla v tomto případě ve všech věkových kategoriích zvýšená.

U skupiny Ž1 se průměrné hodnoty TBW lišily mezi přístroji o 0,3 l ve prospěch analyzátoru Tanita MC 980. U Ž2 byly průměrné hodnoty TBW naopak vyšší u přístroje InBody 720, a to o 0,2 l. U nejstarší věkové kategorie Ž3 se průměrné hodnoty TBW zjištěny oběma přístroji téměř nelišily. U přístroje InBody 720 byla průměrná hodnota TBW jen o 0,1 l vyšší oproti přístroji Tanita MC 980. Z výsledků statistické analýzy vyplývá, že mezi přístroji v rámci věkových kategorií u TBW nebyl statisticky významný rozdíl (Tabulka 28 v Příloze).

U přístroje InBody 720 byly průměrné hodnoty intracelulární vody (ICW) ve všech věkových skupinách nadhodnocené oproti přístroji Tanita MC 980. U skupiny Ž1 byl rozdíl mezi výsledky obou přístrojů 2,2 l, u Ž2 a Ž3 činil rozdíl 2,5 l, Ve všech případech byl tento rozdíl statisticky významný. Statisticky významný rozdíl byl také mezi skupinou Ž1 měřenou na přístroji InBody 720 a Ž2 měřenou na Tanitě MC 980. Průměrné hodnoty skupiny Ž1 na InBody 720 převyšovaly průměrné hodnoty skupiny Ž2 na Tanitě o 3,5 l. Průměrné hodnoty ICW u skupiny Ž2 měřené na Tanitě byly podhodnoceny o 0,9 l oproti naměřeným hodnotám u skupiny Ž3 na InBody 720. Tento rozdíl byl statisticky významný (Tabulka 29 v Příloze).

Průměrné hodnoty extracelulární vody (ECW) byly ve všech věkových kategoriích vyšší u přístroje Tanita MC 980. Rozdíl průměrných hodnot ECW mezi přístroji u skupiny

Ž1 a Ž3 byl 2,4 l, u skupiny Ž3 činil tento rozdíl 2,2 l. Diferenciace v ECW mezi přístroji v rámci věkových kategorií byl statisticky významný. Průměrná hodnota ECW u skupiny Ž1 měřená na přístroji Tanita MC 980 byla vyšší oproti hodnotám u skupin Ž2 a Ž3 měřených na přístroji InBody 720. Tyto rozdíly jsou statisticky významné. U skupiny Ž2 na Tanitě MC 980 byly průměrné hodnoty ECW vyšší o 1,7 l oproti průměrným hodnotám u skupiny Ž1 na přístroji InBody 720, což lze považovat za statisticky významný rozdíl. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn také mezi skupinou Ž2 na InBody 720 a Ž3 na Tanitě MC 980, kdy výsledek u Ž2 na InBody 720 převyšoval o 0,8 l průměrnou hodnotu u Ž3 na Tanitě MC 980. Skupina Ž2 měřená na Tanitě MC 980 měla průměrné hodnoty ECW vyšší o 3 l oproti skupině Ž3 měřené na InBody 720. Rozdíl v průměrných hodnotách ECW mezi těmito skupinami byl statisticky významný (Tabulka 30 v Příloze).

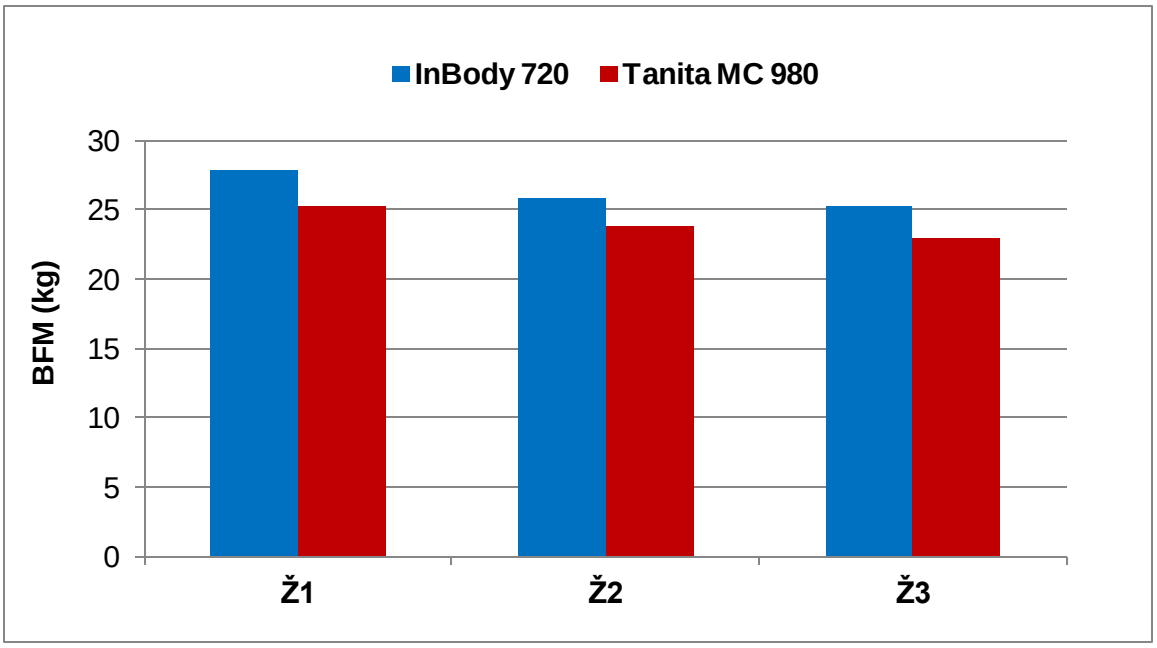



**Obrázek 4.** Srovnání FFM (kg) u Ž1, Ž2 a Ž3

Na obrázku 4 vidíme průměrné hodnoty tukuprosté hmoty (kg) zjištěné za pomocí analyzátorů InBody 720 a Tanita MC 980. Průměrná hodnota tukuprosté hmoty u skupiny Ž1 naměřena přístrojem InBody 720 byla 47,1 kg (Tabulka 18 v Příloze). Ve skupině Ž2 byla průměrná hodnota tohoto parametru o 2 kg méně než u Ž1, a to 45,1 kg (Tabulka 19 v Příloze). Nejstarší věková kategorie seniorek Ž3 měla nejmenší zastoupení tukuprosté složky ze všech skupin, které dosahovalo v průměru hodnoty 41,8 kg (Tabulka 20 v Příloze). Největší hmotnostní rozdíl tukuprosté hmoty byl mezi skupinou Ž1 a Ž3, a to 5,3 kg. Naopak nejnižší rozdíl byl mezi Ž1 a Ž2 (2 kg) (Taulka 21 v Příloze). Nejvyšší

průměrná hodnota tukuprosté složky stanovena přístrojem Tanita MC 980 činila 49,2 kg, a to u nejmladší skupiny Ž1 (Tabulka 23 v Příloze). Kategorie Ž2 měla zastoupení tukuprosté frakce v průměru 46,6 kg (Tabulka 24 v Příloze). U nejstarších probandek Ž3 byla naměřena nejnižší průměrná hodnota ze všech skupin, a to 43,7 kg (Tabulka 25 v Příloze). Obdobně jako u přístroje InBody 720 byl největší hmotnostní rozdíl průměrných hodnot tukuprosté hmoty mezi skupinou Ž1 a Ž3, který činil 5,5 kg. Nejmenší rozdíl byl znovu mezi kategorií Ž1 a Ž2 (2,6 kg) (Tabulka 26 v Příloze). U sledované skupiny tukuprostá hmota s přibývajícím věkem postupně klesala v případě obou analyzátorů. Tento poznatek se shoduje s výzkumem Přidalová a Gába (2014) i Kyle et al. (2001, 2004 ).

Z hlediska rozdílu mezi přístroji byly u Tanity MC 980 průměrné hodnoty tukuprosté hmoty ve všech věkových kategoriích nadhodnoceny oproti přístroji InBody 720. Rozdíl mezi naměřenými hodnotami tukuprosté hmoty u skupiny Ž1 byl 2,1 kg, což bylo vyhodnoceno jako statisticky významný rozdíl. Ve skupině Ž2 byla průměrná hodnota tohoto parametru 45,1 kg u analyzátoru InBody 720 a 46,6 kg u Tanita MC 980, což se opět projevilo jako statisticky významný rozdíl. U nejstarší věkové kategorie Ž3 činily průměrné hodnoty tukuprosté hmoty u InBody 720 41,8 kg, u Tanita MC 980 to bylo o 1,9 kg více. Rozdíl mezi průměrnými hodnotami naměřenými danými přístroji byl v této kategorii Ž3 statisticky významný. Také rozdíl v zastoupení FFM mezi skupinou Ž1, Ž2 měřenou na Tanitě MC 980 a skupinou Ž3 na InBody 720 se jevil jako statisticky významný. Průměrné hodnoty FFM skupiny Ž1 (49,24 kg) a Ž2 (46,57 kg) měřené na Tanitě MC 980 převyšovaly průměrnou hodnotu FFM u Ž3 (41,82 kg) na InBody (Tabulka 31 v Příloze). Srovnání našich výsledků s jinými studiemi je obtížné, jelikož autoři využívají různých metodologických přístupů. Ve studii Gába et al. (2011) se věnovali analýze rozdílů tělesného složení mezi přístroji InBody 720 a Tanita BC-418 u žen ve věku 55–74 let. Autoři dospěli k závěrům, že přístroj InBody 720 mírně podhodnocuje tukuprostou hmotu oproti Tanitě BC-418. Tyto rozdíly však na rozdíl od našeho souboru nebyly statisticky významné. Völgyi et al. (2008) dospěli k podobným závěrům jako výše uvedená česká studie, kdy se průměrné hodnoty tukuprosté hmoty mezi analyzátory InBody 720 a Tanita BC-418 významně nelišily.

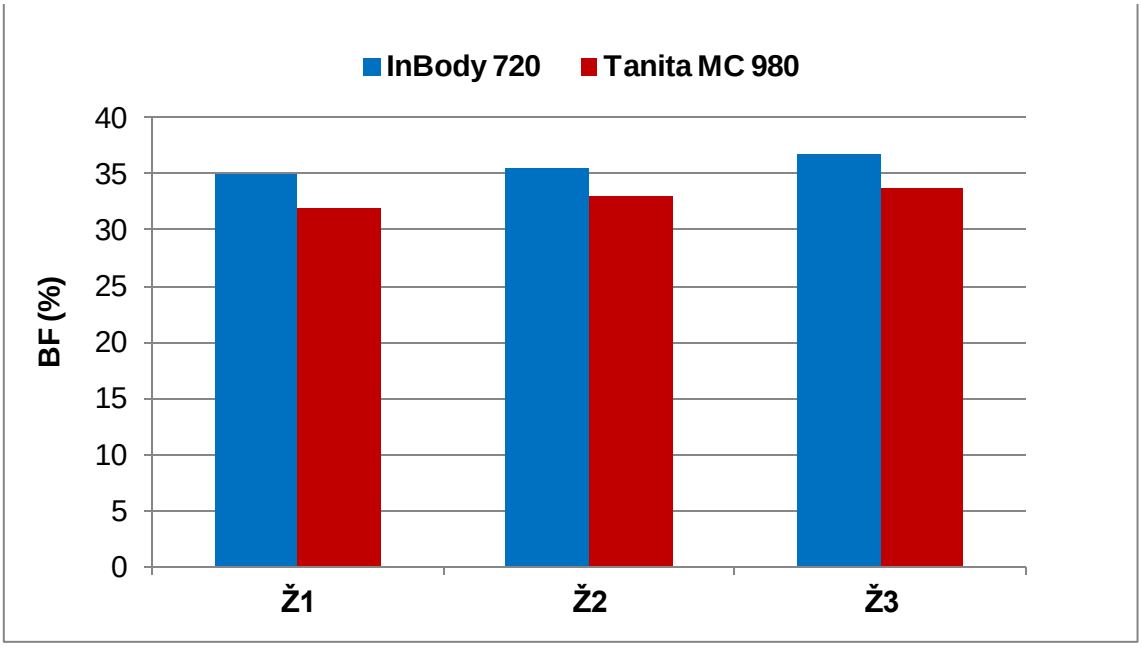



**Obrázek 5.** Srovnání tělesného tuku (kg) u Ž1, Ž2 a Ž3

Tuková hmota je nejvariabilnější složkou, kterou lze snadno ovlivnit správnými stravovacími návyky a pohybovou aktivitou. Množství tukové frakce (v kg) zjištěné pomocí přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980 je uvedeno na obrázku 5. Nejvyšší průměrná hodnota tuku u InBody 720 byla naměřena u skupiny Ž1 (27,9 kg) (Tabulka 18 v Příloze). Ženy ve skupinách Ž2 a Ž3 měly výsledky průměrných hodnot tuku podobné. U Ž2 bylo zjištěno průměrné množství tuku 25,8 kg a u Ž3 to bylo jen o 0,6 kg méně (Tabulka 19 a 20 v Příloze). Největší rozdíl byl mezi skupinou Ž1 a Ž3, kdy Ž1 měla průměrnou hodnotu tukové složky vyšší než Ž3 (Tabulka 21 v Příloze). U analyzátoru Tanita MC 980 byla nejvyšší hodnota tukové hmoty naměřena u skupiny Ž1, a to v průměru 25,3 kg (Tabulka 23 v Příloze). U Ž2 to bylo o 1,5 kg méně (23,8 kg) (Tabulka 24 v Příloze). Skupina Ž3 disponovala nejmenší průměrnou hodnotou tukové frakce ze všech skupin, a to 23,0 kg (Tabulka 25 v Příloze). Největší rozdíl v množství tukové frakce byl mezi věkovou skupinou Ž1 a Ž3 (2,3 kg) (Tabulka 26 v Příloze).

U přístroje InBody 720 byly průměrné hodnoty tukové složky ve všech věkových kategoriích vyšší oproti přístroji Tanita MC 980. U studie Gába et. al (2011, 2014) vykazoval přístroj InBody 720 také vyšší hodnoty tukové složky v porovnání s přístrojem Tanita BC-418. Avšak diferenciace mezi přístroji nebyla významná. V našem souboru činil rozdíl mezi přístroji v hmotnostním zastoupení tukové složky u všech skupin 2 a více kg, což lze považovat za statisticky významný rozdíl (Tabulka 32 v Příloze). Existuje mnoho

studií zabývající se srovnáním přístrojové techniky BIA a DXA. Mnoho výzkumů došlo k závěrům, že BIA mírně podhodnocuje tělesný tuk vzhledem k přístrojové technice využívající DXA. Sillanpää et al. (2014) potvrdili tento fakt ve své studii, kdy provedli srovnání tělesného složení mezi přístrojovou technikou BIA a DXA u osob ve věku 18–88 let. Avšak průměrné hodnoty tukové hmoty v naší práci se neshodovaly s výsledky BIA přístrojové techniky ve studii. Ve všech věkových kategoriích byly naše výsledky v případě obou našich přístrojů vyšší než výsledky dané přístrojové techniky BIA ve výše uvedené studii. Naše průměrné hodnoty tukové složky dokonce v případě přístroje InBody 720 převyšovaly výsledky přístrojové techniky DXA v dané studii.



