

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury



Hodnocení tělesného složení ve vztahu k pohybové aktivitě u žen ve věku 55–84 let

dizertační práce

Pracoviště: Katedra funkční antropologie a fyziologie
Školitel: prof. RNDr. Jarmila Riegerová, CSc.
Autor: Mgr. Aleš Gába

Olomouc 2011

Jméno a příjmení autora: Mgr. Aleš Gába

Název dizertační práce: Hodnocení tělesného složení ve vztahu k pohybové aktivitě u žen ve věku 55–84 let

Vedoucí dizertační práce: prof. RNDr. Jarmila Riegerová, CSc.

Pracoviště: Katedra funkční antropologie a fyziologie

Rok obhajoby dizertační práce: 2011

Abstrakt: Dizertační práce se zabývá analýzou vybraných tělesných složek a pohybové aktivity u žen ve věku 55–84 let. S věkem související změny tělesného složení byly zaznamenány především u parametrů vztahujících se k tukové frakci. Naopak zastoupení tukuprosté hmoty nevykazovalo s věkem významnější změny. V případě vztahu pohybové aktivity k věku byly nalezeny signifikantní rozdíly pouze u středně zatěžující pohybové aktivity. I když prevalence nadváhy a obezity byla u sledovaného souboru na vysoké úrovni, počet probandek se sedavým životním stylem byl relativně nízký. Plnění doporučení k objemu pohybové aktivity se jeví jako účinnější prostředek pro snížení rizika nadváhy a obezity než doporučení k středně zatěžující pohybové aktivitě. Dále bylo prokázáno, že nadváha ani obezita nepředstavovala výraznější bariéru pro realizování adekvátního množství pohybové aktivity. Nejaktivnějším segmentem sledovaného souboru byly ženy s nadváhou.

Klíčová slova: *tělesný tuk, obezita, sedavý životní styl, bioelektrická impedanční analýza, InBody 720, ActiGraph GT1M*

Dizertační práce byla zpracována v rámci výzkumného záměru: „Pohybová aktivita a inaktivita obyvatel České republiky v kontextu behaviorálních změn (IK: 6198959221)“.

Souhlasím s půjčováním dizertační práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Mgr. Aleš Gába

Title of the dissertation thesis: Evaluation of body composition in relation to physical activity in women aged from 55 to 84 years

Supervisor: prof. RNDr. Jarmila Riegerová, CSc.

Department: Department of Functional Anthropology and Physiology

The year of presentation: 2011

Abstract: The dissertation thesis is aimed to evaluation of body composition and physical activity in women aged from 55 to 84 years. Age-related changes were found especially in the variables related to body fat mass. Conversely, the changes in fat-free mass were not significant. In the physical activity variables, the significant differences were observed only in moderate physical activity. Although, the number of the participants with sedentary life style was relatively low, the prevalence of overweight and obesity was high. Meeting recommendation to volume of physical activity appears to be more effectively to reduce the risks of overweight and obesity than meeting moderate physical activity guidelines. It was also shown that overweight or obesity was not significant barrier to achieve of adequate amounts of physical activity. Overweight women were the most active segment of the observed group.

Keywords: *body fat mass, obesity, sedentary lifestyle, bioelectrical impedance analysis, InBody 720, ActiGraph GT1M*

The dissertation has been supported by the research grant: "Physical Activity and Inactivity of the Inhabitants of the Czech Republic in the Context of Behavioral Changes (IK: 6198959221)".

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

Je mou milou povinností poděkovat všem, kteří přispěli k tomu, že tato práce vznikla. Především mé školitelce prof. RNDr. Jarmile Riegerové, CSc. za celou řadu cenných nápadů, metodické vedení a věcné připomínky. Velký dík patří také Mgr. Janě Pelclové, Ph.D., doc. RNDr. Miroslavě Přidalové, Ph.D. a Renátě Slezákové. Dále bych chtěl poděkovat všem spolupracovníkům za vstřícnost a spolupráci při řešení jednotlivých částí disertační práce.

Prohlašuji, že jsem dizertační práci zpracoval samostatně pod vedením prof. RNDr. Jarmily Riegerové, CSc. a uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

v Olomouci dne 1. ledna 2011

.....

1 ÚVOD	9
2 SYNTÉZA POZNATKŮ	11
2.1 STÁRNUTÍ	11
2.1.1 Příčiny stárnutí	13
2.1.1.1 Genetické aspekty stárnutí.....	13
2.1.1.2 Molekulární aspekty stárnutí	14
2.1.1.3 Působení zevních vlivů.....	16
2.1.2 Přirozená délka života	16
2.1.3 Demografické stárnutí obyvatelstva	18
2.2 STÁŘÍ.....	19
2.2.1 Kalendářní stáří.....	20
2.2.2 Biologické stáří	21
2.2.3 Sociální stáří	22
2.3 TĚLESNÉ PROJEVY STÁRNUTÍ	23
2.3.1 Kardiovaskulární systém.....	24
2.3.2 Respirační systém.....	26
2.3.3 Endokrinní systém	27
2.3.4 Změny v látkové přeměně	29
2.3.5 Podpůrně pohybový aparát.....	30
2.3.6 Nervový systém	31
2.3.7 Změny základních somatických ukazatelů	32
2.3.8 Ostatní projevy stárnutí.....	34
2.4 S VĚKEM SOUVISEJÍCÍ ZMĚNY TĚLESNÉHO SLOŽENÍ	35
2.4.1 Modely tělesného složení.....	36
2.4.1.1 Atomický model.....	37
2.4.1.2 Molekulární model	37
2.4.1.3 Buněčný model.....	38
2.4.1.4 Tkáňově-systémový model	39
2.4.1.5 Celotělový model.....	40
2.4.2 Změny vybraných tělesných komponent související s věkem	40
2.4.2.1 Tělesný tuk.....	40
2.4.2.2 Tukuprostá hmota	44
2.4.2.3 Tělesná voda.....	46
2.5 METODY ODHADU TĚLESNÉHO SLOŽENÍ.....	48
2.5.1 Metody standardizované antropometrie.....	48
2.5.2 Biofyzikální a biochemické metody.....	50
2.5.2.1 Denzitometrie	51
2.5.2.2 Duální rentgenová absorpciometrie.....	52
2.5.2.3 Počítačová tomografie a magnetická resonance.....	52
2.5.2.4 Bioelektrická impedanční analýza.....	53

2. 6 STÁRNUTÍ A POHYBOVÁ AKTIVITA.....	59
2. 6. 1 Intenzita a frekvence pohybové aktivity.....	60
2. 6. 2 Objem pohybové aktivity.....	62
2. 6. 3 Typ pohybové aktivity.....	63
3 CÍLE A HYPOTÉZY	65
3. 1 VÝZKUMNÝ CÍL DIZERTAČNÍ PRÁCE.....	65
3. 2 DÍLČÍ CÍLE DIZERTAČNÍ PRÁCE	65
3. 3 HYPOTÉZY	66
4 METODIKA PRÁCE.....	69
4. 1 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU.....	69
4. 2 VYŠETŘENÍ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ.....	70
4. 2. 1 Sledované somatické parametry.....	71
4. 2. 2 Analýza změn tělesného složení s věkem.....	72
4. 3 MONITORING POHYBOVÉ AKTIVITY.....	72
4. 3. 1 Sledované markery pohybové aktivity.....	73
4. 3. 2 Analýza s věkem souvisejících změn v pohybové aktivitě	74
4. 3. 3 Posouzení vlivu tělesného složení na vybrané markery pohybové aktivity.....	74
4. 3. 4 Hodnocení vlivu pohybové aktivity na vybrané ukazatele tělesného složení.....	75
4. 4 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT.....	76
4. 5 MATERIÁLNÍ A FINANČNÍ ZAJIŠTĚNÍ PROJEKTU.....	77
5 VÝSLEDKY.....	78
5. 1 HODNOCENÍ VYBRANÝCH ANTROPOMETRICKÝCH UKAZATELŮ.....	78
5. 1. 1 S věkem související změny vybraných antropometrických ukazatelů.....	79
5. 1. 1. 1 Hodnocení relativních změn vybraných antropometrických ukazatelů.....	79
5. 1. 1. 2 Analýza rozdílů mezi sledovanými věkovými skupinami	82
5. 1. 2 Hodnocení prevalence nadváhy a obezity.....	86
5. 1. 3 Percentilová pásma vybraných antropometrických ukazatelů.....	88
5. 2 HODNOCENÍ VYBRANÝCH MARKERŮ POHYBOVÉ AKTIVITY.....	93
5. 2. 1 Vliv věku na změnu vybraných markerů pohybové aktivity	93
5. 2. 2 Plnění všeobecných doporučení k pohybové aktivitě.....	97
5. 3 VLIV VYBRANÝCH UKAZATELŮ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ NA ÚROVEŇ REALIZOVANÉ POHYBOVÉ AKTIVITY.....	101
5. 4 VLIV POHYBOVÉ AKTIVITY NA VYBRANÉ UKAZATELE TĚLESNÉHO SLOŽENÍ.....	106
5. 5 POSOUZENÍ ROZDÍLŮ MEZI DOPORUČENÍMI K INTENZITĚ A OBJEMU POHYBOVÉ AKTIVITY.....	111
6 DISKUZE	113
6. 1 INVOLUČNÍ ZMĚNY ZÁKLADNÍCH ANTROPOMETRICKÝCH UKAZATELŮ	113
6. 1. 1 Tělesná výška.....	113
6. 1. 2 Tělesná hmotnost.....	114

6. 1. 3 Komparace dosažených výsledků s obdobně koncipovanými studii	115
6. 2 ZMĚNY TĚLESNÉHO SLOŽENÍ S VĚKEM	119
6. 2. 1 Tělesná voda	119
6. 2. 2 Celotělové a kostní minerály	120
6. 2. 3 Tělesný tuk	122
6. 2. 3. 1 Prevalence obezity	123
6. 2. 3. 2 Distribuce tělesného tuku	126
6. 2. 4 Tukuprostá hmota	128
6. 3 POHYBOVÁ AKTIVITA	130
6. 4 VZTAH MEZI TĚLESNÝM SLOŽENÍM A POHYBOVOU AKTIVITOU	133
6. 5 DOSAŽENÉ VÝSLEDKY V KONTEXTU S FORMULOVANÝMI HYPOTÉZAMI	136
6. 6 PŘÍNOS A LIMITY DIZERTAČNÍ PRÁCE	137
7 ZÁVĚR	139
8 SOUHRN	142
9 SUMMARY	144
10 REFERENČNÍ SEZNAM	146

1 ÚVOD

Pátrání po příčinách a důvodech stárnutí provázají lidstvo prakticky po celou dobu jeho existence. V průběhu lidské historie vznikly nejrůznější teorie a hypotézy, které nahlízejí na tento složitý proces z nejrůznějších hledisek. Odrážejí smýšlení dané společnosti i její přístup ke starým lidem. Bohužel ne vždy se na stáří nahlíželo s patřičným respektem a pokorou. Řada předsudků a negativních představ přetrvala i do dnešní doby. Každý člověk však tyto názory opouští ve chvíli, kdy se sám cítí starý.

Stárnutí podléhá vše živé. Involuční změny provázají člověka takřka po celý jeho život. V dnešní době je tomuto tématu věnována velká pozornost. Důvodem je především skutečnost, že v ekonomicky vyspělých státech dochází k progresivnímu stárnutí obyvatelstva. Česká republika není výjimkou. Počet osob starších 65 let se každým rokem výrazně zvyšuje. Některé prognózy naznačují, že za čtyřicet let bude tato věková skupina tvořit více než třetinu české populace.

Proces demografického stárnutí můžeme bez nadsázky považovat za nesmírný úspěch, poněvadž je odrazem zlepšujících se životních podmínek. Stejně tak úzce souvisí s nepřetržitým pokrokem v oblasti vědy a techniky, který umožňuje zkvalitnit široké spektrum zdravotních a sociálních služeb. Avšak každá mince má dvě strany. S prodlužováním délky lidského života a přežíváním stále většího počtu osob se objevuje několik zásadních otázek týkajících se kvality života ve vyšším věku. Jak se stárnutí obyvatelstva a růst střední délky života projeví na kvalitě života seniorů? Budou moci senioři žít naprosto soběstačně nebo poslední roky svého života budou zcela závislí na pomoci svého okolí?

Při pátrání po odpovědi na tyto zásadní otázky je nutné se zamyslet nad samotnou podstatou procesu stárnutí. Involuční změny lidského organismu představují souhrn nevratných pochodů, které vykazují výraznou intrerindividuální variabilitu a heterochronii. I když jsou primárně řízeny genetickým kódem, jejich charakter je podmíněn širokou paletou vnějších faktorů. Ty mohou průběh stárnutí zpomalit nebo naopak významně akcelarovat. V prezentované dizertační práci svou pozornost zaměřujeme především na sedavý životní styl a obezitu. O těchto tématech se v současnosti horlivě diskutuje mezi odborníky i laickou veřejností, neboť se stávají realitou stále většího počtu lidí.

Pro seniorskou populaci představuje deficit pohybové aktivity zásadní faktor ovlivňující kvalitu jejich života. Současné trendy však naznačují, že prevalence sedavého životního stylu je ve státech Evropské unie na vysoké úrovni a směrem ke starším věkovým kategoriím počet inaktivních jedinců výrazně narůstá. Jedinci, kteří nevykonávají optimální množství pohybové aktivity, mají vyšší riziko vzniku chronických chorob, zejména těch, jejichž prevalence je věkově podmíněná.

Nedostatek pravidelné pohybové aktivity je také spojován se zvyšující se rozvojem obezity, která má zásadní vliv na zdraví člověka a ve svém důsledku významně ovlivňuje přirozený průběh stárnutí. Narůstající počet takto nemocných seniorů zvyšuje nároky na sociální a zdravotní péči, a ve svém důsledku podstatně zatěžuje ekonomiku státu. Z tohoto důvodu se stává prioritou řady národních i nadnárodních organizací vytvoření kvalitních mechanismů, které umožní zabezpečit optimální prevenci a péči o zdraví seniorů.

Předpokladem dobře fungujících opatření je však znalost aktuálního stavu dané populační skupiny. Bohužel se v současné době setkáváme s nedostatkem studií, které by poskytovaly relevantní informace o rozšíření sedavého způsobu života a obezity u seniorské populace. Proto jsme se v dizertační práci primárně zaměřili na posouzení aktuálního stavu ženské populace starší 55 let z hlediska tělesného složení a pohybové aktivity. Na základě těchto informací jsme objektivně vyhodnotili prevalenci obezity a sedavého životního stylu u sledovaného souboru žen. Stejně tak jsme posuzovali s věkem související změny vybraných parametrů tělesného složení a pohybové aktivity. Předpokládáme, že prezentované informace nabídnou možnost využití v oblasti teorie i praxe, a to především v oblasti přípravy intervenčních programů zaměřených na prevenci a redukci rizika spojeného s rozvojem obezity a sedavého životního stylu.

