

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

**Ústav fyzioterapie**

Jana Hajdučková

**Tělesné složení na základě bioelektrické  
impedance v seniorské populaci**

Diplomová práce

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

Olomouc 2011

## ANOTACE

**Název práce v ČJ:** Tělesné složení na základě bioelektrické impedance v seniorské populaci

**Název práce v AJ:** Body composition by bioelectrical impedance in the senior population

**Datum zadání:** 2010-02-02

**Datum odevzdání:** 2011-07-22

**Instituce:** Ústav fyzioterapie, Fakulta zdravotnických věd UP v Olomouci

**Autor práce:** Bc. Jana Hajdučková

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

**Oponent práce:** MUDr. Petr Konečný

### Abstrakt v ČJ:

Tato diplomová práce se zabývá hodnocením a srovnáním vybraných parametrů tělesného složení studentů Univerzity třetího věku na Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach. Měření proběhlo v roce 2010. Parametry tělesného složení byly naměřeny prostřednictvím metody bioelektrické impedance analýzy. K zjištění somatických parametrů bylo využito přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000.

Sledovány byly rozdíly v zastoupení tělesného tuku, intracelulární a extracelulární vody, buněčné hmoty a zdravotních ukazatelů (Body Cell Mass Index, Body Fat Mass Index a Fat Free Mass Index). Dále jsou sledovány difference mezi jednotlivými měřeními.

Tato práce se také zabývá determinací somatických znaků indikujících riziko obezity, a to Body Mass Index, Visceral Fat, Waist Hip Ratio, Abdominal Obesity Degree, Obesity Degree a zastoupení Body Fat Mass.

Magisterská práce byla zpracována v rámci projektu "Pohybová aktivita a inaktivita obyvatel České republiky v kontextu behaviorálních změn (IK: 6198959221)".

**Abstrakt v AJ:**

This thesis deals with the evaluation of selected parameters of body composition of students of Lifelong Learning Institute at Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach. Measurements took place in 2010. Parameters of body composition were measured by bioelectrical impedance analysis. The devices such as InBody 720, Tanita BC 418 MA and Bodystat QuadScan 4000 were used to detect somatic parameters. The differences in the representation of body fat, intracellular and extracellular water, body cell mass and health indicators (Body Cell Mass Index, Body Fat Mass Index and Fat Free Mass Index) were observed. Furthermore, the differences between individual measurements were observed. This work also deals with the determination of somatic signs indicating the risk of obesity, Body Mass Index, Visceral Fat, Waist Hip Ratio, Abdominal Obesity Degree, Degree Obesity and Fat Mass Representation.

Master thesis was prepared within the project "Physical Activity and Inactivity of the Inhabitants of the Czech Republic in the Context of Behavioral Changes (IK: 6198959221)".

**Klíčová slova v ČJ:**

tělesné složení, bioelektrická impedance, studenti Univerzity třetího věku, Bodystat QuadScan 4000, InBody 720, Tanita BC 418 MA

**Klíčová slova v AJ:**

body composition, bioelectrical impedance, students of Lifelong Learning Institute, Bodystat QuadScan 4000, InBody 720, Tanita BC 418 MA

**Rozsah:** 73 s., 15 příloh

**Místo zpracování:** Olomouc

**Místo uložení:** Ústav fyzioterapie

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 22. července 2011

-----  
podpis

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí mé diplomové práce paní doc. RNDr. Miroslavě Přidalové, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady, kterými přispěla k vypracování této práce. Dále děkuji panu RNDr. Milanu Elfmarkovi za statistické zpracování dat k této diplomové práci.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>1 PŘEHLED POZNATKŮ</b> .....	<b>10</b>
1.1 STÁŘÍ .....	10
1.2 STÁRNUTÍ .....	11
1.3 TĚLESNÉ PROJEVY STÁŘÍ .....	11
1.3.1 SVALOVÉ DYSBALANCE .....	13
1.3.2 STÁRNUTÍ A OBEZITA .....	14
1.3.3 TĚLESNÉ SLOŽENÍ JAKO INDIKÁTOR AKTIVNÍHO ŽIVOTNÍHO STYLU SENIORŮ .....	16
1.4 POZITIVNÍ OVLIVNITELNOST FUNKČNÍHO A ZDRAVOTNÍHO STAVU VE STÁŘÍ .....	17
1.4.1 TĚLESNÁ AKTIVITA VE STÁŘÍ .....	17
1.4.2 DŮSLEDKY INAKTIVITY .....	19
1.5 TĚLESNÉ SLOŽENÍ .....	20
1.5.1 MODEL Y TĚLESNÉHO SLOŽENÍ .....	21
1.5.2 VÝVOJ JEDNOTLIVÝCH SLOŽEK TĚLESNÉHO SLOŽENÍ .....	23
1.5.3 METODY ODHADU TĚLESNÉHO SLOŽENÍ .....	27
1.5.4 VYBRANÉ INDEXY RIZIKOVOSTI .....	32
<b>2 CÍLE A HYPOTÉZY</b> .....	<b>34</b>
2.1 CÍLE PRÁCE .....	34
2.2 HYPOTÉZY .....	35
<b>3 METODIKA</b> .....	<b>36</b>
3.1 MĚŘENÉ CHARAKTERISTIKY .....	36
3.2 CHARAKTERISTIKA PŘÍSTROJŮ .....	37
3.3 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT .....	40
<b>4 VÝSLEDKY</b> .....	<b>41</b>
4.1 HODNOCENÍ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ U ŽEN .....	41
4.1.1 ANALÝZA VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ SLEDOVANÝCH PŘÍSTROJEM INBODY 720 .....	43
4.1.2 ANALÝZA VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ SLEDOVANÝCH PŘÍSTROJEM TANITA BC 418 MA .....	45
4.1.3 ANALÝZA VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ SLEDOVANÝCH PŘÍSTROJEM BODYSTAT QUADSCAN 4000 .....	46

4.1.4	ANALÝZA A STANOVENÍ ROZDÍLŮ VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ SLEDOVANÝCH PŘÍSTROJI INBODY 720, TANITA BC 418 MA, BODYSTAT QUADSCAN 4000 .....	47
4.2	HODNOCENÍ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ U MUŽŮ .....	49
4.2.1	ANALÝZA VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ SLEDOVANÝCH PŘÍSTROJEM INBODY 720 .....	51
4.2.2	ANALÝZA VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ SLEDOVANÝCH PŘÍSTROJEM TANITA BC 418 MA .....	53
4.2.3	ANALÝZA VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ SLEDOVANÝCH PŘÍSTROJEM BODYSTAT QUADSCAN 4000 .....	54
4.2.4	ANALÝZA A STANOVENÍ ROZDÍLŮ VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ SLEDOVANÝCH PŘÍSTROJI INBODY 720, TANITA BC 418 MA, BODYSTAT QUADSCAN 4000 .....	55
<b>5</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>58</b>
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>63</b>
	<b>REFERENČNÍ SEZNAM .....</b>	<b>65</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ .....</b>	<b>69</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>72</b>

# ÚVOD

Stáří je jednou z 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, který je označován jako stařecký fenotyp. Ten je modifikován vlivy prostředí, zdravotním stavem, životním stylem, vlivy sociálně ekonomickými a psychickými včetně sebehodnocení, adaptace a přijetí určité role. Stárnutí probíhá kontinuálně od početí, ale za jeho skutečný projev je považován teprve pokles funkcí.

K největším subjektivním obavám v souvislosti se stářím patří kromě osamělosti především neuspokojivě nízká kvalita života podmíněná zdravotním stavem. Její pokles interferuje se soběstačností. Těžiště gerontologické problematiky spočívá v prevenci, v intervenčních zásazích, v rehabilitaci, ve vytváření podmínek pro smysluplnost a seberealizaci života ve stáří. K základním rysům narůstajícího věku patří snižování tělesné aktivity, projevující se sedavým způsobem života.

K předpokladům osobní i společenské pohody seniorů nezbytně patří dobře fungující motorika a na ni navazující schopnost volného pohybu. Osvědčenou cestou k maximální samostatnosti a nezávislosti je udržení optimální úrovně pravidelné pohybové aktivity. Ta nejenom zachovává potřebný stupeň fyziologických adaptací neboli odolnosti vůči zevním podmínkám, ale zvyšuje i psychickou odolnost seniora. V praxi se ukazuje, že u některých jedinců, mezi které patří i senioři, je prakticky nerealizovatelné hodnotit průběžně jejich pohybový režim. Z tohoto důvodu je přínosné využít k hodnocení efektu aplikovaných pohybových aktivit, stanovení tělesného složení (Kalvach, Z., et al, 2004).

Podle řady studií může pohybová aktivita zpomalit věkově podmíněné změny ve struktuře kosterního svalstva, kostí, šlach i vaziva. Pro realizaci pohybových aktivit je kvalita svalové hmoty rozhodující, proto je cílem většiny studií ověřit možnost ovlivnění svalové hmoty přiměřeným pohybovým režimem (Bunc, V., Štílec, M., 2003; Karasik, D., et al., 2005; Spirduso, W. W., 1995).

Tělesné složení je ovlivněno geneticky a formováno exogenními faktory. Studie týkající se tělesného složení se v současné době zaměřují na změny podílu jednotlivých tělesných frakcí v různých fázích ontogeneze, a to na změny v důsledku působení



tělesné zátěže, změny tělesného složení u různých metabolických onemocnění, klinických syndromů, tělesně postižených klientů a dalších. Pravidelné sledování tělesného složení může být využito k monitorování efektivity pohybového zatížení, ke sledování vhodně či nevhodně zvolených tělesných cvičení při úpravě tělesné hmotnosti.

V dnešní době existují vedle laboratorních metod pro odhadování tělesného složení také metody terénní. V této diplomové práci byla využita metoda bioelektrické impedance, která se řadí k terénním metodám. Na rozdíl od používaných laboratorních metod (DEXA, hydrostatické vážení a další) je impedanční metoda jednoduchá, rychlá, levná a neinvazivní.

Hlavním cílem této diplomové práce je analýza a porovnání výsledků tělesného složení u souboru žen a mužů seniorského věku, studentů Univerzity třetího věku na Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach, na základě bioelektrické impedance prostřednictvím přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000. Srovnání vybraných parametrů dle různých typů má význam z pohledu hodnocení rozdílů mezi přístroji.

Dílními cíli byly determinace somatických znaků indikujících riziko obezity (Body Mass Index, Visceral Fat Area, Waist Hip Ratio, Abdominal Obesity Degree, Obesity Degree, Body Fat Mass), zhodnocení jednotlivých tělesných frakcí (Total Body Water, Extracellular Water, Intracellular Water, Fat Free Mass, Fat Mass, Body Cell Mass, Basal Metabolic Rate, Mineral Mass, Protein Mass, Skeletal Lean Mass, Skeletal Muscle Mass) a stanovení rozdílů vybraných somatických parametrů, získaných pomocí výše zmíněných přístrojů (Body Cell Mass Index, Body Fat Mass Index, Fat Free Mass Index, Fat Mass, Extracellular Water, Intracellular Water, Body Cell Mass).

# 1 PŘEHLED POZNATKŮ

## 1.1 STÁŘÍ

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. Ten je modifikován vlivy prostředí, zdravotním stavem, životním stylem, vlivy sociálně ekonomickými a psychickými včetně sebehodnocení, adaptace a přijetí určité role.

Mnohočetnost a individuálnost příčin a projevů, jejich nástup v různém věku, vzájemná podmíněnost i rozpornost jsou příčinou obtížného vymezení a členění stáří. Obvykle se rozlišuje stáří kalendářní, sociální a biologické (Kalvach, Z., et al, 2004).

Podle Riegerové, Přidalové, Ulbrichové (2006) je kalendářní stáří jednoznačně vymežitelné, znamená dosažení určitého stanoveného věku. Výhodou je jednoduchost, jednoznačnost a možnost snadného porovnání. Nepřihlíží však k ontogenetickým rozdílům mezi muži a ženami, ani zcela nepostihuje interindividuální rozdíly. Sociální stáří se vyznačuje kombinací několika sociálních změn, nejčastěji se jedná o tzv. penzionování. Je dáno změnou životního stylu i ekonomického zajištění. Biologické stáří označuje konkrétní změny organismu projevující se ve stáří. Je třeba brát v potaz, že lidé stejného kalendářního věku se mohou výrazně lišit mírou změn v organismu.

Dosud nedošlo k jeho přesnému vymezení, neboť mezi odborníky nepanuje shoda v tom, co by mělo vyjadřovat (Kalvach, Z., et al, 2004).

**Tabulka 1. Rozdělení období dospělosti** (upraveno dle Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006)

Dospělost, dorostenecký věk (Juvenis)	od 15 – 18 let	od dosažení pohlavní dospělosti adolescence (mladistvá dospělost)
Plná dospělost (Adultus)	do 30 let	zakládání rodiny, vrchol tělesné výkonnosti
Zralost (Maturus I)	do 45 let	psychické zrání, počátek regrese morfologických znaků
Střední věk (Maturus II)	do 60 let	vrchol psychické výkonnosti, pokles tělesné výkonnosti
Stárnutí (Presenilis)	do 75 let	involuční změny, biologické „předpólí“ stáří
Stáří (Senilis)	do 90 let	stařecké změny fyzické i psychické
Kmetský věk	nad 90 let	

## 1.2 STÁRNUTÍ

Stárnutí je výslednicí vzájemného působení genetických podmínek daných druhově i individuálně, faktorů zevního prostředí a dalších faktorů (např. choroby). Jde o složitý komplex dějů, které se vzájemně prolínají a podmiňují. Stárnutí probíhá kontinuálně od početí, ale za jeho skutečný projev je považován teprve pokles funkcí, který nastává po dosažení sexuální dospělosti. Výsledkem stárnutí je stáří. Jeho obvyklý obraz, fenotyp, je dán kombinací involučních změn s kondicí a s projevy chorob, a to zvláště těch, jejichž výskyt je věkově podmíněn (Kalvach, Z., et al, 2004).

## 1.3 TĚLESNÉ PROJEVY STÁŘÍ

Tělesné projevy a změny, kterými se odlišují staří lidé od mladých, bývají označovány jako fenotyp stáří. Mají obecné rysy, jejich časová manifestace, rozsah i úplnost vyjádření jsou ovšem velmi individuální.

Tělesná výška se s věkem snižuje. Tělesná hmotnost a Body Mass Index (BMI) s věkem obvykle stoupají do 7. – 8. decenia, pak dochází k poklesu. Významnější je však změna tělesného složení. Ubývá aktivní tělesná hmota, přibývá tuk a vazivo. Kostní tkáň často postihuje osteoporóza. Jedná se o metabolické onemocnění. Mezi příčiny patří nedostatek vápníku, zvýšené odbourávání kostní tkáně při nedostatku fyzické zátěže, genetické předpoklady, ale i kouření a alkohol. Z antropometrického

hlediska dochází k mohutnění postavy jak u mužů, tak i u žen. Mění se tvar hrudníku a zvětšuje se jeho obvod. Mění se tělesné proporce, především poměr šířky ramen a boků nebo pasu. Mění se také poměr výšky trupu k délce dolních končetin. Nápadné a významné jsou změny postoje a chůze. Obecně se zkracuje krok a chůze se významně zpomaluje. Podstatné jsou změny biomechaniky páteře. Stárnutím meziobratlových plotének dochází k dehydrataci jejich jádra a k tuhnutí vaziva. Z komunikačního, ale i existenciálního hlediska jsou významné involuční změny smyslového vnímání. Mezi ně patří změny akomodace u zraku, úbytek sluchové ostrosti, atrofie čichových vláken, přičemž chuť i čich klesá významně více u kuřáků. Vnitřní prostředí se involučně mění především ve smyslu ubývání celkové tělesné vody.

Pro udržení zdraví, optimální kvality života a zabezpečení základních vitálních funkcí je nezbytná správná činnost kardiovaskulárního systému. Kardiovaskulární systém je zodpovědný za transport důležitých látek, nezbytných pro zajištění základních vitálních funkcí. Plní také funkci obrannou a regulační. Napomáhá udržovat homeostázu přísunem kyslíku a esenciálních živin do tkání za současného odstranění odpadních produktů. Ve stáří se cévní stěny stávají tlustší a jejich výživa se zhoršuje. Toto přispívá k ukládání odpadních látek metabolismu v cévních stěnách. Pokles elasticity a ztlušťování stěn se ve vyšším věku děje nejen na velkých cévách, ale i na drobných tepénkách a v žilním systému. S věkem se postupně zmenšuje i počet otevřených vlásečnic. Ve vyšším věku narůstá prevalence hypertenze, což je patrné především u systolického krevního tlaku, zatímco diastolický tlak mírně klesá. Zvyšuje se tak tlaková amplituda. Arteriální hypertenze je u starších osob podstatně častější než u osob mladších, a to zejména izolovaná systolická forma. Na srdci dochází ke změnám ve smyslu zmenšení podílu srdeční svaloviny ve prospěch vazivové tkáně. Maximální spotřeba kyslíku při maximální práci postupně s věkem klesá. Snižuje se také schopnost oběhové soustavy odpovídat na tělesné zatížení zrychlením tepové frekvence.

V dýchacím ústrojí dochází v souvislosti s věkem ke změnám ve struktuře plic a v plicních objemech, v mechanice dýchání a k zhoršení výměny dýchacích plynů. Někteří autoři tvrdí, že involuční pokles dýchacích funkcí ve srovnání s ostatními orgánovými systémy je podstatně rychlejší, a to především v důsledku neustálé expozice vnějšímu prostředí. Dochází k poklesu vitální kapacity a vzestupu reziduálního objemu. Celková plicní kapacita se s věkem příliš nemění.

S věkem se mění kvalita činnosti autonomního nervového systému, přičemž dochází ke změnám regulace krevního tlaku, produkce tepla, poruchám spánku a bdělosti, zhoršení mentálních funkcí. S rostoucím věkem dochází k fyziologickým změnám v látkové přeměně, které ovlivňují stálost vnitřního prostředí a metabolické procesy.

Mezi další projevy přirozeného stárnutí patří například změna ve výrazu obličeje. Dochází k tvorbě kožních vrásek, šedivění a vypadávání vlasů. Prodlužují se ušní lalůčky, klesá horní víčko a zmenšuje se oční štěrbin. Zvětšuje se špička nosu, ztenčuje horní ret a dochází ke snížení spodní čelisti. Zkracuje se vzdálenost brady od nosu (Kalvach, Z., et al, 2004).

### **1.3.1 SVALOVÉ DYSBALANCE**

Jedním z charakteristických projevů doprovázejících stárnutí je změna držení těla spojená s funkčně decentrovaným postavením v kloubech a s charakteristickým omezením pohybu v kloubech.

Funkční centrací rozumíme takové postavení v kloubu, které umožňuje jeho optimální statické zatížení. Konkrétně jde o postavení, kdy v kloubu je při dané poloze maximální rozložení tlaku na kloubních plochách. Ve stáří je toto funkční postavení porušeno. Porucha držení a omezení rozsahu pohybu jsou vždy spojeny s útlumovými a hyperaktivačními změnami svalové funkce. Z několika klinických a experimentálních prací (Janda, 1968; Janda, 1982; Lewit, 1985; Lewit, 1996) vyplývá, že některé svaly mají zřetelnou predilekční tendenci k útlumovým projevům (hypotonii, hypoaktivaci), u jiných svalů naopak sledujeme tendenci k hypertonii a ke svalovému zkrácení.

První systematické uspořádání této dysbalanční predispozice provedl Janda (1965).

Současná teorie předpokládá, že jde o dva svalové systémy, které mají protikladné vlastnosti, přičemž k rozhodujícím charakteristikám svalů patří jejich antigravitační funkce. Janda označuje tyto systémy jako tonický a fázický.

V souvislosti s definováním funkčních charakteristik obou antagonistických systémů je zásadní pochopit jejich funkční antagonismus z pohledu fylogenetického, respektive ontogenetického.