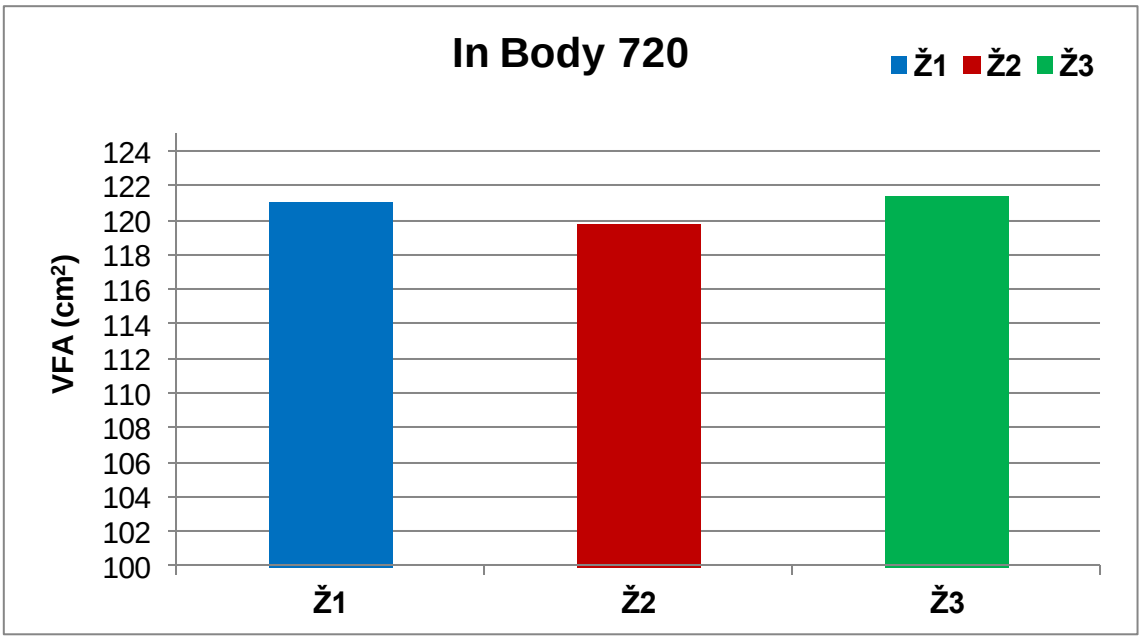

**Obrázek 6.** Srovnání tělesného tuku (%) u Ž1, Ž2 a Ž3

Procentuální zastoupení tuku v těle prezentuje obrázek 6, kde nejnižší průměrné hodnoty, zjištěny přístrojem InBody 720, byly naměřeny u skupiny Ž1, a to 35,0 % (Tabulka 18 v Příloze). U Ž2 činily průměrné hodnoty podílu tělesného tuku 35,5 % (Tabulka 19 v Příloze). U Ž3 byl průměrný podíl tuku největší (36,8 %) (Tabulka 20 v Příloze). Všechny věkové kategorie se nacházely nad hranicí doporučených hodnot, jenž činí u žen nad 50 let 16–25 % (Biospace, 2009). Minimální i maximální podíl tuku byl naměřen u kategorie Ž2, kdy minimální hodnota činila 12,98 % a maximální 52,29 % (Tabulka 19 v Příloze).

U přístroje Tanita MC 980 bylo procentuální zastoupení tuku u skupiny Ž1 v průměru 32,0 % (Tabulka 23 v Příloze). Průměrné hodnoty tukové složky u Ž2 a Ž3

činily přes 33 % tělesné hmotnosti. U Ž2 procentuální zastoupení tuku činilo 33,1 % a u Ž3 to bylo o 0,8 % více (Tabulka 24 a 25 v Příloze). Průměrné hodnoty procentuálního zastoupení tuku všech tří kategorií žen se vyskytovaly opět nad referenčními hodnotami (Biospace, 2009). Maximální hodnota tuku byla naměřena u Ž1, a tvořila 47,5 % (Tabulka 23 v Příloze). Naopak minimální hodnota tukové frakce byla zjištěna u Ž2, a to 14,5 % (Tabulka 24 v Příloze). Hodnoty procentuálního zastoupení tuku v těle se v případě obou přístrojů zvyšoval s věkem. Ve studii Gába a Přidalová (2014) dospěli k podobným závěrům.

Průměrné hodnoty tukové frakce v procentech, stanovené přístrojem InBody 720, byly vyšší u všech kategorii v porovnání s přístrojem InBody 720. Rozdíl mezi přístroji v rámci skupin Ž1 a Ž3 u procentuálního zastoupení tuku byl 3 %. U skupiny Ž2 činil rozdíl mezi přístroji 2,4 %. Tyto rozdíly jsou statisticky významné (Tabulka 33 v Příloze). Ve Finské studii přístroj InBody 720 mírně nadhodnocoval procentuální podíl tuku oproti přístroji Tanita BC-418. Avšak rozdíl mezi přístroji nebyl tak významný, jako u našeho souboru (Völgyi et al., 2008).

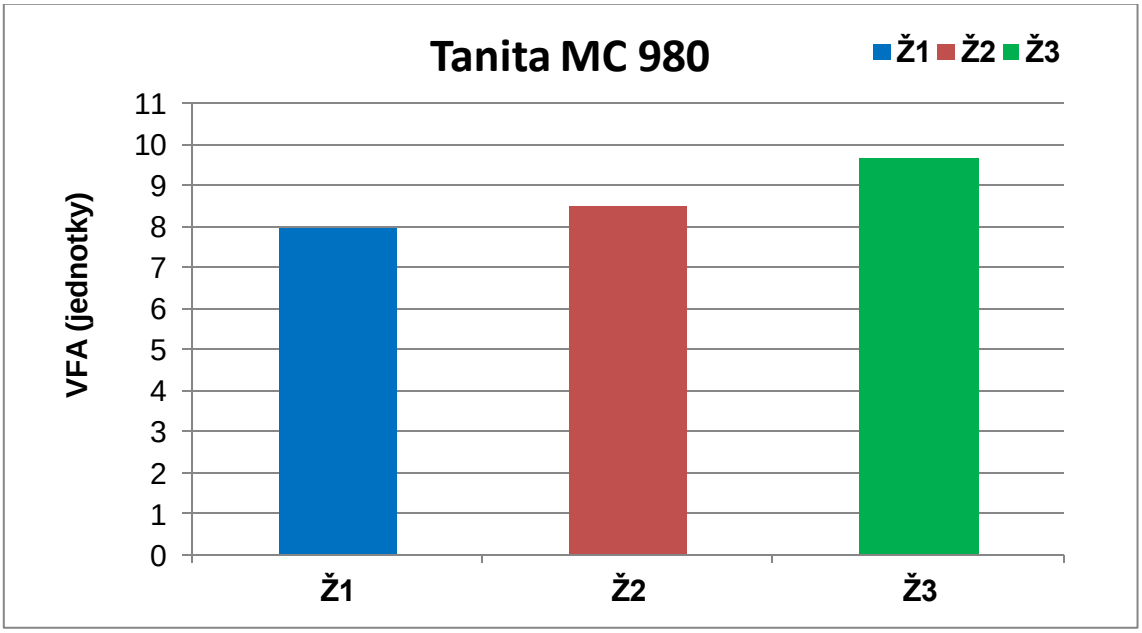



**Obrázek 7.** Srovnání viscerálního tuku ($cm^2$) u Ž1, Ž2 a Ž3

Na přístroji InBody 720 můžeme zjistit množství útrobního tuku v těle v $cm^2$ (obrázek 7). V měřeném souboru žen průměrné hodnoty viscerálního tuku přesahovaly 100 $cm^2$ u všech věkových kategorií, což signalizuje riziko abdominální obezity. Průměrná hodnota útrobního tuku u Ž1 činila 121,1 $cm^2$ (Tabulka 18 v Příloze). U skupiny Ž3 činila

tato hodnota jen o 0,4 $cm^2$ více než Ž1 (Tabulka 21 v Příloze). Věková kategorie Ž2 vykazovala nejmenší množstvím útrobního tuku, a to v průměru s 119,8 $cm^2$ (Tabulka 19 v Příloze). V našem výzkumu byla maximální hodnota naměřena u Ž1, a to 220,1 $cm^2$ (Tabulka 18 v Příloze). Naopak u Ž2 bylo stanoveno minimum, a to 27,9 $cm^2$ (Tabulka 19 v Příloze). Vyšší hodnoty viscerálního tuku jsou často spojeny se vznikem metabolického syndromu či kardiovaskulárních onemocnění. Rozložení tuku v těle je dáno geneticky a také částečně hormonálně. V době menopauzy u žen může být hormonální změna příčinou redistribuce tuku do oblasti břicha (Toth, Tchernof, Sites, & Poehlman, 2000).

Ve studii Pelclová et al. (2009), ženy, navštěvující Univerzitu třetího věku v České, Slovenské a Polské republice, měly ve všech sledovaných skupinách vyšší zastoupení viscerálního tuku než náš soubor. Také ve studii Sofkové et al. (2013) ženy starší 40 let převyšovaly svými hodnotami viscerálního tuku naše měřené probandky. Jejich hodnota viscerálního tuku byla v průměru 154,84 $cm^2$.




**Obrázek 8.** Srovnání viscerálního tuku (jednotky) u Ž1, Ž2, Ž3

Na obrázku 8 vidíme průměrné hodnoty viscerálního tuku vyhodnocené přístrojem Tanita MC 980, které se u všech souborů nacházely pod hodnotou 10, což představuje bezpečné zastoupení útrobního tuku v těle (Tanita, 2012). U Ž1 činila maximální hodnota viscerálního tuku 15 (Tabulka 23 v Příloze), u Ž2 byla 14 (Tabulka 24 v Příloze) a u Ž3 byla tato hodnota útrobního tuku 13 (Tabulka 25 v Příloze), což představuje hodnoty, které jsou v pásmu zdravotního rizika. V bezpečném pásmu se nacházelo 13 žen ze skupiny Ž1.

U věkové kategorie Ž2 to bylo 131 žen a u Ž3 22 žen. V pásmu zdravotního rizika se objevily 3 ženy ze skupiny Ž1, 10 měřených ze skupiny Ž2 a 3 ženy ze skupiny Ž3.

### 5.2 Srovnání vybraných parametrů tělesného složení u mužů dle přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980

Vzhledem k menšímu počtu probandů ve sledovaném souboru seniorů byla vytvořena pouze jedna mužská kategorie M. U této skupiny jsme srovnali výsledky měření tělesného složení získané pomocí přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980.

**Tabulka 8.** Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů skupiny M (dle InBdy 720), (n= 24)

| Parametry | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|
| Věk (v letech) | 72,5 | 6,6 | 73,5 | 59,0 | 86,0 |
| Výška (cm) | 172,1 | 7,1 | 171,5 | 161,3 | 183,6 |
| Hmotnost (kg) | 82,3 | 11,1 | 80,3 | 58,4 | 102,0 |
| BMI ($kg/m^2$) | 27,8 | 3,2 | 27,4 | 19,3 | 34,3 |
| BMR (kJ) | 1626,4 | 152,7 | 1622,7 | 1378,8 | 1868,0 |

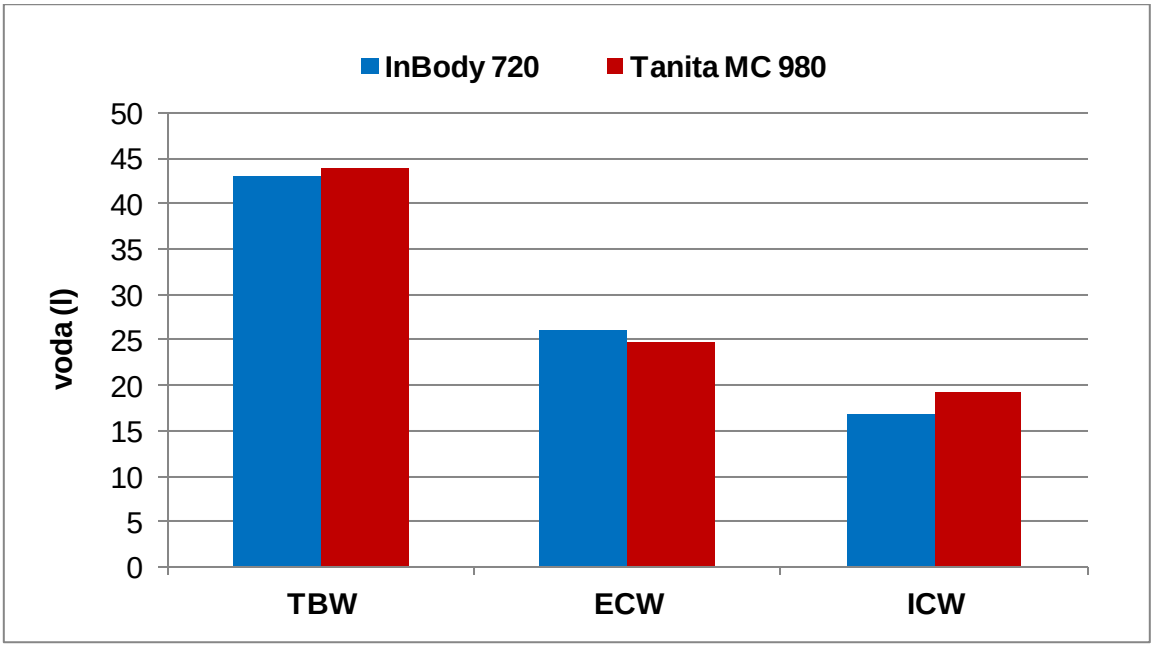
Vysvětlivky: BMR (kJ) – bazální metabolismus, BMI ($kg/m^2$) – Body mass index

V tabulce 8 můžeme vidět základní statistickou charakteristiku sledovaného souboru seniorů M. Průměrný věk zúčastněných probandů byl 72,5 let. Nejmladší měřený muž měl 59 let, nejstarší 86 let. Průměrná tělesná výška seniorů dosahovala hodnoty 172,1 cm. Nejnižší muž měřil 161,3 cm, naopak nejvyšší muž dosahoval výšky 183,6 cm. Tělesná hmotnost seniorů se pohybovala od 58,4 kg do 102,0 kg, přičemž průměrná tělesná hmotnost činila 82,3 kg.

Průměrná hodnota BMI činila ve sledovaném souboru 27,8 $kg/m^2$. Tuto hodnotu můžeme dle klasifikace WHO hodnotit jako nadváhu. Minimální hodnota BMI u probandů činila 19,3 $kg/m^2$ a dle WHO je klasifikována jako normální hmotnost. Maximální naměřená hodnota BMI dosahovala 34,3 $kg/m^2$ a můžeme tento výsledek hodnotit jako obezitu I. stupně. U našeho souboru měli 3 muži normální hmotnost.