2 SYNTÉZA POZNATKŮ

2. 1 Stárnutí

Stárnutí můžeme v mnoha ohledech považovat za složitý přírodní proces, který bezprostředně ovlivňuje každý živý organismus. Hippokrates (460–377 př. n. l.) popisoval stárnutí jako nezvratný děj zapříčiněný postupnou ztrátou tělesné vlhkosti, zatímco Aristoteles (384–322 př. n. l.) tyto změny přisuzoval ztrátě tepla. Pacovský a Heřmanová definují (1981) stárnutí jako specifický biologický proces, který je charakterizován tím, že je dlouhodobě nakódován, je nevratný, neopakuje se, jeho povaha je různá, zanechává trvalé stopy. Jeho rozvoj se řídí druhově specifickým časovým zákonem. Shephard (2002) chápe stárnutí jako komplexní a nevyhnutelný proces, determinovaný genetickými a modifikovaný environmentálními faktory. Za primární stárnutí (*primary aging*) můžeme považovat všechny změny, které jsou spjaty s přirozeným vývojem organismu, zatímco důsledkem sekundárního stárnutí (*secondary aging*) jsou změny, jejichž vznik podmiňují environmentální faktory nebo přítomnost nemoci (Spirduso, Francis, & MacRae, 2005).

Výsledkem stárnutí je stáří (*senium*). Jeho obvyklý obraz, fenotyp, je dán kombinací involučních změn s kondicí a s projevy chorob, zvláště těch, jejichž prevalence je věkově podmíněná (Kalvach, Zadák, Jiráček, Zavázalová, & Sucharda, 2004). Stále dokonalejší diagnostické metody umožňují odlišit proces stárnutí od onemocnění, které modifikuje přirozené biologické procesy. Problémy, které provázejí stárnutí, je možné často připisovat nemoci, nevhodnému životnímu stylu nebo rizikovým faktorům životního prostředí. Poznatky o působení vnějšího prostředí na stav organismu umožňují preventivně ovlivnit potíže, které se vyskytují ve stáří. Vyšší věk je však největší rizikový faktor pro nástup různých nemocí a zdravotních potíží, ale sám o sobě není chorobou (Otová, Mihalová, & Vyměláček, 2006). V současné době se do popředí zájmu dostává problematika zdravého (úspěšného) stárnutí, která se podle Rowe a Kahn (1997) opírá o tři základní pilíře: eliminace rozvoje chronických onemocnění a přidružených komplikací, zajištění vysoké úrovně kognitivních a tělesných funkcí, aktivní životní styl.

Zdravé stárnutí je definováno jako proces maximálního využití všech příležitostí k fyzickému, sociálnímu a duševnímu zdraví a tak umožnit starším lidem aktivně bez diskriminace se účastnit společenského života a mít nezávislý a kvalitní život (The Swedish National Institute of Public Health, 2007). Mrázová (2007) tvrdí, že koncept zdravého stárnutí by měl být zaměřen na zlepšení funkčního stavu organismu a fenotypu stáří nad rámec pouhého odstranění dlouhodobé ústavní péče a obnovy bazální soběstačnosti. V ideálním případě by měl být přáním každého z nás.

Z předchozího textu je patrné, že mezi hlavní faktory ovlivňující přirozený průběh stárnutí patří genetická dispozice jedince a vlivy vnějšího prostředí, k nimž se u člověka řadí i jeho životní styl, který ve své podstatě představuje stěžejní determinantu zdraví. Životní styl má zcela individuální charakter, je proměnlivý, má svoji dynamiku. Je to činnost dlouhodobá, spontánní, neuvědomělá, je výsledkem realizace převažujících sociálních rolí a prostředí, ve kterém člověk žije. Je určen požadavky člověkem přijatých a realizovaných sociálních rolí (ne požadavky samotného člověka) a náhodným vlivem prostředí (Hodaň, 2000). V rámci populace, etnika či skupiny můžeme hovořit o životním způsobu, jenž má skupinový charakter a je nadřazený životnímu stylu.

Životní způsob i životní styl je určován řadou činitelů, které způsobují vznik rozdílů mezi částmi světa, státy, národy, městy, popřípadě i malými sociálními skupinami. Mezi determinanty, které mají nejvýraznější vliv na utváření životního stylu a způsobu, lze zařadit následující: rodinu, práci, příjmy, vzdělání, životní úroveň, životní orientace, dále pak sociálně-ekonomické postavení jedince, místo bydliště, sociální kontakty apod.

Podle Machové a Kubátové (2009) zahrnuje životní styl formy dobrovolného chování v daných životních situacích, které jsou založené na individuálním výběru z různých možností. Pokud se jedinec dobrovolně rozhodne pro zdravé alternativy z možností, které se nabízejí, a odmítá ty, jež zdraví poškozují, můžeme hovořit o zdravém životním stylu. Za jeho protipól pak označujeme sedavý životní styl, který v celospolečenském měřítku přináší řadu negativních důsledků. Stejskal (2004) jej definuje jako nedostatek tělesného pohybu jak v zaměstnání, tak i během volného času. Například i manuálně pracující lidé se v zaměstnání pohybují méně, než tomu bylo před několika desítkami let. Díky počítačové technologii je řada běžných úkolů natolik zautomatizovaná, že pro jejich splnění stačí mnohdy jen minimální úsilí. Tato redukováná pohybová aktivita v zaměstnání se často přenáší i do volného času, kdy únava způsobená psychickým napětím a nedostatkem pohybu v zaměstnání snižuje

aktivitu člověka natolik, že je ochoten spíše konzumovat než vydávat, tedy např. více vysedávat u televize nebo počítače a méně číst, vyprávět nebo cvičit.

2. 1. 1 Příčiny stárnutí

Samotný průběh stárnutí je velmi dobře zmapován, avšak o jeho příčinách není stále plná shoda. I proto existuje v současné době přes dvě stě teorií a hypotéz, které se snaží komplexně postihnout proces stárnutí a stanovit jeho potencionálního viníka. V následujícím textu jsou prezentované teorie a hypotézy seskupeny do logických tematických celků a jsou vybrány jen ty, které považujeme za stěžejní.

2. 1. 1. 1 Genetické aspekty stárnutí

Teorie genetického programu předpokládá, že proces stárnutí je přímo kontrolován geneticky daným programem. Touto teorií se zabýval již Rockstein (in Kalvach, et al., 2004), který prokázal statisticky významnou souvislost mezi délkou života rodičů a dětí. Lidé, jejichž oba rodiče zemřeli v mladém věku, měli vyšší riziko časného úmrtí.

Zásadní podíl na programování délky života se předpokládá například u genu Klotho (jméno antické sudičky tkající nit života), u genů pro apolipoprotein E a superoxid dioxidázou či u genů mitochondriálních. Genetickou povahu mají také limitace buněčného dělení: buňky v laboratorních kulturách, *in vitro*, vykazují omezený počet buněčných cyklů označovaný jako *Hayflickův limit* (Jiráček, et al., 2009). U lidských buněk jde asi o 50 dělení, nesmrtelné jsou pouze buňky nádorově změněné. Za „počítadlo“ se považuje postupné zkracování konečných částí chromozomů – *telomer*. Délka telomer závisí na aktivitě telomerázy a souvisí s funkcí a proliferační aktivitou buněk. Aktivita telomerázy mizí v diferencovaných somatických buňkách. Telomerické konce chromozomů se v těchto buňkách zkracují po každém dělení buňky. Na základě délky telomer můžeme určit biologický věk člověka, neboť bylo prokázáno, že jejich délka je závislá na věku jedince (Takubo, et al., 2000). Na základě výsledků studie, kterou publikovali Epel, et al. (2004), může být za zrychlené zkracování telomer zodpovědný například i psychický stres. Naopak Ludlow, et al. (2008) prokázali, že

pohybová aktivita středního zatížení má jistý ochranný vliv ve srovnání s extrémně zatěžující pohybovou aktivitou.

Jedna z teorií vysvětluje stárnutí nahromaděním mutací DNA, které představují nežádoucí odchylky rovnovážného stavu. Buňky jsou schopny vzniklé mutace aktivně opravovat tzv. reparačními mechanismy, avšak jejich kapacita je geneticky determinována. Frekvenci mutací ovlivňuje kvalita prostředí. Vysoké je však endogenní poškození DNA, jakým jsou například chyby vznikající při replikaci DNA. Sledování frekvence vzniku mutací v souvislosti s věkem ukázalo, že pravděpodobnost vzniku mutace s věkem stoupá (Kalvach, et al., 2004).

Programovaná buněčná smrt, tzv. *apoptóza*, je taktéž geneticky determinovaný biologický proces. Apoptóza představuje základní fyziologický mechanismus udržující přirozenou rovnováhu mezi buněčným růstem a smrtí buněk. Její základní úlohou je udržování homeostázy v tkáních tím, že odstraňuje z organismu nežádoucí buňky procesem programované smrti. Aktivita tohoto mechanismu však s narůstajícím věkem klesá (Otová, et al., 2006).

Předčasné stárnutí organismu může být výsledkem projevu některých geneticky podmíněných onemocnění jako je například Hutchinson-Gilfordův syndrom (*progeria*), Wernerův syndrom, Louis-Barův syndrom (*ataxia teleangiectatica*). Zrychlení přirozeného involučního procesu je taktéž patrné u jedinců s Downovým syndromem.

2. 1. 1. 2 Molekulární aspekty stárnutí

Teorie metabolických změn zahrnuje komplex dílčích hypotéz a teorií. Ty vycházejí z typických změn metabolismu, které se objevují v průběhu stárnutí. Mezi nejdiskutabilnější patří volně radikálová teorie.

Podstatou stárnutí je neschopnost bránit se oxidačnímu poškození a obnovovat důležité tělesné biomolekuly neomezeně dlouho (Pláteník, 2009). Oxidační stres, který vzniká v návaznosti na tvorbu kyslíkových radikálů, je nevyhnutelnou součástí aerobního metabolismu. Hlavním zdrojem energie pro činnost tělesných procesů jsou mitochondrie (tzv. biologické hodiny stárnutí), které jsou však současně hlavním zdrojem tvorby volných radikálů. V návaznosti na probíhající oxidační stres můžeme v organismu sledovat akumulaci neodkliditelného intercelulárního odpadu – *lipofuscinu*, jehož hromadění se na těle prezentuje jako „stařecké barvivo“.

Kritickým cílem volných radikálů ve vztahu ke stárnutí se jeví poškození DNA molekul. Oxidační stres se podílí na patogenezi mnoha zánětlivých a degenerativních onemocnění jako jsou např. diabetes mellitus, zhoubné nádory, ateroskleróza, katarakta, makulární degenerace, choroby kůže, zubů, uší, degenerativní choroby mozku – Alzheimerova a Parkinsonova choroba, amyotrofická laterální skleróza, roztroušená skleróza, ale i na revmatoidní artritidu a další (Holeček & Rokyta, 2005). Volné radikály mohou mít dále vliv na rozvoj osteoporózy, snižují výkonnost imunitního i endokrinního systému, stojí za poškozením paměti a ve svém důsledku zrychlují tempo involučních procesů.

Ochrana proti volným kyslíkovým radikálům souvisí i s preventivním opatřením. Je to suplementace antioxidantů formou vhodného složení stravy, zejména pak příjem vitamínu C a E. Jelikož se na tvorbě radikálů podílejí i podmínky vnějšího prostředí (záření, kancerogenní látky), je například prevencí omezení nadměrného působení UV záření. Zvýšení účinnosti antioxidantních obranných mechanismů má nezanedbatelný vliv na kvalitu života, i když samo o sobě jeho střední délku výrazně neprodlužuje (Otová, et al., 2006).

V oblasti metabolických změn můžeme zmínit změny v regulaci vápníku, respektive jeho intracelulární hladiny, která ovlivňuje kaskádu buněčných signalizací závislou na kalciumu. Ve stárnoucích neuronech je možné považovat zhoršení signální kaskády, kterou regulují ionty Ca^{2+} , za jednu z příčin degradace neuronů. Důsledkem je pak pokles mentálních schopností během stárnutí, zhoršená odezva mozkové tkáně na hypoxii a snížená schopnost reagovat na stresové situace (Kalvach, et al., 2004).

Velký význam je také připisován hormonu *melatoninu*, za jehož tvorbu je zodpovědná epifyza. Někteří vědci hovoří o melatoninu dokonce jako o zázračném léku. Jeho vliv na lidský organismus můžeme chápat ve dvou základních rovinách. Jednak pozitivně stimuluje imunitní systém, ale také určitou měrou ovlivňuje produkci růstového hormonu. Působí také jako antioxidantní činidlo proti volným radikálům (Stárka, 2003). Celkově pak pozorujeme zlepšení stavu jednotlivých tkání, hlavně ve smyslu zlepšení jejich stavu a výživy a také zlepšení regeneračních schopností. V podstatě se jedná o zlepšení všech hlavních parametrů organismu, jimiž je charakterizováno stárnutí. Množství vytvářeného melatoninu však ve stáří klesá, a to jak u zvířat, tak u lidí.

Teorie rychlosti života navazuje na tradiční představy o vyčerpatelnosti životní energie a nutnosti „životní umírněnosti“ pro dlouhý věk. Představitelem této teorie je R. Pearl, podle něhož je délka života úměrná rychlosti výdeje energie. Hibernující zvířata žijí tím déle, čím delší dobu stráví v nízkometabolickém stavu hibernace a naopak. Příliš intenzivní metabolismus zkracuje délku života (Kalvach, et al., 2004).

2. 1. 1. 3 Působení zevních vlivů

Obdobná délka života jedinců téhož živočišného druhu, kterou se mnohdy zásadně odlišují od jiných druhů, ukazuje na podíl genetického naprogramování délky života. Vrozené determinanty se však na interindividuální variabilitě v intencích druhově specifické délky života podílejí jen asi 25 %, většinový vliv připadá faktorům vnějšího prostředí a životního způsobu. I u jednovaječných dvojčat jde spíše o shodně časné úmrtí (dispozice pro smrtící chorobu) než o shodnou dlouhověkost (Jiráček, et al., 2009).

Mezi vnější faktory ovlivňující délku života řadíme například neadekvátní tělesnou hmotnost ve smyslu nadváhy, obezity či výrazné podváhy, dále pak nikotinismus, malnutrici, hypokinezi, psychickou zátěž, znečištění ovzduší apod. Významnou měrou ovlivňují délku života nejrůznější farmakologické zásahy. Epidemiologické údaje ukazují, že jedinci, kteří užívají dostatečné dávky antioxidantních vitamínů, zejména vitamínu E a C, ve stravě nebo v tabletách, mají snížené riziko některých se stářím asociovaných chorob. Vitamin C je vhodnou prevencí před poškozením DNA kyslíkovými radikály. U lidí, kteří mají dostatečný přísun vitamínů, se například vyskytují v menší míře nemoci kardiovaskulárního systému. Podávání antioxidantních látek má však svá omezení a potencionálně může při nevhodném dávkování vyvolat nežádoucí účinky (Otová, et al., 2006).

2. 1. 2 Přirozená délka života

Procesy stárnutí bezprostředně souvisejí s přirozenou délkou života, ve které se odráží liská jedinečnost a individualita. V názorech o maximální biologicky možné délce života je řada neshod, neboť nelze stoprocentně opovědět na otázku, zda lze kromě

smrti navozené chorobou či úrazem, vyčlenit i přirozenou smrt jako důsledek pouze involučních změn.

Reálně existuje dvojitý přístup. Empirikové zastávají názor velmi dlouhodobého pokračování růstu střední i maximální délky života bez vlivů biologické limitace. Tradicionalisté naopak předpokládají určité omezení dané involucí, mírou produkce volných radikálů či vlivy prostředí. Podle tradicionalistických představ je strop střední délky života při narození pro druh *Homo sapiens* 85–90 let a maximální délka života 120–125 let. Tomuto tvrzení odpovídají výsledky práce Aarssen a De Haan (1994), kteří se snažili nalézt omezení pro maximální délku života pomocí statistické teorie extrémních hodnot. Na základě tohoto postupu omezili maximální délku života intervalem 113–124 let. Výsledky taktéž naznačují difference mezi muži a ženami. Naopak názory empiriků o dlouhodobém pokračování růstu maximální délky života potvrzuje studie Wilmoth, Deegan, Lundstrom a Horiuchi (2000), kteří zaznamenali nárůst maximální délky života u švédské populace v období 1861–1999.