Pochopení problému z tohoto úhlu pohledu umožňuje cílenější terapeutické ovlivňování pohybových poruch, které z funkčního antagonismu obou systému vyplývají. V souvislosti s involucí a s pohybovými problémy ve stáří navíc umožní i prevenci těchto poruch.

Během stárnutí, stejně jako za patologické situace v kloubu, podléhají posturálně mladší svaly inhibičním procesům. Jejich funkci naopak přebírají tonické svaly. V důsledku retrakce a přestavby některých tkání (především kloubního pouzdra) dochází k charakteristickému omezení pohyblivosti v kloubu. Svaly a měkké tkáně vázané na kloub tedy vykazují během involuce charakteristické chování (tzv. kloubní vzory). Důsledkem je decentrované postavení v kloubu, které vede k decentrovanému postavení v ostatních kloubech. Snahou je takovému postavení a jeho vývoji co nejvíce předcházet.

Klinickým a funkčním porovnáváním seniorů s mladými dospělými je stárnutí svalů charakterizováno zmenšením objemu (úbytek svalové hmoty), poklesem síly, výdrže, poddajnosti a rychlosti kontrakce. Ubývá neuromuskulárních jednotek a dochází k selektivní ztrátě tzv. rychlých vláken 2. typu (Kalvach, Z., et al, 2004).

### **1.3.2 STÁRNUTÍ A OBEZITA**

#### **Obezita**

Obezita je definována jako abnormální a nadměrné ukládání tuku, který představuje zdravotní rizika (WHO, 2004)

Je to chronické onemocnění, které není problémem pouze kosmetickým, ale problémem především bio-sociálně-psychologickým. Kromě zdravotních problémů mívají totiž obézní jedinci problémy sociální a psychické.

Tuková tkáň je přirozená součást lidského těla. Je důležitým zdrojem zásobní energie a plní i funkci izolační a strukturální. Podílí se na tvorbě buněčných membrán. Je snadno ovlivnitelná výživou a pohybovou aktivitou. Je přítomna již při narození, její množství je do značné míry naprogramováno v dědičné informaci, vždy však záleží na energetické rovnováze (poměr energie přijaté potravou a energie vydané na udržování tělesných funkcí, na zpracování potravy a při pohybové aktivitě). Tuková tkáň

představuje důležitý druhotný pohlavní znak, u mužů a žen se rozložení liší (prsa, tvarování hýždí a boků u žen), (Kalvach, Z., et al, 2004).

Tuková tkáň je nezbytnou součástí mozku, míchy, nervů a buněčné membrány, obklopuje orgány a je ochrannou vrstvou. Esenciální tuk, který je nezbytný, představuje pro muže asi 4 % tělesné hmotnosti a pro ženu asi 12 % (Clarková, N., 2000).

Obezitu charakterizuje zvýšení podílu tělesného tuku nad 30 % tělesné hmotnosti u žen a nad 25 % tělesné hmotnosti u mužů (Andersen, R. E., 2003).

Obezitu řadíme k tzv. civilizačním chorobám, které charakterizují zejména druhou polovinu 20. století. Má značně negativní důsledky na kvalitu života – kardiovaskulární a onkogenní choroby, komplikace při těhotenství, předčasnou aterosklerózu, zatížení pohybového aparátu a následné zvýšení rizika úrazů (Hainer, V., et al, 1996).

V civilizovaných zemích narůstá výskyt obezity už i u dětí a dorostu. Problematika obezity je natolik závažná, že vznikají národní společnosti pro výzkum obezity. Založeny jsou i Evropská asociace pro studium obezity (EASO) a Mezinárodní asociace pro výzkum obezity (IASO).

Podle Hainera (2001) řada studií potvrdila vzájemný vztah mezi BMI a obsahem tuku v těle. Při stejném BMI však mají obvykle ženy a starší lidé větší podíl tuku v těle než muži a mladší jedinci. Také jedinci pracující v profesích se zvýšenou svalovou zátěží či sportovci provozující silové sporty mohou mít vyšší BMI v důsledku zmnožení svalové hmoty a nikoli tukové tkáně. Pouhé zvýšení tělesné hmotnosti není synonymem pro obezitu.

## **Stupně obezity**

Obezitu rozdělujeme na tři stupně podle BMI. Hodnota BMI 30,0 – 34,9 znamená obezitu 1. stupně. Hodnota BMI 35,0 – 39,9 představuje obezitu 2. stupně a hodnoty BMI větší než 40,0 obezitu 3. stupně (WHO, 2004).

## **Typy obezity**

Nadměrný tuk se v lidském těle neukládá vždy rovnoměrně. Rozlišujeme dvojitý typ rozložení tuku v organizmu. Pro ženu je typické gynoidní, pro muže androidní.

**Obezita gynoidního typu** bývá také označována jako obezita typu hrušky. Je podmíněna estrogenními hormony, které mají dobrý vliv na kardiovaskulární aparát. Tělesný tuk se ukládá převážně v oblasti stehen a hýždí.

**Obezita androidního typu** neboli obezita tvaru jablka se nevyhýbá ani ženám. Při tomto typu obezity je zaznamenán vyšší výskyt kardiovaskulárních a metabolických komplikací. Tuk je uložen převážně na břicho a v horní polovině těla, dolní i horní končetiny zůstávají štíhlé. Nitrobřišní tuk je zdrojem velkého množství volných mastných kyselin, které se dostávají do jater, kde zapříčiňují zvýšenou sekreci aterosklerózou potencujících lipoproteinů o velmi nízké hustotě a současně také tlumí vychytávání, účinnost a odbourávání inzulínu.

Obezita provázená zvýšenou hladinou inzulínu, tuků a vysokým krevním tlakem představuje jeden z nejzávažnějších rizikových faktorů pro výskyt cévních onemocnění a cukrovky II. typu.

U této obezity se dále zmnožuje podíl svalových vláken IIb, která jsou charakterizovaná necitlivostí na inzulín, sníženou schopností spalovat tuky a vytvářet zásobní glykogen (Hainer, V., et al, 1996).

### **1.3.3 TĚLESNÉ SLOŽENÍ JAKO INDIKÁTOR AKTIVNÍHO ŽIVOTNÍHO STYLU SENIORŮ**

Aktivní životní styl je chápán jako životní styl, v němž podstatné místo zaujímá přiměřená pravidelná pohybová aktivita (Bunc, V., Štílec, M., 2007).

Rozhodujícím faktorem ovlivňujícím kvalitu života v seniorském věku jsou změny vyvolané stárnutím, především ty, které limitují stav a jednání jedince. Z biologických faktorů se jako limitující ukazují změny tělesné hmotnosti, hlavně pak tukuprosté hmoty, a z toho vyplývající měnící se schopnost vykonávat svalovou práci (Bunc, V., Štílec, M., 2003; Karasik, D., et al., 2005).

Pro realizaci pohybových aktivit je kvalita svalové hmoty rozhodující, proto je cílem většiny studií ověřit možnost ovlivnění svalové hmoty přiměřeným pohybovým režimem (Bunc, V., Štílec, M., 2003; Karasik, D., et al., 2005; Spirduso, W. W., 1995).

V praxi se ukazuje, že u některých jedinců, mezi které patří i senioři, je prakticky nerealizovatelné hodnotit průběžně jejich pohybový režim a z něj vyplývající aktivní



životní styl. Většina studií se proto soustřeďuje na hodnocení efektu aplikovaných pohybových aktivit jak v laboratoři, tak v terénu. U seniorů je základním limitem aktuální zdravotní stav, proto se hledají metody, které by neohrozily stav jedince, a přesto poskytly potřebné informace. Jednou z možností je hodnocení vybraných proměnných tělesného složení a jejich změn v důsledku aplikovaného pohybového zatížení (Bunc, V., Štilce, M., 2007; Gába, A., et al, 2009; Pelclová, J., et al, 2009).

Nejnovější metody hodnocení tělesného složení umožňují posoudit vedle množství tělesného tuku a beztuké hmoty také kvalitu svalové hmoty (Bunc, V., et al., 2000).

Jejich prostřednictvím lze také charakterizovat biologický věk seniora a hodnotit efekt pohybového programu aplikovaného u daného jedince. Jednou z možností, jak posoudit biologický věk, je stanovení tělesného složení, hlavně kvalitativní a kvantitativní analýza tukuprosté hmoty. Ze studie Bunce a Štilce (2007) vyplývá, že vybrané parametry tělesného složení lze využít jako doplňující parametry při posuzování formy životního stylu seniorek.

## **1.4 POZITIVNÍ OVLIVNITELNOST FUNKČNÍHO A ZDRAVOTNÍHO STAVU VE STÁŘÍ**

V souvislosti se stářím se lidé nejvíce obávají osamělosti a neuspokojivě nízké kvality života podmíněné zdravotním stavem. Její pokles intervenuje se soběstačností. S touto obavou koresponduje společenská obava z neúměrné spotřeby zdravotní a sociální péče, přesahující ekonomické možnosti společnosti.

Těžiště gerontologické problematiky spočívá v prevenci, v intervenčních zásazích, v rehabilitaci, ve vytváření podmínek pro smysluplnost a seberealizaci života ve stáří (Kalvach, Z., et al, 2004).

### **1.4.1 TĚLESNÁ AKTIVITA VE STÁŘÍ**

Úbytek svalové hmoty, který je běžným projevem stárnutí, může být snížen. Svalovou hmotu je dokonce možné cvičením znovu obnovit, a to jak u mužů, tak u žen. Jedinci, kteří mají pravidelnou fyzickou činnost, mají také nižší riziko srdečních příhod,

zatímco u jedinců bez tělesné aktivity je riziko výrazně zvýšené. Fyzická aktivita má u starších osob pozitivní účinek, pokud je prováděna v přiměřené míře vzhledem k fyzickému stavu jedince. Přínosem soustavné přiměřené tělesné aktivity je mimo jiné zlepšení adaptace buněčných antioxidačních systémů. Tím se stávají starší jedinci méně náchylnými k akutním poškozením svalů a k chronickým zánětům. Z údajů Českého statistického úřadu o tělesné aktivitě mužů a žen z roku 1999 vyplývá, že s postupujícím věkem tělesná aktivita obyvatel stále klesá a ve stáří je minimální.

Významnou prevencí mnoha chorob i dekondice je optimalizace výživy. Redukci hmotnosti při obezitě podporuje fyzická aktivita. Ta rovněž přispívá ke snížení výskytu mnoha chronických nemocí. Funkce metabolického systému se s přibývajícím věkem mění. Zvyšování tělesné hmotnosti v důsledku ukládání zásob energie ve formě tuků může být regulováno právě vnějšími faktory, jako je příjem kalorií a udržování fyzické aktivity (Kalvach, Z., et al, 2004).

Doporučené formy pohybových aktivit pro seniory mají vytrvalostní charakter, patří mezi ně běh, chůze, plavání nebo cyklistika. Vyžadují činnost velkých svalových skupin, potřebují vysoký průtok krve a vzrůstající tepový objem. Z těchto aktivit se chůze ukazuje jako nejvhodnější. Hlavním cílem většiny pohybových programů ovlivňujících fyziologické stárnutí je omezení degradace svalové hmoty a obnovení potřebných pohybových dovedností. U seniorů nelze bezezbytku aplikovat standardy a doporučení, která jsou platná pro osoby středního věku (Bunc, V., Štílec, M., 2007).

Zvyšující se podíl starších osob v populaci v současnosti i blízké budoucnosti vyvolává zájem zdravotníků a sociálních pracovníků, budí obavy ekonomů a politiků, kteří si začínají uvědomovat rozsah i důsledky tohoto problému. Během dalších dvou dekád je ve většině průmyslově vyvinutých států očekáváno prodloužení života až na 75 roků pro muže a 83 pro ženy, což znamená velký nárůst podílu starších osob v populaci.

K základním předpokladům osobní i společenské pohody seniorů nezbytně patří dobře fungující motorika a na ni navazující schopnost volného pohybu. Osvědčenou cestou k maximální samostatnosti a k nezávislosti je udržení optimální úrovně pravidelné pohybové aktivity. Ta nejen zachovává potřebný stupeň fyziologických adaptací neboli odolnosti vůči zevním podmínkám, ale zvyšuje i psychickou odolnost seniora (Kalvach, Z., et al, 2004).

Známa studie z poloviny 90. let (Murray a Lopez, 1996), publikovaná v časopise Science, analyzuje více než 100 hlavních rizikových faktorů mortality a morbidity, a to nejen v hospodářsky vyspělých zemích, ale i v zemích třetího světa. Uvádí 10 nejvýznamnějších rizikových faktorů, hlavních příčin mortality a morbidity. Tělesná inaktivita se umístila na osmém místě.

K základním rysům narůstajícího věku patří snižování tělesné aktivity, projevující se sedavým způsobem života. Ten podle posledních studií bývá spojen s většími zdravotními problémy a stává se i rizikem psychickým a sociálním. I když je rizikem ve všech věkových obdobích, ve vyšším věku přináší sedavý způsob života pravděpodobně nebezpečí největší. Existuje řada údajů, které ukazují, že udržení určitého stupně pohybové aktivity negativní působení věku zpomaluje, nebo dokonce zastavuje.

Studie o vlivu inaktivity (Murray a Lopez, 1996) poprvé odhalila v nových souvislostech faktor, kterému se věnuje jen malá pozornost v úvahách o etiologii a terapii chronických chorob. Jde o tělesnou zdatnost jako určitý funkční stav organismu. Hodnocení tohoto stavu by mělo patřit do celkového stanovení diagnózy. Je známo, že tělesná zdatnost je v určitém rozsahu (30 – 60 %) podmíněná geneticky. V příznivém ovlivnění zdravotního stavu pohybovou aktivitou má tedy svou úlohu i dědičnost. Z analýz vlivu pohybové aktivity na lidský organizmus rovněž vyplývá, že zdravotní stav příznivě ovlivňuje pouze dlouhodobá celoživotní pohybová aktivita, nikoli pouhá sportovní kariéra v mládí. Důležité je, že dosažení této specifické adaptace (tělesné zdatnosti) není vázáno na zdravotní stav ani věk. Vytváří se, samozřejmě v odlišné nižší intenzitě, i u osob starších nebo nemocných.

Podle řady studií může pohybová aktivita zpomalit věkově podmíněné změny ve struktuře kosterního svalstva, kostí, šlach i vaziva. Schopnost adaptace svalových vláken není podle většiny názorů negativně ovlivněna věkem, proto je možné zachovat, nebo dokonce zvyšovat svalovou sílu i ve vyšším věku (Kalvach, Z., et al, 2004).

## **1.4.2 DŮSLEDKY INAKTIVITY**

Důsledky tělesné i duševní inaktivity výrazně potencují projevy zákonité biologické involuce a často s ní bývají zaměňovány. Inaktivita je zřejmě hlavní příčinou zkreslení průřezových studií funkčních involučních změn.

Longitudinální studie vykazují odlišné výsledky, neboť jsou závislé na životním stylu ve smyslu "aktivita-pasivita". Výkonnost aktivního sedmdesátníka může odpovídat výkonnosti neaktivního (sedavě žijícího) čtyřicátníka. Dekondice a atrofie z nečinnosti přispívají k fenotypu stáří. Obdobně bylo prokázáno, že inaktivita je samostatný fenomén, který nemusí být vázán na špatný zdravotní stav, a že její důsledky jsou i v 8. deceniu reverzibilní.

Osvěta i vytváření podmínek, tělesných i duševních, může přinést podstatné posuny ve funkční zdatnosti seniorů (Kalvach, Z., et al, 2004).

V zájmu každého staršího jedince by měla být péče o svou pohybovou aktivitu, jde totiž o blahodárný, laciný a léky nezatěžující způsob zdravotní prevence. Ovšem pravý opak je pravdou. Naše i zahraniční statistiky ukazují, že pohybově aktivní je jen nevýznamná menšina seniorů, takže prospěch plynoucí z pravidelného pěstování pohybové aktivity nemůže podstatně ovlivnit zdravotní stav populace (Daley, M. J., Spinks, W. L., 2000).

Většina lékařských rad, jak lze zvýšit pohybovou aktivitu, je obecná, bez konkrétního návodu. Tato nedostatečná informovanost je zřejmě jedním z důvodů, proč nositelé rizikových faktorů těchto doporučení nedbají (Kalvach, Z., et al, 2004).

## 1.5 TĚLESNÉ SLOŽENÍ

Tělesné složení je ovlivněno geneticky a formováno exogenními faktory, ke kterým řadíme výživové faktory, pohybovou aktivitu a celkový zdravotní stav organismu. Členění hmotnosti na její další složky umožňuje posuzování optimálního tělesného složení. Nadměrnou či naopak podprůměrnou hmotnost je možné specifikovat prostřednictvím různých somatických indexů. Tyto indexy však nejsou vždy schopny postihnout hmotnost jako komplexní charakteristiku, a proto je v souvislosti s vyšší pohybovou aktivitou, obezitou, případně metabolickými onemocněními (anorexií a bulimií) vyjádření pomocí indexů pouze orientační a je nutné specifikovat jednotlivé tělesné frakce. První myšlenka frakcionace tělesné hmotnosti náleží českému antropologovi Matiegkovi (1921). Vycházel z rozdělení hmotnosti těla na čtyři

složky: hmotnost skeletu (O – ossa), hmotnost kůže a podkožní tkáň (D – derma), hmotnost kosterního svalstva (M – musculi) a hmotnost zbytku (R – rezidua).

Studie týkající se tělesného složení se v současné době zaměřují na změny podílu jednotlivých tělesných frakcí v různých fázích ontogeneze, především v období růstu a stárnutí, a to na změny v důsledku působení tělesné zátěže, změny tělesného složení u různých metabolických onemocnění, klinických syndromů, tělesně postižených klientů a dalších. Úroveň jednotlivých frakcí celkové tělesné hmotnosti vypovídá o aktuálním zdravotním stavu a výživě. Pravidelné sledování tělesného složení může být využito k monitorování efektivity pohybového zatížení, ke sledování vhodně či nevhodně zvolených tělesných cvičeníh při úpravě tělesné hmotnosti. Informace o proporcionalitě lidského těla, konstituci a tělesném složení považují Riegerová, Přidalová, Ulbrichová (2006) za jednu z důležitých komponent zdravotně orientované zdatnosti.

### **1.5.1 MODEL Y TĚLESNÉHO SLOŽENÍ**

Původní pohled na komponenty tělesného složení byl dán chemickým nebo anatomickým modelem. Ve vztahu k tělesným energetickým zásobám je preferován chemický model, podle kterého je tělo tvořeno tukem, bílkovinami, sacharidy, minerály a vodou. Anatomický model je preferován v případech, kdy jsou studovány otázky tělesného složení. Anatomicky je tělo tvořeno svalovou a tukovou tkání, kostmi, vnitřními orgány a ostatními tkáněmi (Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006).

Při využívání nových metod pro odhad tělesného složení mnohé studie nabízí různé modely tělesného složení.

#### **Pětiúrovňový model**

Skládá se z pěti různých úrovní, jejichž složitost má narůstající tendenci. Každá tato úroveň má definované složky, které utváří celkovou tělesnou hmotnost organismu. Poskytuje strukturální rámec pro studium složení lidského těla, který přesahuje úroveň jednotlivých stupňů a zároveň umožňuje posouzení lidského těla jako celku. Mezi pět definovaných úrovní patří (Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006; Wang,

Z. M., Pierson, R. N. Jr., Heymsfield, S. B., 1992): model anatomický, molekulární, buněčný, tkáňově-systémový a celotělový.

### **Anatomický model**

Anatomický model vychází ze zastoupení základních šesti chemických prvků v organismu, kde 98 % tělesné hmotnosti je tvořeno kyslíkem, uhlíkem, vodíkem, dusíkem, vápníkem, fosforem a zbývající 2 % představuje několik desítek dalších chemických prvků. Tento model je výchozím bodem pro další modely tělesného složení (Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006).