V pásmu nadváhy bylo 16 mužů. A obezitou I. stupně trpělo 5 mužů. V pásmu II. a III. stupně obezity se neobjevil žádný muž z našeho souboru.

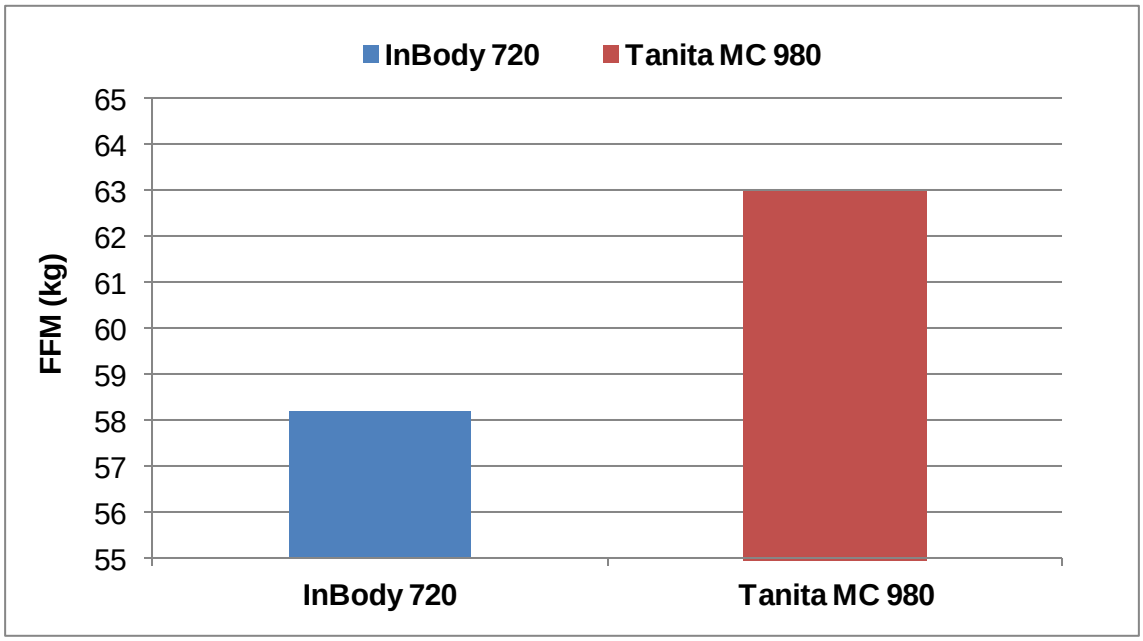
Průměrná hodnota bazálního metabolismu u sledované skupiny M činila 1626,4 kJ. Nejnižší hodnota dosahovala dokonce 1378,8 kJ a nejvyšší naměřený bazální metabolismus byl 1868,0 kJ.




**Obrázek 9.** Srovnání TBW, ECW a ICW (l) u mužů

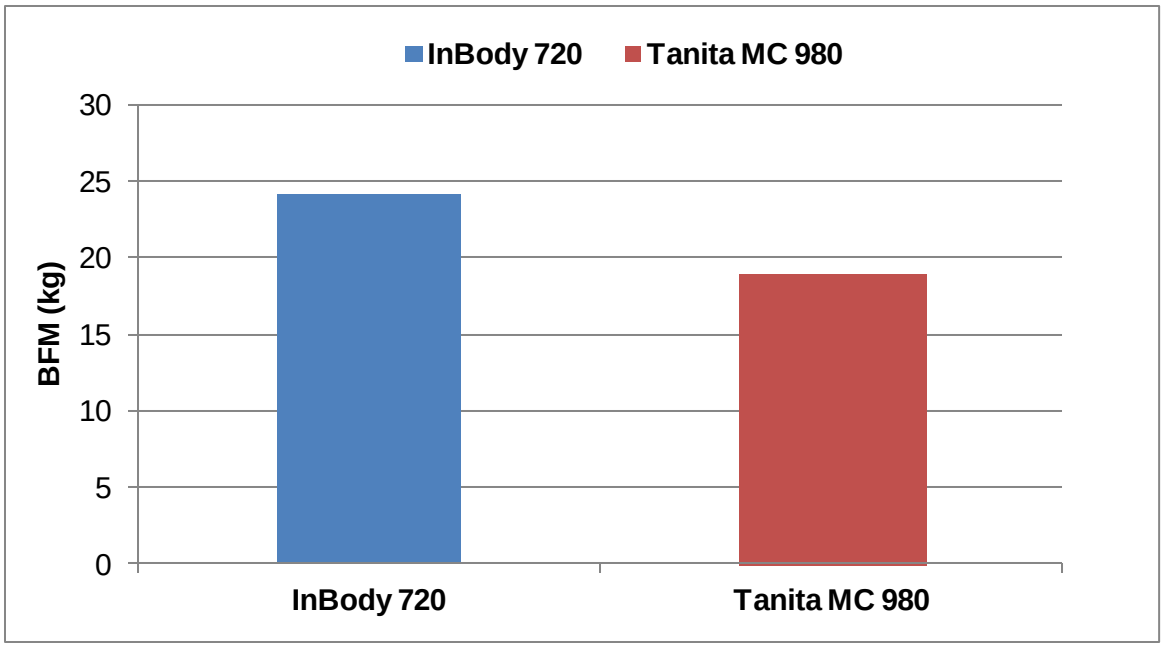
Na obrázku 9 můžeme vidět průměrné hodnoty celkové tělesné vody a jejich složek zjištěné pomocí přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980. U našeho souboru průměrné hodnoty celkové tělesné vody byly nadhodnoceny u přístroje Tanita MC 980 oproti přístroji InBody 720. Průměrná hodnota celkové tělesné vody u InBody 720 činila 43,0 l, což je 52,3 % (Tabulka 22 v Příloze). U Tanity MC 980 průměrné množství vody odpovídalo 44,0 l, tedy 53,5 % tělesné hmotnosti (Tabulka 27 v Příloze). Dle Biospace 2009 by tělesná voda měla tvořit 50–60 % tělesné hmotnosti.

Extracelulární složka byla vyšší u přístroje InBody 720, což bylo 26,1 l (Tabulka 22 v Příloze). U přístroje Tanita MC 980 byl tento parametr o 1,3 l nižší, tedy 24,8 l (Tabulka 27 v Příloze). Výsledky intracelulární vody byly naopak nadhodnoceny u přístroje Tanita MC 980, kdy průměrná hodnota ICW činila 19,2 l (Tabulka 27 v Příloze). U InBody 720 byla naměřena průměrná hodnota ICW 16,9 l (Tabulka 27 v Příloze). U přístroje InBody 980 byl potvrzen poměr 3:2 mezi ECW a ICW. U přístroje Tanita MC 980 byly výsledky extracelulární vody u probandů mírně zvýšené.



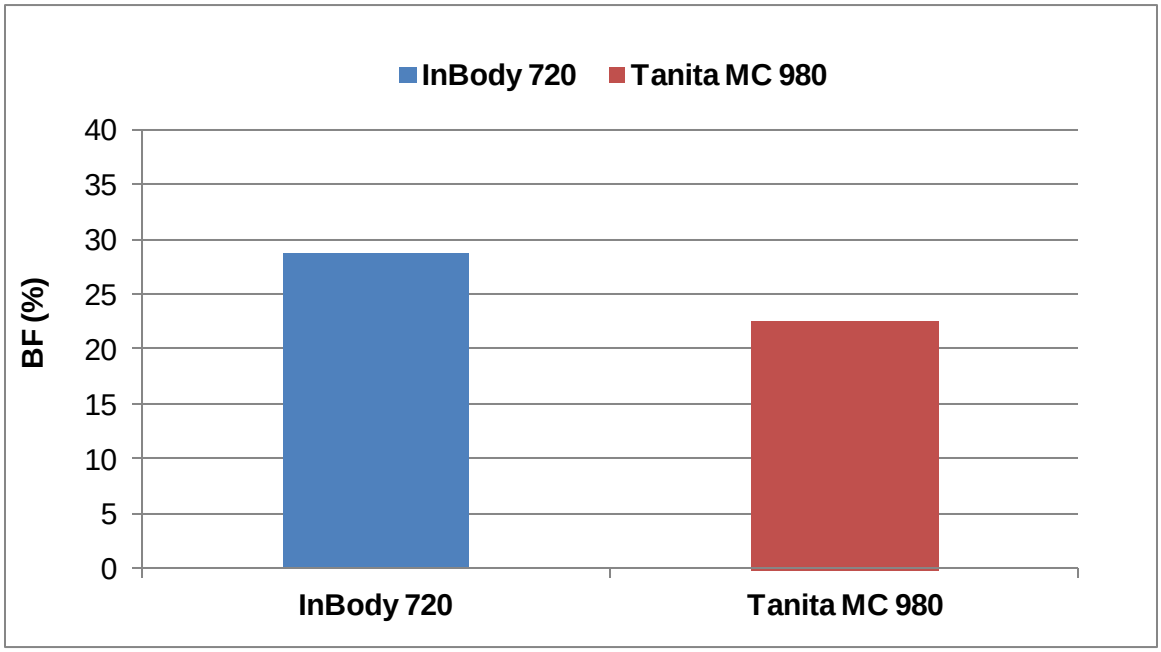

**Obrázek 10.** Srovnání FFM (kg) u mužů

Na obrázku 10 jsou zobrazeny průměrné hodnoty tukuprosté složky zjištěné pomocí InBody 720 a Tanita MC 980. Tukuprostá složka se u InBody 720 pohybovala od minimální hodnoty 46,7 kg do maxima, které činilo 69,4 kg. Průměrná hodnota tukuprosté hmoty u InBody 720 činila 58,2 kg (Tabulka 22 v Příloze). Přístroj Tanita MC 980 měl průměrnou hodnotu vyšší o 4,8 kg, což je 63,0 kg (Tabulka 27 v Příloze). Ve studii Kyle (2001) došli ke zcela stejné průměrné hodnotě u mužů v rozmezí 55–64 let jako měl náš soubor u InBody 720, což bylo 58,2 kg. U starších věkových kategorií se v této studii průměrné hodnoty tukuprosté hmoty postupně snižovaly s věkem. Porovnání diferenciace daných přístrojů naší skupiny mužů s jinými výzkumy je velmi obtížné, jelikož studie mají často odlišné studijní vzorky, věkové kategorie či srovnání jiných typů přístrojové techniky. Příkladem je studie zabývající se rozdíly ve výsledcích mezi přístrojovou technikou BIA (InBody 230) a DXA. Hodnoty FFM u skupiny mužů byli mírně nadhodnoceny u přístrojové techniky BIA (Karelis, Chamberland, Aubertin-Keheudre, & Duval, 2013). Jiná studie se zabývá srovnáním BIA a DXA analyzátorů u skupiny mladých mužů a žen ve věku 18–29 let. Autoři došli ke stejnému zjištění jako předcházející studie, kdy u BIA byly výsledky tukuprosté hmoty podhodnoceny oproti DXA (Leahy, O'Neill, Sohun, & Jakeman, 2011).




**Obrázek 11.** Srovnání BFM (kg) u mužů

Obrázek 11 prezentuje průměrné hmotnostní zastoupení tukové hmoty u obou přístrojů. Výsledky průměrných, minimálních i maximálních hodnot tukové hmoty (kg) u analyzátoru InBody 720 byly vyšší v porovnání s výsledky zjištěnými přístrojem Tanita MC 980. U InBody 720 průměrné hodnoty tukové hmoty činily 24,1 kg (Tabulka 22 v Příloze). U přístroje Tanita MC 980 to bylo o 5,2 kg méně, tedy 18,9 kg (Tabulka 27 v Příloze). Minimální hodnota u InBody 720 byla 7,8 kg, u Tanity MC 980 3,5 kg. Maximální hodnota na přístroji InBody 720 byla 40,8 kg u Tanity MC 980 to bylo jen 29,1 kg (Tabulka 22 a 27 v Příloze). Průměrné hodnoty tukové frakce u přístroje Tanita MC 980 se shodovaly s výsledky studie Kyle et al. (2001).




**Obrázek 12.** Srovnání BFM (%) u mužů

Na obrázku 12 jsou průměrné hodnoty procentuálního tělesného tuku u skupiny mužů, kdy průměrné hodnoty u přístroje InBody 720 převyšují hodnoty zjištěné na přístroji Tanita MC 980. Procentuální zastoupení tukové složky tvořilo v průměru 28,8 % u přístroje InBody 720 (Tabulka 22 v Příloze), což je v tomto věku u mužů vysoko nad normálním zastoupením tuku v těle. Procentuální zastoupení tukové hmoty skupiny u Tanity MC 980 tvořilo v průměru 22,6 % tělesné hmotnosti (Tabulka 27 v Příloze). Nejvyšší hodnota probandů u InBody 720 činila dokonce 45,5 %, u Tanity MC 980 32,6 % tělesné hmotnosti Minimální byla hodnota zjištěná přístrojem InBody 720 byla 13,3 %, u Tanity MC 980 toto minimum tvořilo 6,1 % tělesné hmotnosti (Tabulka 22 a 27 v Příloze). Doporučené procentuální zastoupení tuku u mužů nad 50 let je v rozmezí 12–19 % (Biospace, 2009). Riegerová et al. (2010) dospěla k podobným výsledkům u tělesného tuku ve studii českých mužů ve věku 20 až 80 let. V nizozemské studii byli měřeni muži v průměrném věku 77,3 let pomocí přístrojové techniky DEXA. Jejich průměrné hodnoty procentuálního zastoupení tuku byly 34 %, což převyšuje průměrné hodnoty našich probandů měřených na přístrojích BIA (Dijk, Meiracker, Cammen, Paso, & Velde, 2012). Autoři Sillanpää et al. (2014) zabývající se porovnáním BIA (InBody 720) a DXA přístrojové techniky ve věku 18 až 88 let došli k závěru, že DXA nadhodnocuje hodnoty tělesného tuku (%) u obou pohlaví ve srovnání s BIA.

**Tabulka 9.** Viscerální tuk u skupiny M dle In Body 720 a Tanita MC 980, (n = 24)

| Parametry | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|
| VFA ($cm^2$) | 122,9 | 34,3 | 119,2 | 44,2 | 206,3 |
| VFA (jednotky) | 14,4 | 3,1 | 14,0 | 8,0 | 21,0 |

V Tabulce 9 je uvedena charakteristika viscerálního tuku zjištěného pomocí přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980. Průměrná hodnota útrobního tuku u mužů měřena přístrojem InBody 720 činila 122,9 $cm^2$, čímž převyšovala doporučenou hodnotu 100 $cm^2$. Maximální hodnota u mužů dokonce dosahovala hodnoty 206,3 $cm^2$ a minimální hodnota byla 44,2 $cm^2$.