Současným trendem je neustálé zvyšování střední délky života v důsledku zlepšování zdravotních a sociálních služeb, což se také odráží ve snížení kojenecké úmrtnosti a celkové mortality. Tyto tendence jsou nejpatrnější v nově industrializovaných státech, ve kterých doznívá proces demografické revoluce. Osoby starší 90 let mohou být ve vztahu ke kalendářnímu věku označovány jako dlouhověcí. Stejně tak můžeme označit jedince ve věku o více jak 20 % vyšším, než je očekávaná doba dožití pro danou společnost a dané pohlaví.

Dlouhověkost je z největší pravděpodobností determinována kombinací dědičných faktorů a životním stylem, zejména výživovými aspekty a pohybovou aktivitou (Kalvach, et al., 2004). Studie na úrovni molekulární genetiky dávají do souvislosti s dlouhověkostí produkty několika genů (gen Klotho, MORF 4, gen epsilon pro apolipoprotein E). Různé alely těchto genů (populační polymorfizmy i vzácné mutace) se liší v tom, jak se jejich produkty podílejí na potlačení nežádoucích reakcí, nebo naopak souvisejí s výskytem chorobných stavů a s rozvojem funkční deteriorace, „stařeckého chátrání“ (Šnejdrová & Kalvach, 2008). Vliv nadměrného zastoupení tělesného tuku na délku života zohledňují ve své studii Fontaine, Redden, Wang, Westfall a Allison (2003), kteří se snažili odpovědět na otázku, zda má obezita vliv na dlouhověkost, respektive na délku života. Autoři využili pro posouzení tohoto vztahu ukazatel YLL (*years of life lost*), jenž je definován jako rozdíl mezi očekávanou délkou

života jedince s normální tělesnou hmotností a téhož jedince s obezitou. Výsledky studie poukazují na skutečnost, že u obézních osob ($BMI \geq 35 \text{ kg/m}^2$) se hodnota YLL pohybuje v rozsahu 9–13. Nejvyšší hodnota (13 YLL) byla zaznamenána u mužů s body mass indexem (BMI) převyšující 45 kg/m^2 . U osob s nízkým BMI ($> 17\text{--}19 \text{ kg/m}^2$) byla hodnota YLL definována v rozmezí 1–9.

Vzhledem k progresivní proměně demografické struktury obyvatelstva vyspělých států se upozorňuje na přibývání osob starších 100 let (*centenarians*), respektive starších 110 let (*supercentenarians*), kteří vytvářejí nejdynamičtější segment populace (Robine & Vaupel, 2001). Mezi státy s největším počtem osob v období *supercentenarians* patří Velká Británie, Francie, Japonsko a Spojené státy americké. Robine a Vaupel (2002) dále poukazují na fakt, že se vysokého věku dožívají především ženy. Například ve Velké Británii byl v roce 2002 poměr mezi muži a ženami starších 110 let 1 : 22, ve Francii 1 : 9 a v Japonsku 1 : 4. Je však nutné zdůraznit, že jsou výše prezentované hodnoty ovlivněny tzv. *nadúmrtostí mužů*, kteří se v průměru dožívají nižšího věku než ženy. Je také zapotřebí poznamenat, že současní dlouhověcí jedinci jsou zástupci populace, jejíž počet byl značně ovlivněn konflikty a světovými válkami probíhajícími v průběhu 19. a 20. století.

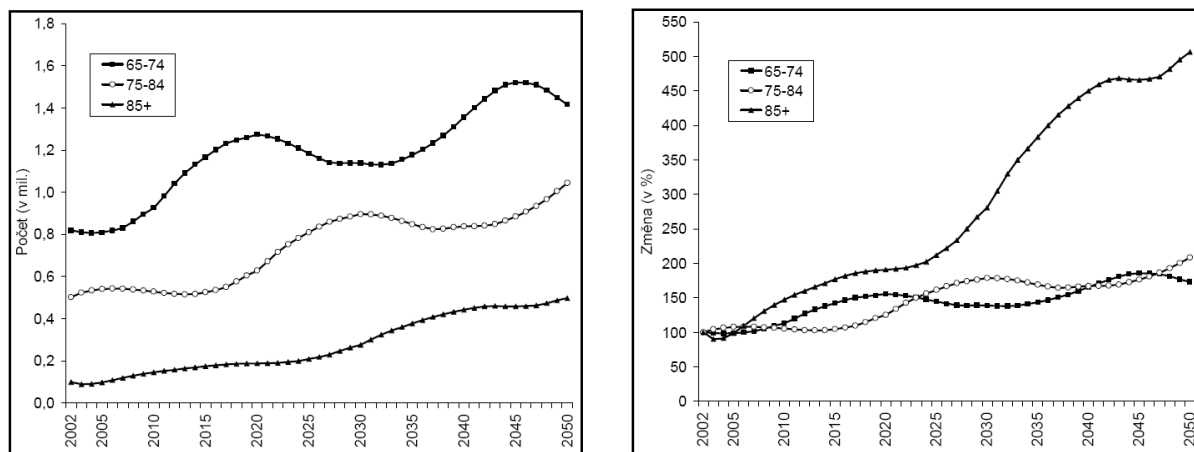
2. 1. 3 Demografické stárnutí obyvatelstva

Lidská populace má tendenci se přirozeně obnovovat. Demografické stárnutí obyvatelstva je proces, který vyjadřuje, že populace vyššího věku buď relativně, nebo absolutně, nebo relativně i absolutně přibývá (Pacovský & Heřmanová, 1981).

V hospodářsky vyspělých státech proces demografického stárnutí ovlivní zvláště populační vlny „poválečných dětí“, narozených po roce 1945. To v budoucnosti přinese značné nároky na penzijní systémy i na organizaci a financování zdravotních a sociálních služeb. Zvyšující se podíl starších osob v populaci v současné i blízké budoucnosti vyvolává zájem zdravotníků, sociálních pracovníků i budí obavy ekonomů a politiků, kteří si začínají uvědomovat rozsah i důsledky tohoto problému (Kalvach, et al., 2004).

Podle Burcina (2003) je demografický vývoj české populace závažný. Prognózy našich demografů a OSN ukazují, že Česká republika může být v polovině 21. století spolu s Itálií a Řeckem společně s nejvyšším podílem seniorů na světě. Populační

prognóza Českého statistického úřadu (2004) názory Burcina víceméně potvrzuje, i když zdůrazňuje, že populační vývoj České republiky není zcela ustálený a tím se stává obtížněji prognózovatelný. Absolutní i relativní vývoj počtu osob starších 65 let je uveden na obrázku 1a, 1b.



Obrázek 1. [a] očekávaný počet obyvatel starších 65 let, střední varianta, 2002–2050; [b] očekávané změny počtu obyvatel starších 65 let (rok 2002 = 100 %), střední varianta, 2002–2050

Zdroj: Český statistický úřad (2004)

Na jednu stranu je důležité rozpoznat, jak vysoký nárůst postproduktivní složky můžeme v budoucnosti očekávat, ale je také potřeba odpovědět na otázku, jak velké procento těchto jedinců bude schopno žít svůj život plnohodnotně a nezávisle na svém okolí. Je tedy nutné přemýšlet i nad prognózou komprese či expanze nemocnosti ve stáří, zvláště pak v jeho pokročilé fázi. Z tohoto důvodu se jeví jako objektivní stanovení tzv. délky zdravého života (*health expectancies*), která zohledňuje míru morbidity a případný rozvoj disability. Popis aktuálního stavu české populace prezentuje ve své studii Rychtaříková (2007), která potvrzuje tvrzení, že se ženy dožívají v průměru vyššího věku než muži. U žen jsou však poslední roky života doprovázeny častými zdravotními komplikacemi a významně se snižuje schopnost vykonávat aktivity běžného dne.

2. 2 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 vedoucí k typickému obrazu označovanému jako *stařecký fenotyp* (Kalvach, et al., 2004). Díky individuálnosti projevů stáří a *heterochronii* (nástup v různém věku) se obvykle stáří rozlišuje na kalendářní, biologické a sociální.

2. 2. 1 Kalendářní stáří

Pacovský a Heřmanová (1981) označují kalendářní stáří jako věk chronologický či matriční. Je jednoznačně vymežitelný, avšak nepostihuje interindividuální rozdíly. Podle Světové zdravotnické organizace (WHO) se za počátek stáří považuje hraniční věk 65 let, který se jeví jako uzlový ontogenetický bod. Dochází k významnému životnímu zvratu v životě člověka, protože nyní končí profesní kariéra a člověk odchází z aktivního pracovního života do penze. V 60. letech 20. století navrhla Neugartenová (in Kalvach, et al., 2004) pojmy mladí senioři pro věk 55–74 let a staří senioři pro 75 a více let. Z jejího pojetí je odvozeno i současné orientační členění stáří:

- **65–74 let** (mladí senioři) – problematika penzionování, volného času, aktivit, seberealizace;
- **75–84 let** (staří senioři) – problematika adaptace, tolerance zátěže, specifického stonání, osamělosti;
- **85 let a více** (velmi staří senioři) – problematika soběstačnosti a zabezpečení.

Příhodova (1974) patnáctiletá periodizace lidského života vymezuje stáří taktéž na tři období. Název první etapa vyjadřuje samu jeho povahu. Jedná se o *senescenci* (stárnutí, časná stáří), která je vymezena věkem od 60 do 74 let a projevuje se v míře určené původní kvalitou zárodečné buňky a působením vnějších vlivů, jmenovitě životosprávou, ale organismus je zpravidla poměrně zdatný a odolný. *Senium* (vlastní stáří, kmetství) začíná v 75 letech a končí v 89 letech. V tomto období dochází stále k většímu chátrání, které postihuje různé orgánové systémy. Základním psychologickým rysem tohoto období je odvrát od materiálních hodnot k duchovním, od extroverze k introverzi, od extrospekce spíše k introspekci, od altrocentrismu kegocentrismu. Posledním ontogenetickým obdobím je *patriarchium* (dlouhověkost), které započíná po překročení 90 let a končí smrtí.

2. 2. 2 Biologické stáří

Každý člověk je naprostý originál, čemuž odpovídá i jeho ontogenetický vývoj. Charakter prenatálního a postnatálního růstu se nastavuje již před narozením. Je primárně řízen genetickým kódem a ovlivňován faktory zevního prostředí. Z tohoto důvodu se zdá nemožné nalézt dva jedince, jejichž kalendářní a biologický věk je v naprostém souladu.

Tabulka 1. Vymezení biologického věku

období	biologické vymezení
První dětství (Infans I)	po prořezání M1
<i>novorozenec</i>	<i>od přestřižení pupečního provazce do zahojení pupeční jizvy</i>
<i>kojenec</i>	<i>do prořezání prvního zubu</i>
<i>batole</i>	<i>růst mléčného chrupu, motorický vývoj, ovládnutí chůze</i>
<i>předškolní věk</i>	<i>změna postavy, první vytáhlost</i>
Druhé dětství (Infans II)	do prořezání M2
<i>mladší školní věk</i>	<i>růst trvalého chrupu, první známky sekundárních pohlavních znaků</i>
<i>starší školní věk</i>	<i>dospívání – puberta (menarché, poluce), druhá změna postavy</i>
Dospělost	od dosažení pohlavní dospělosti
<i>dorostenecký věk (Juvenis)</i>	<i>dosažení pohlavní dospělosti</i>
<i>plná dospělost (Adultus)</i>	<i>zakládání rodiny, vrchol tělesná výkonnosti</i>
<i>zralost (Maturus I)</i>	<i>psychické zrání, počátek regrese morfologických znaků</i>
<i>střední věk (Maturus II)</i>	<i>vrchol psychické výkonnosti, pokles tělesné výkonnosti</i>
<i>stárnutí (Presenilis)</i>	<i>involuční změny, biologické „předpolí“ stáří</i>
<i>stáří (Senilis)</i>	<i>stařecké změny fyzické i psychické</i>
<i>kmetský věk</i>	<i>stařecké změny fyzické i psychické</i>

Zdroj: Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006)

Biologický věk charakterizuje celkový stav růstu a vývoje jedince a je mírou formování jeho morfologických a funkčních znaků. Mezi věkem biologickým a kalendářním (chronologickým) může být v určitých věkových obdobích značný nesoulad. Disproporce činí mnohdy dva roky i více. V některých případech jde o vývojovou *akceleraci* (urychlení), jindy o *retardaci* (opožďení) růstu a vývoje (Riegerová, et al., 2006). Spirduso, et al. (2005) definují biologický věk jako proces, respektive skupinu procesů, které v průběhu času způsobují nahodilou poruchu homeostázy vedoucí k progresivnímu poklesu životaschopnosti organismu

a současnému vzestupu jeho zranitelnosti, což může potenciálně vyústit k jeho zániku. Klasifikaci biologického věku uvádíme v tabulce 1.

Vymezení biologického věku je složité a při použití různých diagnostických metod dochází často k neshodě v interpretaci výsledků. U dětské populace je spolehlivost metod na odpovídající úrovni. Diagnostika se nejčastěji zaměřuje na posouzení růstového, kostního či zubního věku, dále se sleduje věk sekundárních pohlavních znaků nebo změny proporcionality tělesných rozměrů. U dospělých jedinců je však stanovení biologického věku složitější, protože doposud nebylo přesně definováno, které fyzické změny organismu mohou spolehlivě určit stupeň jeho zestárnutí (Lukačiková, Wsóllová, & Siváková, 2009).

U dospělých a starších jedinců se pro posouzení biologického statusu sledují tzv. *biomarkery stárnutí*, které určí míru zestárnutí vybraných funkčních systémů v organismu a následně umožní odhad celkového reálného stáří. Mezi nejfrekventovanější biomarkery patří: kalendářní věk, hmotnost, výška, body mass index, systolický a diastolický krevní tlak, vitální kapacita plic, hodnota akomodační šíře, práh vnímání vysokých frekvencí zvuku, reakční časy, zraková ostrost a další.

Obecně platí, že při sestavování testovacích baterií hledáme kompromis mezi co největším počtem parametrů, ale co nejsnadnějším způsobem vyhodnocení a co nejmenší zátěží pro testovaného (Mrázová, 2007). Dále se do baterie testů často zahrnují metody umožňující objektivní měření psychických změn, popisu sociálních a ekonomických charakteristik daného jedince. Dalším teoretickým problémem je zpracování výsledků. Je zřejmé, že celkový biologický věk není prostým průměrem získaným měření jednotlivých markerů. Důležitost, tedy „váha“ jednotlivých veličin v souboru, se obecně může výrazně lišit. Navíc jednotlivé markery mají různou míru vzájemné vnitřní souvislosti a pro vyhodnocení biologického věku je třeba je v některých situacích „klastrovat“ do skupin (Ďoubal & Klemra, 2000).

2. 2. 3 Sociální stáří

Sociální věk ve své podstatě postihuje změny tzv. rolí, individuálních potřeb, změny životního stylu a především ekonomické zajištění při odchodu ze zaměstnání do penze (Mrázová, 2007). Za počátek sociálního stáří je obvykle považován vznik nároku na

starobní důchod či skutečné penzionování. Sociální periodizace lidského života klasicky využívá rozdělení do čtyř etap: *předproduktivní* (období dětství, profesní příprava, získání zkušeností), *produktivní* (dospělost, ekonomická i sociální produktivita), *postproduktivní* (stáří) a *období závislosti*.