### **Molekulární model**

Lidské tělo tvoří více než sto tisíc chemických sloučenin, které vycházejí z jedenácti hlavních prvků. Hlavními sledovanými komponentami jsou voda, lipidy, bílkoviny, minerály a glykogen. Oproti anatomickému modelu se na úrovni molekulárního modelu lidské tělo výrazně liší od anorganické přírody, a to díky složitým organickým sloučeninám, jako jsou lipidy a bílkoviny (Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006; Wang, Z. M., Pierson, R. N. Jr., Heymsfield, S. B., 1992).

### **Buněčný model**

Tento model je založen na spojení výše zmíněných molekul v buňky, které utvářejí žijící organismus. Na úrovni buněčného modelu rozdělujeme lidské tělo na buňky, extracelulární pevné látky neboli organické a anorganické látky a extracelulární tekutinu (Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006; Wang, Z. M., Pierson, R. N. Jr., Heymsfield, S. B., 1992).

### **Tkáňově-systémový model**

Tkáňově-systémový model vychází z organizace molekul do kostní, svalové a tukové tkáně. Podle tkání dále rozlišujeme systém muskuloskeletální, kostní, respirační, zažívací, nervový, oběhový, reprodukční, vylučovací a endokrinní (Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006; Wang, Z. M., Pierson, R. N. Jr., Heymsfield, S. B., 1992).

## **Celotělový model**

Na úrovni všech předešlých modelů jsou lidé z hlediska složení těla srovnatelní s některými primáty. Lidský organizmus se však jako celek díky svým vlastnostem od primátů odlišuje. Tento model vychází z antropometrických měření. Výsledky pak podrobně popisují tělesnou výšku, hmotnost, hmotnostně-výškové indexy, délkové, šířkové, obvodové rozměry, kožní řasy, objem těla a z něj zjišťovanou denzitu těla, která vypovídá o aktivní tělesné hmotě a depotním tuku (Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006; Wang, Z. M., Pierson, R. N. Jr., Heymsfield, S. B., 1992).

V klinické i antropologické praxi se podle možností a použití různých přístrojů a technik používá dvou-, tří-, případně čtyřkomponentový model.

**Dvoukomponentový model** je z praktického a klinického hlediska nejpoužívanější. Dělí lidské tělo na dvě základní komponenty – tuk (Fat Mass, FM) a tukuprostou hmotu (Fat Free Mass, FFM). Tukuprostá hmota je definována jako hmotnost všech tkání minus extrahovatelný tuk.

**Tříkomponentový model** dělí tělesné složení na tuk, vodu a sušinu (proteiny, minerály). V praxi došlo k zjednodušení na podíl tuku, svalstva a kostní tkáň.

**Čtyřkomponentový model** rozděluje hmotnost na tuk, extracelulární tekutinu, buňky a minerály (Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006).

## **1.5.2 VÝVOJ JEDNOTLIVÝCH SLOŽEK TĚLESNÉHO SLOŽENÍ**

### **Tuk**

Tuk je nejvariabilnější komponentou hmotnosti těla. Je hlavním faktorem inter- i intraindividuální variability tělesného složení v průběhu celého vývoje. Je jedním z nejsledovanějších parametrů lidského organizmu. Ukazuje na rizika týkající se zdravotního stavu jedince, ale také na fyzickou zdatnost a výkonnost. Je snadno ovlivnitelný pohybovou aktivitou a výživovými aspekty (zdravý a aktivní životní styl).

Pro organizmus jsou výraznější odchylky v množství podkožního tuku rizikové a mohou vést ke zdravotním komplikacím. Příliš nízké zastoupení podkožního tuku s sebou nese zdravotní riziko, neboť určité množství tuku je potřeba pro zachování

základních fyziologických funkcí. Důsledkem nedostatku tuku tedy mohou být různé dysfunkce.

K nárůstu tělesného tuku dochází nejčastěji na úkor svalové hmoty, což má samozřejmě negativní vliv na výkonnost jedince a na snížení jeho tělesné zdatnosti. Vysoké zastoupení podkožního tuku je obecně spjata s obezitou, která iniciuje vznik fyzicky a sociálně hendikepovaného jedince.

Množství podkožního tuku se mění v průběhu ontogeneze. Kolísání je dáno rozvojem jednotlivých kožních řas, jejichž vývoj je od staršího školního věku pohlavně rozlišen. Ontogenetický trend ukládání tuku modifikuje pohybová aktivita (Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006).

## **Distribuce tuku**

O distribuci tuku v těle nás stanovení množství podkožního tuku v procentuálním zastoupení neinformuje. Tato informace je důležitá v klinické praxi při stanovení rizika srdečně-cévních, případně dalších onemocnění. Jednu z možností pro determinaci distribuce podkožního tuku vymezuje metoda segmentální bioelektrické impedance. S věkem se ukládá více tuku na trupu než na končetinách. U mužů jsou předilekčními místy záda, hrudník a břicho, u žen oblast pasu a paže.

Typ distribuce je výrazným diferenciačním kritériem u osob lišících se úrovní a typem pohybové aktivity. Škerlj (1953) upozornil na to, že u žen se s věkem zvyšuje celkové množství tuku, přičemž změny v podkožním tuku nemusí tomuto trendu jednoznačně odpovídat.

## **Tukuprostá hmota**

Tukuprostá hmota (Fat Free Mass, FFM) je heterogenní komponentou. Mezi její složky patří kostra, svalstvo, ostatní tkáně. Jejich vzájemný poměr je variabilní v závislosti na věku, pohybové aktivitě a dalších exo- i endogenních faktorech. Udává se, že FFM je tvořena z 60 % svalstvem, z 25 % opěrnými a pojivovými tkáněmi, zbylých 15 % připadá na hmotnost vnitřních orgánů. Svalovou tkáň nacházíme v lidském těle ve třech typech, a to jako kosterní svaly (příčné pruhované, 30 % u žen, 40 % u mužů), srdeční sval a hladké svalstvo (10 %). Poměr jednotlivých typů svalové tkáně se během ontogeneze mění.



K největšímu nárůstu kosterního svalstva dochází mezi 15. a 17. rokem u chlapců, u dívek kolem 13. roku s výraznými sexuálními diferenciacemi při nástupu a v průběhu adolescence. Další rozvoj svalstva je u mužů mezi 17. a 40. rokem a u žen mezi 15. a 60. rokem života poměrně stabilní (Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006).

Ve stáří dochází jak ke snížení hmotnosti tukuprosté hmoty, tak k funkčním změnám. Mění se mikrostruktura kosterních svalů, zmenšuje se průměr a krevní zásobení svalových vláken (Pařízková, J., 1973).

Je zcela logické, že podstatně vyšších hodnot, co se týče kosterního svalstva, dosahují jedinci výrazně pohybově aktivní, a to ve značné závislosti na typu tělesného zatížení. Adaptaci na pohybovou zátěž ovlivňuje řada faktorů, patří mezi ně počáteční stupeň tréninku, pohlaví, celkové množství a distribuce tuku, věk, genetická výbava.

Významným diagnostickým kritériem jsou i regionální zvláštnosti rozvoje svalstva. Při narození je na trupu soustředěno 40 % hmotnosti svalstva, v dospělosti už pouze 25 – 30 %. Na dolních končetinách je při narození 40 % svalstva a v dospělosti 55 %, zatímco na horních končetinách tvoří svalstvo relativně stálý podíl 18 – 20 % celkové hmotnosti svalů v průběhu celé ontogeneze. Regionální zvláštnosti rozvoje svalstva mají význam jako doplněk hodnocení tělesného složení, jako diagnostické kritérium rozvoje silových předpokladů a jsou podstatné i z hlediska biomechanického. Rozvoj svalové hmoty na jednotlivých tělesných segmentech zásadně ovlivňuje distribuci hmoty těla, určující polohu dílčích těžišť i celkové tělesné těžiště (Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006).

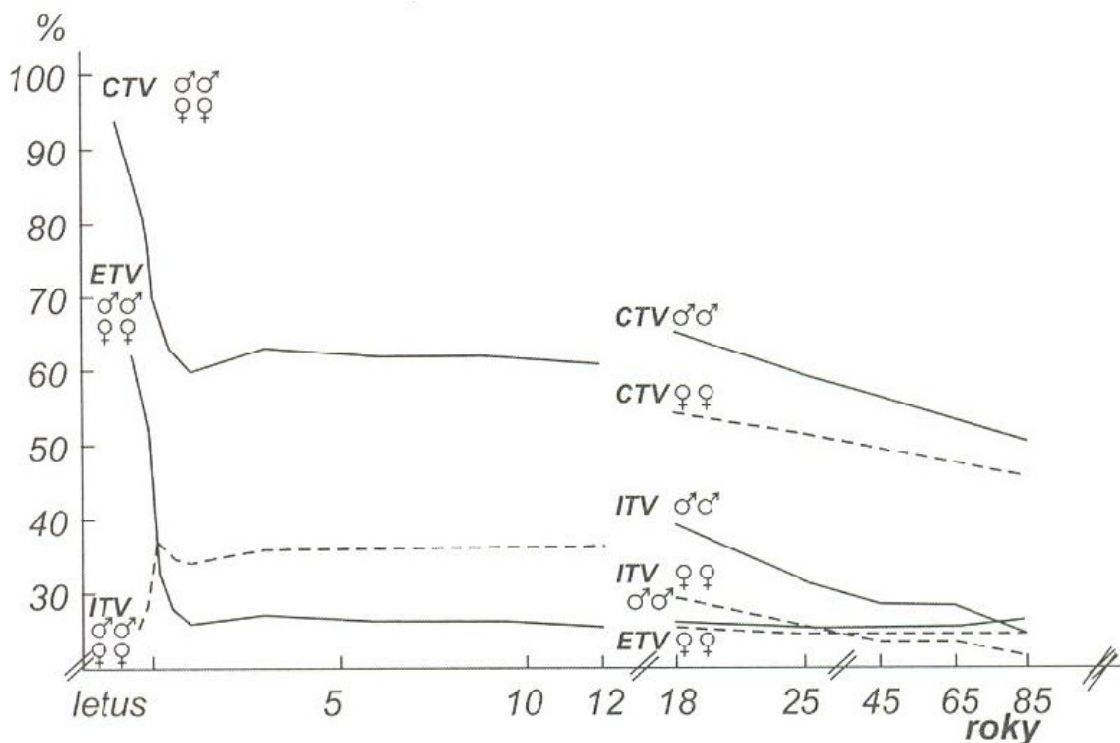
## **Celková tělesná voda**

Tělesná voda je nejvýznamnější a nejvíce zastoupenou složkou celkové tělesné hmotnosti. Její množství je závislé na tělesné hmotnosti, věku a pohlaví. Průměrné množství tělesné vody se u dospělého muže pohybuje kolem 63 %, u dospělé ženy kolem 53 %. Toto platí pro běžně hydratovaného jedince, při různých onemocněních nebo extrémní obezitě se hydratace může značně lišit. Nejvíce vody je zastoupeno v krvi a ostatních tělesných tekutinách (91 – 99 %), ve svalové tkáni (75 – 80 %) a v kůži. Podstatně menší množství vody se nachází v tukové tkáni (10 %) a v kostech (22 %).

Celkovou tělesnou vodu (Total Body Water, TBW) rozdělujeme na intracelulární (vodu obsaženou v buňkách) a extracelulární (vodu mimo buňky), jejich poměr se během života mění. Intracelulární (Intracellular Water, ICW) tvoří u dospělého muže asi 40 % celkové tělesné hmotnosti, tedy 66 % veškeré tělesné vody. Extracelulární voda (Extracellular Water, ECW) se podílí na celkové tělesné hmotnosti z 20 %. U žen je distribuce vody nižší, ICW tvoří 32 %, ECW 21 %. Díky vyššímu podílu tukové frakce disponují ženy nižším podílem vody.

Podíl celkové tělesné vody se v průběhu vývoje jedince mění. Během raného a středního dětství, asi do 12. roku, zůstává poměrně konstantní, výraznější změny nastávají až v období postpubertálním. U chlapců se míra hydratace zvyšuje, zatímco u dívek se snižuje (Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006).

Míra hydratace se s věkem snižuje, což prokázala i studie Bunce, Štilce, Moravcové a Matouše (2000). Pomocí bioelektrické impedance měřili složení těla u senierek a porovnávali jej se složením těla u dospělých žen středního věku se stejnou úrovní zdatnosti. Hodnoty ukázaly, že celková tělesná voda s věkem výrazně klesá. Vývoj tělesné vody je znázorněn na obrázku 1.



**Obrázek 1. Vývoj celkové (CTV), extracelulární (ETV) a intracelulární vody (ITV), (upraveno dle Maliny, R., 1969)**

### 1.5.3 METODY ODHADU TĚLESNÉHO SLOŽENÍ

Metody pro odhad tělesného složení můžeme dělit na laboratorní a terénní. Laboratorní metody jsou pro terénní praxi náročné z hlediska technického vybavení, nutné odbornosti obsluhy, organizačních možností a cenové relace přístrojové techniky. Nejčastěji používanými laboratorními metodami jsou denzitometrie, metoda DEXA (duální rentgenová absorpcimetrie) a hydrostatické vážení (Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006).

#### **Bioelektrická impedance**

Elektrické vlastnosti tkání byly popsány už v roce 1871. Tyto vlastnosti byly dále vylíčeny v širším spektru frekvencí na větším rozsahu tkání, a to včetně těch, které byly poškozené. V roce 1970 byly položeny základy bioelektrické impedanční analýzy, které ukazovaly na vztah mezi impedancí a obsahem vody v těle. Komerčně dostupné se BIA analyzátořy staly v roce 1990 (Kyle, U. G., et al., 2004a).

Bioelektrická impedanční analýza (BIA) je technologie, která využívá slabého elektrického impulsu k zjištění složení těla. Tuto neinvazivní, relativně levnou, terénní a bezpečnou metodu lze využít pro stanovení konkrétních parametrů u zdravých jedinců i u pacientů s různými klinickými nálezy (Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006).

Princip metody spočívá v rozdílech ve vedení elektrického proudu v různých biologických strukturách. V beztukové tkáni je obsah vody a elektrolytu vysoký. Voda a elektrolyt jsou dobrými vodiči, proto je hodnota impedance (odporu) nízká. Tuk je oproti tomu špatným vodičem elektrického proudu, výsledné hodnoty impedance jsou tudíž vysoké. Hodnota bioelektrické impedance je nepřímo úměrná objemu tkáně, kterou elektrický proud prochází. Ze zjištěné bioelektrické impedance se pomocí regresních rovnic vypočítá množství tuku v organizmu. Při stanovování extracelulární a intracelulární vody v těle je nutno použít multifunkční zařízení, které je schopno měřit jak kapacitní (reaktance), tak odporovou (rezistence) složku, to znamená celkovou bioimpedanci. Celková tělesná voda je základní proměnnou bioelektrické impedanční analýzy, z níž se určují další tělesné složky. BIA pracuje s lidským tělem jako s válcem, pokud známe délku (výšku těla) a impedanční hodnotu, jsme schopni vyjádřit objem vody v těle. Tuková tělesná hmotnost se vypočítává z váhy těla odečtením tukuprosté

hmoty. Největším zdrojem variability při využívání BIA je tukuprostá hmota, respektive její hydratace. U dospělých jedinců je hydratace FFM relativně konstantní (73,2 %), je ovšem nutno poznamenat, že se s věkem mění (Heymsfield, S. B., et al, 2005). Citlivost metody BIA na stav hydratace organismu je velká. Podle Bunce, et al. (2001) může způsobit chybu 2 – 4 %.

Tukuprostá hmota je dána součtem intracelulární hmoty (Body Cell Mass, BCM) a extracelulární hmoty (Extracellular Mass, ECM). Obecně můžeme říct, že BCM tvoří všechny buňky, které se přímo podílejí na svalové práci. Jde o buňky schopné využívat kyslík, jsou bohaté na vápník a jsou schopny oxidovat sacharidy. Poměr mezi ECM a BCM vyjadřuje důležitý parametr pro hodnocení stavu výživy jedince. Optimálnímu stavu výživy odpovídá indexové rozmezí 0,7 – 0,8. Čím je index nižší, tím je vyšší množství tukuprosté hmoty, kterou může jedinec využít pro pohybovou aktivitu. Pokud však hodnota indexu překročí hranici 1,22, dochází k rozvoji malnutrice (Barbosa-Silva, M. C. G., et al., 2003). Při redukci váhy dochází vedle úbytku tukové tkáně, také k úbytku aktivní buněčné hmoty. Za optimální je možno považovat úbytek převážně tukové tkáně a podstatně menší úbytek aktivní buněčné hmoty, jelikož v opačném případě dochází ke snížení funkce důležitých orgánů a poklesu svalové funkce. Body Cell Mass Index patří mezi tzv. zdravotní ukazatelé. Jeho hlavní úlohou je hodnocení stavu u nemocných, kdy není možné přesně odhadnout tělesné složení, a to například v důsledku výskytu otoků. Stupeň obezity (OD) patří taky mezi zdravotní ukazatelé. Je vyjádřen jako podíl aktuální hmotnosti vzhledem k hmotnosti ideální. Slouží jako index, který vyhodnocuje úroveň obezity v závislosti na jeho výšce a hmotnosti. Z tohoto důvodu nelze získaná data brát jako reálný stav obezity vyšetřovaného. Další ukazatel zdraví Fat Free Mass Index (FFMI), na rozdíl od OD, bere v úvahu množství svalové hmoty. Následující index Visceral Fat Area (VFA) vypovídá o abdominální obezitě. Udává hodnotu útrobního tuku. Viscerální tuk, tzv. intraabdominální tuk obklopuje vnitřní orgány. Člověk může mít normální hmotnost, a přesto příliš velké množství vnitrobřišního tuku ([www.inbody.fi](http://www.inbody.fi)).

Základní dělení pro diagnostiku tělesného složení s využitím BIA je založeno na počtu použitých dotkových elektrod. Bipolární přístroje se dnes pro vědecké účely téměř nepoužívají. Uplatnění nachází přístrojová technika využívající pro měření celkové impedance čtyř nebo osmi dotkových elektrod. Elektrody jsou umístěny na

pravé i levé části těla, v oblasti dlaně a palce ruky, další dvě se nacházejí na předním segmentu nohy a na patě. Výhodou nových metod je možnost hodnotit podíl tělesných frakcí v základních pěti segmentech (trup, levá a pravá horní končetina, levá a pravá dolní končetina). Výhodou segmentální BIA je schopnost oddělit trup od zbylých segmentů, čímž se výrazně snižuje potencionální chyba měření. Metoda bioelektrické impedance využívá technologii monofrekvenční BIA (SF-BIA) a multifrekvenční BIA (MF-BIA).

### **Monofrekvenční bioelektrická impedance (SF-BIA)**

Při analýze tělesného složení SF-BIA využívá pouze jednu frekvenci proudu (0 – 50 kHz). V tomto frekvenčním rozmezí nemůže proud plně proniknout buněčnou membránou. Monofrekvenční technologie tak neumožňují komplexní hodnocení tělesných tekutin. Parametry touto metodou získané jsou odhad množství tukové hmoty, tukuprosté hmoty a celkové tělesné vody, podíl intracelulární tekutiny však nezjistíme. SF-BIA je platným a spolehlivým prostředkem pro hodnocení tělesného složení u zdravé populace se stabilními hodnotami tělesných tekutin a elektrolytickou bilancí. Tato metoda nemusí být platná pro obézní jedince, stejně tak u jedinců se změněnou hydratací způsobenou například klinickým stavem pacienta mohou být odhady nesprávné (Deurenberg, P., 1996; Kyle, U. G., et al., 2004a; Malavolti, 2003; Pateyjohns, I. R., et al., 2006).

### **Multifrekvenční bioelektrická impedance (MF-BIA)**

MF-BIA využívá oproti SF-BIA několik frekvencí (0, 1, 5, 50, 100, 200 až 1000 kHz). Proud vyšších frekvencí proniká buněčnou membránou, může proto hodnotit

i intracelulární tekutiny. Multifrekvenční bioimpedanční technologie vyhodnocuje hodnoty tukuprosté hmoty, buněčné hmoty, celkové tělesné vody, intracelulárních tekutin a extracelulárních tekutin (Bedogni, G., et al., 2002).