U přístroje Tanita MC 980 se viscerální tuk rovnal v průměru hodnotě 14,4. Tato hodnota převyšuje doporučenou hodnotu 12. V pásmu zdravotního rizika se vyskytovalo 18 mužů, 6 mužů bylo v bezpečném pásmu bez zdravotního rizika.

### 5.3 Charakteristika segmentální analýzy dle přístroje InBody 720 a Tanita MC 980 u žen

Charakteristika segmentální analýzy dle přístroje InBody 720:

**Tabulka 10.** Charakteristika skeletálního svalstva v jednotlivých segmentech u Ž1 dle InBody 720, (n=16)

| | | | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **HK** | **levá** | **kg** | 2,5 | 0,6 | 2,3 | 1,6 | 3,8 |
| | | **%** | 119,5 | 25,9 | 114,9 | 86,4 | 184,9 |
| | **pravá** | **kg** | 2,5 | 0,6 | 2,3 | 1,6 | 3,7 |
| | | **%** | 120,0 | 25,3 | 114,1 | 87,6 | 181,2 |
| **DK** | **levá** | **kg** | 7,2 | 1,2 | 6,9 | 5,7 | 9,9 |
| | | **%** | 108,6 | 11,8 | 105,7 | 91,5 | 133,1 |
| | **pravá** | **kg** | 7,3 | 1,2 | 7,0 | 5,7 | 9,8 |
| | | **%** | 109,8 | 12,2 | 106,6 | 92,5 | 138,0 |
| **Trup** | | **kg** | 21,3 | 3,6 | 20,2 | 15,8 | 28,1 |
| | | **%** | 111,9 | 16,5 | 108,0 | 92,8 | 152,1 |

Horní končetiny jsou u skupiny Ž1 z hlediska množství kosterní svaloviny rovnoměrně vyvinuté. Levá i pravá horní končetina má průměrnou hodnotu 2,5 kg. Procenutální zastoupení svalstva činilo u levé horní končetiny 119,5 %, u pravé horní končetiny to bylo 120,0 %. Tyto hodnoty se pohybují v referenčním rozmezí. Průměrná hmotnost svalstva levé dolní končetiny byla 7,2 kg, u pravé dolní končetiny bylo v průměru svalové hmoty jen o 0,1 kg méně, a to 7,3 kg. Dolní končetiny měly oproti horním končetinám menší zastoupení kosterní svaloviny. U levé dolní končetiny podíl kosterní svaloviny činil v průměru 108,6 % a u pravé dolní končetiny 109,8 %. Tyto hodnoty se nachází v normálním rozmezí. Z výsledků procentuálního podílu kosterní svaloviny vyplívá, že mají probandky ve skupině Ž1 vyvinutější dolní končetiny oproti horním končetinám. Studie Gologanu et al. (2014) se zabývala tělesným složením pacientů s chronickou obstrukční plicní nemocí. Výsledky kosterní svaloviny (kg) u horních a dolních ve studii dosahovaly vyšších průměrných hodnot než u naší skupiny Ž1. Rozdíl může být způsoben, tím, že ve studii byla zahrnuta také mužská populace. Procentuální

zastoupení svalstva u horních i dolních končetin bylo pak v průměru vyšší v naší práci. Průměrná hodnota svalstva trupu byla u Ž1 21,3 kg. Procentuálního zastoupení svalů na trupu u Ž1 bylo 111,9 %, což souhlasí s referenčními hodnotami (Tabulka 10).

**Tabulka 11.** Charakteristika skeletálního svalstva v jednotlivých segmentech u Ž2 dle InBody 720, (n = 141)

| | | | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HK | levá | kg | 2,3 | 0,4 | 2,3 | 1,5 | 4,2 |
| | | % | 117,0 | 21,0 | 113,4 | 77,8 | 194,0 |
| | pravá | kg | 2,4 | 0,4 | 2,4 | 1,6 | 4,3 |
| | | % | 118,7 | 20,3 | 114,9 | 84,4 | 190,7 |
| DK | levá | kg | 6,8 | 0,9 | 6,7 | 4,8 | 8,8 |
| | | % | 104,9 | 9,7 | 105,3 | 84,3 | 128,9 |
| | pravá | kg | 6,8 | 1,0 | 6,8 | 4,7 | 9,0 |
| | | % | 105,2 | 10,1 | 105,3 | 82,3 | 133,0 |
| Trup | | kg | 20,3 | 2,5 | 20,3 | 15,1 | 30,8 |
| | | % | 109,5 | 11,0 | 108,0 | 87,3 | 150,0 |

V tabulce 11 můžeme vidět charakteristiku skeletálního svalstva v jednotlivých segmentech u skupiny Ž2. Průměrné hodnoty svalové složky horních končetin si byly podobné, u levé horní končetiny činila 2,3 kg a u pravé horní končetiny to bylo 2,4 kg. Průměrné hodnoty levé a pravé dolní končetiny činily 6,8 kg. Podle průměrných hodnot skeletálního svalstva lze konstatovat, že je levá a pravá strana těla v rovnováze. Procenutální podíl svaloviny na levé horní končetině činil 117,0 % a na pravé horní končetině 118,7 %. Tyto hodnoty se nachází v referenčním rozmezí. U dolních končetin byl podíl skeletální svaloviny menší oproti horním končetinám. U levé dolní končetiny byla průměrná hodnota skeletálního svalstva v procentech průměrně 104,9 % a u pravé dolní končetiny to bylo 109,5 %. Průměrné procentuální zastoupení svaloviny u dolních končetin skupiny Ž2 bylo v souladu s doporučenými hodnotami. Průměrná hodnota kosterní svaloviny na trupu činila 20,3 kg, tedy 109,5 %, což se nachází v referenčním rozmezí.

**Tabulka 12.** Charakteristika skeletálního svalstva v jednotlivých segmentech u Ž3 dle InBody 720, (n = 25)

| | | | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **HK** | **levá** | **kg** | 2,1 | 0,4 | 1,9 | 1,6 | 2,8 |
| | | **%** | 102,2 | 15,1 | 97,3 | 81,9 | 142,9 |
| | **pravá** | **kg** | 2,1 | 0,4 | 2,0 | 1,5 | 2,9 |
| | | **%** | 104,7 | 14,9 | 103,8 | 83,2 | 142,2 |
| **DK** | **levá** | **kg** | 6,4 | 1,2 | 6,2 | 4,8 | 9,2 |
| | | **%** | 100,3 | 11,2 | 98,8 | 77,6 | 127,0 |
| | **pravá** | **kg** | 6,4 | 1,2 | 6,3 | 4,7 | 10,0 |
| | | **%** | 101,0 | 13,1 | 101,0 | 80,5 | 138,6 |
| **Trup** | | **kg** | 18,5 | 2,3 | 18,1 | 15,0 | 23,5 |
| | | **%** | 101,7 | 9,5 | 100,3 | 87,5 | 127,7 |

Tabulka 12 prezentuje segmentální analýzu skeletálního svalstva u skupiny Ž3. Podle průměrných hodnot skeletálního svalstva u horních i dolních končetin můžeme říci, že levá i pravá strana těla u skupiny Ž3 je v rovnováze. Průměrná hodnota skeletálního svalstva u obou horních končetin činí 2,1 kg. Průměrné hodnoty hmotnostního zastoupení dolních končetin jsou pro pravou a levou končetinu vyrovnané, tedy 6,4 kg. Procentuální zastoupení kosterní svaloviny se u horních končetin pohybuje okolo referenčních hodnot, kdy hodnoty u levé horní končetiny byly v průměru 102,2 % a u pravé dolní končetiny 104,7 %. Průměrné procenutální hodnoty dolních končetin se pak pohybovaly okolo 100 %, což představuje normální podíl kosterní svaloviny. Výsledná průměrná hodnota skeletálního svalstva u trupu byla 18,5 kg, tedy 101,7 %. Tento podíl kosterní svaloviny se vyskytuje v normálním rozmezí. Studie Kim a Kim (2013) provedli segmentální analýzu svalové a tukové hmoty na přístroji InBody 720 u žen ve věku nad 75. V porovnání s našimi výsledky u skupiny Ž3 měřené na InBody 720 byly průměrné hodoty skeletální svaloviny ve všech segmentech v dané studii nižší. Autoři také zjistili, že výsledky svalové hmoty byly podhodnoceny, průměrné hodnoty tukové hmoty naopak nadhodnoceny u přístrojové techniky BIA vzhledem k DXA.

U našeho souboru žen skeletální svalstvo postupně klesalo s přibývajícím věkem ve všech segmentech. Nejvyšší průměrné hodnoty skeletální svaloviny všech segmentů byly u skupiny Ž1 (Tabulka 10) a nejnižší u nejstarší skupiny Ž3 (Tabulka 12). Ve všech

věkových kategoriích se však průměrné hodnoty svalové frakce u všech segmentů pohybovaly v referenčním rozmezí.

Charakteristika segmentální analýzy dle přístroje Tanita MC 980:

**Tabulka 13.** Charakteristika tukuprosté hmoty v jednotlivých segmentech u Ž1 dle Tanity MC 980, (n = 16)

| | | | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **HK** | **levá** | **kg** | 2,5 | 0,5 | 2,3 | 1,9 | 3,5 |
| | **pravá** | **kg** | 2,4 | 0,4 | 2,3 | 1,9 | 3,3 |
| **DK** | **levá** | **kg** | 7,9 | 1,2 | 7,7 | 6,6 | 10,2 |
| | **pravá** | **kg** | 8,1 | 1,2 | 7,8 | 6,7 | 10,6 |
| **Trup** | | **kg** | 28,3 | 4,5 | 26,9 | 22,5 | 38,3 |

V tabulce 13 můžeme vidět hmotnostní zastoupení tukuprosté hmoty v jednotlivých segmentech u skupiny Ž1. U horních končetin je hmotnostní zastoupení tukuprosté hmoty rovnoměrné. Levá horní končetina měla průměrnou hmotnost 2,5 kg a pravá 2,4 kg. U pravé dolní končetiny je průměrná hodnota tukuprosté hmoty 8,1 kg, což je o 0,2 kg vyšší než průměrná hodnota levé dolní končetiny. Průměrná hmotnost trupu u Ž1 je 28,3 kg.

**Tabulka 14.** Charakteristika tukuprosté hmoty v jednotlivých segmentech u Ž2 dle Tanity MC 980, (n = 141)

| | | | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **HK** | **levá** | **kg** | 2,3 | 0,3 | 2,3 | 1,7 | 4,2 |
| | **pravá** | **kg** | 2,3 | 0,3 | 2,3 | 1,8 | 3,9 |
| **DK** | **levá** | **kg** | 7,5 | 0,9 | 7,5 | 5,6 | 10,1 |
| | **pravá** | **kg** | 7,6 | 0,9 | 7,6 | 5,7 | 10,4 |
| **Trup** | | **kg** | 26,8 | 3,0 | 26,6 | 21,3 | 37,2 |

U Ž2 jsou průměrné hodnoty tukuprosté hmoty u dolních i horních končetin v rovnováze. Průměrná hodnota levé i pravé horní končetiny se rovnala 2,3 kg. U dolní končetiny činila průměrná hmotnost levého segmentu 7,5 kg a pravého 7,6 kg. Tukuprostá hmota u trupu byla v průměru 26,8 kg (Tabulka 14).

**Tabulka 15.** Charakteristika tukuprosté hmoty v jednotlivých segmentech u Ž3 dle Tanity MC 980, (n = 25)

| | | | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **HK** | **levá** | **kg** | 2,2 | 0,3 | 2,1 | 1,8 | 2,9 |
| | **pravá** | **kg** | 2,2 | 0,3 | 2,1 | 1,8 | 2,8 |
| **DK** | **levá** | **kg** | 7,2 | 0,1 | 6,9 | 5,9 | 9,7 |
| | **pravá** | **kg** | 7,3 | 1,1 | 7,2 | 5,8 | 10,8 |
| **Trup** | | **kg** | 24,8 | 3,0 | 23,9 | 21,0 | 32,0 |

U kategorie Ž3 hodnoty hmotnostního zastoupení tukuprosté hmoty horních i dolních končetin byly v rovnováze. Horní končetiny disponovaly průměrnými hodnota tukuprosté hmoty 2,2 kg. Průměrná hodnota levé dolní končetiny činila 7,2 kg a pravé

dolní končetiny 7,3 kg. Hmotnostní zastoupení tukuprosté hmoty u trupu bylo v průměru menší oproti předcházejícím skupinám, a to 24,8 kg (Tabulka 15).

Postupujícím věkem ubývá v těle tukuprostá složka (Kubešová & Weber, 2008). Hmotnost tukuprosté hmoty v jednotlivých segmentech se u našeho souboru měřeného na Tanitě MC 980 snižovalo s spostupujícím věkem, kdy nejvyšší průměrné hodnoty FFM všech segmentů byly u skupiny Ž1 a nejnižší u skupiny Ž3.

### 5.4 Charakteristika segmentální analýzy dle přístroje InBody 720 a Tanita MC 980 u mužů

**Tabulka 16.** Charakteristika skeletálního svalstva v jednotlivých segmentech u mužů dle InBody 720

| | | | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HK | levá | kg | 3,4 | 0,54 | 3,4 | 2,5 | 4,3 |
| | | % | 108,4 | 12,3 | 108,8 | 78,9 | 134,5 |
| | pravá | kg | 3,4 | 0,5 | 3,5 | 2,4 | 4,3 |
| | | % | 109,8 | 12,4 | 111,2 | 80,5 | 134,1 |
| DK | levá | kg | 9,0 | 1,2 | 8,7 | 7,0 | 11,4 |
| | | % | 104,3 | 8,8 | 103,3 | 89,7 | 122,1 |
| | pravá | kg | 9,0 | 1,3 | 8,7 | 6,8 | 11,4 |
| | | % | 104,3 | 9,2 | 104,6 | 86,6 | 122,7 |
| Trup | | kg | 26,4 | 3,3 | 26,1 | 20,9 | 31,6 |
| | | % | 106,3 | 8,4 | 107,3 | 84,1 | 123,5 |

U přístroje InBody 720 byla průměrná hodnota skeletální svaloviny u obou horních končetin mužů 3,4 kg. Dolních končetin byla hmotnost svaloviny v rovnováze, kdy průměrná hodnota jedné dolní končetiny činila 9 kg. Můžeme tedy konstatovat, že levá i pravá strana těla je u mužů v rovnováze. Procenutální zastoupení kosterní svaloviny bylo u levé horní končetiny 108,4 % a u pravé horní končetiny 109,8 %. Tyto průměrné hodnoty jsou v referenčním rozmezí. U levé i pravé dolní končetiny byl procentuální podíl kosterního svalstva 104,3 %, což je shodné s referenčními hodnotami. Podíl skeletální svaloviny u obou horních končetin se velmi nelišil oproti dolním končetinám. Průměrná

hmotnost tukuprosté hmoty u trupu byla 26,4 kg, procentuální zastoupení pak činilo 106,3 %, což se pohybuje v rozmezí normální hodnot (Tabulka 16).