Trendem současné populace je prolamování klasické sociální periodizace. Oproti „nebezpečným“ pojmům penzionování či stařecká závislost se dostává do podvědomí aktivní důchodcovství, které období postprodukce seniorů zcela vyvracejí. Naopak pasivní důchodcovství se začíná považovat za jev sociálně patologický, za projev neúspěšného stárnutí. V současnosti se však můžeme setkat i s věkovou diskriminací, která může vyústit až k segregaci starších osob ze společnosti. Robert Butler, první ředitel National Institute on Aging, jako první zdůraznil nebezpečí věkové diskriminace a označil ji za tzv. *ageismus*, který zahrnuje předsudky, stereotypy a negativní představy o starých lidech nebo projevy diskriminace vůči jedinci či skupině (Palmore, 1999). V důsledku takového postoje dochází k symbolické i faktické diskriminaci pouze na základě stáří. Ageismus, stejně jako všechny ostatní předsudky, příliš zjednodušuje a nepřiměřeně generalizuje. Považuje za méněcenné všechny staré lidi bez rozdílu. Nebere ohled na jejich individualitu a někdy i značné diference, které mezi lidmi této věkové kategorie existují. Z hlediska ageismu je stáří obdobím ztrát, celkového úpadku a zhoršené kvality života (Vágnerová, 2000).

2. 3 Tělesné projevy stárnutí

Tělesné projevy ve stáří jsou velice individuální a je pro ně charakteristická interindividuální variabilita a heterochronie. Podílejí se na vytváření typického obrazu starých lidí – *stařeckého fenotypu*. Významně se projevují i fylogenetické změny nových a tedy mladších generací. Například v průběhu 20. století došlo k nárůstu průměrné tělesné výšky. Tyto změny jsou označovány jako *sekulární trend*. Problematice se věnuje řada odborných publikací a vědeckých prací. Castilho a Lahr (2001) prezentují studii zabývající se sekulárním trendem 7 878 brazilských dětí evropského původu ve věku od 5 do 18 let. Z výsledků výzkumu, který proběhl v roce 1998, jsou patrné sekulární tendence. Vůči kontrolnímu roku 1978 došlo u 18letých chlapců k nárůstu tělesné výšky o 3,8 cm, u stejně starých dívek o 5 cm. Shephard (1997) uvádí, že pod vlivem

sekulárního trendu dochází k nárůstu průměrné tělesné výšky o více jak jeden milimetr za rok.

2. 3. 1 Kardiovaskulární systém

Kardiovaskulární systém je zodpovědný za transport většiny důležitých látek, které jsou nezbytné pro zajištění základních vitálních funkcí, stejně tak plní funkci obrannou a regulační. Napomáhá udržovat homeostázu tím, že zabezpečuje přísun kyslíku a esenciálních živin do tkání za současného odstranění odpadních produktů vznikajících v nejrůznějších tělesných strukturách. Centrum kardiovaskulárního systému tvoří dutý svalový orgán – srdce (lat. *cor*), který pod tlakem vhání krev do periferie tvořenou tepnami (lat. *arteriae*), žilami (lat. *venae*) a drobnými kapilárami (lat. *arteriolae*). Správná funkce všech částí kardiovaskulárního systému je nezbytná pro udržení zdraví, optimální kvality života a pro zabezpečení základních vitálních funkcí.

Vzhledem ke skutečnosti, že jsou jednotlivé orgány protkány sítí cév, mohou vést cévní změny k závažnému narušení jejich činnosti. Ve stáří se cévní stěna stává tlustší a její výživa se zhoršuje. To vede k ukládání odpadových produktů látkové výměny ve stěnách cév. Zvláště se zde rozmnožuje podíl látek tukových (především cholesterolu) a minerálních (vápník). Ztlušťování a pokles elasticity stěn můžeme nejnadhěji sledovat na velkých cévách (např. aorta). K obdobným změnám však ve vyšším věku dochází i na drobných tepénkách a v žilním systému. S věkem se zmenšuje i počet otevřených vlásečnic (Šipr, 1997).

S vyšším věkem dále souvisí nárůst prevalence *hypertenze*, což je patrné především u systolického krevního tlaku. Diastolický tlak ve vyšším věku mírně klesá, a tak se zvyšuje tlaková amplituda. Arteriální hypertenze je u starších osob podstatně častější než v mladších věkových skupinách, a to jak systolicko-diastolická, tak zejména izolované systolické formy (izolovaná systolická hypertenze) (Kalvach, et al., 2004). Prevalence hypertenze se v České republice u dospělé populace ve věku 25–64 let pohybuje kolem 35 % se zřetelným nárůstem ve vyšších věkových skupinách (Souček, Špinar, & Svačina, 2005). Vysoké riziko rozvoje hypertenze je i u jedinců s diabetem mellitus 1. a 2. typu, u kterých je podle Olšovského (2002) prevalence arteriální hypertenze na vysoké úrovni (2–3krát vyšší než v populaci nediabetické).

Srdce prodělává změny ve smyslu zmenšení podílu srdeční svaloviny ve prospěch vazivové tkáně. Pokles klidové srdeční frekvence je u zdravých jedinců minimální, naopak maximální tepová frekvence zaznamenává po 20. roce trvalý pokles přibližně o jeden tep za rok (Spirduso, et al., 2005). Maximální spotřeba kyslíku při maximální práci ($VO_2\max$) postupně s narůstajícím věkem klesá, snižuje se také schopnost oběhové soustavy odpovídat na tělesné zatížení zrychlením tepové frekvence. Souběžně s omezením schopnosti zvýšit množství vypuzované krve zrychlením tepové frekvence klesá i hodnota maximální aerobní kapacity a tedy i schopnost metabolismu dobře hospodařit se zdroji energie. Kalvach, et al. (2004) uvádí, že u osob se sedavým způsobem života klesá $VO_2\max$ dvakrát rychleji než u osob aktivních. Příčinou je rychlejší úbytek aktivní hmoty, především svalů. Vzniká tak bludný kruh: pokles $VO_2\max$ snižuje pracovní kapacitu a nižší pohybová aktivita opět vyvolává pokles této hodnoty. Cestou z tohoto dilematu je postupné zvyšování pohybové aktivity zaměřené na zapojování velkých svalových skupin při různých formách pohybové aktivity vytrvalostního charakteru. U trénovaných jedinců dochází k razantnímu snížení $VO_2\max$ v důsledku ztráty aktivní tělesné hmoty, která je způsobena snížením tréninkového zatížení, respektive ukončením sportovní kariéry. Shephard (2002) uvádí, že u trénovaných jedinců se hodnota maximální spotřeby kyslíku snižuje o 6 ml/kg/min za dekádu, zatím co u běžné populace pouze o 4–4,6 ml/kg/min za dekádu. Procentuální pokles $VO_2\max$ mezi 20. a 70. rokem uvádíme v tabulce 2. Spirduso, et al. (2005) označuje hranici 13 ml/kg/min za minimální hodnotu $VO_2\max$, při které je ještě jedinec schopen žít soběstačně a nezávisle na svém okolí.

Tabulka 2. Změny $VO_2\max$ (ml/kg/min) související s věkem

	ženy			muži		
	nízká	střední	vysoká	nízká	střední	vysoká
ve 20 letech	36,8	45,0	60,0	46,0	53,6	68,0
v 70 letech	19,3	23,2	29,0	26,2	34,1	45,0
změna	48 %	48 %	52 %	43 %	36 %	34 %

Zdroj: Shephard (2002)

Podle Trojana (2003) patří k dalším s věkem souvisejícím změnám kardiovaskulárního systému i pokles počtu buněk v sinoatriálním uzlu, dysrytmie, výskyt varixů, pokles ejekční frakce, tendence k trombózám a pokles sensitivity beta-

adrenergických receptorů. Dále můžeme sledovat snížení objemu krve, pokles plazmatických bílkovin, hypokalémii, zvýšený počet krevních erytrocytů a triglyceridů.

2. 3. 2 Respirační systém

Dýchací ústrojí, které v ontogenetickém vývoji vzniká společně s ústrojím trávicím, obecně diferencujeme na horní a dolní cesty dýchací. S věkem související změny respiračního systému zahrnují především změny ve struktuře plic a v plicních objemech, zhoršenou výměnu dýchacích plynů a změny v mechanice dýchání. Někteří vědci tvrdí, že ve srovnání s ostatními orgánovými systémy je involuční pokles dýchacích funkcí podstatně rychlejší, a to především v důsledku neustálé expozice vnějšímu prostředí (Spirduso, et al., 2005).

Přibližně od čtyřicátého roku pozvolna ubývá plicních sklípků a jejich stěny ztrácejí pružnost a atrofují. Tloušťka sklípkové stěny u šedesátiletého dosahuje ve srovnání s mladým sotva 60 %. Elastická vlákna degenerují a v důsledku oslabení tahu parenchymu působícího na vnější povrch dolních cest dýchacích dochází v bazálních částech plic k jejich dočasnému uzávěru. Uzávěr dolních dýchacích cest je hlavní příčinou poklesu parciálního tlaku kyslíku v arteriální krvi (p_{aO_2}) v průběhu stárnutí (Kalvach, et al., 2004). Ve stěně průdušnice i průdušek se již od 30. roku zjišťuje úbytek svaloviny. Zmnožuje se podíl vaziva a klesá elasticita i vyměšování hlenu žlázami průduškové sliznice.

Celková plicní kapacita se s věkem příliš nemění, avšak sledujeme pokles vitální kapacity a vzestup reziduálních objemů. Reziduální objem a funkční reziduální kapacita narůstá během stárnutí o 25 %, zatím co vitální kapacita, která je nejčastěji diagnostikovaným plicním objemem, klesá o 25 % mezi 40. a 80. rokem (Spirduso, et al., 2005).

Závažné změny dýchání jsou ve stáří způsobeny postižením hrudního koše. Dochází k ochabnutí mezižeberních i pomocných dýchacích svalů a k poklesu pružnosti žeberních chrupavek. V některých případech sledujeme vznik tzv. *soudkovitého hrudníku*, pro který jsou typická horizontálně probíhající žebra se širokými mezižeberními prostory. Hrudník je jakoby v trvalém inspiračním postavení, a má malou ventilační výkonnost.

V průběhu stárnutí se stává činnost *ciliárních buněk* nekoordinovaná a jejich počet se zmenšuje, čím se zhoršuje očišťování bronchiálního stromu. V návaznosti na smrt ciliárních buněk dochází k rozmnožování buněk neciliárních, a tím se podstatně snižuje schopnost plic zbavit se vdechnutých nečistot. Z tohoto důvodu jsou ve stáří vysoce frekventované infekce respiračního traktu, které jsou jednou z hlavních příčin mortality starších nemocných. Zvýšený výskyt respiračních infekcí u starších nemocných je podmíněn multifaktoriálně – v popředí stojí slábnoucí imunitní reakce a přítomnost dalších chorob podmiňujících mnohočetné orgánové dysfunkce (Kubešová, et al., 2005).

2. 3. 3 Endokrinní systém

Komplexnost procesu stárnutí se zákonitě promítá i do změn na úrovni endokrinního systému. Ve stáří můžeme sledovat postupný, ale progresivní pokles v sekreci růstového hormonu přibližně o 14 % za dekádu (Stárka, 2003), nastává tzv. *somatopauza*. Nedostatek růstového hormonu se projevuje především úbytkem svalové hmoty a rozvojem hmoty tukové. *Hypotyroidismus* je dalším projevem stáří. Snížená produkce štítné žlázy postihuje především ženy a může být vyvolána např. nezávislým přírůstkem tělesné hmotnosti, předčasným přechodem, sníženou odolností vůči stresu, chronickou únavou apod. Je nutné poznamenat, že se výše zmíněné problémy štítné žlázy nevyhýbají ani mužům. *Melatonin* je další hormon, jehož sekrece ve stáří klesá. Je produkován epifýzou a patří do skupiny inhibičních hormonů. U člověka má vliv na hypotalamo-hypofyzární systém a vzestup jeho hladiny je spojen s nutkáním ke spánku, neboť má vliv na cirkadiánní rytmus. Mezi další projevy stárnutí řadíme například zvýšenou senzitivitu vazopresinové sekrece, ztrátu ovulace a pokles změny v sekreci kortikoidů, respektive sníženou adaptaci na stres (Trojan, 2003).

V rámci endokrinního systému jsou často diskutovány změny produkce pohlavních hormonů. U mužů je v návaznosti na rostoucí věk typický pokles produkce androgenů a snížení senzitivity adrenergických receptorů. *Andropauza* je mužskou obdobou menopauzy. Velmi obtížně se popisuje, protože neexistuje jednoznačné kritérium, podle kterého můžeme tento stav diagnostikovat. Jedná se o pozvolný a kontinuální proces, proto není název andropauza zcela objektivní, i když se v literatuře často používá.

V posledních letech se ve spojitosti se sníženou produkcí androgenů prosazuje používání termínu ADAM (*androgen decline in aging male*), resp. PADAM (*partial androgen deficiency of aging man*). Za český ekvivalent PADAM-syndromu lze považovat termín *syndrom mužského stárnutí*, který v daném kontextu zahrnuje i problematiku zdraví a nemoci stárnoucího muže, od diagnostiky až po léčbu. PADAM-syndrom je charakterizován řadou symptomů, jejichž původ je připisován zejména změnám hladin androgenů, především testosteronu. Svůj význam mají i další hormony např. melatonin, růstové hormony, leptin, tyroxin, trijodtyronin a další. Patofyziologické a morfologické změny nacházíme na pohybovém aparátu, nervové soustavě, kardiovaskulárním systému, v krevtvořbě, distribuci tukového rozložení, prostatě, ovlivňují fertilitu, libido, potenci a další (Hanuš, 2005).

Na rozdíl od mužů je u žen období *klimakteria* (přechodu) jednoznačně charakterizováno ztrátou menstruace a náhlým poklesem produkce pohlavních hormonů. Dochází k přechodu mezi plodným věkem ženy a začátkem senia, který je podle Živného (2004) rozdělen na tři dílčí fáze:

- *Premenopauza* zahrnuje v širším slova smyslu celé reprodukční období předcházející menopauze a v užším smyslu období začínající několik let před menopauzou, kdy začínají první endokrinní známky nastupujícího klimakteria, ale bez jeho klinických příznaků. Premenopauza v užším smyslu začíná obvykle po 40. roce.
- *Menopauza* je poslední fyziologické krvácení z dělohy po odloučení endometria, po kterém následuje alespoň jeden rok amenorea. Jedná se o údaj retrospektivní. Menopauza přichází obvykle mezi 48. až 52. rokem s mediánem v 51 letech.
- *Postmenopauza* zahrnuje v širším smyslu celé období života ženy po menopauze a v užším smyslu období od menopauzy do začátku senia, tj. okolo 65. roku.