V rámci studie MF-BIA byla při frekvencích pod 5 kHz a nad 200 kHz zjištěna špatná reprodukovatelnost výsledků (Kyle, U. G., et al., 2004a).

Deurenberg (1996) vidí význam multifrekvenční technologie především při analýze tělesného složení obézních jedinců. Dále by mohla být cenným nástrojem pro měření tělesné vody u podvyživených osob a osob kriticky nemocných.

Základní proměnnou měřenou bioelektrickou impedancí je celková tělesná voda. Nejslabším místem všech bioimpedančních metod v regresních rovnicích je vedle válcového modelu lidského těla a nepřesností umístění elektrod předpoklad homogenity lidského těla. Proto je velmi důležité pro každou skupinu měřených probandů určit odpovídající predikční rovnice, které jsou pro praktické využití těchto metod limitující. Predikční rovnice jsou specifické podle věku, pohlaví, etnika, úrovně pohybové aktivity (Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006).

Analýza tělesného složení na základě bioelektrické impedance představuje rozbor hmotnosti na tukovou složku, aktivní tělesnou hmotu, obsah celkové vody, obsah intracelulární a extracelulární vody, hodnotí stupeň bazálního metabolismu. Metoda BIA je velmi citlivá na stav hydratace organismu, což může být výhodou, ale i značnou nevýhodou. Záleží také na termoregulaci a povrchové teplotě kůže. Předchozí tělesné zatížení, především anaerobního charakteru, nevhodný příjem tekutin a potravin mohou negativně ovlivnit naměřené výsledky. Pro měření nejsou vhodné pacientky v raných stádiích těhotenství, ženy a dívky v období před a během menstruace, dále pacienti užívající léky ovlivňující vodní režim v organismu a pacienti s pacemakerem nebo kardiostimulátorem. Pro získání objektivních hodnot a maximální eliminaci rizika nepřesných výsledků je potřeba dodržovat konkrétní standardní podmínky (Heymsfield, S. B., et al, 2005; Kyle, U. G., et al., 2004b; Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006):

- nejíst a nepít alespoň po dobu 4 – 5 hodin před testem,
- necvičit alespoň po dobu 12 hodin před testem,
- vyprázdnit močový měchýř 30 minut před testem a organismus opět zavodnit neslazenou tekutinou,
- přesně umístit elektrody (dle typu elektrod) na pravou stranu těla (dle typu technologie),
- dodržovat správnou polohu těla aj.

## Vybrané další metody

### Denzitometrie

Metoda založena na dvoukomponentovém modelu lidského těla, jehož složky (depotní tuk a aktivní, esenciální tukuprostá hmota) mají odlišnou denzitu. Princip této metody vychází ze tří základních předpokladů:

1. oddělení denzity obou komponent jsou aditivní a jsou relativně konstantní u všech jedinců (denzita aktivní hmoty je  $1,1 \text{ g/cm}^3$  a depotního tuku  $0,9 \text{ g/cm}^3$ ),
2. úroveň hydratace tukuprosté hmoty je relativně konstantní,
3. poměr kostních minerálů ve vztahu ke svalovým proteinům je rovněž konstantní veličinou.

Poslední dva předpoklady jsou ještě stále předmětem diskuze. Hlavním nedostatkem denzitometrické metody je přepočtení tělesné denzity na podíl tukové tkáně. Problémem není denzita tukové tkáně, ale denzita tukuprosté hmoty, protože víme, že u dětí, žen a starších lidí je nižší než předpokládaných  $1,1 \text{ g/cm}^3$  a je vyšší například u černé rasy. Přesto je metoda považována za referenční metodu, pomocí které je testována spolehlivost ostatních, novějších metod. Denzitometrie vychází ze vztahu:

$$\text{hmotnost} = \text{denzita} * \text{objem}.$$

Objem těla je zjišťován různými způsoby, nejrozšířenější je využití hydrostatického vážení za pomoci principu Archimédova zákona. Jedná se o metodu relativně finančně nenáročnou, neinvazivní, lze ji kdykoliv opakovat. Výhodné je, že zjišťuje současně depotní tuk i aktivní tělesnou hmotu a nepředstavuje žádná zdravotní rizika. Její nevýhodou je technická i časová náročnost. Tato metoda se dále používá pro stanovení denzity kostní tkáně (Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006; Pařízková, J., 1998).

### Hydrostatické vážení

Objem těla se zjišťuje z rozdílu hmotnosti těla změřené „na suchu“ a pod vodou, s korekcí na denzitu a teplotu vody v okamžiku vážení. Pod vodou se používá hydrostatická váha. Tělo je pod vodou nadlehčováno vzduchem nacházejícím se v dýchacích cestách a plicích. Proto se vážení provádí v maximálním expiriu a také se počítá s objemem reziduálního vzduchu.

## **DEXA (duální rentgenová absorpciometrie)**

Tato metoda měří rozlišné ztenčení dvou rtg paprsků, které procházejí organizmem. Rozlišuje kostní minerály od měkkých tkání, ty pak rozděluje na tuk a tukuprostou hmotu (čtyřkomponentový model – kostní minerály, proteiny, voda a tuk). Jedná se o nejnovější technologii, kterou získáváme údaje o kompletním složení lidského těla a jeho segmentů. Měření probíhá vleže. Kvůli omezené snímací ploše nelze vyšetřit obézní subjekty nebo subjekty s větší tělesnou výškou. Čím větší jsou rozměry měřeného, tím menší je přesnost měření. Další nevýhodou je vysoká cena a expozice určitým množstvím rtg záření. Metoda je však v současnosti považována za tzv. zlatý standard (Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006).

## **1.5.4 VYBRANÉ INDEXY RIZIKOVOSTI**

### **Body Mass Index**

BMI posuzuje přiměřenost tělesné hmotnosti vzhledem k tělesné výšce. Tento hmotnostně-výškový index patří mezi nejpoužívanější ukazatele optimální tělesné hmotnosti. Výpočet Body Mass Indexu vychází z poměru tělesné hmotnosti v kg a umocněné tělesné výšky v m.

$$BMI = H/V^2$$

BMI nezohledňuje určité charakteristiky měřených jedinců, jako věk, pohlaví nebo konstituci těla ((Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006).

**Tabulka 2. Mezinárodní klasifikace podváhy, nadváhy a obezity u dospělé populace dle BMI stanovená WHO (2004), (upraveno dle www.who.int)**

<b>BMI classification</b>	
Podváha	< 18,5
Normální váha	18,5 – 24,9
Nadváha	≥ 25,0
Preobezita	25,0 – 29,9
Obezita	≥ 30,0
Obezita I. třídy	30,0 – 34,9
Obezita II. třídy	35,0 – 39,9
Obezita III. třídy	≥ 40,0



## **Waist Hip Ratio Index (WHR Index)**

K orientačnímu hodnocení distribuce tělesného tuku využíváme WHR Index, který je dán poměrem obvodu pasu a obvodu boků. Za hranici rizikovosti je považován poměr pasu a boků u žen 0,85, resp. 85 %, u mužů 0,95, resp. 95 % (Riegerová, J., Přidalová, M., Ulbrichová, M., 2006).

Kromě WHR Indexu se jako ukazatel rizikovosti kardiovaskulárních a metabolických komplikací obezity využívá samotný obvod pasu. Někteří autoři charakterizují obvod pasu jako parametr s největší výpovědní hodnotou zdravotního rizika obezity (Nečas, E., et al, 2009).

## 2 CÍLE A HYPOTÉZY

### 2.1 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem této diplomové práce je analýza a porovnání výsledků tělesného složení na základě bioelektrické impedance prostřednictvím přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000 u seniorské populace Univerzity třetího věku na Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach .

#### Dílčí cíle:

- Determinace somatických znaků indikujících riziko obezity (Body Mass Index, Visceral Fat Area, Waist Hip Ratio, Abdominal Obesity Degree, Obesity Degree, Body Fat Mass) u souboru mužů a žen.
- Zhodnocení zastoupení jednotlivých tělesných frakcí (Total Body Water, Extracellular Water, Intracellular Water, Fat Free Mass, Fat Mass, Body Cell Mass, Basal Metabolic Rate, Mineral Mass, Protein Mass, Skeletal Lean Mass, Skeletal Muscle Mass) dle různých přístrojů BIA u seniorů a senierek.
- Zhodnocení rozdílů vybraných somatických parametrů s referenčními hodnotami (Total Body Water, Extracellular Water, Intracellular Water, Fat Free Mass, Fat Mass, Body Cell Mass, Basal Metabolic Rate, Mineral Mass, Protein Mass, Skeletal Lean Mass, Skeletal Muscle Mass).
- Stanovení rozdílů vybraných somatických parametrů získaných pomocí přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000 (Body Cell Mass Index, Body Fat Mass Index, Fat Free Mass Index, Fat Mass, Extracellular Water, Intracellular Water, Body Cell Mass).

## 2.2 HYPOTÉZY

- H01: Není rozdíl mezi průměrnými hodnotami indexů rizikovosti u žen měřených pomocí přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000.
- H02: Není rozdíl mezi průměrnými hodnotami indexů rizikovosti u mužů měřených pomocí přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000.
- H03: Není rozdíl mezi průměrnými hodnotami Body Fat Mass u žen měřených pomocí přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000.
- H04: Není rozdíl mezi průměrnými hodnotami Body Fat Mass u mužů měřených pomocí přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000.
- H05: Není rozdíl mezi průměrnými hodnotami Intracellular Water u žen měřených pomocí přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000.
- H06: Není rozdíl mezi průměrnými hodnotami Intracellular Water u mužů měřených pomocí přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000.
- H07: Není rozdíl mezi průměrnými hodnotami Extracellular Water u žen měřených pomocí přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000.
- H08: Není rozdíl mezi průměrnými hodnotami Extracellular Water u mužů měřených pomocí přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000.
- H09: Není rozdíl mezi průměrnými hodnotami Body Cell Mass u žen měřených pomocí přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000.
- H010: Není rozdíl mezi průměrnými hodnotami Body Cell Mass u mužů měřených pomocí přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000.

### 3 METODIKA

Cílovou skupinou byly studentky a studenti Univerzity třetího věku na Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach. Ženy byly ve věku od 52 do 81 let, muži ve věku od 57 do 76 let. Měření probíhalo v prosinci roku 2010 ve standardních podmínkách v laboratořích téže univerzity. Senioři docházeli na měření v dopoledních hodinách, byli plně instruováni a byli měřeni co nejvíce odhaleni, aby nedocházelo ke zkreslení somatických charakteristik. Podle pohlaví byli rozděleni do dvou skupin. Po každém realizovaném měření obdrželi zpětnou vazbu.

Prostřednictvím přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000 byly naměřeny a následně zanalyzovány parametry tělesného složení. Stanoven byl aritmetický průměr (M), medián (Me), minimální hodnota (Min) a maximální hodnota (Max) znaku a směrodatná odchylka (SD). Měření se zúčastnilo celkem 64 žen, jejichž průměrný věk byl 63,84 let a 14 mužů s průměrným věkem 66,79 let. Výběr měřené skupiny nebyl náhodný, jedná se o selektovanou skupinu, která navštěvovala univerzitu třetího věku, tzn., byla ochotna zapojit se do pohybových aktivit a nechat se změřit. Zpracováno je jedno z dílčích měření, probíhajících od roku 2008, která tato skupina podstoupila.

#### 3.1 MĚŘENÉ CHARAKTERISTIKY

- Tělesná výška (cm) – byla naměřena antropometrem s přesností 0,5 cm
- Tělesná hmotnost (kg) – byla zvážena s přesností 0,1 kg
- Body Mass Index (BMI,  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) – klasifikace podle norem WHO (2004)
- Waist Hip Ratio (WHR, pas/boky) – klasifikace podle Riegerové, Přidalové a Ulbrichové (2006)
- Parametry tělesného složení prostřednictvím bioelektrické impedanční analýzy: Total Body Water (TBW, CTV, l, Celková tělesná voda), Intracellular Water (ICW, l, Vnitrobuněčná voda), Extracellular Water (ECW, l, Mimobuněčná voda), Fat Free Mass (FFM, kg, Tukuprostá hmota), Body Fat Mass (BFM, kg, Tělesný tuk), Nutriční index (ECW/TBW, index retence vody)

- Získání zdravotní ukazatelé: Fat Free Mass Index (FFMI,  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), Body Fat Mass Index (BFMI,  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), Body Cell Mass Index (BCMI,  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) – klasifikace vychází z Kyle, et al. (2004)

## 3.2 CHARAKTERISTIKA PŘÍSTROJŮ

### **Bodystat QuadScan 4000**

Tento přístroj nabízí rychlou, snadnou, ekonomickou a neinvazivní alternativu vůči jiným metodám analyzujícím složení těla. Jedná se o bioimpedanční analyzátor složení těla pracující na principu měření různých složek proudových odporů při průchodu referenčního vzorku tělesnými strukturami. Následně jsou predikčními rovnicemi vypočítány hodnoty složení těla v absolutních hodnotách i procentuálně – tuk, aktivní tělesná hmota celkově i s odečtem vodního podílu, celková tělesná voda, intra- i extracelulární voda, masa buněčné hmoty, nutriční index atd. Predikční rovnice jsou přizpůsobeny pro určité skupiny obyvatelstva (ženy, muži, děti různých věkových kategorií, starší osoby, aktivní sportovci). Bodystat QuadScan 4000 představuje vícefrekvenční technologii (5, 50, 100 a 200 kHz) s přímým měřením fázového úhlu a segmentální hydratace.

Mezi hlavní výhody přístroje patří neinvazivnost, snadné a rychlé použití. Bodystat QuadScan 4000 patří mezi terénní přístroje. Vyšetření lze provést v nemocnici, přímo u lůžka. Snadné použití umožňuje pravidelné sledování stavu tak často, jak je nutné. Nezbytný je ovšem vyškolený personál. Měření prostřednictvím tohoto přístroje je prováděno v ležící pozici.

Kvalita měření a zpracování výsledků je dána správným umístěním elektrod, dodržáním metodiky provedení, správným výběrem a zpracováním predikčních rovnic ([www.bodystat.com](http://www.bodystat.com)).



**Obrázek 2. Ukázka přístroje QuadScan 4000 (upraveno dle [www.bodystat.com](http://www.bodystat.com))**

## Tanita BC 418 MA

Jedná se o digitální váhu s analyzérem. Zastupuje metodu přímé analýzy segmentové monofrekvenční bioelektrické impedance (50 kHz), používá osm polárních elektrod. Elektrodami je přes špičky prstů dolních a horních končetin elektrický proud převáděn do organismu. Umožňuje měřit celkovou tělesnou hmotnost, procentuální zastoupení tělesného tuku, hmotnost tělesného tuku, hmotnost tukuprosté hmoty, podíl tělesné vody, dopočítává bazální metabolismus (BMR) a hmotnostně-výškový index (BMI). Přístroj je schopen zhodnotit podíl tělesných frakcí pro pravou a levou horní končetinu, pravou a levou dolní končetinu a trup ([www.tanita.co.uk](http://www.tanita.co.uk)).

Oproti přístroji Bodystat QuadScan 4000 nejsou u Tanity BC 418 MA kladeny tak velké nároky na přesné umístění elektrod. Při použití Bodystat QuadScan 4000 se v důsledku nepřesného umístění elektrod na těle, a to už o 1 cm, dramaticky změní odečítání, takže výsledky nemusí být přesné. Pro měření na přístroji Tanita BC 418 MA není potřeba odborně vyškoleného personálu, lze jej využívat i pro domácí použití. Měření se může mnohokrát opakovat, celý postup trvá méně než jednu minutu a všechna data přístroj přímo tiskne ([www.tanita.co.uk](http://www.tanita.co.uk)).

Nevýhodou Tanity je, že díky monofrekvenční technologii není generovaný elektrický proud schopen prostoupit buněčnou membránou a v důsledku toho není schopen separovat jednotlivé složky tělesné vody, což přesnost měření výrazně snižuje. Pouze frekvence vyšší než 200 kHz jsou schopny prostoupit dvouvrstvou buněčnou membránu a umožňují tak určit množství intracelulární tekutiny (<http://www.tanita.co.uk>).



**Obrázek 3. Ukázka přístroje Tanita BC 418 MA (upraveno dle [www.tanita.co.uk](http://www.tanita.co.uk))**

## **InBody 720**

InBody 720 zastupuje přímou segmentální vícefrekvenční bioelektrickou impedanční analýzu, metodu DSM-BIA (Direct Segmental Multi-frequency). K měření využívá osmi bodových dotykových elektrod, rezistenci měří v širokém pásmu frekvencí od 1 kHz – 1 MHz, reaktanci v průměrných frekvencích. Umožňuje měřit intracelulární a extracelulární vodu, proteiny, tukovou hmotu, hmotu kosterního svalstva, celkovou tělesnou hmotnost, tukuprostou hmotu, procento tělesného tuku, edémy, segmentální edémy, oblast útrobního tuku, stupeň obezity, dopočítává poměr pasu a boků (WHR) a bazální metabolismus (BMR). Přístroj je díky technickým inovacím měření DSM-BIA, jako je například zjištění množství útrobního tuku nebo otoku, rozsáhle využíván u lékařských prohlídek. Poskytuje data, která jsou přínosná pro léčbu pacientů s obezitou (obezita s mírně vyvinutým svalstvem, geriatrická obezita, dětská obezita a obezita po porodu). Využívá se pro analýzu nutričního a zdravotního stavu u pacientů se zhoubnými nemocemi, chronickými onemocněními a u dětí v růstovém období. Jednoduchost obsluhy, rychlost měření a přesná analýza umožňují detailní a opakované sledování klientů (<http://www.biospace.cz>).



**Obrázek 4. Ukázka přístroje InBody 720** (upraveno dle [www.biospace.com](http://www.biospace.com))

**Podle norem uvedených v manuálu přístroje InBody 720 (Biospace, 2008) byly posouzeny hodnoty:**

- Celková tělesná voda (Total Body Water, TBW, CTV, l)
- Vnitrobuněčná voda (Intracellular Water, ICW, l)
- Mimobuněčná voda (Extracellular Water, ECW, l)

- Proteiny (Protein Mass, Protein M, kg) – vyjadřuje absolutní zastoupení proteinů v těle
- Minerály (Mineral Mass, Mineral M, kg) – vyjadřuje absolutní zastoupení minerálů v těle
- Kostní hmota (Skeletal Lean Mass, SLM, kg)
- Kosterní svalovina (Skeletal Muscle Mass, SMM, kg)
- Tukuprostá hmota (Fat Free Mass, FFM, kg)
- Tělesný tuk (Body Fat Mass, BFM, kg)
- Viscerální tuk (Visceral Fat Area, VFA, cm<sup>2</sup>)
- Edema 1 – hodnotí vztah mezi ECW a TBW
- Edema 2 – vztahuje se k hodnocení extracelulární tekutiny (Extracellular Fluid, ECF) a celkové tělesné tekutiny (Total Body Fluid, TBF)
- Buněčná hmota (Body Cell Mass, BCM)

### 3.3 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT

Data byla převedena do programu Microsoft Office Excel 2007 a statisticky zpracována v programu Statistika 9.0 za použití t-testu a analýzy rozptylu. Byly rovněž použity softwary přístrojů Bodystat QuadScan 4000, Tanita BC 418 MA a InBody 720. Stanovené hypotézy byly nulové. Statistickou významnost rozdílů u vybraných parametrů mezi jednotlivými přístroji jsme ověřovali na pětiprocentní hladině ( $p < 0,05$ ;  $p$  – hladina statistické významnosti).