**Tabulka 17.** Charakteristika tukuprosté hmoty v jednotlivých segmentech u mužů dle Tanity MC 980

| | | | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **HK** | **levá** | **kg** | 3,5 | 0,5 | 3,4 | 2,6 | 4,5 |
| | **pravá** | **kg** | 3,4 | 0,5 | 3,4 | 2,3 | 4,3 |
| **DK** | **levá** | **kg** | 10,0 | 1,2 | 10,0 | 7,8 | 12,3 |
| | **pravá** | **kg** | 10,1 | 1,3 | 9,8 | 7,7 | 12,7 |
| **Trup** | | **kg** | 36,1 | 2,9 | 35,3 | 32,0 | 40,9 |

V tabulce 17 můžeme vidět výsledky segmentální analýzy tukuprosté hmoty u přístroje Tanita MC 980. U skupiny mužů bylo hmotnostní zastoupení tukuprosté hmoty jak u dolních, tak horních končetin v rovnováze. Pravá HK měla zastoupení tukuprosté hmoty v průměru 3,5 kg a levá HK 3,4 kg. Tukuprostá hmota levé DK byla v průměru 10,0 kg a u pravé DK to bylo jen o 0,1 kg více. Průměrná hodnota tukuprosté hmoty trupu činila 36,1 kg. Tento výsledek převyšoval průměrnou hodnotu trupu měřenou analyzátorem InBody 720 o 10 kg.

# 6 ZÁVĚR

V magisterské práci jsme se zabývali frakcionací tělesného složení a srovnáním vybraných parametrů tělesného složení u studentů Univerity třetího věku na Fakultě tělesné kultury zjištěné pomocí přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980. Výzkumný soubor jsme rozdělili podle pohlaví na ženy a muže, ženy jsme dále dělili do tří skupin podle věku (Ž1 , Ž2 a Ž3).

U námi sledovaného souboru se tělesná výška i tělesná hmotnost snižovala s postupujícím věkem. Celková tělesná voda i její složky klesaly s věkem v rámci obou přístrojů. Taktéž množství tukuprosté hmoty se u sledovaného souboru snižovalo s přibývajícím věkem v rámci obou přístrojů. Hmotnostní zastoupení tukové hmoty probandů se snižovalo s věkem u obou analyzátorů. Naopak procentuální zastoupení tukové hmoty s přibývajícím věkem stoupalo. Výsledky viscerálního tuku všech skupiny žen i u skupiny mužů, zjištěné za pomocí přístroje InBody 720, se vyskytovaly v pásmu zdravotního rizika vzniku abdominální obezity. Výsledky útrobního tuku zjištěné prostřednictvím přístroje Tanita MC 980 byly u všech věkových kategorií žen v bezpečním pásmu zdravotního rizika, avšak průměrné hodnoty viscerálního tuku u mužské kategorie signalizovaly riziko vzniku abdominální obezity.

U námi sledovaných skupin žen byla diferenciace mezi přístroji v zastoupení tukové frakce (kg, %) významná. Průměrné hodnoty tukové frakce zjištěné pomocí přístroje InBody 720 převyšovaly průměrné hodnoty na Tanitě MC 980. Rozdíl mezi přístroji v zastoupení tukové frakce byl statisticky významný. Rozdíl v hmotnostním zastoupení tukové frakce u mužů mezi přístroji činil 5,2 kg, kdy hodnoty BFM na InBody 720 převyšovaly Tanitu MC 980. Diferenciace procentuálního zastoupení tukové složky bylo vyšší o 6,2 % u InBody 720.

V rámci všech věkových kategorií žen byly sledovány statisticky významné odchylky u tukuprosté hmoty mezi analyzátory, kdy u InBody 720 byly hodnoty daného parametru podhodnoceny oproti Tanitě MC 980. Průměrné hodnoty tukuprosté hmoty u mužů byly vyšší o 4,8 kg ve prospěch přístroje Tanita MC 980.

U celkové tělesné vody nebyly zaznamenány statisticky významné rozdíly mezi přístroji. Statisticky významná odlišnost mezi přístroji InBody 720 a Tanita MC 980 však byla zaregistrována u intracelulární vody, kdy průměrné hodnoty tohoto parametru byly v rámci všech věkových kategorií žen vyšší u přístroje InBody 720. Naopak průměrné

hodnoty extracelulární vody byly v rámci věkových kategorií vyšší u přístroje Tanita MC 980. Tyto rozdíly byly taktéž statisticky významné. Poslední otázkou bylo, jestli jsou rozdíly v zastoupení celkové tělesné vody a jejich kompartmentů u mužů stanovené přístrojem InBody 720 a Tanita MC 980. U skupiny mužů byla celková tělesná voda a intracelulární voda podhodnocena u přístroje InBody 720 oproti přístroji Tanita MC 980. Naopak intracelulární vody analyzátor InBody 720 podhodnocoval oproti Tanita MC 980.

# 7 SOUHRN

Hlavním cílem diplomové práce byla analýza a srovnání výsledků tělesného složení na základě bioelektrické impedance pomocí přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980 u studentek a studentů Univerzity třetího věku na Fakultě tělesné kultury.

Výzkumný soubor se skládal z 206 probandů, kteří byli rozděleni do 3 kategorií žen dle věku (Ž1, Ž2 a Ž3) a jedné mužské kategorie ve věku 59–86 let. Měření bylo uskutečněno v letech 2012–2013 v rámci programu U3V a projektu Senioři bez hranic. Tělesné složení bylo stanoveno pomocí bioelektrické impedance prostřednictvím analyzátorů InBody 720 a Tanita MC 980.

Teoretická část se zabývá problematikou stáří a stárnutí, a to hlavně jeho vymezením a členěním. Následující kapitola se věnuje involučním změnám a nemocem ve stáří, kde jsou charakterizovány jednotlivé systémy organismu a jejich změny s postupujícím věkem. V další části jsou uvedeny informace věnující se obezitě a jejímu vymezení, obezitě ve stáří a také prevenci a léčbě obezity. Poslední částí byla kapitola zabývající se tělesným složením, základními komponentami a metodami měření tělesného složení. Dále jsou zde zahrnuty informace o bioelektrické impedanční metodě, která je použita v našem výzkumu.

Metodická část se věnuje popisu výzkumného souboru, charakteristice použitých analyzátorů tělesného složení a způsobu statistického zpracování.

Ve výzkumné části jsme analyzovali a následně srovnali vybrané parametry tělesného složení u jednotlivých věkových kategorií žen a mužů. Průměrné hodnoty BMI se pohybovaly ve všech věkových kategoriích žen i u skupiny mužů v pásmu nadváhy. Množství celkové tělesné vody a jejich složek klesalo s postupujícím věkem u žen v rámci obou přístrojů. Všechny skupiny žen měly průměrné hodnoty celkové tělesné vody nízké oproti doporučeným hodnotám. U mužů se průměrné hodnoty celkové tělesné vody pohybovaly v doporučeném rozmezí. Hmostnostní zastoupení tukuprosté a tukové hmoty u žen klesalo s postupujícím věkem. Naopak procentuální zastoupení tukové hmoty s přibývajícím věkem stoupalo. Procentuální zastoupení tuku se vyskytovalo u všech věkových kategorií žen i u skupiny mužů nad hranicí doporučených hodnot. Průměrné hodnoty viscerálního tuku u mužů i žen stanovené přístrojem InBody 720 signalizovaly riziko vzniku obezity. Průměrné hodnoty viscerálního tuku v jednotlivých kategoriích se pohybovaly od 119,9 $cm^2$ do 122,9 $cm^2$. Výsledky viscerálního tuku stanovené přístrojem Tanita MC 980 byly v pásmu zdravotního rizika pouze u skupiny mužů.

Dále byly sledovány rozdíly v zastoupení vybraných parametrů mezi přístroji v závislosti na věku. Ve všech hodnotách vybraných parametrů, mimo celkové tělesné vody, byl statisticky významný rozdíl v rámci věkových kategorií mezi danými přístroji. Zjistili jsme, že InBody 720 nadhodnocuje ICW a BFM a podhodnocuje ECW a FFM ve srovnání s Tanita MC 980.

U našeho výzkumného souboru bylo analyzováno skeletální svalstvo a tukuprostá hmota v jednotlivých segmentech v rámci přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980. U výzkumného souboru se u obou přístrojů dané parametry u všech segmentů snižovaly s postupujícím věkem. U přístroje InBody 720 byla levá i pravá strana těla z hlediska skeletální svaloviny v rovnováze. U celého výzkumného souboru jsme zjistili, že horní část těla je mírně rozvinutější z hlediska svalstva než dolní část těla. Zastoupení kosterní svaloviny u jednotlivých segmentů bylo u všech kategorií v doporučeném rozmezí.

## 8 SUMMARY

The main aim of the thesis was to analyze and compare the results of body composition based on bioelectrical impedance by devices InBody 720 and Tanita MC 980 female and male students at the University of the Third Age of the Faculty of Physical Culture.

The research sample consisted of 206 probands, who were divided into 3 categories according to age women (Ž1, Ž2 and Ž3) and one male category in the age 59-86 years. Measurement was carried out in 2012-2013 under the U3A project Seniors without borders. Body composition was determined by bioelectrical impedance analyzers InBody 720 and Tanita MC 980.

The theoretical part deals with old age and aging, especially definition and classification. The following chapter deals with involution changes and disease in elderly, where are characterized different systems of the organism and its changes with advancing age. The next section contains information dealing with obesity and definition, obesity in elderly, and also preventing and treating of obesity. The last part of theoretical part deals with body composition, basic components and methods of measuring body composition. Also here are included information about the bioelectrical impedance method, which is used in our research.

The methodological part describes the research sample, characterizes analyzers of body composition and describes method of statistical processing.

In the research part, we analyzed and compared the selected parameters of body composition in different age categories for men and women. The average values of BMI were in each ages categories of women and men in the area of overweight. The amount of total body water and its components decreased with advancing age among women in both devices. All women's groups had values of total body water low compared to the recommended values. The average values of total body water in menś group were like recommended range. Weight representation of fat free mass and fat mass in women categories decreased with advancing age. Conversely, the percentage of fat mass was increased with age. Percentage of fat mass was in each ages categories of women and men´s group above the recommended values. The average values of visceral fat in men and women measured by InBody 720 signaled the risk of obesity. The average values of visceral fat in the individual categories ranged from 119,9 $cm^2$ to 122,9 $cm^2$. Results

of visceral fat measured by Tanita MC 980 were in the range of health risks only in the male group.

We also investigated differences in the representation of selected parameters between devices, depending on age. In each values of selected parameters, except total body water, there was a statistically significant difference in each age categories between the given device. We found that InBody 720 overstates the ICW and BFM and underestimates ECW and FFM compared with Tanita MC 980.

In our research sample was analyzed skeletal muscle and fat free mass in individual segments finding out by devices InBody 720 and Tanita MC 980. In a research sample on both analyzers the parameters for all segments decreased with advancing age. In our group measured by InBody 720 were left and the right side of the body of skeletal muscle hledisla in balance. In our group measured by InBody 720 left and right side were in balance in skeletal muscle. In our research sample we have found that the upper body is slightly more advanced in skeletal muscle mass than the lower body. Representation of skeletal muscle mass in each segment was all categories in recommended range.

## 9 REFERENČNÍ SEZNAM


American Council an Science and Health. (n. d.). *Obesity and its health effects.* Retrieved 28. 11. 2014 from the Wolrd Wide Web: http://books.google.cz/books?id=9OoCeGvkMIC&pg=PA1&dq=Obesity+and+its+health+effects&hl=cs&sa=X&ei=kr93VLTZKcqR7AbBzIDwCQ&ved=0CCEQ6AEwAA#v=onepage&q=Obesity%20and%20its%20heath%20effects &f=false

Barbosa-Silvia, M. C. G., Barros, A. J. D., Wang, J., Heymsfield, S. B., & Pierson, R. N. (2005). Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *The American Journal of Clinical Nutrition, 82*(1), 49-52. Retrieved 20. 10. 2014 from EBSCO database on the World Wide Web: http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=aa45bbd8-7a2e-4edf-9187da747cc650b6%40sessionmgr4003&hid=4208

Bedogni, G., Malavolti, M., Severi, S., Poli, M., Mussi, C., Fantuzzi, A., Battistini, N. (2002). Accuracy of an eight-point tactile-electrode impedance method in the assessment of total body water. *European Journal of Clinical Nutrition, 56*, 1143-1148. Retrieved 13. 11. 2014 from EBSO diabase on the World Wide Web: ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=11&sid=f48f16db-ab2b-4e3b-84701d08563cb699%40sessionmgr4002&hid=4208

Beeson, W. L., Batech, M., Schultz, E., Salto, L., Firek, A., DeLeon, M., Balcazar, H., & Cordero-MacIntyre, Z. (2010). Comparison of body composition by bioelectrical impedance analysis and dual-energy x-ray absorptiometry in Hispanic diabetics. *International Journal of Body Composition Research, 8*(2), 45-50. Retrieved 25. 11. 2014 from the World Wide Web: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3036537/pdf/nihms224586.pdf

Biospace. (2009). *InBody 720 - The precision body composition analyzer.* Retrieved 13. 5. 2014 from the World Wide Web: http://www.biospace.cz/soubory/katalogy-cz/inbody720-cz-katalog.pdf

Biospace. (2009). *InBody 720 - The precision body composition analyzer.* Retrieved 19. 9. 2014 from the World Wide Web: http://www.inbody.cz/soubory/lookin-body/vyklad-vysledku-a-aplikace-inbody720.pdf

Božić, B., Durlen, I., Pehar, M., Matešić, I., & Galešić, K. (2012). Hypertension in the elderly. *Cardiologia CROATICA, 7,* 199-203. Retrieved 27. 10. 2014 from EBSCO database

on the World Wide Web: http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=47 &sid=66f29955-7a44-4f1c-9a10-9559bf0e6ffc%40sessionmg r4001&hid=4105

Broulík, P. (2009). *Osteoporóza a její léčba* (2 nd ed.). Praha: Maxdorf

Bult, M. J. F., Dalen, T., & Muller, A. F. (2008). Surgical treatment of obesity. *European Journal of Endocrinology, 158,* 135-145. Retrieved 1. 11. 2014 from the World Wide Web: http://www.eje-online.org/content/158/2/135.full.pdf+html

Bunc, V., Štilec, M., Moravcová, J., & Matouš, M. (2000). Body composition determinativ by whole body bioimpedance measurement in women seniors. *Acta Universitatis Carolinae Kinanthropologica,* 36 (1), 5-21.