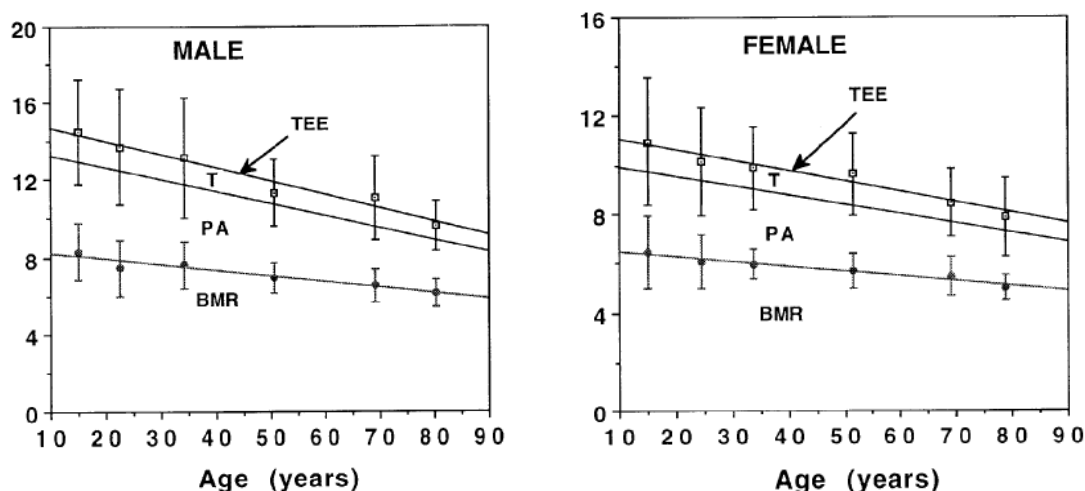
Ve vztahu ke stárnutí je podstatné, že klesá citlivost většiny cílových tkání k hormonům. Klasický případem tohoto procesu je vznik tzv. *metabolického syndromu*. Jedná se o „trs“ příznaků, které jsou často geneticky podmíněny a předcházejí některým onemocněním srdce a oběhového systému a onemocněním látkové výměny. Nedostatek pohybu a nadměrný příjem energie primárně vede u osob s dědičnou dispozicí ke vzniku uvedených nemocí k trvalé nadprodukci hormonu inzulínu a snížení citlivosti buněk kosterního a srdečního svalstva a buněk jater na tento hormon (tzv. *inzulínová*

resistence) (Stejskal, 2004). Následně dochází k vyčerpání sekreční kapacity buněk pankreatu a vzniku diabetes mellitus 2. typu. Do obrazu metabolického syndromu patří i riziková androidní obezita s výraznou kumulací tukové tkáně v abdominální oblasti. Matějovská, et al. (2009) uvádí, že výskyt metabolického syndromu ve starší populaci významným způsobem negativně ovlivňuje kognitivní funkce, soběstačnost starších nemocných a výskyt deprese. Autoři dále konstatují, že se metabolický syndrom vyskytuje přibližně u 20–40 % nemocných vyššího věku v závislosti na použitých klinických kriteriích.

2. 3. 4 Změny v látkové přeměně

Metabolismus představuje soubor všech enzymatických reakcí (tzv. metabolických drah), při nichž dochází k přeměně látek a energií v buňkách a v živých organizmech. Podle směru probíhající změny, která se s komplexní organickou molekulou děje, rozdělujeme metabolismus na *anabolismus* (výstavbový proces, biosyntéza) a *katabolismus* (rozkladový proces).

S rostoucím věkem dochází k fyziologickým změnám, které ovlivňují stálost vnitřního prostředí (homeostázu) a metabolické procesy. V závislosti na změně ve složení těla, pohybové aktivitě a složení potravy dochází ve stáří ke změnám *energetické potřeby* (viz obrázek 2). Ta od dospělosti směrem ke stáří lineárně klesá přibližně o 0,8–1,2 MJ v období od 45. do 75. roku v důsledku snížení bazálního metabolismu a energie spotřebované na vykonávání aktivit každodenního života (Shephard, 1997). Energetickou potřebu nejlépe vyjadřují dva parametry: základní energetická potřeba (basal metabolic rate, BMR) a celková energetická potřeba (total energy expenditure, TEE). *Bazální metabolismus* pokrývá energeticky dostačujícím způsobem všechny vitální funkce člověka (Trojan, 2003). Je ovlivněn věkem, tělesnou hmotností, tělesnou výškou a pohlavím jedince. U ženy se BMR prakticky nemění mezi 20. a 40. rokem, u mužů stále zvolna klesá přibližně o 2–3 % za rok.



Obrázek 2. Vliv stárnutí na celkovou energetickou potřebu (TEE) u mužů a žen

Zdroj: Elia, Ritz a Stubbs (2000)

poznámka: TEE – celková energetická potřeba, T – termoregulace, BMR – bazální metabolismus, PA – pohybová aktivita v rámci aktivit každodenního života; hodnoty jsou uvedeny v MJ (4,18 kJ = 1 kcal)

2. 3. 5 Podpůrně pohybový aparát

Kostra člověka je tvořena přibližně 233 kostmi a spolu s vazivem a chrupavkami vytváří pasivní část podpůrně pohybového aparátu. Nárůst kostní tkáně (*osteogeneze*) je v průběhu ontogenetického vývoje doprovázen kostní resorpcí (*osteoresorpce*). Integrita skeletu závisí zejména na kontrolované resorpci kosti osteoklasty s její následnou obnovou, kterou zajišťují kostní buňky osteoblastů.

U žen, stejně tak i u mužů, novotvorba kosti již od 40. roku věku postupně klesá a pozvolna dochází k úbytku kostní tkáně přibližně o 0,7–1,0 % za rok (Spirduso, et al., 2005). Po menopauze se metabolismus kosti zrychluje, zvyšuje se novotvorba, ale mnohem více se zvyšuje resorpce kosti a dochází ke zvýšenému počtu remodelačních míst, což může vést ke vzniku *klimakterické osteoporózy*. Tento typ osteoporózy postihuje převážně ženy a především trabekulární kost, která tvoří přibližně 20 % celkové hmoty skeletu a účastní se kostní remodelace v 70 %. Asi 75 % žen ztrácí 2 % kostní hmoty za rok, zbývajících 25 % ztrácí až 6 % (*fast losers*) (Živný, 2004). Prevalence osteoporózy se v civilizovaných zemích udává v číslech 7–10 %, v České republice je to přibližně tři čtvrtě milionu osob (Krátká, 2007). Je však nutné upozornit na skutečnost, že jsou tyto hodnoty vzhledem k tichému průběhu onemocnění mírně zkreslené.

S rozvojem osteoporózy vysoce koreluje *kostní fragilita*. Mezi nejrizikovější části skeletu patří především bederní část páteře a krček stehenní kosti, jehož fraktura úzce souvisí s vzestupem mortality. Kalvach, et al. (2004) uvádí, že v roce 1992 bylo v České republice hospitalizováno pro frakturu krčku kosti stehenní 7 216 žen, z toho 1 658 (23 %) zemřelo na následek zlomeniny. Četnost výskytu zlomenin v oblasti proximálního femuru u nás v posledních letech narůstá, avšak je nutné upozornit, že kopíruje křivky známé z jiných hospodářsky vyspělých zemí.

Ve vztahu k stárnutí organismu dochází k nápadným změnám *svalové tkáně*, která vytváří aktivní subsystém podpůrně pohybového aparátu. Snižuje se počet svalových vláken, zvláště bílých rychlých (typ II) až o 26 %, ale nikoli jejich velikost. Tím se relativně zvyšuje počet červených pomalých oxidativních vláken (typ I), které mohou zaujímat uvolněné místo. Celkový absolutní počet obou těchto typů však spíše klesá a v 80 letech může úbytek činit až 40 %. Závažné změny se objevují také v kapilarizaci vláken. Zvláště v nečinných svalech klesá počet kapilár až o 50 %, počet mitochondrií se však v podstatě nemění. Změna poměru mitochondrií a kapilár ukazuje na omezení jejich vzájemného kontaktu, což je klíčový faktor v oxidativním uvolňování energie (Kalvach, et al., 2004). Pokles počtu motorických jednotek je dalším důsledkem přirozené involuce svalové tkáně. Podle Roos, Rice a Vandervoort (1997) dochází do 30. roku ke ztrátě přibližně 1 % motorických jednotek za jeden rok, po 60. roce se tento proces výrazně urychlí.

Změny na úrovni svalové tkáně, resp. svalové činnosti, úzce souvisejí se stavem vaziva a kloubů. Nedostatečná a kvalitativně změněná náhrada kolagenu snižuje ve stáří flexibilitu. V kombinaci s úbytkem celkové tělesné vody se tento jev projevuje snížením mobility i stability kloubů, změnami meziobratlových plotének a větší tuhostí páteře. Pokles flexibility a pohyblivosti je u starších jedinců významně ovlivněn obezitou. Ze studie Apovian, et al. (2002) vyplývá, že v závislosti na narůstající hodnotě BMI bylo u obézních žen zjištěno zhoršení funkcí horní i dolní části těla.

2. 3. 6 Nervový systém

Dynamickou rovnováhu základních, pro život nezbytných funkcí zabezpečuje vegetativní (autonomní) část nervstva. Svým funkčním základem (reflexní oblouk) se

vegetativní nervový systém shoduje s nervstvem somatickým a také s ním úzce spolupracuje. K jejich vzájemné integraci dochází již na úrovni páteřní míchy, významně pak v prodloužené míše (funkce dýchací a srdečně cévní) a zejména v hypotalamu a jeho spojích s talamem a mozkovou kůrou (Trojan, 2003).

S věkem se mění kvalita činnosti autonomního nervového systému (ANS) produkujícího naprosto nezbytné látky, zvané neurotransmitery. V důsledku toho dochází ke změnám regulace krevního tlaku, produkce tepla, poruchám spánku a bdělosti a zhoršení mentálních funkcí (intelekt), souběžně klesá odolnost proti stresu. Snížená odolnost vůči stresu souvisí se sníženou produkcí „poplachových hormonů“ (Fořt, 2001). Aktivita ANS je obrazem intenzity regulačních a řídicích procesů v lidském organismu. Proto je logické, že aktivita ANS klesá nejen s věkem, ale i při zhoršení zdravotního stavu. Je známo, že u většiny onemocnění srdce a cév a u metabolických onemocnění dochází k výrazné redukci aktivity ANS (Stejskal, 2004).

2. 3. 7 Změny základních somatických ukazatelů

Tělesná výška je základním morfologickým parametrem, jehož proměny můžeme snadno monitorovat. Denní difference mohou v průměru dosahovat až 20 mm, avšak u osob, které jsou v průběhu dne aktivní a vykonávají činnost zatěžující páteř v kranio-kaudálním směru, jsou rozdíly ještě markantnější. S přibývajícím věkem dochází ke snižování tělesné výšky v důsledku „vysychání“ intervertebrálních disků a rostoucí kyfotizaci páteře. Ve vysokém věku můžeme v některých případech sledovat zhroucení jednoho nebo více obratlů (Shephard, 2002).

Spirduso, et al. (2005) uvádí, že pokles tělesné výšky mezi 40. a 60. rokem je o jeden centimetr za dekádu, v nadcházejícím období se pokles tělesné výšky podstatně akceleruje. Toto tvrzení prokazují výsledky rozsáhlé evropské studie SENECA (*Survey in Europe on Nutrition and the Elderly; a Concerted Action*). Bylo zjištěno, že během jedné dekády došlo u souboru seniorů se vstupním věkem 70–75 let ke snížení průměrné tělesné výšky o 1,5–2,0 cm (De Groot, et al., 2002). Někteří autoři (Gába, Riegerová, & Přidalová, 2008) však upozorňují na skutečnost, že s věkem související pokles tělesné výšky může být v některých případech ještě výraznější. Je však nutné odpovědět na otázku, zda je akcelerace poklesu tělesné výšky důsledkem přirozené involuce nebo ji

ještě ovlivňují jiné faktory. U seniorů dochází totiž k nápadným změnám postury, mezi které patří rozvoj hyperkyfotického či kyfoskoliotického držení těla. V případě žen s diagnostikovanou osteoporózou může být podpůrně pohybový aparát postižen ještě významněji. Změny v tělesné výšce jsou také determinovány geograficky. V izolovaných severských komunitách (Laponci, Inuité) je rychlost poklesu tělesné výšky s věkem rapidně vyšší než ve vyspělém světě. Rode a Shephard (1994) si tuto skutečnost vysvětlují tím, že v území za polárním kruhem je vliv exogenních faktorů mnohem odlišnější než v ostatních oblastech světa (nízká insolace, potrava chudá na vápník a vitamin D apod.). Zrychlení poklesu tělesné výšky nemusí být nutně způsobeno rychlostí involučních změn, ale je nutné brát v úvahu faktory, které se mohou na změně tělesné výšky podílet.

Tělesná hmotnost je vedle tělesné výšky nejčastěji sledovaným a vyhodnocovaným somatickým znakem. Je však geneticky méně ovlivněna a naopak ji významně ovlivňují faktory vnějšího prostředí. V současné době dochází ke zvyšování průměrných hodnot tělesné hmotnosti v důsledku působení sekulárního trendu. Větší vliv má však výrazný pokles pohybové aktivity a projev hypokineze u vyšších věkových kategorií, při zvýšeném příjmu potravy s převahou cukrů a lipidů. Ve vyspělých zemích je obecně sledován trend vzestupu tělesné hmotnosti přibližně do 60 let, pak začíná pozvolný pokles. Gába, et al. (2008) zaznamenali u českých žen ve věku 60–84 let mírný nárůst tělesné hmotnosti do 65. roku, dále docházelo jen k jejímu postupnému poklesu, což odpovídá přirozenému ontogenetickému trendu. V literatuře však nalezneme zmínky o *náhodné ztrátě tělesné hmotnosti*, která bývá u seniorské populace často spojována s vzestupem rizika úmrtí. Spirduso, et al. (2005) uvádí, že náhodná ztráta tělesné hmotnosti se vyskytuje zhruba u 13 % osob starších 65 let. Pokud dojde k náhlé ztrátě tělesné hmotnosti, ve 24 % případů nedojde k objasnění příčiny, u ostatních případů souvisí tento jev s rozvojem rakoviny (16 %), depresemi (18 %), s poruchami trávicího systému, jakou jsou vředy (11 %), hyperfunkce štítné žlázy (9 %), neurologickými problémy (7 %) a v důsledku efektu nebo odezvy na medikamentózní léčbu (9 %). Z výsledků longitudinální studie Dey, Rothenberg, Sundh, Bosaeus a Steen (2001) vyplývá, že úbytek tělesné hmotnosti mezi 70. a 75. rokem o více jak 10 % významně zvyšuje riziko úmrtí u seniorů. Podobný trend byl nalezen i v případě BMI.

Body mass index je v celosvětovém měřítku nejužívanějším tělesným indexem pro hodnocení tělesné hmotnosti, stavu výživy, zdraví a rizika úmrtí. Z výsledku studie Kyle,

Genton, Slosman a Pichard (2001), kteří studovali vybrané antropometrické ukazatele západoevropské populace, je zřejmý nárůst průměrných hodnot BMI do 74. roku jak u žen, tak i u mužů. V následujícím období BMI spíše kolísá kolem střední hodnoty. U českých žen starších 60 let je trend obdobný, což dokládají výsledky Gába, et al. (2008).

Body mass index je pro svou jednoduchost frekventovaně využívám, avšak naráží na řadu nedostatků. Zásadní problém spočívá v neobjektivním posouzení variability základních tělesných složek. Proto řada autorů (Hu, Tuomilehto, Silventoinen, Barengo, & Jousilahti, 2004; Kalvach, et al., 2004; Kyle, Genton, Gremion, Slosman, & Pichard, 2004; Kyle, Morabia, Schutz, & Pichard, 2004; Schutz, Kyle, & Pichard, 2002) považuje BMI za orientační ukazatel, který je nutné doplnit o informace týkající se například absolutního a relativního zastoupení tělesného tuku včetně popisu charakteru jeho distribuce. S věkem související změny tělesného složení jsou v zahraniční i české literatuře velmi podrobně zpracovány. Této oblasti se však budeme detailně věnovat v následující kapitole (viz kapitola 2. 4. 2).