## 4 VÝSLEDKY

### 4.1 HODNOCENÍ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ U ŽEN

**Tabulka 3. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů a indexů studentek U3V**

Parametry	N	M	Me	Min	Max	SD
Věk	64	63,84	63,00	52,00	81,00	5,50
Výška (cm)	64	157,75	157,00	147,00	174,00	5,63
Hmotnost (kg)	64	68,58	65,82	46,45	108,52	12,36
BMR	64	1280,93	1259,98	1136,70	1517,15	94,60
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	64	27,58	26,85	18,73	40,96	4,89
VFA (cm <sup>2</sup> )	64	140,21	135,73	78,52	228,34	36,02
WHR	64	0,91	0,92	0,65	1,08	0,08
AOD	64	0,99	0,99	0,88	1,14	0,06
OD	64	128,30	124,86	87,15	190,43	22,72

Vysvětlivky:

BMR – bazální metabolismus, VFA – plocha viscerálního tuku (cm<sup>2</sup>), AOD – stupeň abdominální obezity, OD – stupeň obezity.

V tabulce 3. nalezneme základní statistické charakteristiky sledovaného souboru studentek Univerzity třetího věku na Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach měřené bioimpedanční metodou. Průměrný věk sledovaných studentek byl 63,84 let. Nejmladší zúčastněná žena měla 52 let a nejstarší 81 let. Tělesná hmotnost žen se pohybovala od 46,45 kg do 108,52 kg, přičemž průměrná hmotnost měřených žen byla 68,58 kg. Tělesná výška žen se pohybovala od 147 cm do 174 cm. Průměrná tělesná výška byla 157,75 cm.

Průměrná hodnota bazálního metabolismu byla 1280,93, minimální hodnota dosahovala dokonce hodnoty pouhých 1136,70.

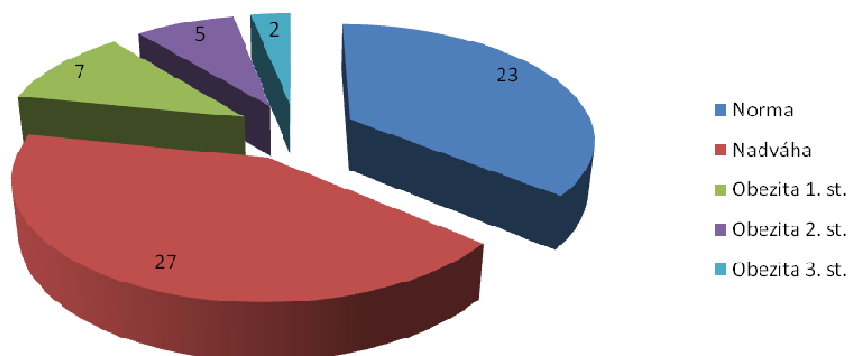
Průměrná hodnota naměřených BMI je ve sledovaném souboru rovna 27,58. Podle klasifikace BMI dle WHO 2004 můžeme toto hodnotit jako obezitu mírného stupně. Maximální hodnota BMI dosahuje 40,96. Dle hodnoty BMI se 23 žen souboru (35,94 %) řadí do skupiny s normální hmotností, 7 žen (10,94 %) trpí obezitou prvního stupně, 5 žen (7,81 %) obezitou druhého stupně a 2 ženy (3,12 %) obezitou třetího stupně. 27 žen (42,19 %) můžeme zařadit do skupiny trpící nadváhou (Graf 1).

Výpočet poměru obvodu pasu k bokům se považuje za efektivní ukazatel typu obezity, respektive distribuce tělesného tuku. K provedení odhadu poměru pas/boky

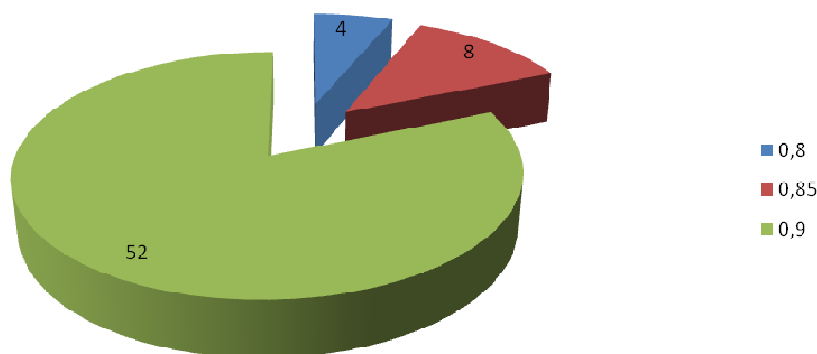
(WHR) používá InBody 720 svůj index impedance, a to Abdominal Obesity Degree (AOD) neboli stupeň abdominální obezity. AOD vypočten na základě impedančního indexu softwarem InBody 720 dosahuje vyšších hodnot, než jaké jsme získali antropometricky. Průměrná hodnota WHR stanovená antropometricky dosahuje 0,91. AOD dosahuje v průměru hodnoty 0,99. Obě tyto hodnoty však zasahují do oblasti vysokého rizika abdominální obezity. Dle hodnoty WHR se 4 ženy souboru (6,25 %) pohybují v normě. 8 žen (12,50 %) se pohybuje v oblasti středního rizika a 52 žen (81,25 %) můžeme podle hodnot WHR zařadit do oblasti vysokého rizika (Graf 2). Nejvyšší zjištěná hodnota WHR je 1,08.

Množství viscerálního tuku (VFA) je jeden z dalších parametrů, zjištěných na základě InBody, vypovídajících o obezitě a zdravotních rizicích. Průměrné množství naměřené u žen je 140,21 cm<sup>2</sup>, což vysoce překračuje doporučené hodnoty. Maximální hodnota dosahuje dokonce 228,34 cm<sup>2</sup>.

Obezitu můžeme dále hodnotit na základě stupně obezity (OD), který je vyjádřen podílem aktuální tělesné hmotnosti vzhledem k hmotnosti ideální. Jako ideální se uvádí rozmezí 90 % - 110 %. Nadváha je klasifikována v rozmezí 110 % - 120 % a obezita nad 120 %. Na základě tohoto hodnocení byly ženy měřeného souboru klasifikovány jako obézní. Nejvyšší hodnota OD u našich žen byla dokonce 190,43 %.



**Graf 1. Frekvenční zastoupení sledovaných žen v kategoriích BMI**



**Graf 2. Frekvenční zastoupení sledovaných žen v kategoriích WHR**

#### **4.1.1 ANALÝZA VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ SLEDOVANÝCH PŘÍSTROJEM INBODY 720**

**Tabulka 4. Základní statistické charakteristiky somatických parametrů (InBody 720)**

Parametry	n	M	Me	Min	Max	SD
TBWM (l)	64	30,98	30,15	26,10	39,20	3,25
Intra WM (l)	64	19,02	18,60	16,10	24,10	1,97
Extra WM (l)	64	11,95	11,65	10,00	15,50	1,30
Protein M (kg)	64	8,22	8,10	7,00	10,40	0,85
Mineral M (kg)	64	2,97	2,91	2,43	3,74	0,31
SLM (kg)	64	39,70	38,75	33,50	50,20	4,15
FFM (kg)	64	42,17	41,20	35,50	53,10	4,39
BFM (kg)	64	26,41	25,40	8,50	55,40	9,61
PBF (%)	64	37,48	37,71	18,14	52,55	7,37
SMM (kg)	64	22,81	22,29	18,98	29,45	2,58
ECM (kg)	64	14,93	14,58	12,46	19,13	1,59
ECM/BCM	64	0,55	0,55	0,52	0,61	0,01
Edema 1	64	0,34	0,34	0,32	0,36	0,01
Edema 2	64	0,39	0,39	0,37	0,41	0,01
Fitness Score	64	67,53	68,5	50,00	80,00	7,35

Vysvětlivky:

TBWM – celková tělesná voda (l), Intra WM – intracelulární voda (l), Extra WM – extracelulární voda (l), Protein M – proteinová hmota (kg), Mineral M – minerály (kg), SLM – kostní hmota (kg), FFM – tukuprostá hmota (kg), BFM – tuková frakce (kg), PBF – tuková frakce v procentech (%), SMM – kosterní svalovina (kg), ECM – extracelulární hmota (kg), BCM – buněčná hmota (kg).

Přístroj InBody 720 provádí analýzu tělesného složení na základě tříkomponentového modelu: tělesná voda, tělesný tuk, proteiny a minerály (Tabulka 4.). Zastoupení celkové tělesné vody u měřených žen je 30,98 l. Tento objem představuje 45,17 % z celkové tělesné hmotnosti, což odpovídá předpokladu, že množství celkové tělesné vody je v recipročním vztahu k zastoupení tukové frakce. Podíl extracelulárních

a intracelulárních tekutin je doporučen v zastoupení 1:2. U sledovaných žen tvoří extracelulární voda v průměru 17,42 % z celkového množství, intracelulární voda je zastoupena pouze 27,73 %.

Průměrná hodnota Fat Free Mass je 42,17 kg, což představuje 61,49 % z celkové hmotnosti těla. Skeletal Muscle Mass (SMM) neboli kosterní svalovina byla v průměru zastoupena 22,81 kg. U Skeletal Lean Mass (SLM) byla průměrná hodnota 39,70 kg. Průměrná hodnota proteinů je 11,99 %, minerálů 4,33 %. Obě hodnoty, jak proteinů, tak minerálů jsou podprůměrné. Doporučená hodnota proteinů pro ženy je 15,2 % a minerálních látek 5,3 %.

Průměrné zastoupení tukové frakce je 37,48 %, což překračuje doporučené hodnoty. Maximální hodnoty překračují 50% hranici.

Z rozdílu BCM a FFM získáme ECM (množství extracelulární hmoty). Průměrná hodnota ECM u seniorek měřených v souboru je 14,93. Poměr mezi ECM a BCM vyjadřuje důležitý parametr pro hodnocení stavu nutriční jedince. Optimálnímu stavu výživy odpovídá podle manuálu pro InBody 720 indexové rozmezí 0,7 – 0,8 jednotek. Průměrný stav nutriční našich žen je podprůměrný. Ani nejvyšší naměřená hodnota nedosahuje spodní hranice doporučeného rozmezí.

Index Edema 1 hodnotí vztah mezi ECW a TBW. Standardní hodnoty indexu se podle manuálu InBody 720 pohybují v rozmezí 0,36 – 0,40 jednotek. V měřeném souboru byly nalezeny průměrné hodnoty nižší.

Index Edema 2 se vztahuje k hodnocení extracelulární tekutiny (ECF, extracellular fluid) a celkové tělesné tekutiny (TBF, Total Body Fluid). V tělní tekutině jsou zastoupeny proteiny a minerály v poměru 2:1. Standardní hodnota indexu je definována v rozmezí 0,31 – 0,36 jednotek. Ve sledovaném souboru byly nalezeny hodnoty vyšší. Vyšší hodnoty indexu Edema 2 jsou dispozičním médiem pro tvorbu otoků.

Na základě analýzy složení těla na přístroji InBody je možné vyhodnotit tzv. Fitness Score, neboli stav tělesné kondice (Tabulka 4), jehož optimální rozmezí se pohybuje mezi 70 – 90 jednotkami. Maximální naměřená hodnota se přiblížila spodní hranici. Průměrná hodnota tohoto markeru (67,53) se jeví jako podprůměrná. Nejnižší naměřená hodnota je dokonce 20 jednotek pod spodní hranicí doporučení.

#### 4.1.2 ANALÝZA VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ SLEDOVANÝCH PŘÍSTROJEM TANITA BC 418 MA

**Tabulka 5. Základní statistické charakteristiky somatických parametrů (Tanita BC 418 MA)**

Parametry	n	M	Me	Min	Max	SD
Fat (%)	64	35,70	36,10	19,40	48,80	6,63
Fat (kg)	64	25,24	24,25	9,00	52,60	9,09
FFM (kg)	64	43,54	43,15	37,60	56,30	4,24
TBW (l)	64	31,87	31,60	27,50	41,20	3,11

Vysvětlivky:

FFM – tukuprostá hmota (kg, %), TBW – celková tělesná voda (l, %).

V tabulce 5. nalezneme parametry získané Tanitou BC 418 MA. Průměrné množství tuku u žen bylo 25,24 kg, což odpovídá 35,70 % hmotnosti ženy vážící 68,58 kg ve věku 63,84 let. Maximální naměřená hodnota byla rovna 48,80 %, minimální 19,40 % z celkové tělesné hmotnosti. Zjištěná maximální hodnota vypovídá o vysokém zastoupení tukové frakce. Podle doporučení přístroje Tanita je pro ženy vhodné procentuální zastoupení v rozmezí od 24 % do 36 %. Průměrná hodnota tukuprosté hmoty byla 43,54 kg, což představuje 63,49 % celkové tělesné hmotnosti. Jelikož přístroj Tanita BC 418 MA patří mezi monofrekvenční technologie, neumožňuje analýzu intracelulárních a extracelulárních tekutin, ale pouze celkové tělesné vody. Průměrné množství celkové tělesné vody bylo 31,87 l u ženy vážící 68,58 kg, což je rovno 46,47 % z celkové tělesné hmotnosti.

### 4.1.3 ANALÝZA VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ SLEDOVANÝCH PŘÍSTROJEM BODYSTAT QUADSCAN 4000

**Tabulka 6. Základní statistické charakteristiky somatických parametrů (Bodystat QuadScan 4000)**

Parametry	n	M	Me	Min	Max	SD
Fat (%)	64	45,96	45,25	31,20	60,50	6,42
Fat (kg)	64	32,12	30,65	14,50	62,40	9,94
ATH (%)	64	54,04	54,75	39,50	68,80	6,42
ATH (kg)	64	36,48	36,25	29,90	49,70	4,04
ICW (%)	64	26,67	27,20	8,90	30,60	3,90
ICW (l)	64	18,04	17,80	7,30	26,30	3,34
ECW (%)	64	23,23	23,60	19,0	29,20	3,59
ECW (l)	64	15,65	15,55	13,60	21,50	2,58
CTV (%)	64	55,36	55,55	44,70	68,00	5,02
CTV (l)	64	37,45	36,70	31,60	50,00	3,83
Nutrice	64	0,46	0,46	0,40	0,54	0,06
BCM (kg)	64	25,78	25,40	10,40	37,60	4,77
Suchá hmotnost	64	0,13	0,12	0,10	2,10	0,32

Vysvětlivky:

ATH – aktivní tělesná hmotnost (kg, %), ICW – intracelulární voda (l, %), ECW – extracelulární voda (l, %), CTV – celková tělesná voda (l, %), BCM – buněčná hmota (kg).

V tabulce 6. nalezneme parametry získané Bodystatem. Průměrné množství tuku naměřené pomocí Bodystatu bylo 45,96 %, u ženy vážící 68,58 kg, tato hodnota představuje 32,12 kg tuku. Bodystat QuadScan 4000 nabízí doporučené průměrné rozmezí hodnot u žen průměrného věku 63 let od 22 – 31 % tuku. Podle těchto hodnot je průměrné množství tuku u měřených seniorek lehce nadprůměrné. Průměrná hodnota aktivní tělesné hmoty vyšla 36,48 kg, tedy 54,04 % z celkové tělesné hmotnosti. Podle přístrojem doporučeného rozmezí 69 – 78 %, jsou hodnoty měřených žen podprůměrné. Průměrná hodnota celkové tělesné vody byla 37,45 l, takže 55,36 % z celkové tělesné hmotnosti. Tato hodnota je nadprůměrná. Podíl intracelulárních tekutin je 26,67 %, extracelulárních tekutin 23,23 %. Nutriční index, jinými slovy index retence, který vyjadřuje poměr ECW a TBW, byl 0,46. Doporučené rozmezí pro nutriční index je 0,36 – 0,40. Tento index se snižuje s věkem, může být ovlivněn špatnou životosprávou nebo chronickou nemocí. Množství buněčné hmoty, které ukazuje na aerobní kapacitu organismu, přesahuje u žen doporučené hodnoty (16,60 – 20,88). Průměrná hodnota BCM souboru je 25,78 kg.

#### 4.1.4 ANALÝZA A STANOVENÍ ROZDÍLŮ VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ SLEDOVANÝCH PŘÍSTROJI INBODY 720, TANITA BC 418 MA, BODYSTAT QUADSCAN 4000

**Tabulka 7. Základní statistické charakteristiky zdravotních ukazatelů zjištěných pomocí přístrojů InBody 720 (I), Tanita BC 418 MA (T) a QuadScan 4000 (Q)**

Parametry	n	M	SD
BCMI_I (kg/m <sup>2</sup> )	64	9,15	0,78
BCMI_Q (kg/m <sup>2</sup> )	64	10,34	1,81
BFMI_I (kg/m <sup>2</sup> )	64	7,74	0,81
BFMI_T (kg/m <sup>2</sup> )	64	10,16	3,67
BFMI_Q (kg/m <sup>2</sup> )	64	12,93	4,04
FFMI_I (kg/m <sup>2</sup> )	64	16,93	1,30
FFMI_T (kg/m <sup>2</sup> )	64	17,51	1,51
FFMI_Q (kg/m <sup>2</sup> )	64	14,66	1,39

Vysvětlivky:

BCMI – Body Cell Mass Index (kg/m<sup>2</sup>), BFMI – Body Fat Mass Index (kg/m<sup>2</sup>), FFMI – Fat Free Mass Index (kg/m<sup>2</sup>).

V tabulce 7. jsou znázorněny průměrné hodnoty vybraných zdravotních ukazatelů (BCMI, BFMI a FFMI). Body Cell Mass Index (BCMI) byl zjišťován pomocí přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000. Rozdíly mezi jednotlivými měřeními jsou statisticky významné (Příloha č. 1). Doporučené hodnoty BCMI pro ženy jsou v rozmezí od 6,43 do 10,05 kg/cm<sup>2</sup>. Průměrná hodnota naměřená pomocí InBody je 9,15 kg/cm<sup>2</sup>, což odpovídá doporučení. V případě hodnot naměřených na Bodystatu jsou výsledky vyšší a lehce přesahují hranici zdravotně bezpečného pásma. Průměrná hodnota BCMI měřená Bodystatem je u žen 10,34 kg/cm<sup>2</sup>. Hodnoty BFMI (Body Fat Mass Index) vykazují také rozdíly mezi měřeními na jednotlivých přístrojích. Tyto rozdíly jsou statisticky významné (Příloha č. 2). Nejnížší hodnoty byly naměřeny přístrojem InBody, průměrně 7,74 kg/cm<sup>2</sup>. Tato hodnota splňuje zdravotně bezpečné pásmo, které je pro ženy 3,90 – 8,10 kg/cm<sup>2</sup>. Nejvyšší hodnoty BFMI byly naměřeny na Bodystatu, průměrně 12,90 kg/cm<sup>2</sup>. Průměrná hodnota naměřená Tanitou byla 10,16 kg/cm<sup>2</sup>. Poslední dvě uvedené hodnoty překračují zdravotně bezpečné pásmo, v případě Tanity o 2,06 kg/cm<sup>2</sup>, v případě Bodystatu až o 4,80 kg/cm<sup>2</sup>. Podle Kyle, et al. (2004) jsou hodnoty nad 11,80 kg/cm<sup>2</sup> vysoce rizikové. Posledním zdravotním ukazatelem v tabulce je Fat Free Mass Index (FFMI), který byl měřen stejně jako BFMI na všech třech přístrojích. Rovněž tady se rozdíly mezi jednotlivými měřeními ukázaly

jako statisticky významné (Příloha č. 3). Nejnižší hodnoty FFMI byly naměřeny přístrojem Bodystat, v průměru 14,66 kg/cm<sup>2</sup>. Nejvyšší průměrná hodnota 17,51 kg/cm<sup>2</sup> byla získána přístrojem Tanita. Průměrná hodnota pořízená přístrojem InBody byla 16,93 kg/cm<sup>2</sup>. Doporučené optimální rozmezí FFMI je od 14,60 do 16,70 kg/cm<sup>2</sup>. Z toho vyplývá, že pouze hodnoty získané přístrojem Bodystat odpovídají optimálnímu rozmezí a jsou těsně nad spodní hranicí. Naopak hodnoty naměřené pomocí Inbody a Tanity překračují optimální rozmezí.