Bunc, V. (2007). Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou. *Časopis lékařů českých.* 146 (5), 492-496. Retrieved 13. 10. 2014 from the World Wide Web: http://www.medvik.cz/kramerius/document/ABA008_14605_MED00010976-2007-146.5_s.429-524.pdf?id=355124#page=64

Bužga, M., Zavadilová, V., Vlčková, J., Oleksiaková, Z., Šmajstrla, V., Tomášková, H., Jirák, Z., & Kavková, J. (2012). Porovnání výsledků různých metod stanovení tělesného tuku. *Hygiena.* 57 (3), 105-109. Retrieved 19. 10. 2014 from the World Wide Web: http://apps.szu.cz/svi/hygiena/archiv/h2012-3-06-full.pdf

Company, J., & Ball, S. (2010). Body Composition Comparison: Bioelectrical Impedance Analysis with Dual-Energy X-Ray Absorptiometry in Adult Athletes. *Measurement in Physical Education and Exercise* Science, *14,* 186–201. Retrieved 24. 11. 2014 from EBSCO database on the World Wide Web: http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/ pdfviewer?vid=4&sid=d5c3330e-1930-40ce-9dcf- a9cbfb9f29aa%40sessionmgr4002 &hid=4210

Consuelo Velazquez-Alva, M., Irigoyen-Camacho, M. E., Huerta-Huerta, R., & Delgadillo-Velazquez, J. (2014). A comparison of dual energy x-ray absorptiometry and two bioelectrical impedance analyzers to measure body fat percentage and fat-free mass index in a group of Mexican young women. *Nutrición Hospitalaria, 29,* 1038-1046. Retrieved 28. 11. 2014 from EBSCO diabase on the World Wide Web: http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=8&sid=d5c3330e-1930-40ce-9dcf-a9cbfb9f29aa%40sessionmgr4002&hid=4210

Čevela, R., Kalvach, Z., & Čeledová, L. (2012). *Sociální gerontologie: úvod do problematiky.* Praha: Grada.

Český statistický úřad. (2011). *Sčítání lidu, domů a bytů 2011.* Retrieved 25. 11. 2014 from the World Wide Web: http://vdb.czso.cz/sldbvo/#!stranka=podle- tematu&tu=30629&th

=&vseuzemi=null&v=&vo=null&void=

Český statistický úřad. (2012). *Zdraví.* Retrieved 25. 10. 2014 from the World Wide Web: http://www.czso.cz/csu/2012edicniplan.nsf/publ/1417-12-n_2012

Demura, S., Sato, S., & Kitalayashi, T. (2004). Percentage of Total Body Fat as Estimated by Three Automatic Bioelectrical Impedance Analyzers. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science, 23,* 93-99. Retrieved 27. 11: 2014 from the World Wide Web: http://www.biospace.cz/soubory/pdf-anglicky/body-fat-demura_j-physiol-anthropol-appl-human-sci-2004.pdf

Dijk, S., Meitracker, A., Cammen, T. V., Raso, F. M., & Velde, N. (2012). Central but not peripheral fat mass percentage is associated with blood pressure components in the elderly. *Age and Ageing, 41,* 534-540. Retrieved 3. 11. 2014 from EBSCO database on the World Wide Web: http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=14&sid=9a4301ca-de8d-420d-949a-b12eb6aefb09%40sessionmgr111&hid=108

Dukát, A., Lietava, J., Krahulec, B., Čaprnda, M., Vacula, I., Sirotiaková, J., Kosmálová, V., & Minárik, P. (2007). Prevalence of abdominal obesity in Slovakia. IDEA Study Slovakia. *Vnitř Lék, 53*(4), 326-330. Retrieved 20. 11. 2014 from the World Wide Web: http://www. prolekare.cz/pdf?ida=vl_07_04_02.pdf

Duren, D. L., Sherwood, R. J., Czerwinski, S. A., Lee, M., Choh, A. C., Siervogel, R. M., &Chumlea Wm. C. (2008). Body composition Methods: Comparisons and Interpretation. *Journal of Diabetes Science and Technology,* 2(6), 1139-1146. Retrieved 2. 5. 2014 from the World Wide Web: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2769821/

Dolezal, B. A., Lau, M. J., Abrazado, M., Storer, W. S., & Cooper, CH. B. (2013). Validity of Two Commercial Grade Bioelectrical Impedance Analyzers for Measurement of Body Fat Percentage. *Journal of The American Society of Exercise Physiologists, 16* (4), 74-83. Retrieved 22. 11. 2014 from EBSCO diabase on the World Wide Web: http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=d5c3330e-1930-40ce-9dcf- a9cbfb9f29aa%40sessionmgr4002&hid=4210

Elmadfa, I., & Meyer, A. L. (2008). Body Composition, Changing Physiological Functions and Nutrient Requirements of the Elderly. *Annals of Nutrition & Metabolism, 52* (1), 2-5. Retrieved 5. 11. 2014 from the World Wide Web: http://www.karger.com/Article/Pdf/115339

Esmat, T. (2012). American college of sports medicine. *Measuring and evaluating body composition.* Retrieved 5. 11. 2014 from the World Wide Web: http://www.acsm org/access-public-information/articles/2012/01/12/measuring-and-evaluating-body-composition

Gába, A., Zając-Gawlak, I., Přidalová, M., & Pośpiech, D. (2011). Analýza rozdílů vybraných parametrů tělesného složení stanovených přístrojem InBody 720 a Tanita BC-418. *Med Sport Boh Slov, 20*(2), 88-96. Retrieved 25. 11. 2014 from the World Wide Web: file:///C:/Users/Lucie/Desktop/Stahov%C3%A1n%C3%AD/Clanek_Gaba_ 2011%20(3).pdf

Gába, A., Kapuš, O., Cuberek, R., & Botek, M. (2014). Comparison of multi- and single-frequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of body composition in post-menopausal women: effects of body mass index and accelerometer-determined physical aktivity. *Journal of Human Nutrition and Dietetics.*

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. Retrieved 13. 10. 2014 from the World Wide Web: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3907696/pdf/394_2013_Article_514.pdf

Gába, A., Přidalová, M., & Zając-Gawlak, I. (2014). Posouzení objektivity hodnocení výskytu obezity na základě body mass indexu vzhledem k procentuálnímu zastoupení tělesného tuku u žen ve věku 55–84 let. *Časopis českých lékařů, 153*(1), 22-27.

Gologanu, D., Ionita, D., Gartonea, T., Stanescu, C., & Bogdan, M. A. (2014). Body composition in Patients with Chronics Obstructive Pulmonary Disease. *MAEDICA-a Journal of Clinical Medicine, 9*(1), 25-32. Retrieved 28. 11. 2014 from EBSCO database on the World Wide Web: http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=19 &sid=d5c3330e-1930-40ce-9dcf-a9cbfb9f29aa%40sessionmgr4002&hid=4210

Guo, S. S., Zeller, CH., Chumlea, W. C. & Siervogel, R. M. (1999). Aging body composition,and lifestyle: the Fels Longitudinal Study. *The American journal of Clinical Nutrition,* 70, 405-411. Retrieved 28. 11. 2014 from the World Wide Web: http://ajcn. nutrition.org/content/70/3/405.full.pdf

Hainer, V. (2011). *Základy klinické obezotologie* (2nd ed.). Praha: Grada Publishing.

Han, T. S., Tajar, A., & Lean, M. E. J. (2011). Obesity and weight management in the elderly. *British Medical Bulletin,* 97,169-196. Retrieved 13. 10. 2014 from EBSCO database on the World Wide Web: http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?

vid=10&sid=aa45 bbd8-7a2e-4edf-9187-da747cc650b6%40sessionmgr4003&hid=4208

Haškovcová, H. (2010). *Fenomén stáří* (2nd ed.). Praha: Havlíček Brain Team.

Heymsfield, S. B., Lohman, T. G., Wang, Z., & Going S. B. (2005). *Human body composition* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Heyward, V. H., & Wagner, D. R. (2004). *Applied body composition assessment* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Hippel, P., & Benson, R. (2014). Obesity and the Natural Enironment Across US Counties. *American Journal of Public Health, 104*(7), 1287-1293. Retrieved 27. 10. 2014 from EBSCO database on the World Wide Web: http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/ pdfviewer? vid=41&sid=f9c84c44-176a-48b6-b372-0158561d4ba0%40sessionmgr198 &hid=122

Hlubík, P. (2007). Obezita ve stáří. *Zdravotnictví a medicína.* Retrieved 1. 11. 2014 from the World Wide Web: http://zdravi.e15.cz/clanek/priloha-lekarske-listy/obezita-ve-stari-311977

Hrnčiariková, D., Jurašková, B., & Zadák, Z. (2008). Sarkopenie ve stáří. *Lékařské listy, 57*(19), 18-20.

Holmerová, I., Jurášková, B. & Zikmundová, K. (2007). *Vybrané kapitoly z gerontologie* (3rd ed.). Praha: EV public relatios.

Chumlea, WC., Guo, SS., Kuczmarski, RJ., Flegal, KM., Johnson, CL., Heymsfield, SB., Lukaski, HC., Friedl, K., & Hubbard, VS. (2002). Body composition estimates from NHANES III bioelectrical impedance data. *International Journal of Obesity, 26*(12), 1596-1609. Retrieved 22. 11. 2014 from EBSCO database on the World Wide Web: http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=e5fe23f9-3699-4e47-b389-10a2006629dc%40sessionmgr4003&hid=4213

Jedlička, V. (1991). *Praktická gerontologie* (2nd ed.). Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví BRNO.

Jeníček, J. (2004). *Žena v přechodu* (2nd ed.). Praha: Grada.

Kalvach, Z., Zadák, Z., Jirák, R., Zavázalová, H., & Sucharda, P. (2004). Geriatrie a gerontologie. Praha: Grada.

Kalvach, Z., Zadák, Z., Jirák, R., Zavázalová, H., Holmerová, I., & Weber, P. (2008). *Geriatrické syndromy a geriatrický pacient.* Praha: Grada.

Karelis, A. D., Chamberland, G., Aubertin-Leheudre, M., & Duval, CH. (2013). Validation of portable bioelectrical impedance analyzer for the assessment of body composition. *Appl. Physiol. Nutr. Metab, 38*, 27-32. Retrieved 23. 11. 2014 from EBSCO database on

the World Wide Web: http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=11&sid=9ed39104-0b00-4774-ba71-d3b25ab9e533%40sessionmgr4005&hid=4210

Kelly, M. P. (2014). Is obesity contagious? *IDEA Fitness Journal, 4,* 74-81. Retrieved 1. 11. 2014 from EBSCO database on the World Wide Web: http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=d566f012-322e-44f1-aa0da09697874784%40sessionmgr111&hid=120

Kenneth, J. E. (2000). Human Body composition: In Vivo Methods. *Psychological Reviews, 80(2),* 649–680.

Kim, M., & Kim, H. (2013). Accuracy of segmental multi-frecvency bioelectrical impedance analysis for assessing whole-body and appendicular fat mass and lean soft tissue mass in frail women aged 75 years and older. *European Journal of Clinical Nutrition 67,* 395-400.

Klener, P. (2006). *Vnitřní lékařství* (3nd ed.). Praha: Galén.

Krčmářová, L. (2010). Redukce váhy u seniorů. *Výživa a dietologie, 2,* 12. Retrieved 1. 11. 2014 from the World Wide Web: http://www.edukafarm.cz/soubory/farminews-2010/2/012-redukce-vahy.pdf

Kroemeke, A., Zając-Gawlak, 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. *Przegląd Menopauzalny, 13*(4), 227-232. Retrieved 1. 11. 2014 from EBSCO database on the World Wide Web: http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=1911a12d-f378-454c- 913a-d831b2ef663a%40sessionmgr112&hid=111

Kubešová, H., & Weber, P. (2008). Poruchy příjmu potravy ve stáří. *Interní medicína pro praxi, 10,* 64-68. Retrieved 20. 8. 2014 from the World Wide Web: http://www.Internimedicina.cz/pdfs/int/2008/02/06.pdf

Kunešová, N. (2004). Obezita – etiopatogeneze, diagnostika a léčba. *Interní medicína pro praxi, 9,* 435-440.

Kutáč, P. (2009). *Základy kinantropologie.* Ostrava: Pedagogická fakulta Ostravské univerzity v Ostravě.

Kyle, U. G., Genton, L., Slosman, D. & Pichard, C. (2001). Fat Free and Fat Mass Percentiles in 5225 Healthy Subjects agend 15 to 98 years. *Applied Nutritional investigation, 11*(7/8), 35-541. file:///C:/Users/Lucie/Desktop/Stahov%C3%A1n%C3%AD/BabeskinArticle237%20(1).pdf

Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A., Deurenberg, P., Elia, M., & Gómez, J. (2004).

Bioelectrical impedance analysis part I: review of principles and methods. *Clinical 23*(5), 1226-1243.

Kyle, U. G., Schutz, Y., Dupertuis, Y., & Pichard, C. (2004). Body composition interpretation:contribution of fat-free mass index and body fat mass index. *Nutrition, 19,* 587-604.

Labudová, J., Nemček, D., Kraček, S., & Kručanica, L. (2013). Urine incontinenece of women in relation to age and sport participation. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae , 53*(1), 33-42. Retrieved 3. 11. 2014 from EBSCO database on the World Wide Web: http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=10&sid=9a4301ca-de8d-420d-949a-b12eb6aefb09%40sessionmgr111&hid=108

Langmeier, M. (2009). *Základy lékařské fyziologie.* Praha: Grada Publishing.

Leahy, S., O'Neill, C., Sohun ,R., & Jakeman, P. (2011). A comparison of dual energy X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis to measure total and segmental body composition in healthy young adults. *Eur J Appl Physiol, 112,* 589-595. Retrieved 25. 11. 2014 from EBSCO diabase on the World Wide Web: http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=13&sid=f48f16db-ab2b-4e3b-8470-1d08563cb699%40sessionmgr4002&hid=4208

Lim, J. S., Hwang, J. S., Lee, J. A., Kim, D. H., Park, K. D., Jeong, J. S., & Cheon, G. J. (2009). Cross-calibration of multi-frequency bioelectrical impedance analysis with eight-point tactile electrodes and dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of body composition in healthy children agend 6-18 years. *Pediatrics International, 51*(2), 263-268. Retrieved 25. 11. 2014 from EBSCO diabase on the World Wide Web: http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=10&sid=d5c3330e-1930-40ce-9dcf-a9cbfb9f29aa%40sessionmgr4002&hid=4210

Li, Z., & Heber, D. (2011). Sarcopenic obesity in the elderly and strategies for weight management. *Nutrition Reviews, 70*(1), 57-64. Retrieved 1. 11. 2014 from EBSCO diabase on the World Wide Web: http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=9&sid=4b31efd4-41ec-4d30-af18-16724afb49b8%40sessionmgr4002&hid=4213

Ling, Y. H., Craena, M. J. A., Slagboomb, E. P., Gunne, A. D., Stokkel, M. P. M., Westendorp, J. G. R., & Maier, B. A. (2011). Accuracy of direct segmental multi-frequency bioimpedance analysis in the assessment of total body and segmental body composition in middle-aged adult population. *Clinical Nutrition, 30,* 610-615.