2. 3. 8 Ostatní projevy stárnutí

Mezi další projevy přirozeného stárnutí řadíme například změnu ve výrazu obličeje. Dochází ke tvorbě kožních vrásek, šedivění vlasů a alopecii (vypadávání vlasů, výraznější u mužů), prodlužování ušních lalůčků, pokles tváří, pokles horního víčka se zmenšením oční štěrbin, zvětšování špičky nosu, ztráta zubů, snižuje se dolní čelist a ztenčuje se horní ret, zkracuje se vzdálenost brady a nosu. Nápadné jsou změny postoje v důsledku hyperkyfózy, kyfoskoliózy nebo osteoporózy (*gibus osteoporotických žen*).

Výrazné jsou involuční změny smyslového vnímání. U zraku se projevují změny akomodace. Nejbližší vzdálenost (*punctum proximum*), v níž je jasně vidět předmět nebo text, činí v 10 letech 7 cm, ve 30 letech 15 cm, ve 45 letech 30 cm, v 50 letech 40 cm, v 60 letech 100 cm a v 70 letech 400 cm. Dále můžeme pozorovat úbytek sluchové ostrosti, dochází k atrofii čichových vláken či poklesu koncentrace Meisnerových hmatových tělísek na konečcích prstů. Výrazně se také proměňuje chuť, a to především u kuřáků, což může vyústit až v *malnutrici*. Ve věku nad 80 roků mají alespoň mírné projevy

malnutrice téměř všichni jedinci bez ohledu na jejich socioekonomické postavení (Kalvach, et al., 2004).

2. 4 S věkem související změny tělesného složení

Problematikou tělesného složení u rozličných populačních skupin se zabývá funkční antropologie. Ve vztahu ke stárnutí pak můžeme hovořit o *gerontologické antropologii*. V západoevropské literatuře je na antropologii nahlíženo ve dvou základních rovinách. Na jedné straně souvisí s duchovní oblastí člověka, takto o ní uvažoval již Aristoteles, na straně druhé zahrnuje oblast fyzickou (tělesnou). Úlohou antropologie je tedy zkoumat proces přechodu od biologických zákonitostí, kterým plně podléhá živočišný předek člověka, k zákonitostem sociálním, které jsou v převaze při ovlivňování života člověka současného (Riegerová, et al., 2006). V druhé polovině 20. století se v oblasti studie lidského těla a jeho vztahu k pohybové aktivitě vyvinul nový vědní obor – *kinantropometrie*. Tato vědní disciplína studuje vztahy mezi strukturou lidského těla a jeho pohybem na základě zjišťování přesně definovaných tělesných parametrů. Vychází ze základních metod fyzické antropologie a její oblast zájmu je úzce spjata s náplní antropologie funkční.

V antropologické praxi a v řadě epidemiologických studií byl v minulosti pro svou jednoduchost užíván zejména BMI. Jak již bylo naznačeno v předchozím textu, BMI však v sobě nese řadu nedostatků. Proto se v současnosti zaměřuje pozornost na změny podílu jednotlivých tělesných frakcí v různých fázích ontogeneze. Tomuto trendu také přispělo vyvinutí řady sofistikovaných přístrojů, jež umožňují hodnotit tělesné složení v laboratorních i terénních podmínkách. Sledování změn ve složení těla může v budoucnu napomoci pochopit, jakým způsobem stárnutí, včetně přidružených nemocí, ovlivňuje lidské tělo. Za základní komponenty lidského těla můžeme označit tělesný tuk a tukuprostou hmotu. V klinické praxi však svůj význam nacházejí i další tělesné složky jako je například tělesná voda (intracelulární a extracelulární), množství minerálních látek, proteinů či viscerálního tuku apod.

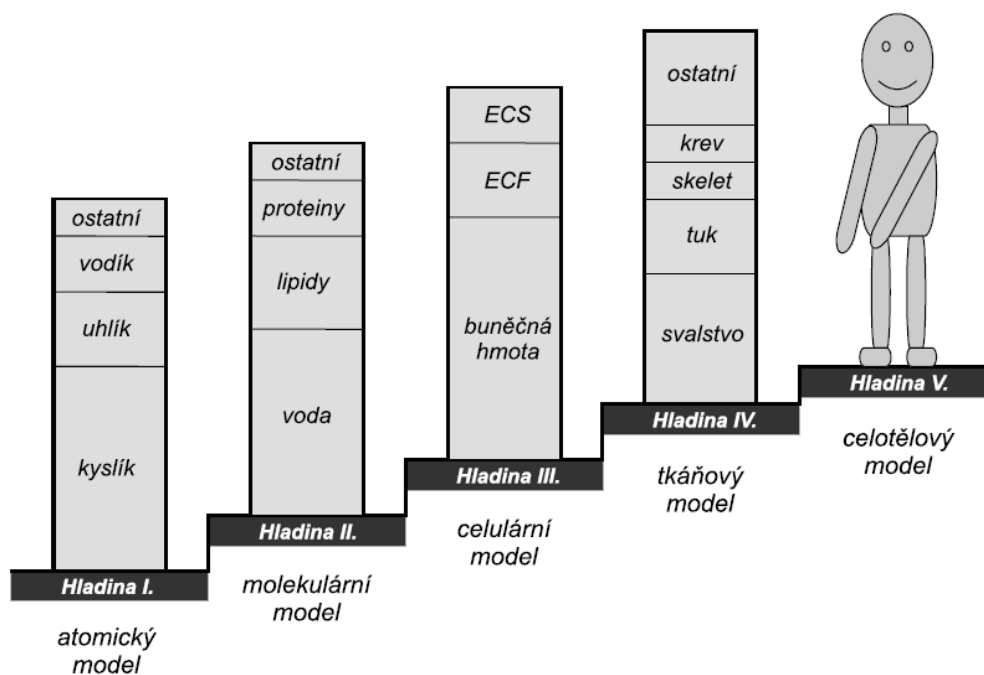
V následující kapitole se budeme snažit postihnout základní informace o dané problematice, včetně vymezení jednotlivých přístupů a metod diagnostiky tělesného

složení. Stejně tak se budeme věnovat základním aspektům stárnutí, které se projevují změnami tělesných frakcí.

2. 4. 1 Modely tělesného složení

Komplexní informace o složení lidského těla primárně vychází z chemického rozboru lidských tkání, který umožňuje určit zastoupení jednotlivých tělesných frakcí. Většina informací však pochází z analýz prováděných na mrtvolách, což s sebou samozřejmě přináší i řadu omezení. V minulosti poskytovaly takto orientované studie klíčová data pro vytvoření prvních modelů tělesného složení, se kterým se pracuje i v současnosti. Díky rozvoji moderních technologií došlo k vyvinutí řady sofistikovaných metod, které umožňují diagnostikovat další tělesné komponenty a ve své podstatě sledovat tělesné složení *in vivo*.

V roce 1992 představili Wang, Pierson a Heymsfield (1992) pět základních úrovní (hladin) využitelných pro studium lidského těla, respektive jeho složení (obrázek 3). Jejich popis, včetně referenčních hodnot (pro 70kg muže) a výčtu jednotlivých komponent, uvádíme v následujícím textu.



Obrázek 3. Pětistupňový model tělesného složení člověka dle Wang, et al. (1992)

Zdroj: Riegerová, et al. (2006)

2. 4. 1. 1 Atomický model

Atomický model předpokládá, že lidský organismus tvoří několik základních prvků. Prvních šest se podílí na celkové tělesné hmotnosti z 98 %. Mezi nejdůležitější patří kyslík, jehož podíl je více jak 60%, dále uhlík (23 %), vodík (10 %), dusík (2,6 %), vápník (1,4 %) a fosfor (< 1 %). Zbylé 2 % tělesné hmotnosti připadají na dalších 44 prvků. Heymsfield (2005) připodobňuje atomární úroveň k modelu, který je tvořen 11 komponentami (O, C, H, N, Ca, P, Na, K, Cl, Mg, S). Atomický model je základním elementem pro studium tělesného složení a k jeho stanovení se používá neutronová aktivační analýza. Rovnice pro výpočet tělesné hmotnosti, kde R odpovídá reziduální hmotě, vypadá následovně (Wang, et al., 1992):

$$\text{tělesná hmotnost} = \text{O} + \text{C} + \text{H} + \text{N} + \text{Ca} + \text{P} \\ + \text{S} + \text{K} + \text{Na} + \text{Cl} + \text{Mg} + \text{R}$$

2. 4. 1. 2 Molekulární model

Podmínkou molekulární úrovně je skutečnost, že 11 hlavních prvků (komponent) tvoří molekuly, které představují více jak 100 000 chemických sloučenin tvořící lidské tělo. Je však nemožné separovat všechny sloučeniny a následně analyzovat jejich zastoupení, proto se na této úrovni slučují jednotlivé komponenty do kategorií blíže příbuzných molekul. Výčet komponent se tedy omezuje na vodu (A), lipidy (L), proteiny (Pro), glykogen (G) a minerály (M). Referenční hodnoty absolutního i relativního zastoupení jednotlivých složek u 70kg muže uvádíme v tabulce 3.

Tabulka 3. Zastoupení jednotlivých tělesných frakcí v rámci molekulárního modelu

komponenta	zastoupení (kg)	procento tělesné hmotnosti (%)
tělesná voda		
extracelulární	18,0	26,0
intracelulární	24,0	34,0
lipidy		
neesenciální	12,0	17,0
esenciální	1,5	2,1
proteiny	10,6	15,0
minerály	3,7	5,3
celkem	69,8	99,4

Zdroj: Wang, et al. (1992)

poznámka: referenční hodnoty jsou definovány pro 70kg muže

Rovnice pro výpočet tělesné hmotnosti v rámci molekulárního modelu, kde R je rovno zbytkové hmotě (< 1 %), vypadá následovně:

$$\text{tělesná hmotnost} = L + A + \text{Pro} + M + G + R$$

V rámci molekulární úrovně se dá také využít pojem bezvodá (suchá) tělesná hmotnost (*dry body weight*; dry Bwt) obsahující bezvodé chemické látky. Po úpravě vypadá rovnice takto:

$$\text{tělesná hmotnost} = A + \text{dry Bwt}$$

Také Heymsfield (2005) uvažuje na této úrovni o dvou základních komponentách. Těmi jsou tělesný tuk (BFM) a tukuprostá hmota (FFM).

$$\text{tělesná hmotnost} = \text{BFM} + \text{FFM}$$

2. 4. 1. 3 Buněčný model

Pro výzkum v nejrůznějších vědeckých oborech jsou stěžejní lidské buňky. Ty vznikají spojením jednotlivých molekulárních komponent. Na základně buněčného modelu je celková tělesná hmotnost dána součtem těchto složek:

- extracelulární tekutina (ECW) – je z 94 % tvořena vodou. V podstatě se jedná o plazmatickou (intravaskulární) a intersticiální tekutinu;
- další komponenta (CM) je tvořena svalovými buňkami, buňkami pojivových tkání, epitelovými a nervovými buňkami;
- poslední součástí (ECS) jsou organické a anorganické látky.

Celková tělesná hmotnost je pak dána součtem výše zmíněných komponent. Referenční rovnici pro výpočet hmotnosti těla v rámci buněčné úrovně prezentujeme dále.

$$\text{tělesná hmotnost} = \text{ECW} + \text{CM} + \text{ECS}$$

2. 4. 1. 4 Tkáňově-systémový model

Tento model vychází z předpokladu, že se jednotlivé buňky slučují a vytvářejí specifické struktury – tkáně, orgány, orgánové systémy. Na základě tohoto modelu je tělesná hmotnost dána sumou jednotlivých tkáňových systémů (tabulka 4). Jedná se tedy o součet muskuloskeletárního, kožního, nervového, respiračního, oběhového, zažívacího, vyměšovacího, reprodukčního a endokrinního systému.

Tabulka 4. Zastoupení jednotlivých komponent v rámci tkáňově-systémového modelu

tkáň nebo orgán	zastoupení (kg)	procento tělesné hmotnosti (%)
kosterní svalstvo	28,0	40,0
tuková tkáň		
podkožní tuk	7,5	11,0
viscerální tuk	5,0	7,1
intersticiální tuk	1,0	1,4
žlutá kostní dřev	1,5	2,1
kostní tkáň	5,0	7,1
krev	5,5	7,9
kůže	2,6	3,7
játra	1,8	2,6
centrální nervová soustava	1,4	2,0
gastrointestinální trakt	1,2	1,7
pľíce	1,0	1,4

Zdroj: Wang, et al. (1992)

poznámka: referenční hodnoty jsou definovány pro 70kg muže

Většina výzkumů využívající tento model se opírá o tkáňovou biopsii prováděnou na mrtvolách. Alternativně se tento postup dá uplatnit *in vivo* při použití magnetické rezonance, počítačové tomografie, sledování vylučování kreatininu v rámci jednoho dne nebo prostřednictvím neutronové aktivační analýzy (Wang, et al., 1992). Při práci *in vivo* je nezbytné redukovat počet komponent na šest a základní rovnici mírně poupravit do následující formy:

$$\text{tělesná hmotnost} = \text{tuková tkáň} + \text{kosterní svalstvo} + \text{kostní hmota} + \\ \text{útrobní orgány} + \text{krev} + \text{zbytek}$$

2. 4. 1. 5 Celotělový model

Celotělový model tělesného složení představuje pátou úroveň zahrnující ukazatelé jako je například tělesná výška a hmotnost, dále pak hmotnostně-výškové indexy, délkové, obvodové a šířkové rozměry, kožní řasy, objem těla a z něj zjišťovaná denzita, která vypovídá o aktivní tělesné hmotnosti a depotním tuku. Nejjednodušeji můžeme tělesnou hmotnost stanovit jako součet hmotnosti základních třech tělesných segmentů (komponent) – trupu, hlavy a končetin.

$$\text{tělesná hmotnost} = \text{hmotnost trupu} + \text{hmotnost hlavy} + \text{hmotnost končetin}$$

2. 4. 2 Změny vybraných tělesných komponent související s věkem

Počet komponent, které se při studiu tělesného složení používají, se odvíjí od výše popsaných modelů. V klinické praxi se nejčastěji pracuje s dvou-, tří- a čtyř-komponentovým modelem tělesného složení. V následujícím textu se budeme věnovat popisu nejfrekventovanějších komponent, stejně tak se zaměříme na popis jejich změn souvisejících s přirozeným ontogenetickým vývojem jedince.

2. 4. 2. 1 Tělesný tuk

Tuková tkáň je tvořena souborem specializovaných buněk (*adipocytů*), které z evolučního hlediska umožňovaly přežití jedince v období hladovění díky své funkční specializaci na akumulaci energetických zásob v období kalorického nadbytku. Neolitická a později průmyslová revoluce pozměnila životní styl člověka do takové míry, že dnešní Evropan pravidelná období hladu nezažívá a hypertrofované tukové buňky přinášejí smrtelné komplikace (Polák, et al., 2006). *Obezita* je pro svou vysokou prevalenci často označována za globální epidemii. Je charakterizována zvýšenou tělesnou hmotností s abnormálně zvýšeným podílem tukové tkáně. Ve Spojených státech amerických (USA) má optimální tělesnou hmotnost (BMI = 18,5–24,9 kg/m²) pouze 39,6 % mužů a 45,8 % žen, zatímco obézních (BMI > 30 kg/m²) je 19,4 % mužů a 24,5 % žen (Andersen, 2003). Tyto data pocházejí z rozsáhlé studie *National Health and*

Nutrition Examination Survey (NHANES), ve které bylo dále zjištěno, že v období mezi rokem 1999 a 2004 došlo u dětí a adolescentů k signifikantnímu vzestupu nadváhy a obezity, u mužů pak k vzestupu celkové prevalence obezity (Ogden, et al., 2006). V USA dokonce významně narůstá počet jedinců s morbidní obezitou ($BMI > 40 \text{ kg/m}^2$) (Sturm, 2007). Z evropské perspektivy je prevalence obezity v České republice (ČR) na vysoké úrovni. ČR patří společně s Itálií, Polskem, Portugalskem, Španělskem a Rumunskem ke státům, kde je prevalence obezity u mužů i žen větší než 25 % (Berghöfer, et al., 2008).