**Tabulka 8. Srovnání hodnot tukové frakce (kg) naměřených pomocí InBody 720 (I), Tanita BC 418 MA (T), QuadScan 4000 (Q)**

Parametry	n	M	SD
Tuk_I (kg)	64	26,41	9,61
Tuk_T (kg)	64	25,24	9,09
Tuk_Q (kg)	64	32,12	9,94

Tabulka 8. popisuje rozdíly v zastoupení tukové frakce u jednotlivých měření seniorek. Diference mezi měřeními jsou statisticky významné (Příloha č. 4). Hodnoty naměřené přístroji InBody 720 a Tanita BC 418 MA se výrazně neliší. Vyšší hodnoty byly naměřeny pomocí přístroje Bodystat QuadScan 4000, který vyhodnotil průměrné množství tuku na 45,96 %, což znamená 32,12 kg z celkové tělesné hmotnosti průměrné ženy měřeného souboru. Přístroj Tanita naměřil hodnoty nejnižší, a to o 10,04 % nižší, než jsou hodnoty získané Bodystatem. Množství tělesného tuku naměřeného přístrojem Tanita BC 418 MA je 25,24 kg z celkové hmotnosti těla. Přístroj InBody 720 naměřil hodnotu 26,41 kg z celkové tělesné hmotnosti.

**Tabulka 9. Srovnání hodnot intracelulární vody (I), extracelulární vody (I) a metabolicky aktivních buněk (kg) naměřených pomocí I a Q**

Parametry	n	M	SD
ICW – I (l)	64	19,02	1,97
ICW – Q (l)	64	18,04	3,34
ECW – I (l)	64	11,95	1,30
ECW – Q (l)	64	15,65	2,58
BCM – I (kg)	64	27,25	2,83
BCM – Q (kg)	64	25,78	4,77

Tabulka 9. popisuje rozdíly v naměřených hodnotách intracelulární vody (ICW) pomocí přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000. Hodnoty se od sebe liší o 0,98 l. Vyšší hodnoty udává InBody, průměrně 19,02 l, nižší Bodystat, průměrně 18,04 l. Rozdíl naměřených hodnot je statisticky významný (Příloha č. 5). V tabulce 9 je



také zaznamenán rozdíl při měření extracelulární vody (ECW) přístroji InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000. Bodystat naměřil průměrnou hodnotu 15,65 l, InBody o 3,7 l nižší. Tento rozdíl je statisticky významný (Příloha č. 6). Přístrojem Inbody 720 naměřené hodnoty metabolicky aktivních buněk (BCM) dosahují průměrné hodnoty 27,25 kg. Průměrná hodnota naměřená na přístroji Bodystat QuadScan 4000 je 25,78 kg. V obou případech množství BCM žen překračuje doporučené hodnoty. Rozdíl mezi jednotlivými měřeními nebyl signifikantní (BCM:  $p = 0,49884$ ), jak dokládá Příloha č. 7.

## 4.2 HODNOCENÍ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ U MUŽŮ

**Tabulka 10. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů a indexů studentů U3V**

Parametry	n	M	Me	Min	Max	SD
Věk	14	66,79	67,00	57,00	76,00	6,93
Výška (cm)	14	168,79	168,00	158,00	185,00	7,51
Hmotnost (kg)	14	76,24	77,28	61,42	98,56	10,66
BMR	14	1583,23	1588,16	1366,58	1941,30	157,98
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	14	26,75	25,48	22,65	33,12	3,33
VFA (cm <sup>2</sup> )	14	138,59	144,10	96,33	197,86	27,63
WHR	14	0,98	0,98	0,88	1,10	0,06
AOD	14	0,95	0,96	0,87	1,02	0,04
OD	14	121,60	115,81	102,87	150,47	15,15

Vysvětlivky:

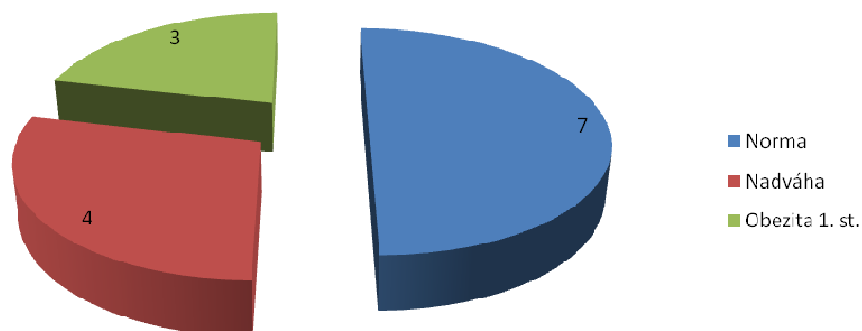
BMR – bazální metabolismus, VFA – plocha viscerálního tuku (cm<sup>2</sup>), AOD – stupeň abdominální obezity, OD – stupeň obezity.

V tabulce 10. nalezneme základní statistické charakteristiky sledovaného souboru studentů Univerzity třetího věku na Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach měřené bioimpedanční metodou. Průměrný věk sledovaných studentů byl 66,79 let. Nejmladší zúčastněný muž měl 57 let, nejstarší 76 let. Tělesná hmotnost mužů se pohybovala od 61,42 kg do 98,56 kg, přičemž průměrná hmotnost měřených mužů byla 76,24 kg. Tělesná výška mužů se pohybovala od 158 cm do 185 cm. Průměrná tělesná výška byla 168,79 cm.

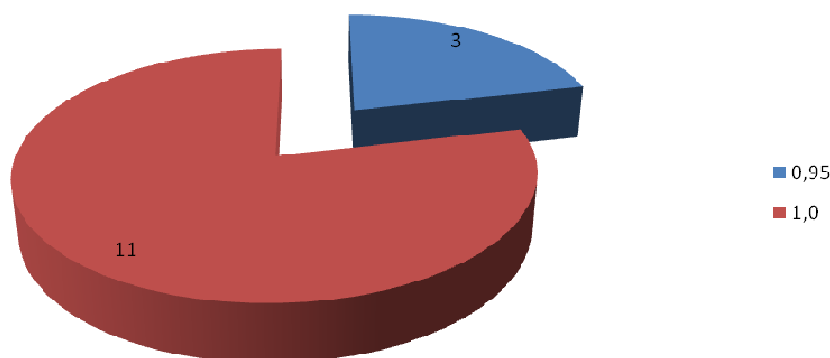
Průměrná hodnota bazálního metabolismu byla 1583,23, nejnižší hodnota dosahovala dokonce hodnoty pouhých 1366,58.

Průměrná hodnota BMI je v měřeném souboru rovna 26,75. Podle klasifikace BMI dle WHO (2004) můžeme toto hodnotit jako obezitu mírného stupně. Sedm mužů souboru (50,00 %) dle hodnoty BMI řadíme do skupiny s normální hmotností, čtyři muže (28,57 %) můžeme zařadit do skupiny trpící nadváhou. Tři muži (21,43 %) trpí obezitou prvního stupně (Graf 3). Maximální zjištěná hodnota BMI je 33,12.

Stupeň abdominální obezity (AOD) u mužů vypočten na základě impedančního indexu softwarem InBody 720 dosahuje mírně nižších hodnot, než jaké jsme získali antropometricky. Průměrná hodnota WHR stanovená antropometricky dosahuje 0,98. AOD dosahuje v průměru hodnoty 0,95. Obě tyto hodnoty zasahují do oblasti středního rizika abdominální obezity. Nejvyšší hodnota AOD je 1,02 a WHR 1,10. Pouze 3 muži měřeného souboru (21,43 %) se dle WHR řadí do normy, zbylých 11 (78,57 %) se nachází v oblasti středního rizika (Graf 4). Množství viscerálního tuku (VFA) je další z parametrů, zjištěných na základě InBody, vypovídajících o obezitě a zdravotních rizicích. Průměrné množství naměřené u mužů je 138,59 cm<sup>2</sup>, což přesahuje doporučené hodnoty. Maximální hodnota dosahovala dokonce 197,86 cm<sup>2</sup>. Obezita se dá dále hodnotit na základě stupně obezity (OD), který je vyjádřen podílem aktuální tělesné hmotnosti vzhledem k hmotnosti ideální. Jako ideální hodnota se uvádí rozmezí 90 % - 110 %. Nadváha je klasifikována v rozmezí 110 % - 120 % a obezita nad 120 %. Na základě tohoto hodnocení byli muži měřeného souboru klasifikováni jako obézní. Nejvyšší hodnota OD je 150,47.



**Graf 3. Frekvenční zastoupení sledovaných mužů v kategoriích BMI**



**Graf 4. Frekvenční zastoupení sledovaných mužů v kategoriích WHR**

#### 4.2.1 ANALÝZA VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ SLEDOVANÝCH PŘÍSTROJEM INBODY 720

**Tabulka 11. Základní statistické charakteristiky somatických parametrů (InBody 720)**

Parametry	N	M	Me	Min	Max	SD
TBWM (l)	14	41,35	41,55	33,80	53,50	5,40
Intra WM (l)	14	25,41	25,65	20,80	33,10	3,34
Extra WM (l)	14	15,94	15,95	13,00	20,40	2,07
Protein M (kg)	14	10,97	11,10	9,00	14,30	1,43
Mineral M (kg)	14	3,84	3,78	3,17	4,87	0,48
SLM (kg)	14	53,00	53,35	43,30	68,70	6,93
FFM (kg)	14	56,16	56,40	46,10	72,70	7,32
BFM (kg)	14	20,06	19,70	10,00	38,40	8,01
PBF (%)	14	25,84	27,09	14,32	38,92	7,79
SMM (kg)	14	31,13	31,46	25,07	41,22	4,37
ECM (kg)	14	19,78	19,77	16,37	25,23	2,53
ECM/BCM	14	0,54	0,54	0,52	0,56	0,01
Edema 1	14	0,34	0,34	0,33	0,35	0,00
Edema 2	14	0,39	0,39	0,38	0,39	0,00
Fitness Score	14	72,71	74,00	57,00	89,00	8,70

Vysvětlivky:

TBWM – celková tělesná voda (l), Intra WM – intracelulární voda (l), Extra WM – extracelulární voda (l), Protein M – proteinová hmota (kg), Mineral M – minerály (kg), SLM – kostní hmota (kg), FFM – tukuprostá hmota (kg), BFM – tuková frakce (kg), PBF – tuková frakce v procentech (%), SMM – kosterní svalovina (kg), ECM – extracelulární hmota (kg), BCM – buněčná hmota (kg).

V tabulce 11. nalezneme parametry získané prostřednictvím InBody 720. Zastoupení celkové tělesné vody u měřených mužů je 41,35 l. Tento objem představuje 54,24 % z celkové tělesné hmotnosti. Doporučený podíl intracelulárních

a extracelulárních tekutin je 2:1. Podíl extracelulárních tekutin je 15,94 l, tedy 20,91 %, intracelulárních tekutin pouze 25,41 l, což představuje 33,33 % z celkového množství.

Průměrná hodnota tukuprosté hmoty je 56,16 kg, což činí 73,67 % z celkové hmotnosti těla. Skeletal Muscle Mass neboli kosterní svalovina byla v průměru zastoupena 31,13 kg. U Skeletal Lean Mass byla průměrná hodnota 53,00 kg. Průměrná hodnota proteinů je 14,39 %, minerálů 5,02 % z celkové tělesné hmotnosti. Obě hodnoty, jak proteinů, tak minerálních látek jsou v porovnání s doporučenými hodnotami podprůměrné. Doporučená hodnota proteinů pro muže je 16,5 % a minerálů 5,8 %.

Průměrné zastoupení tukové frakce u mužů je 25,84 %, což překračuje doporučené hodnoty. Maximální hodnoty dosahují 38,92 %.

Množství extracelulární hmoty (ECM) získané z rozdílu BCM a FFM bylo u mužů naměřeno v průměru 19,78. Průměrný stav nutrice měřených mužů, vycházejícího z poměru mezi ECM a BCM, se jeví jako podprůměrný. Průměrná hodnota indexu Edema 1 je nižší než doporučení, naopak průměrná hodnota indexu Edema 2 je vyšší. Tato vyšší hodnota je dispozičním médiem pro tvorbu otoků.

Na základě analýzy složení těla na přístroji InBody bylo vyhodnoceno tzv. Fitness Score (stav tělesné kondice), jehož optimální rozmezí se pohybuje mezi 70 – 90 jednotkami. Maximální naměřená hodnota je 89, dosahuje horní hranice rozmezí. Průměrná hodnota je lehce nad spodní hranicí. Nejnižší hodnota Fitness Score u mužů je 57.

## 4.2.2 ANALÝZA VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ SLEDOVANÝCH PŘÍSTROJEM TANITA BC 418 MA

**Tabulka 12. Základní statistické charakteristiky somatických parametrů (Tanita BC 418 MA)**

Parametry	N	M	Me	Min	Max	SD
Fat (%)	14	23,12	24,60	12,70	33,40	5,67
Fat (kg)	14	18,04	18,45	7,80	33,00	6,38
FFM (kg)	14	58,43	59,15	47,60	70,10	6,16
TBW (l)	14	42,76	43,30	34,80	51,30	4,50

Vysvětlivky:

FFM – tukuprostá hmota (kg, %), TBW – celková tělesná voda (l, %)

V tabulce 12. nalezneme vybrané parametry získané prostřednictvím Tanita BC 418 MA. Průměrné množství tuku u měřených mužů bylo 18,04 kg, což odpovídá 23,12 % hmotnosti muže vážícího 76,24 kg. Maximální naměřená hodnota byla rovna 33,40 %, minimální 12,70 % celkové tělesné hmotnosti. Maximální naměřená hodnota ukazuje na vysoké zastoupení tukové frakce. Naopak minimální zjištěná hodnota se pohybuje těsně pod spodní hranicí rozmezí doporučovaného přístrojem Tanita. Podle tohoto doporučení je vhodné procentuální zastoupení tukové frakce od 13 % do 25 %. Průměrná hodnota tukuprosté hmoty byla 58,43 kg, to představuje 76,64 % celkové tělesné hmotnosti. Průměrné množství celkové tělesné vody u měřených mužů seniorů bylo 42,76 l, tedy 56,09 % celkové hmotnosti těla.

### 4.2.3 ANALÝZA VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ SLEDOVANÝCH PŘÍSTROJEM BODYSTAT QUADSCAN 4000

**Tabulka 13. Základní statistické charakteristiky somatických parametrů (Bodystat QuadScan 4000)**

Parametry	n	M	Me	Min	Max	SD
Fat (%)	14	32,23	33,15	16,70	43,10	7,30
Fat (kg)	14	25,00	24,10	8,70	42,50	8,48
ATH (%)	14	67,77	66,85	56,90	83,30	7,30
ATH (kg)	14	50,71	50,80	41,50	63,10	5,46
ICW (%)	14	32,44	33,60	8,90	41,20	7,25
ICW (l)	14	24,24	25,40	7,30	30,80	5,70
ECW (%)	14	26,47	25,30	22,00	45,60	5,86
ECW (l)	14	19,95	18,60	15,20	37,40	5,33
CTV (%)	14	60,07	59,50	52,20	71,70	5,13
CTV (l)	14	45,03	45,10	37,30	53,70	4,62
Nutrice	14	0,45	0,42	0,40	0,84	0,11
BCM (kg)	14	34,63	36,30	10,40	44,00	8,15
Suchá hmotnost	14	5,68	5,50	3,50	9,40	1,48

Vysvětlivky:

ATH – aktivní tělesná hmotnost (kg, %), ICW – intracelulární voda (l, %), ECW – extracelulární voda (l, %), CTV – celková tělesná voda (l, %), BCM – buněčná hmota (kg)

V tabulce 13. nalezneme parametry získané prostřednictvím Bodystatu. Průměrné množství tuku vyšlo při měření Bodystatem 32,22 %, u muže vážícího 76,24 kg, představuje tato hodnota 25 kg z celkové hmotnosti těla. Průměrná hodnota aktivní tělesné hmoty byla stanovena na 50,71 kg, tedy 67,78 % z celkové tělesné hmotnosti. Celková tělesná voda u seniorů dosahuje průměrné hodnoty 45,03 l, což činí 60,07 % z celkové hmotnosti těla. Podíl intracelulárních tekutin je 32,44 %, extracelulárních tekutin 26,47 %. Nutriční index vyjadřující poměr ECW a TBW byl 0,45. Hodnota BCM informuje o aerobní kapacitě organismu, tedy o zdatnosti jedince. Průměrné množství metabolicky aktivních buněk (BCM) překračuje doporučené hodnoty (25,76 – 32,84), u našeho souboru dosahuje hodnoty 34,63 kg.

#### 4.2.4 ANALÝZA A STANOVENÍ ROZDÍLŮ VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ SLEDOVANÝCH PŘÍSTROJI INBODY 720, TANITA BC 418 MA, BODYSTAT QUADSCAN 4000

**Tabulka 14. Základní statistické charakteristiky zdravotních ukazatelů**

Parametry	n	M	SD
BCMI_I (kg/m <sup>2</sup> )	14	10,87	0,87
BCMI_Q (kg/m <sup>2</sup> )	14	12,14	2,69
BFMI_I (kg/m <sup>2</sup> )	14	8,84	0,70
BFMI_T (kg/m <sup>2</sup> )	14	6,35	2,27
BFMI_Q (kg/m <sup>2</sup> )	14	8,79	2,98
FFMI_I (kg/m <sup>2</sup> )	14	19,63	1,25
FFMI_T (kg/m <sup>2</sup> )	14	20,49	1,41
FFMI_Q (kg/m <sup>2</sup> )	14	17,78	1,26

Vysvětlivky:

BCMI – Body Cell Mass Index (kg/m<sup>2</sup>), BFMI – Body Fat Mass Index (kg/m<sup>2</sup>), FFMI – Fat Free Mass Index (kg/m<sup>2</sup>)

V tabulce 14. jsou zaznamenány průměrné hodnoty vybraných zdravotních ukazatelů (BCMI, BFMI a FFMI). BCMI byl měřen pouze přístroji InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000, BFMI a FFMI byly měřeny i na přístroji Tanita BC 418 MA. Doporučené hodnoty Body Cell Mass Indexu pro muže se pohybují od 8,43 do 12,79 kg/m<sup>2</sup>. Průměrná hodnota naměřená pomocí InBody je 10,87 kg/m<sup>2</sup>, což odpovídá doporučeným hodnotám. V případě hodnot naměřených přístrojem Bodystat jsou výsledky vyšší, a to 12,14 kg/m<sup>2</sup>, ale rovněž odpovídají doporučenému rozmezí. Rozdíly v měřeních mezi jednotlivými přístroji nejsou signifikantní (Příloha č. 8). Hodnoty Body Fat Mass Indexu vykazují také rozdíly mezi měřeními na jednotlivých přístrojích. Hodnoty Tanity se signifikantně odlišovaly od výsledků získaných QuadScanem a InBody. Naopak hodnoty QuadScanu a InBody byly podobné, rozdíl mezi nimi nebyl signifikantní. (Příloha č. 9). Nejnižší hodnota byla zjištěna přístrojem Tanita, a to 6,35 kg/m<sup>2</sup>, nejvyšší přístrojem InBody, činí 8,84 kg/m<sup>2</sup>. Bodystatem byla získána průměrná hodnota BFMI 8,79 kg/m<sup>2</sup>. Ani jedna z uvedených hodnot nespadá do zdravotně bezpečného pásma, které je pro muže vymezeno od 1,8 po 5,1 kg/m<sup>2</sup>. Nejvyšší hodnota přesahuje toto doporučení o 3,74 kg/m<sup>2</sup>. Posledním zdravotním ukazatelem zaznamenaným v tabulce je Fat Free Mass Index. Rozdíly mezi měřeními se i v tomto případě vyhodnotily jako statisticky významné (Příloha č. 10). Doporučené optimální rozmezí pro FFMI je 14,6 – 16,7 kg/m<sup>2</sup>. Ani jedna z naměřených hodnot toto

rozmezí nesplňuje. Nejnižší hodnota, získaná pomocí Bodystatu, překračuje horní hranici o 1,08 kg/m<sup>2</sup>. Hodnota je rovna 17,78 kg/m<sup>2</sup>. Nejvyšší hodnota 20,49 kg/m<sup>2</sup>, získaná Tanitou, překračuje horní hranici doporučení dokonce o 3,79 kg/m<sup>2</sup>. Přístroj InBody naměřil průměrnou hodnotu FFMI 19,63 kg/m<sup>2</sup>.