Lukaski, H. C. (1987). Methods for the assessment of human body composition: traditional

and new. *The American Journal of Clinical Nutrition, 46*(4), 537-556. Retrieved 29. 4. 2014 from the World Wide Web: http://ajcn.nutrition.org/content/46/4/537.full.pdf+html

Luppino, F. S., Wit, L. M., Bouvy P. F., Stijnen, T., Cuijpers, P., Penninx, B. W. J. H., & Zitman, F. G. (2010). Overweight, obesity and depression. *Arch Gen Psychiatry, 67*(3), 220-229. Retrieved 27. 10. 2014 from the World Wide Web: http://archpsyc. jamanetworkcom/article.aspx?articleid=210608

Máček, M., & Radvanský, J. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity.* Praha: Galen.

Malá, E., Krčmová, I., Burešová, E., & Jurašková, B. (2011). Výživa ve stáří. *Interní Medicína, 13*(3), 111-116.

Mitáš, J., Ding, D., Frömel, K., & Kerr, J. (2014). Physical Activity, Sedentary Behavior, and Body Mass Index in the Czech Republic: A Nationally Representative Survey. *Journal of Physical Activity and Health, 11*, 903-907. Retrieved 1. 11. 2014 from EBSCO database on the World Wide Web: http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer /pdfviewer?vid=2&sid=6a698853-10f6-489b-be6b-e08bcbbe2b9a%40sessionmgr 4002&hid=4213

Mlýnková, J. (2011). *Péče o staré občany: učebnice pro obor sociální činnost.* Praha: Grada Publishing.

Mohammadi, E., & Shakerian, S. (2010). Comparison of body composition assessment in women using skinfold thickness equations, bioelectrical impedance analysis and underwater weighting. *Faculty of Physical Education & Sports Science, 17*(3). 223-229. Retrieved 19. 5. 2014 from the World Wide Web: http://sporttudomany.hu/ Hirlevel/ pdf/6/Skinfold.pdf

Mühlpachr, P. (2004). Gerontopedagogika. Brno: Masarykova univerzita Brno.

Navrátil, L. (2008). *Vnitřní lékařství: pro nelékařské zdravotnické obory.* Praha: Grada Publishing.

Nečas, E. (2009). *Obecná patologická fyziologie* (3nd ed.). Praha: Karolinum

Pelclová, J., Gába, A., Přidalová, M., Engelová, L., Tlučáková, L., & Zając-Gawlak, I. (2009). Vztah mezi doporučeními vztahujícími se k množství pohybové aktivity a vybranými ukazateli zdraví u žen navštěvujících univerzitu třetího věku. *Tělesná kultura, 32(2),* 64-78.

Pelikánová, & Bartoš, V. (2011). *Praktická diabetologie* (5th ed.). Maxdorf: Jessenius.

Piťha, J., & Poledne, R. (2009). *Zdravá výživa pro každý den.* Praha: Grada.

Poděbradská, R., Stejskal, P., Schwarz, D., & Poděbradský, J. (2011). Physical aktivity as a part of overweight and obesity treatment. *Gymnica, 41*(4), 17-27. Retrieved 5. 11. 2014from the World Wide Web: http://www.gymnica.upol.cz/index.php/gymnica /article/viewFile/278/196

Poortinga, W. (2006). Social relations or social capital? Individual and community health effects of bonding social capital. *Social science and medicine, 63*, 255–270.

Prentice, A. M., & Jebb, S. A. (2001). Beyond body mass index. *Obesity reviews, 2*, 141-147. Retrieved 1. 11. 2014 from the World Wide Web: http://www.tanita.co.kr/download/ Beyond_Body_Mass_Index.pdf

Přidalová, M. (2013). *Vybrané problémy z kinantropometrie pro TVS. Kinantropometrické metody*. Olomouc: FTK UP.

Příhoda, V. (1974). *Ontogeneze lidské psychiky - díl 4*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

Orbetzova, M. M., Koleva, D. I., Mitkov, M. D., Atanassova, I. B., Nikolova, J. G., Atanassova, P. K., & Genchev G. D. (2012). Adipocytokines, neuropeptide y and insulin resistence in overweight women with geoid and android type of adipose tissue distribution. *Folia Medica, 54*(3), 22-29. Retrieved 26. 10. 2014 from EBSCO diabase on the World Wide Web: http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5 &sid=f9c84c44-176a-48b6-b372-0158561d4ba0%40sessionmgr198&hid=122

Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie)* (3rd ed.). Olomouc: Hanex.

Riegerová, J., Kapuš, O., Gába, A., & Šťotka, D. (2010). Rozbor tělesného složení českých mužů ve věku 20 až 80 let (Hodnocení tělesn výšky, hmotnosti, BMI, svalové a tukové frakce). *Česká antropologie, 60*(1), 20-30. Retrieved 27. 11. 2014 from the World Wide Web: http://anthropology.cz/ca/60-1/2010_60-1_20-23_Riegerova_J.pdf

Rosenquist, K. J., Pedley, A., Massaro, J. M., Therkelsen, K. E., Murabito, J. M., Hoffmann, U., & Fox, C. S. (2013). Visceral and Subcutaneous Fat Quality and Cardiometabolic Risk. Acc: cardiovascular imaging, *6*(7), 28-32. Retrieved 20. 11. 2014 from the World Wide Web: http://ac.els-cdn.com/S1936878X13002696/1-s2.0-S1936878X13002696-main.pdf?_tid=93ea87ea-7815-11e4-af06-00000aab0f27&acdnat =1417299659_8bc187c5a38ac1afa8e62788c3b79822

Rothman, K. (2008). BMI-related errors in the measurement of obesity. *International Journal of Obesity, 32,* 56-59. Retrieved 1. 11. 2014 from EBSCO database on the World Wide Web: http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=6a698853-10f6-489b-be6b-e08bcbbe2b9a%40sessionmgr4002&hid=4213

Tanita. (2012). *Mc-980ma extra-high capacity segmental body composition analyser.* Retrieved 13. 10. 2014 from the World Wide Web: http://www.tanita.eu/products/catagory/detail//78-mc-980ma-extra-high-capacity-segmental-body-composition-analyser.html

Topinková, E. (2005). *Geriatrie pro praxi.* Praha: Galén.

Toth, MJ., Tchernof, A., Sites, CK., & Poehlman, ET. (2000). Effect of menopausal status on body composition and abdominal fat distribution. *International Journal of Obesity, 24,* 226-231. Retrieved 14. 11. 2014 from EBSCO diabase on the World Wide Web: http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=9&sid=f48f16db-ab2b-4e3b-8470-1d08563cb699%40sessionmgr4002&hid=4208

Vítek, L. (2008). *Jak ovlivnit nadváhu a obezitu.* Praha: Grada.

Salihu, H. M., Bonnema, S. M., & Alio, A. P. (2009). Obesity: What is an elderly population growing into? *Maturitas, 63,* 7-12. Retrieved 25. 10. 2014 from the World Wide Web: http://www.maturitas.org/article/S0378-5122(09)00070-X/pdf

Schoeller, D. A. (1989). Changes in total body water with age. *Am J Clin Nutr, 50,* 1176-1181. Retrieved from EBSCO diabase on the World Wide Web: http://mineralmed.com.pt/documentos/pdf/c8f9f6c4-4163-4885-ac7b-815589319 e1f.pdf

Sillanpää, E., Cheng, S., Häkkinen, K., Finni, T., Walker, S., Pesola, A., Ahtiainen, J., Stenroth, J. Selänne, H., & Sippilä, S. (2014). Body Composition in 19-to 88-Year-Old Adults-Comparison of Multifrequency Bioimpedance and Dual-Energy X-ray Absorptiometry. *Obesity, 22,* 101-109.

Sofková F., 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. *Cent Eur J Public Health, 21*(4), 184-189. Retrieved 27. 11. 2014 from the World Wide Web: http://apps.szu.cz/svi/cejph/archiv/2013-4-02-full.pdf

Sofková F., Přidalová, M., & Pelclová, J. (2014). The effect of movement intervention for women attending courses in weight reduction. *Acta Gymnica, 44*(1), 47-56. Retrieved 27. 11. 2014 from the World Wide Web: http://www.gymnica.upol.cz/index.php/gymnica/article/view/404/253

Şimşek, H., Yilmaz, S., Meseri, R., & Ųcku, R. (2014). Obesity prevalence in the elderly and the association between obesity and cardiovascular risks. *Turkish Journal of Geriatrics,17*(1), 15-22.

Spirduso, W., Francis, K., & MacRae, P. (2005). *Physical dimension of aging* (2nd ed.). Champaign IL: Human Kinetics.

Stárka, L. (2002). Endrokrinologie stárnutí. *Interní medicína pro praxi, 6,* 280-289. Retrieved 24. 11. 2014 from the World Wide Web: http://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2002/06/05.pdf

Stárka, L. (2007). Zdravotní medicína. *Endokrinní systém a stárnutí.* Retrieved 3. 11. 2014 from the World Wide Web: http://zdravi.e15.cz/clanek/priloha-lekarske-listy/endokrinni-system-a-starnuti-310106

Stárka, L. (2008). Postgraguální medicína. *Hormony a stárnoucí muž.* Retrieved 3. 11. 2014 from the World Wide Web: http://zdravi.e15.cz/clanek/postgradualni-medicina/hormony-a-starnouci-muz-360479

Stárková, L. (2010). Psychiatricko-psychologické aspekty bariatrické chirurgie. *Psychiatrie pro praxi, 11*(4), 156-159. Retrieved 5. 11. 2014 from the World Wide Web: http://www.psychiatriepropraxi.cz/pdfs/psy/2010/04/06.pdf

Steffen, H.-M., Griebenow, R., Meuthen, I., Schrappe, M., & Ziegenhagen, D. J. (2010). (P. Sedláček, Trans.). Praha: Grada Publishing. (Originál vydán 2008).

Svačina, Š., & Bretšnajdrová, A. (2008). *Jak na obezitu a její komplikace.* Praha: Grada Publishing.

Svačina, Š. (2013). *Obezitologie a teorie metabolického syndromu.* Praha: Triton.

Völgyi, E., Tylavsky, F. A., Lyytikäinen, A., Suominen, H., Alén, M., & Cheng, S. (2008). Assessing Body Composition With DXA and Bioimpedance: Effects of Obesity Physical Activity, and Age. *Obesity, 16,* 700-705. Retrieved 23. 11. 2014 from the World Wide Web: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1038/oby.2007.94/pdf

World Health Organization. (2004*). BMI classification.* Retrieved 10. 10. 2014 from the World Wibe Web://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html

World Health Organization. (2010). *25–70% of adults in europe are overweight*. Retrieved 23. 11. 2014 from the World Wide Web: http://www.euro.who.int/en/health- topics/ noncommunicable-diseases/obesity/news/news/2010/12/2570-of-adults-in-europe-are-overweight

World Health Organization. (2011*). Overweight and Obesity.* Retrieved 1. 11. 2014 from the World Wibe Web:// http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/

World Health Organization. (2014). *Healthy ageing.* Retrieved 25. 11. 2014 from the World Wide Web: http://www.euro.who.int/en/health-topics/Life-stages/healthy-ageing/healthy-Ageing

World Health Organization. (2014). *Obesity.* Retrieved 25. 10. 2014 from the World Wide Web: http://www.euro.who.int/en/health-topics/noncommunicable-diseases/obesity/ obesity

Yamada, Y., Ikenaga, M., Takeda, N., Morimura, K., Miyoshi, N., Kiyonag, A., et al. (2009). Estimation of thigh muscle cross-sectional area by single- and multifrequency segmental bioelectrical impedance analysis in the elderly. *Journal of applied Physiology Published, 116,* 176-182. Retrieved 26. 8. 2014 from the World Wide Web: http://jap.physiology.org/content/116/2/176

Yaprak, Y. (2012). The effects of body fat distribution on cardiopulmonary function in obese Women. *Medicina Sportiva, 4,* 1970-1977. Retrieved 26. 10. 2014 from EBSCO database on the World Wide Web: http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer ?vid=7&sid=f9c84c44-176a-48b6-b372-0158561d4ba0%40sessionmgr198&hid=122

Zajíc J., Nerad V., & Vyroubal P. (2006). Ischemická choroba srdeční ve vyšším věku. *Česká geriatricka revue, 4*(2), 96–101. Retrieved 2. 11. 2014 from the World Wide Web: http://www.prolekare.cz/pdf?ida=gr_06_02_08.pdf

Zeman, D. (2004). Obezita. *Praktická gynekologie, 2,* 30-33. Retrieved 1. 11. 2014 from the World Wide Web: http://www.prolekare.cz/pdf?ida=pg_04_02_08.pdf

## 10 PŘÍLOHY

Příloha 1: Seznam vybraných zkratek

Příloha 2: Tabulky

**Příloha 1**

Seznam vybraných zkratek

*n* – počet respondentů

*M* – aritmetický průměr

*SD* – směrodatná odchylka

Me – medián

Min – minimum

Max - maximum

BMI – body mass index

% BF – body fat, procento tělesného tuku

BFM – body fat mass, množství tělesného tuku

VFA – visceral fat area, mnoţství viscerálního tuku

FFM – fat free mass, množství tukuprosté hmoty

SMM – skeletal muscle mass, kosterní svalovina

TBW – total body water, celková tělesná voda

ECW – extracelulární tekutina

ICW – intercelulární tekutina

Příloha 2:

Tabulky

**Tabulka 18.** Vybrané parametry tělesného složení u Ž1 dle InBody 720, (n=16)

| Parametry | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|
| BFM (kg) | 27,9 | 15,2 | 21,0 | 11,8 | 59,5 |
| BF (%) | 35,0 | 10,3 | 33,0 | 20,3 | 51,8 |
| FFM (kg) | 47,1 | 7,1 | 45,4 | 36,4 | 60,0 |
| VFA ($cm^2$) | 121,1 | 56,2 | 105,5 | 60,5 | 220,1 |
| BCM (kg) | 30,4 | 4,6 | 29,3 | 23,7 | 38,8 |
| SMM (kg) | 25,7 | 4,2 | 24,7 | 19,6 | 33,3 |
| TBW (l) | 34,6 | 5,2 | 33,4 | 26,8 | 43,8 |
| ICW (l) | 21,3 | 3,2 | 20,5 | 16,6 | 27,1 |
| ECW (l) | 13,4 | 2,0 | 12,9 | 10,2 | 16,8 |

**Tabulka 19.** Vybrané parametry tělesného složení u Ž2 dle InBody 720, (n=141)

| Parametry | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|
| BFM (kg) | 25,8 | 8,9 | 24,4 | 6,5 | 50,4 |
| BF (%) | 35,5 | 7,2 | 35,3 | 13,0 | 52,3 |
| FFM (kg) | 45,1 | 5,2 | 44,7 | 34,6 | 63,9 |
| VFA ($cm^2$) | 119,8 | 34,6 | 115,4 | 27,9 | 207,2 |
| BCM (kg) | 29,0 | 3,3 | 29,0 | 22,3 | 41,4 |
| SMM (kg) | 24,4 | 3,0 | 24,4 | 18,3 | 35,7 |
| TBW (l) | 33,1 | 3,8 | 32,8 | 25,4 | 47,3 |
| ICW (l) | 20,3 | 2,3 | 20,3 | 15,5 | 28,9 |
| ECW (l) | 12,9 | 1,5 | 12,8 | 9,9 | 18,4 |