Určité množství tělesného tuku je však pro člověka nepostradatelné, neboť se spolupodílí na zachování základních fyziologických mechanismů. Esenciální tuky se podílejí na výstavbě buněčných membrán, lipoproteiny slouží k transportu lipidů a cholesterolu, lipidy jsou prekurzory řady steroidních hormonů, zajišťují transport a využití vitamínů. Význam plně funkční tukové tkáně souvisí s tvorbou řady látek, tzv. *adipokinů*, které mají negativní vliv na lidské zdraví. Jistou výjimku představuje *leptin*, jež má zásadní podíl na regulaci tělesné hmotnosti, ovlivněním hypothalamických center sytosti způsobuje snížení příjmu potravy a současně stimulaci energetického výdeje (Polák, et al., 2006).

Tuková buňka má schopnost akumulovat lipidové zásoby buď ve formě jedné velké vakuoly, nebo v podobě množství drobných vakuol. To vše závisí na typu tukové tkáně. Žlutá (bílá) tuková tkáň je u člověka zastoupena v naprosté většině. Vytváří ochranu vnitřních orgánů proti jejich mechanickému poškození, je důležitým zdrojem energie a zajišťuje tepelnou izolaci organismu. Izolační vlastnosti tělesného tuku jsou samozřejmě nevýhodou, když je teplota okolního prostředí vysoká a ztráta tělesného tepla je žádoucí. Hnědý tělesný tuk nalezneme především u dětí. Zásoby této tkáně se koncentrují v oblasti ledvin, hrudní kosti a mezi lopatkami. Je protkán bohatou sítí kapilár a obsahuje velké množství mitochondrií. Díky proteinu *termogeninu*, který se nachází ve vnitřní membráně mitochondrií, má důležitou termoregulační funkci a představuje rychle mobilizovatelnou zásobu energie.

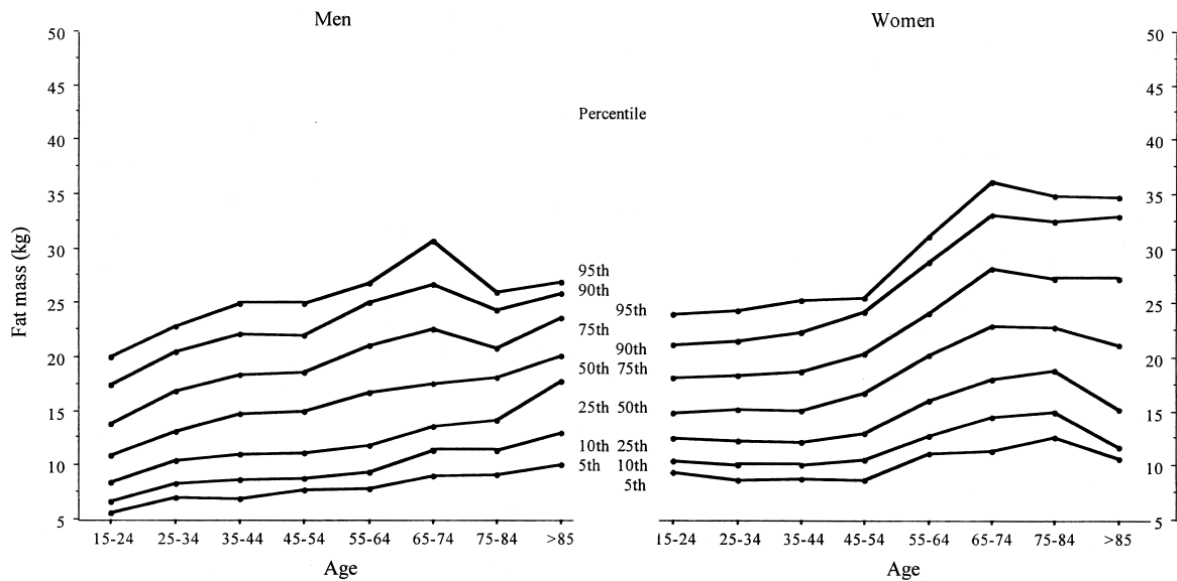
V ontogenetickém vývoji se podíl tělesného tuku na celkové tělesné hmotnosti mění. Jeho množství je geneticky podmíněno, avšak ho značně ovlivňují faktory vnějšího prostředí. Z těch nejdůležitějších můžeme jmenovat nedostatek pohybové aktivity doprovázený nadměrným příjmem energie z potravy. Optimální zastoupení tělesného tuku je závislé na pohlaví, věku, etniku a úrovni prováděné pohybové aktivity. Modelové hodnoty zastoupení tělesného tuku pro široké populační spektrum uvádíme v tabulce 5.

Tabulka 5. *Optimální zastoupení tělesného tuku v závislosti na pohlaví a věku*

zastoupení tělesného tuku	velmi nízké	nízké	optimální	vysoké	obezita
Muži					
6–17 let	< 5	5–10	11–25	26–31	> 31
18–34 let	< 8	8	13	22	> 22
35–55 let	< 10	10	18	25	> 25
55 a více let	<10	10	16	23	> 23
Ženy					
6–17 let	< 12	12–15	16–30	31–36	> 36
18–34 let	< 20	20	28	35	> 35
35–55 let	< 25	25	32	38	> 38
55 a více let	< 25	25	30	35	> 35

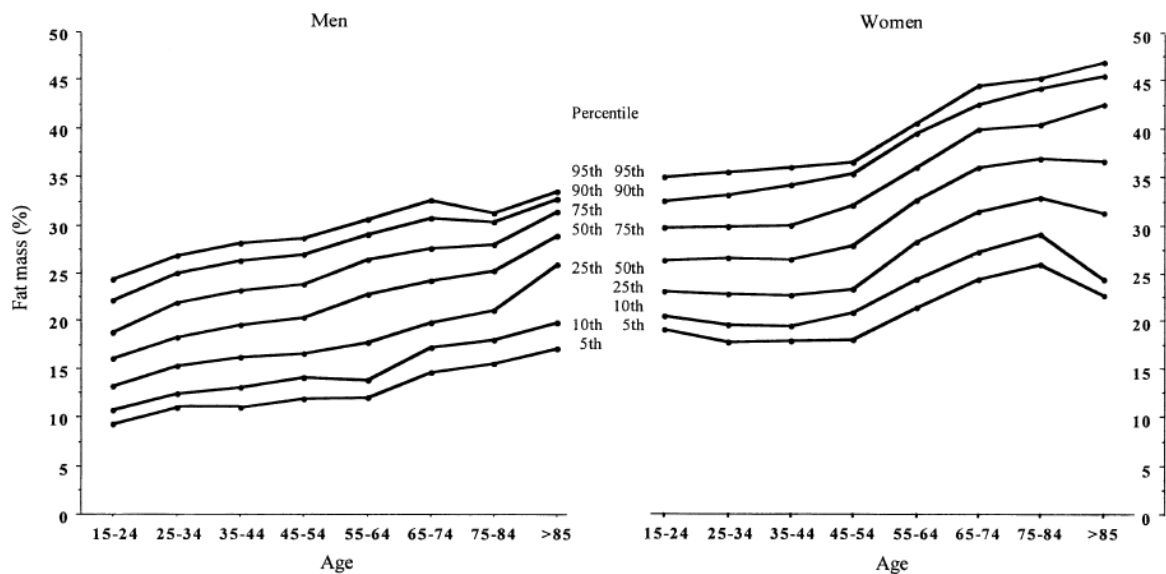
Zdroj: Heyward a Wagner (2004)

V období raného dětství zastoupení množství podkožního tuku pozvolna klesá u obou pohlaví. Ve fázi středního dětství je u ženského pohlaví průměrná hodnota podkožního tuku většinou vyšší než u mužů. Tento rozdíl je mnohem zřetelnější v období puberty a přetrvává až do adolescence. U chlapců dochází k mírnému zvýšení podkožního tuku na konci prepubertálního období (Riegerová, et al., 2006). Z longitudinální studie Guo, Zeller, Chumlea a Siervogel (1999) vyplývá, že v dospělosti narůstá celkové množství tělesného tuku přibližně o 0,37 kg za rok u mužů, respektive o 0,41 kg u žen. Trend nárůstu tukové složky v závislosti na rostoucím věku potvrzují výsledky studie Kyle, Genton, Slosman, et al. (2001). Do 50. roku se u obou pohlaví absolutní zastoupení tělesného tuku plynule zvyšuje. S nástupem menopauzy sledujeme u žen nápadný nárůst hodnot přibližně do 75. roku. V navazujícím období se tempo nárůstu zpomalí, v některých případech můžeme sledovat i mírný pokles hodnot (obrázek 4).



Obrázek 4. Změny v absolutním zastoupení tělesného tuku u mužů a žen ve věku 15–98 let ($n = 5\,225$)
Zdroj: Kyle, Genton, Slosman, et al. (2001)

Stejně jako u absolutního zastoupení tělesného tuku, můžeme i v případě jeho procentuálního vyjádření sledovat s věkem související nárůst hodnot a to jak u mužů, tak i u žen (obrázek 5). V porovnání s ženami je u mužů nárůst hodnot plynulejší. U žen můžeme sledovat prudký vzestup hodnot kolem 45. až 54. roku, což dokumentuje vzestup jeho zastoupení ve spojitosti s postmenopauzálními proměnami ženského organismu.



Obrázek 5. Změny v relativním zastoupení tělesného tuku u mužů a žen ve věku 15–98 let ($n = 5\,225$)
Zdroj: Kyle, Genton, Slosman, et al. (2001)

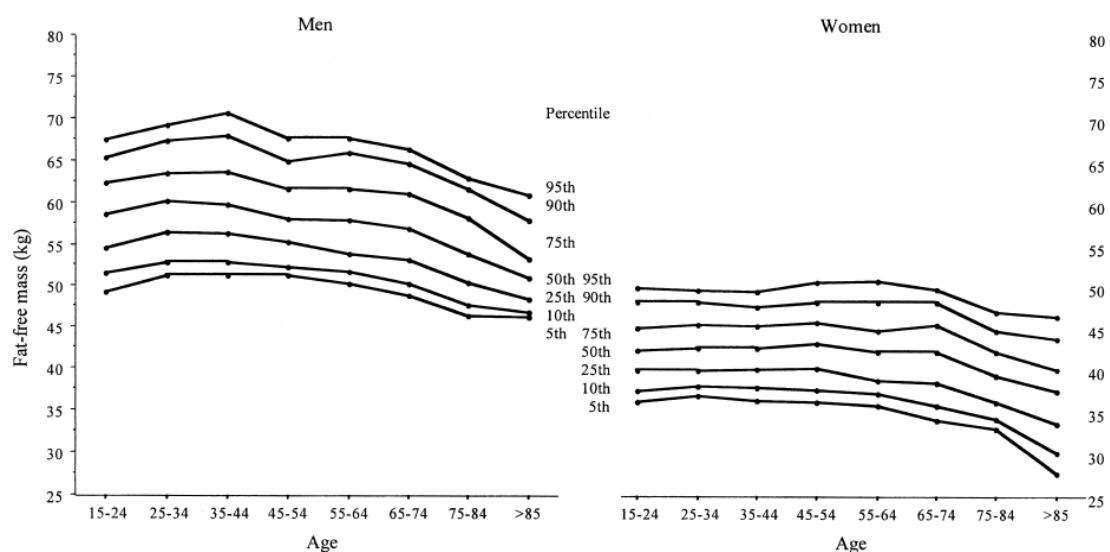
Dalším významným faktorem, který je nutno brát v potaz při studiu změn v zastoupení tělesného tuku, je úroveň prováděné pohybové aktivity. Kyle, Genton, et al. (2004) konstatují, že u pohybově aktivních jedinců je zastoupení tělesného tuku signifikantně nižší než u osob vyznačujících se sedavým způsobem života. Organismus přirozeně reaguje na dlouhodoběji zvýšený energetický výdej poklesem tukové složky a případnou svalovou hypertrofií. Naopak při projevu hypokinézy můžeme pozorovat rozvoj nadváhy či obezity, ve vyšším věku i rozvoj sarkopenie, která však souvisí s poklesem svalové frakce. Této problematice se budeme podrobněji věnovat v následující kapitole.

Z hlediska predikce morbidity a mortality je nezbytné popsat charakter rozložení (distribuce) tělesného tuku. Vague (1956) definoval jako první dva základní vzorce ukládání tukové tkáně – *androidní* (mužský) a *gynoidní* (ženský). U mužů se tělesný tuk hromadí zejména v abdominální (centrální) oblasti, zatímco pro ženy je typická jeho akumulace do periferií (boky, stehna a hýždě). Distribuce tělesného tuku je určována geneticky a částečně regulována hormonálně, proto můžeme u postmenopauzálních žen sledovat její redistribuci z periferií do abdominální oblasti. Tento trend prokazují například výsledky studie Toth, Tchernof, Sites a Poehlman (2000). U sledovaného souboru žen došlo nejen k relativnímu vzestupu tělesného tuku, ale i k nápadným změnám v množství viscerálního (útrobního) tuku. Ten je na rozdíl od podkožního tuku metabolicky aktivnější, obsahuje velké inzulinorezistentní buňky a má vyšší hustotu adrenergických receptorů, zatímco podkožní tuková tkáň obsahuje malé inzulinosenzitivní tukové buňky a méně adrenergických receptorů (Holeček, Rokyta, & Vlasák, 2007).

2. 4. 2. 2 Tukuprostá hmota

Množství tukuprosté hmoty (*fat-free mass*, FFM) nejjednodušeji získáme jako rozdíl mezi tukovou frakcí (*body fat mass*, BFM) a celkovou tělesnou hmotností. Vzájemný poměr mezi FFM a BFM se během života neustále mění v závislosti na věku, pohlaví, pohybové aktivitě a dalších faktorech. Věkové změny tukuprosté hmoty jsou znázorněny na obrázku 6. U mužů nalezneme nejvyšší hodnoty FFM u věkové kategorie 35–44 let, u žen pak mezi 45. až 54. rokem. V dalších obdobích dochází k pozvolnému poklesu hodnot. Je však nutné upozornit na skutečnost, že se prezentované hodnoty vztahují

k absolutnímu zastoupení FFM. Rozdílný trend bychom mohli pozorovat při využití procentuálního vyjádření FFM ve vztahu k celkové tělesné hmotnosti.