**Tabulka 15. Srovnání hodnot tukové frakce (kg) naměřených pomocí InBody 720, Tanita BC 418 MA, QuadScan 4000**

Parametry	n	M	SD
Tuk_I (kg)	14	20,06	8,01
Tuk_T (kg)	14	18,04	6,38
Tuk_Q (kg)	14	25,00	8,48

Tabulka 15. popisuje rozdíly v zastoupení tukové frakce snatovené na základě jednotlivých přístrojů. Diference mezi měřeními jsou signifikantní (Příloha č. 11). Hodnoty naměřené pomocí přístroje Tanita BC 418 MA jsou nejnižší, naopak hodnoty naměřené pomocí přístroje Bodystat QuadScan 4000 jsou nejvyšší. Hodnoty se od sebe liší o 9,13 %. Množství tělesného tuku naměřeného přístrojem Tanita BC 418 MA je v průměru 18,04 kg, tedy 23,66 % z celkové hmotnosti těla. Přístroj Bodystat QuadScan 4000 naměřil v průměru hodnotu 25 kg, tedy 32,79 %. Hodnoty naměřené přístrojem InBody 720 se více přibližují hodnotám naměřených Tanitou BC 418 MA a jsou v průměru 20,06 kg, což činí 26,31 % z celkové tělesné hmotnosti.

**Tabulka 16. Srovnání hodnot intracelulární vody (l), extracelulární vody (l) a metabolicky aktivních buněk (kg) naměřených pomocí I a Q**

Parametry	n	M	SD
ICW – I (l)	14	25,41	3,34
ICW – Q (l)	14	24,24	5,70
ECW – I (l)	14	15,94	2,07
ECW – Q (l)	14	19,95	5,33
BCM – I (kg)	14	36,38	4,80
BCM – Q (kg)	14	34,63	8,15

Tabulka 16. popisuje rozdíly v naměřených hodnotách intracelulární vody pomocí přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000. Naměřené hodnoty se od sebe příliš neliší. Vyšší hodnota ICW byla zjištěna přístrojem InBody, a to 25,41 litrů. Bodystat naměřil průměrnou hodnotu 24,24 litrů. Rozdíly mezi hodnotami se nejeví jako signifikantní (Příloha č. 12). Hodnoty extracelulární vody zaznamenané v tabulce 18 se od sebe liší o 4,01 litrů, tento rozdíl se jeví jako statisticky nevýznamný (Příloha č. 13). Vyšší průměrná hodnota ECW byla zaznamenána Bodystatem, konkrétně 19,95 litrů.



Průměrná hodnota na InBody je 15,94 litrů. Rozdíl mezi měřením Body Cell Mass pomocí přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000 nebyl statisticky významný (BCM:  $p = 0,39540$ , Příloha č. 14). Průměrná hodnota BCM naměřená přístrojem InBody 720 je 36,38 kg, Bodystatem pak 34,63 kg. Naměřené množství BCM v obou případech překračuje doporučené hodnoty.

## 5 DISKUZE

Odhad tělesného složení je dnes velmi aktuální problematikou. Má široké interdisciplinární uplatnění. Změny podílu jednotlivých tělesných frakcí je důležité sledovat v různých fázích ontogeneze. My jsme se v této diplomové práci zaměřili na seniorskou populaci.

Hlavním cílem diplomové práce bylo analyzovat a porovnat výsledky tělesného složení na základě bioelektrické impedance prostřednictvím přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA, Bodystat QuadScan 4000 u seniorské populace Univerzity třetího věku na Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach. Jedním z dílčích cílů bylo zhodnocení rozdílů vybraných somatických parametrů s referenčními hodnotami. Při hodnocení indexů rizikovosti se nejprve zaměříme na hodnoty získané u žen. Body Cell Mass Index byl měřen přístroji InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000. V případě InBody odpovídá získaná průměrná hodnota 9,15 kg/cm<sup>2</sup> doporučení, které je pro ženy v rozmezí od 6,43 do 10,05 kg/cm<sup>2</sup>. V případě měření přístrojem Bodystat výsledek 10,34 kg/cm<sup>2</sup> lehce překračuje horní hranici zdravotně bezpečného pásma.

Body Fat Mass Index byl kromě zmíněných dvou přístrojů měřen také pomocí Tanity BC 418 MA. Rovněž zde splňuje doporučené rozmezí 3,9 – 8,1 kg/cm<sup>2</sup> pouze hodnota naměřená přístrojem InBody, konkrétně 7,74 kg/cm<sup>2</sup>. Výsledky zjištěné Tanitou překračují horní hranici o 2,06 kg/cm<sup>2</sup>, Bodystatem dokonce o 4,80 kg/cm<sup>2</sup>.

Jinak je tomu u Fat Free Mass Indexu. Hodnoty naměřené InBody (16,93 kg/cm<sup>2</sup>) i Tanitou (17,51 kg/cm<sup>2</sup>) překračují doporučené pásmo 14,60 – 16,70 kg/cm<sup>2</sup>. Pouze Bodystatem získaný průměrný údaj (14,66 kg/cm<sup>2</sup>) je těsně nad spodní hranicí a odpovídá doporučení.

U mužů byly jedinými hodnotami odpovídajícími doporučovanému rozmezí výsledky Body Cell Mass Indexu naměřené pomocí přístrojů InBody a Bodystat. Zdravotně bezpečné pásmo Body Fat Mass Indexu pro muže (1,8 – 5,1 kg/cm<sup>2</sup>) nesplňovala ani jedna hodnota získaná všemi uvedenými přístroji. Nejvíce se horní hranici rozmezí přibližoval výsledek Tanity (6,35 kg/cm<sup>2</sup>). Hodnoty naměřené Bodystatem (8,79 kg/cm<sup>2</sup>) a InBody (8,84 kg/cm<sup>2</sup>) byly vyšší.

Posledním měřeným zdravotním ukazatelem byl Fat Free Mass Index. Optimálnímu rozmezí (14,6 – 16,7 kg/cm<sup>2</sup>) také neodpovídala žádná z naměřených hodnot. Všechny hodnoty překračují horní mez. Optimálnímu rozmezí se nejvíce přibližuje výsledek Bodystatu (17,78 kg/cm<sup>2</sup>). InBody naměřil průměrnou hodnotu 19,63 kg/cm<sup>2</sup>, hodnota získaná Tanitou (20,49 kg/cm<sup>2</sup>) se od doporučení vzdaluje nejvíce.

Dalšími významnými relativními riziky poškození zdraví jsou hodnoty parametrů obezity. Jedním z dílčích cílů byla determinace somatických znaků indikujících riziko obezity (Body Mass Index, Visceral Fat Area, Waist Hip Ratio, Abdominal Obesity Degree, Obesity Degree, Body Fat Mass).

Průměrná hodnota Body Mass Indexu u žen i mužů dosahuje obezity mírného stupně. V současné době je index tělesné hmotnosti (BMI) pro klasifikaci tělesné hmotnosti a stanovení velikosti relativního rizika poškození zdraví nejvyužívanější. Podle Kalvacha, et al. (2004) a Kyle, et al. (2004) je posuzování zdravotního stavu seniorů podle hodnoty BMI neadekvátní. Množství viscerálního tuku je se zdravotními riziky spojeno podstatně více než množství tuku podkožního. Proto se hodnocení tělesného tuku z hlediska jeho rozložení jeví jako efektivní prostředek pro posouzení relativního rizika poškození zdraví (Seidell a Bouchard, 2007). Množství viscerálního tuku (VFA) také přesahuje doporučené hodnoty jak u žen, tak u mužů. Větší množství viscerálního tuku vymezuje abdominální obezitu, která je spojena s výskytem kardiovaskulárních onemocnění a změnou lipidového spektra. Jak uvádí Přidalová, Sofková, Dostálová a Gába (2011), většina lidí netuší, že tyto biochemické změny mohou abdominální obezitu doprovázet. Střední riziko VFA je stanoveno mezi 100 – 150 cm<sup>2</sup>, vysoké riziko nad 150 cm<sup>2</sup>. Průměrné hodnoty mužů i žen zasahují do oblasti středního rizika. Dalším parametrem je hodnota WHR a AOD. WHR je stanoven antropometricky, AOD je vypočten na základě impedančního indexu softwarem InBody 720. Obě tyto hodnoty zasahují u žen do oblasti vysokého rizika abdominální obezity, přičemž hodnoty AOD (0,99) jsou vyšší než hodnoty WHR (0,91). Se shodnými výsledky se setkáváme ve studii Přidalové, Sofkové, Dostálové a Gáby (2011), kdy byly měřeny obézní ženy ve věku 40-60 let. Hodnoty AOD byly rovněž vyšší než hodnoty získané antropometricky. I když se poměr obvodu pasu k bokům považuje za efektivní

ukazatel distribuce tělesného tuku, je z důvodu možných nepřesností, vyplývajících ze samotného postupu při získávání obvodových hodnot, obtížné získat přesnou hodnotu.

U mužů jsou naopak výsledky WHR (0,98) vyšší než výsledky AOD (0,95). Obě tyto hodnoty zasahují do oblasti středního rizika abdominální obezity.

Podle vyhodnocení stupně obezity můžeme muže i ženy souboru označit jako obézní. Z pohledu zastoupení tukové frakce jsou podle Andersena (2003) za obézní považováni muži s množstvím tuku větším než 20 %, u žen je to nad 30 % tuku. Procentuální zastoupení tukové frakce přesahovaly u žen hranici 30 % všechny naměřené hodnoty, ať už na InBody, Tanitě nebo Bodystatu, kde hodnota dosahovala až 45,96 %. U mužů tomu bylo obdobně. Všechny získané výsledky překračují hranici obezity, přičemž nejvyšších hodnot bylo naměřeno přístrojem InBody (36,45 %). Celkové množství tělesného tuku, především pak jeho rozložení úzce souvisí s vzestupem rizika komorbidit (Hlúbik, P., 2002).

S rostoucím věkem obecně dochází k přibývání a změnám distribuce tělesného tuku, k úbytku svalové a kostní hmoty. U žen jsou navíc tyto změny často spojovány s menopauzou, kdy dochází ke snížení sekrece pohlavních hormonů. Naše výsledky týkající se redistribuce tukové složky po období klimakteria se shodují s řadou studií (Toth, et al., 2000; Poehlman, 2002; Okura, et al., 2003).

Dílním cílem bylo i zhodnocení zastoupení jednotlivých tělesných frakcí dle různých přístrojů BIA u seniorek a seniorů. Vybranými parametry byly tuková frakce (BFM), intracelulární voda (ICW), extracelulární voda (ECW), buněčná hmota (BCM), Body Cell Mass Index (BCMI), Body Fat Mass Index (BFMI) a Fat Free Mass Index (FFMI).

Naměřené hodnoty tukové frakce se od sebe při měření žen statisticky významně lišily. Největší rozdíl byl mezi Tanitou (25,24 kg) a QuadScanem (32,12 kg). V práci Marečkové (2010), která také sledovala tělesné složení seniorů, se objevují výsledky opačné. Hodnoty naměřené přístrojem Tanita BC 418 MA jsou zde vyšší než hodnoty získané přístrojem Bodystat QuadScan 4000. V našem souboru měřených žen byl nejmenší rozdíl ve výsledcích mezi InBody (26,41 kg) a Tanitou (25,24 kg), i přesto však byl signifikantní. U mužů byl nejmenší rozdíl v zastoupení tukové složky také mezi měřeními InBody (20,06 kg) a Tanitou (18,04 kg). Tento rozdíl se však jako statisticky významný nejevil. Hodnoty InBody a Tanity se od Bodystatu lišily

signifikantně. Stejně jako u žen, byl i u mužů největší rozdíl mezi hodnotami přístrojů Bodystat a Tanita.

Signifikantní rozdíly v naměřených hodnotách intracelulární vody byly jen u žen. Vyšších hodnot dosáhl přístroj InBody. U mužů nebyl rozdíl ve výsledcích Bodystatu a InBody statisticky významný, lehce vyšších hodnot dosáhl i tady přístroj InBody.

U hodnot extracelulární vody tomu bylo obdobně. Signifikantní byl rozdíl mezi měřeními u žen, statisticky nevýznamný u mužů. Vyšších hodnot u mužů i žen dosahoval naopak Bodystat. Buněčná hmota byla stejně jako ICW a ECW měřena pouze přístroji InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000. U seniorek i seniorů vyhodnotil vyšší obsah buněčné hmoty přístroj InBody. U žen byl rozdíl vyhodnocen jako statisticky významný, u mužů rozdíl v měření statisticky významný nebyl. Poslední parametr, který nelze měřit na Tanitě, je Body Cell Mass Index. Vyšších výsledků dosahoval u obou souborů Bodystat. U žen byl rozdíl opět signifikantní, u mužů se projevil jako statisticky nevýznamný.

Body Fat Mass Index byl vyhodnocen i Tanitou BC 418 MA. U mužů se hodnoty Tanity signifikantně odlišovaly od výsledků získaných QuadScanem a InBody. Naopak hodnoty QuadScanu a InBody byly podobné, rozdíl mezi nimi nebyl signifikantní. U seniorek byly rozdíly mezi všemi třemi hodnotami vyhodnoceny jako statisticky významné. Největší rozdíl mezi měřeními byl u QuadScanu (12,93 kg/cm<sup>2</sup>) a InBody (7,74 kg/cm<sup>2</sup>).

Poslední srovnání bylo u Fat Free Mass Indexu. U mužů byly statisticky významné rozdíly zjištěny v naměřených hodnotách InBody, Tanity i QuadScanu. U žen byly zjištěny signifikantní rozdíly rovněž mezi měřeními všech tří přístrojů, přičemž největší rozdíl byl mezi Tanitou a Bodystatem.

Na závěr byly provedeny korelace výsledků mužů i žen, vyplynulo z nich následující. Rozdíly ve všech vybraných naměřených somatických parametrech měřených bioelektrickou impedancí pomocí přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000 jsou statisticky významné (Příloha č. 15). Výše závislosti mezi zdravotními ukazateli jsou uvedeny na základě Pearsonova korelačního koeficientu. Týká se to těchto parametrů: Body Fat Mass, Body Cell Mass Index, Body

Fat Mass Index, Fat Free Mass Index, Extracellular Water, Intracellular Water, Body Cell Mass.

Musíme podotknout, že svou roli, co se týče statistické významnosti, hraje velikost sledovaného souboru. Náš soubor žen byl početnější, tím pádem i jeho variabilita byla větší. Sledovaných mužů bylo pouze čtrnáct a je známo, že čím je soubor kompatibilnější, tím je i jeho stabilita větší. Rozdílné hodnoty jednotlivých přístrojů pramení z používání různých regresních rovnic a odlišných referenčních hodnot, které jsou získány na úrovni různých populačních skupin a nejsou vždy dostupné. Pouze Bodystat vyvíjí metodologii přes 30 let. Ostatní společnosti pravděpodobně nemají dostatečně propracovanou databázi, protože jsou poměrně nové.

## ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo pomocí bioelektrické impedanční metody analyzovat a srovnat výsledky tělesného složení vybrané skupiny seniorů a senierek Univerzity třetího věku na Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach, a to prostřednictvím přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000.

Pro stanovení relativního rizika poškození zdraví byly využity hodnoty vybraných zdravotních ukazatelů (BCMI, BFMI a FFMI). BFMI a FFMI byly měřeny všemi třemi přístroji. BCMI byl měřen pouze přístroji InBody a Bodystat, Tanita není díky monofrekvenční technologii schopna separovat jednotlivé složky tělesné vody. Získané hodnoty u souboru mužů i žen překračovaly zdravotně bezpečné pásmo. Rozdíly mezi jednotlivými měřeními se ukázaly jako statisticky významné, a to jak u žen, tak u mužů. Z tohoto důvodu můžeme zamítnout hypotézy  $H_01$  a  $H_02$ .

Výskyt nadváhy a obezity byl u měřeného souboru žen vysoký. Podle průměrných hodnot BMI můžeme konstatovat, že podíl žen s nadváhou byl v zastoupení 42,19 %. Obezita byla vysledována u 21,88 % žen. Antropometricky získané hodnoty (WHR) společně s hodnotami získanými na přístroji InBody (AOD) zasahují do oblasti vysokého rizika abdominální obezity. S tímto se shodují i výsledky v množství viscerálního tuku, ty rovněž překračovaly doporučené hodnoty. Na základě hodnocení stupně obezity byl měřený soubor žen opět klasifikován jako obézní. Měření tukové frakce pomocí všech tří přístrojů ukázaly hodnoty, které výrazně překračují doporučené rozmezí. Jednotlivé hodnoty se od sebe statisticky významně lišily, proto zamítáme hypotézu  $H_03$ . Výskyt nadváhy a obezity nebyl u měřeného souboru mužů tak vysoký jako u žen. Na rozdíl od žen se zde nevyskytovala obezita druhého a třetího stupně.

Z průměrných hodnot BMI vyplývá, že nadváhou trpělo 28,57 % seniorů, obezita byla zjištěna u 21,43 % probandu. Hodnoty WHR a AOD zasahují do oblasti středního rizika abdominální obezity. Množství viscerálního tuku překračuje u měřených seniorů doporučené hodnoty. Podle stupně obezity jsou muži rovněž klasifikováni jako obézní. Průměrné zastoupení tukové frakce naměřené pomocí všech tří přístrojů překračovalo doporučené hodnoty. Získané hodnoty se od sebe statisticky významně lišily, proto i v tomto případě zamítáme hypotézu  $H_04$ .

Hodnoty parametrů obezity ukazují na skutečnost, že senioři a seniorky sledovaných souborů jsou obézní, vysoko nad hranicemi rizikosti, ačkoliv mají vyšší adhezenci k pohybové aktivitě.

Tělesná voda je nejvýznamnější a nejvíce zastoupenou složkou celkové tělesné hmotnosti. Míra hydratace se s věkem snižuje. Tomuto tvrzení odpovídají výsledné hodnoty InBody, a to jak u mužů, tak u žen. Hodnoty Bodystatu ukazují také na nižší míru hydratace u mužů, avšak u žen je zastoupení tělesné vody nadprůměrné. Oba přístroje umožňují odhadnout intracelulární a extracelulární vodu, jejichž poměr se během života mění. Ze získaných hodnot vyplynulo, že množství ICW se snižuje, zatímco množství ECW stoupá. Získaná data jsme mezi sebou porovnali a ukázalo se, že rozdíly mezi měřeními ICW na jednotlivých přístrojích u žen byly statisticky významné. Stejně tak tomu bylo u hodnot ECW, kdy se rozdíly v měřeních u žen vyhodnotily jako signifikantní. Tímto můžeme zamítnout hypotézu H<sub>05</sub> a H<sub>07</sub>. U mužů se rozdíly v získaných datech jako statisticky významné neprokázaly, a to jak v případě ICW, tak i ECW. Z těchto důvodů nemůžeme zamítnout hypotézy H<sub>06</sub> a H<sub>08</sub>.

Pomocí multifrekvenční bioelektrické impedanční analýze jsme zjistili i hodnoty Body Cell Mass vypovídající o aerobní kapacitě organismu. U mužů i žen zjištěné hodnoty překračují doporučené hodnoty. Rozdíly v průměrných hodnotách BCM se v případě mužů i žen ukazují jako statisticky nevýznamné. Hypotézy H<sub>09</sub> ani H<sub>010</sub> tedy nemůžeme zamítnout.