**Tabulka 20.** Vybrané parametry tělesného složení u Ž3 dle InBody 720, (n=25)

| Parametry | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|
| BFM (kg) | 25,2 | 8,2 | 22,5 | 13,7 | 44,3 |
| BF (%) | 36,8 | 6,4 | 36,4 | 24,3 | 48,9 |
| FFM (kg) | 41,8 | 5,0 | 40,3 | 33,6 | 51,7 |
| VFA ($cm^2$) | 121,4 | 27,2 | 112,5 | 78,6 | 190,1 |
| BCM | 26,7 | 3,2 | 25,8 | 21,6 | 32,8 |
| SMM | 22,3 | 2,9 | 21,5 | 17,7 | 27,9 |
| TBW (l) | 30,8 | 3,7 | 29,6 | 24,7 | 38,1 |
| ICW (l) | 18,7 | 2,2 | 18,0 | 15,1 | 22,9 |
| ECW (l) | 12,1 | 1,5 | 11,6 | 9,6 | 15,2 |

**Tabulka 21.** Rozdíly v průměrných hodnotách parametrů mezi jednotlivými věkovými kategoriemi dle přístroje InBody 720

| Parametry | Ž1 vs. Ž2 | Ž2 vs. Ž3 | Ž1 vs. Ž3 |
|---|---|---|---|
| BFM (kg) | 2,1 | 0,6 | 2,7 |
| BF (%) | –0,5 | –1,3 | –1,8 |
| FFM (kg) | 2 | 3,3 | 5,3 |
| VFA ($cm^2$) | 1,3 | –1,6 | –0,3 |
| BCM (kg) | 1,4 | 2,3 | 3,7 |
| SMM (kg) | 1,3 | 2,1 | 3,4 |
| TBW (l) | 1,5 | 2,3 | 3,8 |
| ICW (l) | 1 | 1,6 | 2,6 |
| ECW (l) | 0,5 | 0,8 | 1,3 |

**Tabulka 22.** Vybrané parametry tělesného složení u M dle In Body 720, (n = 24)

| Parametry | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|
| BFM (kg) | 24,1 | 8,2 | 22,6 | 7,8 | 40,8 |
| BF (%) | 28,8 | 7,6 | 27,7 | 13,3 | 45,5 |
| FFM (kg) | 58,2 | 7,1 | 58,0 | 46,7 | 69,4 |
| VFA ($cm^2$) | 122,9 | 34,3 | 119,2 | 44,2 | 206,3 |
| BCM | 37,4 | 4,6 | 37,8 | 29,6 | 44,1 |
| SMM (kg) | 32,0 | 4,2 | 32,4 | 25,0 | 38,2 |
| TBW (l) | 43,0 | 5,2 | 42,7 | 34,5 | 51,2 |
| ICW (l) | 26,1 | 3,2 | 26,4 | 20,7 | 30,8 |
| ECW (l) | 16,9 | 2,0 | 16,5 | 13,8 | 20,4 |

**Tabulka 23.** Vybrané parametry tělesného složení u Ž1 dle Tanity MC 980, (n=16)

| Parametry | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|
| BFM (kg) | 25,3 | 13,3 | 19,9 | 11,4 | 54,0 |
| BF (%) | 32,0 | 8,5 | 31,2 | 20,5 | 47,5 |
| FFM (kg) | 49,2 | 7,7 | 46,7 | 39,7 | 65,9 |
| VFA (jednotky) | 7,9 | 3,6 | 6,5 | 4,0 | 15,0 |
| TBW (l) | 34,9 | 5,5 | 33,1 | 28,0 | 46,7 |
| ICW (l) | 19,1 | 2,6 | 18,4 | 15,7 | 25,3 |
| ECW (l) | 15,8 | 3,0 | 15,0 | 12,3 | 21,4 |

**Tabulka 24.** Vybrané parametry tělesného složení u Ž2 dle Tanity MC 980, (n=141)

| Parametry | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|
| BFM (kg) | 23,8 | 7,7 | 23,1 | 7,2 | 44,6 |
| BF (%) | 33,1 | 5,9 | 33,2 | 14,5 | 45,7 |
| FFM (kg) | 46,6 | 5,27 | 46,3 | 36,2 | 65,8 |
| VFA (jednotky) | 8,5 | 2,2 | 8,0 | 4,0 | 14,0 |
| TBW (l) | 32,9 | 3,8 | 32,7 | 25,5 | 47,2 |
| ICW (l) | 17,8 | 2,1 | 17,6 | 13,8 | 27,3 |
| ECW (l) | 15,1 | 1,9 | 15,0 | 11,0 | 20,2 |

**Tabulka 25.** Vybrané parametry tělesného složení u Ž3 dle Tanity MC 980, (n=25)

| Parametry | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|
| BFM (kg) | 23,0 | 7,0 | 21,1 | 13,0 | 38,5 |
| BF (%) | 33,8 | 5,4 | 34,0 | 23,6 | 43,6 |
| FFM (kg) | 43,7 | 5,5 | 42,8 | 36,9 | 56,0 |
| VFA (jednotky) | 9,6 | 2,0 | 9,0 | 6,0 | 13,0 |
| TBW (l) | 30,7 | 3,9 | 30,1 | 25,7 | 39,5 |
| ICW (l) | 16,2 | 2,1 | 15,9 | 12,6 | 21,2 |
| ECW (l) | 14,5 | 1,9 | 14,0 | 11,9 | 18,6 |

**Tabulka 26.** Rozdíly v průměrných hodnotách parametrů mezi jednotlivými věkovými kategoriemi dle přístroje Tanita MC 980

| Parametry | Ž1 vs. Ž2 | Ž2 vs. Ž3 | Ž1 vs. Ž3 |
|---|---|---|---|
| BFM (kg) | 1,5 | 0,8 | 2,3 |
| BF (%) | –1,1 | –0,7 | –1,8 |
| FFM (kg) | 2,6 | 2,9 | 5,5 |
| VFA (jednotky) | –0,6 | –1,1 | –1,7 |
| TBW (l) | 2 | 2,2 | 4,2 |
| ICW (l) | 1,3 | 1,6 | 2,9 |
| ECW (l) | 0,7 | 0,6 | 1,3 |

**Tabulka 27.** Vybrané parametry tělesného složení u M dle Tanita MC 980, (n = 24)

| Parametry | M | SD | Me | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|
| BFM (kg) | 18,9 | 6,4 | 19,1 | 3,5 | 29,1 |
| BF (%) | 22,6 | 5,7 | 23,3 | 6,1 | 32,6 |
| FFM (kg) | 63,0 | 6,1 | 61,0 | 53,2 | 73,5 |
| VFA (jednotky) | 14,4 | 3,1 | 14,0 | 8,0 | 21,0 |
| TBW (l) | 44,0 | 4,5 | 43,5 | 35,7 | 52,6 |
| ICW (l) | 24,8 | 3,0 | 24,8 | 19,1 | 30,3 |
| ECW (l) | 19,2 | 1,6 | 19,0 | 16,4 | 22,3 |

Výsledky Scheffeho testu mezi jednotlivými věkovými skupinami a jednotlivými přístroji:

**Tabulka 28.** Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980 u žen, celková tělesná voda (l)

| Č. buňky | I4=F<br>Scheffeho test; proměnná ZP_1 (I_T_2012_2013_FL_U3V_srovnani)<br>Pravděpodobnosti pro post-hoc testy<br>Chyba: meziskup.; vnitřní; celkový PČ = 15,569, sv = 194,76 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | vekk | R1 | 1<br>34,606 | 2<br>34,894 | 3<br>33,118 | 4<br>32,897 | 5<br>30,752 | 6<br>30,676 |
| 1 | 60 | I149 | | 0,991890 | 0,842187 | 0,746417 | 0,102735 | 0,090061 |
| 2 | 60 | TM16 | 0,991890 | | 0,713563 | 0,597394 | 0,061221 | 0,052922 |
| 3 | 65 | I149 | 0,842187 | 0,713563 | | 0,759711 | 0,183147 | 0,154710 |
| 4 | 65 | TM16 | 0,746417 | 0,597394 | 0,759711 | | 0,284947 | 0,246670 |
| 5 | 70 | I149 | 0,102735 | 0,061221 | 0,183147 | 0,284947 | | 0,999962 |
| 6 | 70 | TM16 | 0,090061 | 0,052922 | 0,154710 | 0,246670 | 0,999962 | |

**Tabulka 29.** Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980 u žen, intracelulární voda (l)

| Č. buňky | I4=F<br>Scheffeho test; proměnná ZP_1 (I_T_2012_2013_FL_U3V_srovnani)<br>Pravděpodobnosti pro post-hoc testy<br>Chyba: meziskup.; vnitřní; celkový PČ = 5,1191, sv = 196,50 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | vekk | R1 | 1<br>21,256 | 2<br>19,081 | 3<br>20,271 | 4<br>17,780 | 5<br>18,652 | 6<br>16,176 |
| 1 | 60 | I134 | | 0,000000 | 0,741967 | 0,000007 | 0,027288 | 0,000000 |
| 2 | 60 | TM49 | 0,000000 | | 0,554739 | 0,449570 | 0,996514 | 0,008156 |
| 3 | 65 | I134 | 0,741967 | 0,554739 | | 0,000000 | 0,058506 | 0,000000 |
| 4 | 65 | TM49 | 0,000007 | 0,449570 | 0,000000 | | 0,676573 | 0,062881 |
| 5 | 70 | I134 | 0,027288 | 0,996514 | 0,058506 | 0,676573 | | 0,000000 |
| 6 | 70 | TM49 | 0,000000 | 0,008156 | 0,000000 | 0,062881 | 0,000000 | |

**Tabulka 30.** Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980 u žen, extracelulární voda (l)

| Č. buňky | I4=F<br>Scheffeho test; proměnná ZP_1 (I_T_2012_2013_FL_U3V_srovnani)<br>Pravděpodobnosti pro post-hoc testy<br>Chyba: meziskup.; vnitřní; celkový PČ = 3,1335, sv = 210,43 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | vekk | R1 | 1<br>13,350 | 2<br>15,813 | 3<br>12,847 | 4<br>15,117 | 5<br>12,100 | 6<br>14,500 |
| 1 | 60 | I137 | | 0,000000 | 0,948082 | 0,015929 | 0,435267 | 0,534148 |
| 2 | 60 | TM48 | 0,000000 | | 0,000001 | 0,817630 | 0,000000 | 0,376510 |
| 3 | 65 | I137 | 0,948082 | 0,000001 | | 0,000000 | 0,582596 | 0,003105 |
| 4 | 65 | TM48 | 0,015929 | 0,817630 | 0,000000 | | 0,000000 | 0,764015 |
| 5 | 70 | I137 | 0,435267 | 0,000000 | 0,582596 | 0,000000 | | 0,000000 |
| 6 | 70 | TM48 | 0,534148 | 0,376510 | 0,003105 | 0,764015 | 0,000000 | |

**Tabulka 31.** Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980 u žen, tukuprostá hmota (kg)

| Č. buňky | I4=F<br>Scheffeho test; proměnná ZP_1 (I_T_2012_2013_FL_U3V_srovnani)<br>Pravděpodobnosti pro post-hoc testy<br>Chyba: meziskup.; vnitřní; celkový PČ = 29,451, sv = 196,15 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | vekk | R1 | 1<br>47,069 | 2<br>49,244 | 3<br>45,056 | 4<br>46,570 | 5<br>41,816 | 6<br>43,728 |
| 1 | 60 | I151 | | 0,018255 | 0,851678 | 0,999733 | 0,109007 | 0,594759 |
| 2 | 60 | TM15 | 0,018255 | | 0,133653 | 0,625655 | 0,003482 | 0,078043 |
| 3 | 65 | I151 | 0,851678 | 0,133653 | | 0,000000 | 0,187105 | 0,937259 |
| 4 | 65 | TM15 | 0,999733 | 0,625655 | 0,000000 | | 0,007534 | 0,328153 |
| 5 | 70 | I151 | 0,109007 | 0,003482 | 0,187105 | 0,007534 | | 0,006001 |
| 6 | 70 | TM15 | 0,594759 | 0,078043 | 0,937259 | 0,328153 | 0,006001 | |

**Tabulka 32.** Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980 u žen, tuková hmota (kg)

| Č. buňky | I4=F<br>Scheffeho test; proměnná ZP_1 (I_T_2012_2013_FL_U3V_srovnani)<br>Pravděpodobnosti pro post-hoc testy<br>Chyba: meziskup.; vnitřní; celkový PČ = 79,346, sv = 184,98 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | vekk | R1 | 1<br>27,894 | 2<br>25,331 | 3<br>25,765 | 4<br>23,835 | 5<br>25,168 | 6<br>22,968 |
| 1 | 60 | I34 | | 0,001721 | 0,975393 | 0,702646 | 0,968857 | 0,702545 |
| 2 | 60 | TM13 | 0,001721 | | 0,999988 | 0,995106 | 1,000000 | 0,983460 |
| 3 | 65 | I34 | 0,975393 | 0,999988 | | 0,000000 | 0,999852 | 0,835267 |
| 4 | 65 | TM13 | 0,702646 | 0,995106 | 0,000000 | | 0,992892 | 0,999082 |
| 5 | 70 | I34 | 0,968857 | 1,000000 | 0,999852 | 0,992892 | | 0,000522 |
| 6 | 70 | TM13 | 0,702545 | 0,983460 | 0,835267 | 0,999082 | 0,000522 | |

**Tabulka 33.** Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Tanita MC 980 u žen, tuková hmota (%)

| Č. buňky | I4=F<br>Scheffeho test; proměnná ZP_1 (I_T_2012_2013_FL_U3V_srovnani)<br>Pravděpodobnosti pro post-hoc testy<br>Chyba: meziskup.; vnitřní; celkový PČ = 45,908, sv = 197,85 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | vekk | R1 | 1<br>34,992 | 2<br>31,950 | 3<br>35,506 | 4<br>33,092 | 5<br>36,800 | 6<br>33,780 |
| 1 | 60 | I37 | | 0,008323 | 0,999897 | 0,950905 | 0,983078 | 0,997361 |
| 2 | 60 | TM12 | 0,008323 | | 0,556805 | 0,995021 | 0,419165 | 0,982092 |
| 3 | 65 | I37 | 0,999897 | 0,556805 | | 0,000000 | 0,978406 | 0,926072 |
| 4 | 65 | TM12 | 0,950905 | 0,995021 | 0,000000 | | 0,277675 | 0,998879 |
| 5 | 70 | I37 | 0,983078 | 0,419165 | 0,978406 | 0,277675 | | 0,000286 |
| 6 | 70 | TM12 | 0,997361 | 0,982092 | 0,926072 | 0,998879 | 0,000286 | |