Abychom mezi sebou mohli porovnat všechny výsledné hodnoty přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000, vybrali jsme několik somatických parametrů a následně je změřili pomocí výše zmíněných přístrojů. Byly provedeny korelace výsledných hodnot mužů i žen dohromady. Diference mezi měřeními na jednotlivých přístrojích se ukázaly jako statisticky významné.



# REFERENČNÍ SEZNAM

## Monografické publikace, akademické práce a články v seriálových publikacích:

1. ANDERSEN, R. E. *Obesity: Etiology, Assessment, Treatment and Prevention*. 1st ed. Champaign: Human Kinetics, 2003. 312 p. ISBN 0-7360-0328-2.
2. BARBOSA-SILVA, M. C. G., et al. Can bioelectrical impedance analysis identify malnutrition in preoperative nutrition assessment? *Nutrition*. 2003, vol. 19, no. 5, p. 422-426.
3. BEDOGNI, G., et al. Accuracy of an eight-point tactile-electrode impedance method in the assessment of total body water. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2002, vol. 56, no. 11, p. 1143-1148.
4. BUNC, V., et al. Body composition determination by whole body bioimpedance measurement in women seniors. *Acta Universitatis Carolinae Kinanthropologica*. 2000, vol. 36, no. 1, p. 5-21.
5. BUNC, V.; ŠTILEC, M. Possibilities of body composition and aerobic fitness influence by walking in senior women. In EISFELD, K., et al. *Gesund und bewegt ins Alter*. Butzbach-Griedel: Afra Verlag, 2003. s. 193-200. ISBN 3-932-07964-7.
6. BUNC, V.; ŠTILEC, M. Tělesné složení jako indikátor aktivního životního stylu seniorek. *Česká Kinatropologie*. 2007, č. 3, s. 17-23.
7. CLARKOVÁ, N. *Sportovní výživa: pro pěknou postavu, dobrou kondici, výkonnostní trénink*. 1. vyd. Praha: Grada, 2000. 266 s. ISBN 80-247-9047-5.
8. DALEY, M. J.; SPINKS, W. L. Exercise, Mobility and Aging. *Sports Med*. 2000, vol. 29, no. 1, p. 1-12. Dostupné z:  
<<http://www.sahha.gov.mt/showdoc.aspx?id=195&filesource=4&file=exercise,%20mobility%20and%20aging.pdf>>.
9. DEURENBERG, P. Limitations of the bioelectrical impedance method for the assessment of body fat in severe obesity. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1996, vol. 64, no. 3, p. 449S-452S. Dostupné z:  
<<http://www.ajcn.org/content/64/3/449S.full.pdf>>.
10. GÁBA, A., et al. The evaluation of body composition in relation to physical activity in 56-73 y. old women: A Pilot study. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica*. 2009, vol. 39, no. 3, p. 21-30. ISSN 1212-1185.

11. HAINER, V. *Obezita: minimum pro praxi*. 1. vyd. Praha: Triton, 2001. 118 s. ISBN 80-7254-168-4.
12. HAINER, V., et al. *Tajemství ideální váhy: dieta, pohyb, životní styl*. 1. vyd. Praha: Grada, 1996. 225 s. ISBN 80-7169-128-3.
13. HEYMSFIELD, S. B., et al. *Human body composition*. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics, 2005. 536 p. ISBN 0-7360-4655-0.
14. HLÚBIK, P. Obezita - nemoc, rizikový faktor. *Interní medicína pro praxi*. 2002, č. 8, s. 396-398.
15. KALVACH, Z. et al. *Geriatric a gerontologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2004. 861 s. ISBN 80-247-0548-6.
16. KARASIK, D., et al. Disentangling the Genetic Determinants of Human Aging: Biological Age as an Alternative to the Use of Survival Measures. *The Journals of gerontology*. 2005, vol. 60, no. 5, p. 574-587.
17. KYLE, U. G., et al. Aging, physical activity and height-normalized body composition parameters. *Clinical Nutrition*. 2004, vol. 23, no. 1, p. 79-88.
18. KYLE, U. G., et al. Bioelectrical impedance analysis – part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*. 2004a, vol. 23, no. 5, p. 1226-1243. Dostupné z: <[http://www.ake-nutrition.at/uploads/media/bia1\\_Kyle\\_et\\_al.pdf](http://www.ake-nutrition.at/uploads/media/bia1_Kyle_et_al.pdf)>.
19. KYLE, U. G., et al. Bioelectrical impedance analysis – part II: utilization in clinical practice. *Clinical Nutrition*. 2004b, vol. 23, no. 6, p. 1430-1453. Dostupné z: <<http://www.seen.es/pdf/nutricion/BIA2.pdf>>.
20. MALAVOLTI, M. Cross-calibration of eight-polar bioelectrical impedance analysis versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of total and appendicular body composition in healthy subjects aged 21-82 years. *Annals of Human Biology*. 2003, vol. 30, no. 4, p. 380-391.
21. MALINA, R. M. *Exercise as an influence upon growth*. Review and critique of current concepts. *Clin. Pediatr.*, 1969, vol. 7 (2), 91–105.
22. MAREČKOVÁ, A. *Stanovení tělesného složení na základě metody bioelektrické impedance u seniorské populace*. Olomouc, 2010. 90 s. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury. Dostupné z: <<http://theses.cz/id/zxftp3/>>.

23. MATIEGKA, J. *The testing of physical efficiency*. In *Obezita v dětství a dospívání: Terapie a prevence*. Pařízková, J.; Lisá, L.; et al. 1. vyd. Praha: Galén, 2007. In *Hlavní morfologické charakteristiky prosté obezity*, s. 67-85. ISBN 978-80-7262-466-9.
24. MURRAY, C. J.; LOPEZ, A. D. *The global burden of disease*. Geneva: World Health Organization, Harvard School of Public Health, World Bank, 1996.
25. NEČAS, E., et al. *Obecná patologická fyziologie*. 3. vyd. Praha: Karolinum, 2009. 377 s. ISBN 978-80-246-1688-9.
26. OKURA, T., et al. Relationships of resting energy expenditure with body fat distribution and abdominal fatness in Japanese population. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*. 2003, vol. 22, no. 1, p. 47-52.
27. PAŘÍZKOVÁ, J. *Složení těla a lipidový metabolismus za různého pohybového režimu*. 1. vyd. Praha: Zdravotnické nakladatelství Avicenum, 1973. 236 s. ISBN 80-008-74.
28. PAŘÍZKOVÁ, J. Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi. *Med Sport Boh Slov*. 1998, roč. 7, č. 1, s. 1-6. ISSN 1210-5481.
29. PATEYJOHNS, I. R., et al. Comparison of three bioelectrical impedance methods with DXA in overweight and obese men. *Obesity*. 2006, vol. 14, no. 11, p. 2064-2070. Dostupné z:   
<<http://www.nature.com/oby/journal/v14/n11/full/oby2006241a.html>>.
30. PELCLOVÁ, J., et al. Vztah mezi doporučeními vztahujícími se k množství pohybové aktivity a vybranými ukazateli zdraví u žen navštěvujících univerzitu třetího věku. *Tělesná kultura*. 2009, vol. 32, no. 2, p. 64-78.
31. POEHLMAN, E. T. Menopause, energy expenditure, and body composition. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*. 2002, vol. 81, no. 7, p. 603-611.
32. PŘIDALOVÁ, M., et al. Vliv kognitivně behaviorální psychoterapie na vybrané zdravotní ukazatele nadváhy a obezity u obézních žen ve věku 40 - 60 let. *Česká antropologie*. 2011, č. 61, s. 1 (v tisku).
33. RIEGEROVÁ, J.; PŘIDALOVÁ, M.; ULBRICHOVÁ, M. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)*. 3. vyd. Olomouc: Hanex, 2006. 262 s. ISBN 80-85783-52-5.
34. SPIRDUSO, W. W. *Physical Dimensions of Aging*. 1st ed. Champaign: Human Kinetics Publishers, 1995. 432 p. ISBN 0873223233.

35. TOTH, M. J., et al. Effect of menopausal status on body composition and abdominal fat distribution. *International Journal of Obesity*. 2000, vol. 24, no. 2, p. 226-231.
36. WANG, Z. M.; PIERSON, R. N. Jr.; HEYMSFIELD, S. B. The five level model: a new approach to organizing body composition research. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1992, vol. 56, no. 1, p. 19-28.

**Elektronické monografie, články a WWW stránky:**

37. *Biospace: Vývoj, prodej a servis přístrojů pro analýzu lidského těla: InBody* [online]. c2009 [cit. 2010-21-11]. Technologie. Dostupné z: <<http://www.biospace.cz/technologie.php>>.
38. *Body Composition Analyzer BC-418MA: Instruction Manual* [online]. Tokyo: Tanita Corporation. 21 p. [cit. 2010-12-12]. Dostupné z: <[http://www.tanita.co.uk/uploads/media/BC\\_418\\_MA\\_Instruction\\_Manual\\_and\\_Technical\\_Notes.pdf](http://www.tanita.co.uk/uploads/media/BC_418_MA_Instruction_Manual_and_Technical_Notes.pdf)>.
39. *Bodystat: Changing Attitudes to Health* [online]. c2009 [cit. 2010-24-11]. Bodystat QuadScan 4000. Dostupné z: <[http://www.bodystat.com/products/quadscan\\_4000.php](http://www.bodystat.com/products/quadscan_4000.php)>.
40. *InBody 720: The Precision Body Composition Analyzer: User's Manual* [online]. Seoul: Biospace Co., Ltd. 64 p. [cit. 2011-11-01]. Dostupné z: <<http://www.inbody.fi/resources/userfiles/File/720manual.pdf>>.
41. *Tanita Europe* [online]. c2009 [cit. 2011-14-01]. Body Composition Analysers. Dostupné z: <[http://www.tanita.co.uk/index.php?id=102&tx\\_f03showxtcommerceproducts\\_pil\[show%20Uid\]=601&cHash=c97e44c958](http://www.tanita.co.uk/index.php?id=102&tx_f03showxtcommerceproducts_pil[show%20Uid]=601&cHash=c97e44c958)>.
42. *Tanita Europe* [online]. c2009 [cit. 2011-14-01]. How Does Tanita BIA Compare. Dostupné z: <<http://www.tanita.co.uk/index.php?id=95>>.

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

AOD	Stupeň abdominální obezity Abdominal Obesity Degree
ATH	Aktivní tělesná hmotnost
BCM	Intracelulární (buněčná) hmota Body Cell Mass
BCMI	Body Cell Mass Index
BFM	Tuková hmota Body Fat Mass
BFMI	Body Fat Mass Index
BIA	Bioelektrická impedanční analýza Bioelectrical Impedance Analysis
BMI	Hmotnostně-výškový index Body Mass Index
BMR	Bazální metabolismus Basal Metabolic Rate
CTV	Celková tělesná voda
DEXA	Duální rentgenová absorpcimetrie Dual-Energy X-Ray Absorptiometry
DSM-BIA	Přímá segmentální vícefrekvenční bioelektrická impedanční analýza Direct Segmental Multi-frequency Bioelectrical Impedance Analysis
EASO	Evropská asociace pro studium obezity European Association for the Study of Obesity
ECF	Extracelulární fluid Extracellular Fluid
ECM	Extracelulární hmota Extracellular Mass
ECW	Extracelulární (mimobuněčná) voda Extracellular Water
FFM	Tukuprostá hmota Fat Free Mass
FFMI	Fat Free Mass Index
FM	Tuková hmota Fat Mass
H	Tělesná hmotnost

I	InBody 720
IASO	Mezinárodní asociace pro výzkum obezity International Association for the Study of Obesity
ICW	Intracelulární (vnitrobuněčná) voda Intracellular Water
M	Aritmetický průměr
Max	Maximální hodnota
Me	Medián
MF-BIA	Multifrekvenční bioelektrická impedanční analýza Multi-Frequency Bioelectrical Impedance Analysis
Min	Minimální hodnota
Mineral M	Minerály Mineral Mass
n	Počet prvků
OD	Stupeň obezity Obesity Degree
PBF	Tuková frakce v procentech Percent Body Fat
Protein M	Proteiny Protein Mass
Q	Bodystat QuadScan 4000
SD	Směrodatná odchylka
SF-BIA	Monofrekvenční bioelektrická impedanční analýza Single-Frequency Bioelectrical Impedance Analysis
SLM	Kostní hmota Skeletal Lean Mass
SMM	Kosterní svalovina Skeletal Muscle Mass
T	Tanita BC 418 MA
TBF	Celkový tělesný fluid Total Body Fluid
TBW	Celková tělesná voda Total Body Water
TBWM	Celková tělesná voda Total Body Water Mass
V	Tělesná výška

VFA	Viscerální tuk Visceral Fat Area
WHO	Světová zdravotnická organizace World Health Organization
WHR	Poměr pasu a boků Waist Hip Ratio

## SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1: BCMI – Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000 u žen
- Příloha č. 2: BFMI – Hladiny významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000 u žen
- Příloha č. 3: FFMI – Hladiny významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000 u žen
- Příloha č. 4: BFM – Hladiny významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000 u žen
- Příloha č. 5: ICW – Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000 u žen
- Příloha č. 6: ECW – Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000 u žen
- Příloha č. 7: BCM – Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000 u žen
- Příloha č. 8: BCMI – Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000 u mužů
- Příloha č. 9: BFMI – Hladiny významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000 u mužů
- Příloha č. 10: FFMI – Hladiny významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000 u mužů
- Příloha č. 11: BFM – Hladiny významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000 u mužů
- Příloha č. 12: ICW – Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000 u mužů
- Příloha č. 13: ECW – Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000 u mužů



Příloha č. 14: BCM – Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000 u mužů

Příloha č. 15: BFM, BCMI, BFMI, FFMI, ECW, ICW, BCM – Korelace měření přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000

**BCMI – Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000 u žen**

Proměnná	I4=F t-test pro závislé vzorky (Tabulka5.sta) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
BCMI I	9,15441	0,776046								
BCMI Q	10,34006	1,806104	64	-1,18564	1,677210	-5,65531	63	0,000000	-1,60460	-0,766688

**BFMI – Hladiny významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000 u žen**

Č. buňky	R1	{1}	{2}	{3}
			7,7365	10,160
1	BFMI_I		0,000000	0,000000
2	BFMI_T	0,000000		0,000000
3	BFMI_Q	0,000000	0,000000	

**FFMI – Hladiny významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000 u žen**

Č. buňky	R1	{1}	{2}	{3}
			16,929	17,505
1	FFMI_I		0,000000	0,00
2	FFMI_T	0,000000		0,00
3	FFMI_Q	0,000000	0,000000	

**BFM – Hladiny významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000 u žen**

Č. buňky	I4=F LSD test; proměnná ZP_1 (Tabulka5.sta) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: vnitřní PČ = 2,7044, sv = 126,00			
	R1	{1} 26,406	{2} 25,241	{3} 32,120
1	I146		0,000104	0,00
2	T13	0,000104		0,00
3	B15	0,000000	0,000000	

**ICW – Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000 u žen**

Proměnná	I4=F t-test pro závislé vzorky (Tabulka5.sta) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
I134	19,02344	1,974821								
B55	18,04062	3,340455	64	0,982812	2,708631	2,902757	63	0,005092	0,306217	1,659408

ECW – Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000 u žen

Proměnná	I4=F t-test pro závislé vzorky (Tabulka5.sta) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
I137	11,95156	1,299449								
B57	15,65000	2,578606	64	-3,69844	2,240783	-13,2041	63	0,000000	-4,25817	-3,13871

**BCM – Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000 u žen**

Proměnná	I4=F t-test pro závislé vzorky (Tabulka5.sta) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
I18	27,24562	2,832166								
B64	25,77969	4,774276	64	1,465937	3,871615	3,029098	63	0,003554	0,498837	2,433038



**BCMI – Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000 u mužů**

Proměnná	I4=M t-test pro závislé vzorky (Tabulka5.sta) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
BCMI I	10,87418	0,786799								
BCMI Q	12,13809	2,693829	14	-1,26391	2,679473	-1,76495	13	0,101037	-2,81099	0,283170

**BFMI – Hladiny významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000 u mužů**

Č. buňky	I4=M LSD test; proměnná ZP_1 (Tabulka5.sta) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: vnitřní PČ = 2,1305, sv = 26,000			
	R1	{1}	{2}	{3}
		8,8431	6,3517	8,7867
1	BFMI_I		0,000121	0,919356
2	BFMI_T	0,000121		0,000158
3	BFMI_Q	0,919356	0,000158	

**FFMI – Hladiny významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000 u mužů**

Č. buňky	R1	{1}	{2}	{3}
		19,635	20,486	17,778
1	FFMI_I		0,005824	0,000001
2	FFMI_T	0,005824		0,000000
3	FFMI_Q	0,000001	0,000000	

**BFM – Hladiny významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000 u mužů**

Č. buňky	I4=M LSD test; proměnná ZP_1 (Tabulka5.sta) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: vnitřní PČ = 5,7753, sv = 26,000			
	R1	{1} 20,064	{2} 18,043	{3} 25,000
1	I146		0,034934	0,000011
2	T13	0,034934		0,000000
3	B15	0,000011	0,000000	

**ICW – Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000 u mužů**

Proměnná	I4=M t-test pro závislé vzorky (Tabulka5.sta) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
I134	25,40714	3,341456								
B55	24,24286	5,697599	14	1,164286	5,221053	0,834383	13	0,419134	-1,85026	4,178832

ECW – Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000 u mužů

Proměnná	I4=M t-test pro závislé vzorky (Tabulka5.sta) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
I137	15,94286	2,073538								
B57	19,95000	5,329851	14	-4,00714	5,267676	-2,84629	13	0,013754	-7,04861	-0,965677

**BCM – Hladina významnosti mezi měřeními přístrojů InBody 720 a Bodystat QuadScan 4000 u mužů**

Proměnná	I4=M t-test pro závislé vzorky (Tabulka5.sta) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
I18	36,38143	4,800921								
B64	34,62857	8,145072	14	1,752857	7,462103	0,878920	13	0,395400	-2,55563	6,061347

**BFM, BCMI, BFMI, FFMI, ECW, ICW, BCM – Korelace měření přístrojů InBody 720, Tanita BC 418 MA a Bodystat QuadScan 4000**

Korelace (Tabulka5.sta) Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < ,05000$ N=78 (Celé případy vynechány u ChD)			
Proměnná	I146	T13	B15
I146	1,0000	,9821	,9536
	p= ---	p=0,00	p=0,00
T13	,9821	1,0000	,9678
	p=0,00	p= ---	p=0,00
B15	,9536	,9678	1,0000
	p=0,00	p=0,00	p= ---

Korelace (Tabulka5.sta) Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < ,05000$ N=78 (Celé případy vynechány u ChD)				
Proměnná	B55	B57	B64	BCMI_Q
I18	,6936	,5685	,6932	,4035
	p=,000	p=,000	p=,000	p=,000
BCMI_I	,5830	,4843	,5830	,4457
	p=,000	p=,000	p=,000	p=,000
I134	,6934	,5698	,6930	,4034
	p=,000	p=,000	p=,000	p=,000
I137	,6999	,5680	,6995	,4102
	p=,000	p=,000	p=,000	p=,000

Korelace (Tabulka5.sta) Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < ,05000$ N=78 (Celé případy vynechány u ChD)			
Proměnná	BFMI_I	BFMI_T	BFMI_Q
BFMI_I	1,0000	,4459	,4416
	p= ---	p=,000	p=,000
BFMI_T	,4459	1,0000	,9700
	p=,000	p= ---	p=0,00
BFMI_Q	,4416	,9700	1,0000
	p=,000	p=0,00	p= ---

Korelace (Tabulka5.sta) Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < ,05000$ N=78 (Celé případy vynechány u ChD)			
Proměnná	FFMI_I	FFMI_T	FFMI_Q
FFMI_I	1,0000	,9254	,8616
	p= ---	p=0,00	p=0,00
FFMI_T	,9254	1,0000	,9101
	p=0,00	p= ---	p=0,00
FFMI_Q	,8616	,9101	1,0000
	p=0,00	p=0,00	p= ---