Obrázek 6. Změny v absolutním zastoupení tukuprosté hmoty u mužů a žen ve věku 15–98 let ($n = 5\,225$)

Zdroj: Kyle, Genton, Slosman, et al. (2001)

Tukuprostá hmota je tvořena svalovou tkání, opěrnými a pojivovými tkáněmi a vnitřními orgány. Svalová tkáň je v těle zastoupena třemi základními typy: příčně pruhované, hladké a srdeční svalstvo. Nejmenší podíl kosterního svalstva mají novorozenci. Obecně se udává, že poměr příčně pruhovaného svalstva u novorozenců je cca 25 % hmotnosti těla, u dospělých jedinců okolo 40 %. S rostoucím věkem se podíl svalové tkáně zvyšuje. Největší nárůsty jsou pozorovány mezi 15. a 17. rokem u chlapců, u dívek kolem 13. roku. Po následné stabilizaci růstu v dospělosti dochází u mužů kolem 40. roku (u žen kolem 60. roku) k poklesu (Riegerová, et al., 2006). Po 70. roce můžeme v některých případech sledovat rozvoj *sarkopenie*, která vzniká v důsledku razantního poklesu kosterního svalstva. Ztráta svalové hmoty ovlivňuje mimo jiné bazální metabolismus a svalovou sílu, která může vést k funkční limitaci jedince (Schuit, 2006). Sarkopenie je důležitou komponentou tzv. syndromu křehkosti (*frailty*), který představuje pro seniorskou populaci závažný problém. Lidé, kteří trpí sarkopenií a přitom jsou obézní (*fat frail*), mají významně horší prognózu než křehcí senioři, kteří obézní nejsou (Holmerová, Jurašková, Vaňková, & Veleta, 2007). Jak je zřejmé z tabulky 6, prevalence sarkopenie se zvyšuje v závislosti na věku. Nejvyšší prevalence je u jedinců starších 80 let.

Tabulka 6. Prevalence sarkopenie v závislosti na pohlaví a věku

věk	ženy	muži
< 70 let	23,1 %	13,5 %
70–74 let	33,3 %	19,8 %
75–80 let	35,9 %	26,7 %
> 80 let	43,2 %	52,6 %

Zdroj: Taaffe (2006)

Význačným diagnostickým kritériem jsou i regionální zvláštnosti rozvoje svalstva. Při narození je 40 % hmotnosti soustředěno na trupu, v dospělosti pouze 25–30 %. Na dolních končetinách se podíl svalstva zvyšuje ze 40 % při narození na 55 % v dospělosti, zatímco svalstvo horních končetin tvoří relativně stálý podíl 18–20 % celkové muskularity v průběhu celé ontogeneze. Regionální zvláštnosti rozvoje svalstva mají význam nejen jako doplněk hodnocení tělesného složení, ale i jako diagnostické kritérium rozvoje silových předpokladů. Jsou podstatné i z hlediska biomechanického. Rozvoj svalstva na jednotlivých tělesných segmentech zásadně ovlivňuje distribuci hmoty těla, určující polohu dílčích těžišť i celkového tělesného těžiště (Riegerová, et al., 2006).

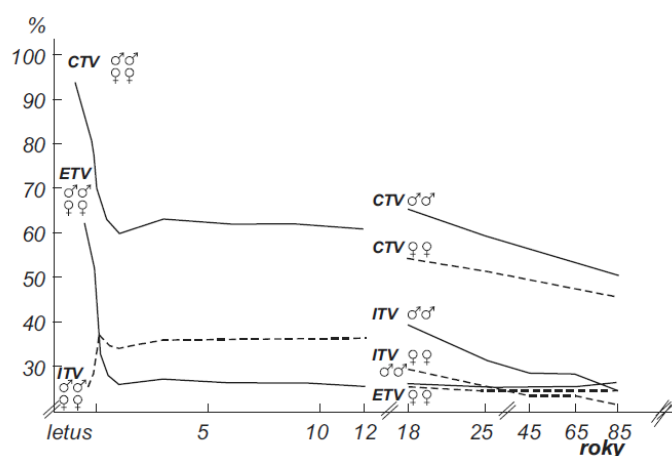
2. 4. 2. 3 Tělesná voda

Základním elementem každého živého organismu je voda, která má v organismu mnoho funkcí. Působí jako transportní prostředí pro živiny, elektrolyty, hormony, krevní plyny, odpadní látky, teplo a elektrické proudy. Voda také slouží jako rozpouštědlo a vhodné prostředí pro chemické reakce probíhající v organismu (např. hydrolýza živin). Kromě toho zvlhčuje a chrání sliznice a udržuje pružnost a odolnost kůže. Nejvíce vody je v krvi, ve svalové tkáni a kůži. Podstatně méně vody obsahují kosti (22 %) a tuková tkáň (10 %). Obsah vody je proto nízký u obézních lidí – u nich tvoří pouze 45 % tělesné hmotnosti. Nejméně vody má zubní sklovina (2 %) (Rokyta, 2000).

V lidském těle je celková tělesná voda (TBW) koncentrovaná do dvou hlavních prostorů, které jsou navzájem odděleny buněčnou membránou. U 70kg muže se v intracelulárním prostředí, hovoříme o intracelulární tekutině (ICW), vyskytuje přibližně 65 % celkové tělesné vody, zbylých 35 % tvoří mimobuněčná (extracelulární) tekutina. Extracelulární tekutina (ECW) se dále dělí na tekutinu intravazální

(plazmatickou) a intersticiální (tkáňový mok). Intravazální tekutina vytváří ECW z 25 %, zatímco intersticiální až ze 75 % (Chumlea, Guo, Zeller, Reo, & Siervogel, 1999). Zvláštní postavení mezi intracelulární a extracelulární tekutinou má transcelulární tekutina, kterou můžeme charakterizovat jako extracelulární tekutinu se speciálními funkcemi. Patří k ní například mozkomíšní (cerebrospinalní) mok, nitrooční tekutina, pleurální, peritoneální a perikardiální tekutina, nitrokloubní (synoviální) tekutina a sekrety trávicích žláz (Rokyta, 2000).

Podíl celkové tělesné vody se snižuje v průběhu prenatálního vývoje a v prvním roce života, zatímco během raného a středního dětství (cca do 12. roku) zůstává relativně konstantní. Do tohoto období také nebyly pozorovány výrazné sexuální rozdíly. K sexuální diferenciaci dochází až v postpubertálním období – u chlapců se míra hydratace zvyšuje, u dívek snižuje. Podíl extracelulární tekutiny v období 12–18 let je poměrně stabilní, podíl intracelulární tekutiny se v tomto období u chlapců zvyšuje, u dívek snižuje (Riegerová, et al., 2006). Řada autorů konstatuje (Gába, et al., 2008; Chumlea, et al., 1999; Kalvach, et al., 2004), že se zastoupení tělesné vody v průběhu dospělosti i stáří neustále snižuje (obrázek 7). Ve srovnání s mladšími jedinci mají senioři na každý kilogram tělesné hmotnosti asi o 20 ml méně extracelulární tekutiny. U 70 kg vážícího člověka jde o téměř 1 500 ml rozdílu. To seniory znevýhodňuje oproti mladším jedincům při rozvoji dehydratace (Kalvach, et al., 2004). Můžeme také sledovat rozdíly v distribuci celkové tělesné vody. U žen tvoří TBW pouze 53 % tělesné hmotnosti – intracelulární tekutina představuje 32 % a extracelulární tekutina 21 % tělesné hmotnosti. Nižší obsah vody je způsoben tukovou tkání, které je i u neobézních žen vyšší procento než u mužů (Rokyta, 2000).



Obrázek 7. Vývoj celkové, extracelulární a intracelulární vody podle Maliny (1969)

Zdroj: Riegerová, et al. (2006)

poznámka: CTV – celková tělesná voda, ITV – intracelulární tekutina, ETV – extracelulární tekutina

2. 5 Metody odhadu tělesného složení

Ke stanovení zastoupení jednotlivých tělesných složek se používá řada sofistikovaných metod, které je možné využívat jak v laboratorních, tak i v terénních podmínkách. Řada z nich prošla v posledních desetiletích výraznou proměnou a jejich využitelnost se přenesla i do běžného života. V následujícím textu se budeme věnovat popisu jednotlivých metod pro odhad tělesného složení s důrazem na bioelektrickou impedanční analýzu.

2. 5. 1 Metody standardizované antropometrie

Tyto metody se opírají o systém přesně definovaných antropometrických bodů sloužících pro stanovení základních tělesných rozměrů – výškové, délkové, šířkové a obvodové. Z absolutních rozměrů pak můžeme vypočítat relativní rozměry a indexy, které vyjadřují vzájemný poměr dvou rozměrů, zpravidla udávaných v procentech (Riegerová, et al., 2006). V rámci standardizované antropometrie jsou hodnoceny například hmotnostně-výškové indexy, které vyjadřují vztah tělesné hmotnosti, popřípadě dané tělesné komponenty, k tělesné výšce.

Základní hmotnostně-výškovým ukazatelem je BMI, který je definován jako podíl tělesné hmotnosti jedince (kg) k druhé mocnině jeho tělesné výšky (m^2). Vyjadřuje plošnou hustotu, kterou zaujímá lidské tělo ve čtverci o straně rovnající se tělesné výšce. Základní klasifikace BMI vychází z údajů Světové zdravotnické organizace (World Health Organization, 1998). Optimální tělesná hmotnost je stanovena v rozmezí 18,5–24,9 kg/m^2 , nadváha 25,0–29,9 kg/m^2 a obezita nad hranicí 30 kg/m^2 . U jedinců, jejichž BMI je menší než 18,5 kg/m^2 můžeme hovořit o podváze.

Jak již bylo naznačeno v předchozím textu, BMI neumožňuje postihnout proměnlivost a změny v zastoupení jednotlivých tělesných složek (především tělesného tuku a tukuprosté hmoty). Z tohoto důvodu je pro objektivnější posouzení relativního rizika zdravotních problémů využíván například *body fat mass index* (BFMI), jehož klasifikaci uvádí Kyle, Morabia, Schutz a Pichard (2004). BFMI je vyjádřen jako podíl hmotnosti tukové frakce (kg) k druhé mocnině tělesné výšky (m^2) jedince. K tukuprosté hmotě se pak vztahuje *fat-free mass index* (FFMI). Součet BFMI a FFMI odpovídá hodnotě

body mass indexu. V tabulce 7 uvádíme hodnoty BFMI a FFMI, které se vztahují k jednotlivým pásmům BMI.

Tabulka 7. Klasifikace BFMI a FFMI v závislosti na hodnotách BMI u mužů a žen ve věku 18–98 let

BMI (kg/m ²)	BFMI (kg/m ²)	FFMI (kg/m ²)
muži		
< 18,5	≤ 1,7	≤ 16,6
18,5–24,9	1,8–5,1	16,7–19,7
25,0–29,9	5,2–8,2	19,8–21,6
≥ 30	≥ 8,3	≥ 21,7
ženy		
< 18,5	≤ 3,8	≤ 14,5
18,5–24,9	3,9–8,1	14,6–16,7
25,0–29,9	8,2–11,7	16,8–18,1
≥ 30	≥ 11,8	≥ 18,2

Zdroj: Kyle, Morabia, et al. (2004)

poznámka: BMI – body mass index, BFMI – body fat mass index, FFMI – fat-free mass index

Tabulka 8. Referenční hodnoty WHR ve vztahu k potencionálnímu zdravotnímu riziku pro muže a ženy ve věku 20–69 let

věková skupina (roky)	riziko				
	nízké	střední	vysoké	velmi vysoké	
muži	20–29	< 0,83	0,83–0,88	0,89–0,94	> 0,94
	30–39	< 0,84	0,84–0,91	0,92–0,96	> 0,96
	40–49	< 0,88	0,88–0,95	0,96–1,00	> 1,00
	50–59	< 0,90	0,90–0,96	0,97–1,02	> 1,02
	60–69	< 0,91	0,91–0,98	0,99–1,03	> 1,03
ženy	20–29	< 0,71	0,71–0,77	0,78–0,82	> 0,82
	30–39	< 0,72	0,72–0,78	0,79–0,84	> 0,83
	40–49	< 0,73	0,73–0,79	0,80–0,87	> 0,87
	50–59	< 0,74	0,74–0,81	0,82–0,88	> 0,88
	60–69	< 0,76	0,76–0,83	0,84–0,90	> 0,90

Zdroj: Bray a Gray (1988)

Waist-hip ratio (WHR) se využívá pro hodnocení rizika abdominální obezity a ve své podstatě umožňuje stanovit dva základní typy distribuce tělesného tuku – centrální

(androidní) a periferní (gynoidní). Jedná se o poměr mezi obvodem pasu a boků. Obecně můžeme konstatovat, že čím vyšších hodnot index nabývá, tím vyšší je pravděpodobnost rozvoje abdominální obezity. Optimální hodnoty WHR diferencované dle věku a pohlaví uvádíme v tabulce 8.

Mezi další metody standardizované antropometrie můžeme zařadit *kaliperační metodu*, která slouží ke stanovení podílu tělesného tuku na základě měření tloušťky kožních řas. Metoda je založena na dvou předpokladech:

- tloušťka podkožní tukové tkáně je v konstantním poměru k celkovému množství tuku;
- místa zvolená pro měření tloušťky kožních řas, reprezentují průměrnou tloušťku podkožní tukové vrstvy.

Tyto předpoklady však nebyly jednoznačně potvrzeny. Není ani dostatek informací o distribuci tuku v různých populačních skupinách. Víme však, že distribuce tuku se mění s věkem, v závislosti na pohlaví, pohybové aktivitě a dalších faktorech. Z toho důvodu je validita regresních rovnic pro odhad tělesného složení z kožních řas omezena jen na populační skupinu, ze které byly rovnice odvozeny (Riegerová, et al., 2006). Regresní rovnice pro predikci procenta tělesného tuku jsou jen zřídka přizpůsobeny pro jedince starší 65 let. Z těchto důvodů nemusí být měření kožních řas u starších jedinců, i když je prováděno zkušeným lékařem, tak přesné jako u dospělých (Heyward & Wagner, 2004).

2. 5. 2 Biofyzikální a biochemické metody

V této oblasti existuje řada validních metod pro determinaci jednotlivých tělesných složek. Některé z nich jsou dokonce považovány za tzv. „*zlatý standard*“. V následujícím textu budeme věnovat pozornost denzitometrii, duální rentgenová absorpciometrii, počítačové tomografii, magnetické resonanci a podrobněji se zaměříme na bioelektrickou impedanční analýzu.

2. 5. 2. 1 Denzitometrie

Denzitometrie je považována za „zlatý standard“ pro hodnocení tělesného složení a je využívána pro určení validity klinických metod. V obecné rovině se jedná o postup stanovení jednotlivých tělesných složek z tělesné denzity. Metoda je založena na dvoukomponentovém modelu (BFM a FFM) a její princip vychází ze tří základních předpokladů:

- separátní denzity obou komponent jsou aditivní a jsou relativně konstantní u všech jedinců;
- úroveň hydratace tukuprosté hmoty je relativně konstantní;
- poměr kostních minerálů ve vztahu ke svalovým proteinům je rovněž konstantní veličinou.

Předpoklad konstantní denzity byl prokazován přímými chemickými analýzami u laboratorních zvířat. Další dva předpoklady jsou stále ještě předmětem diskuse. Největším zdrojem variability v denzitě FFM jsou rozdíly v její hydrataci, což může vést k chybě v odhadu tuku kolem 2,7 %. Podobně poměr minerálů a proteinů může být variabilní do té míry, že vede k chybě kolem 2,1 %. Podobnou chybu může způsobovat i variabilita denzity kostní tkáně (Riegerová, et al., 2006).

Ačkoliv existuje řada metod, které umožňují stanovit celkovou tělesnou denzitu, podvodní vážení (*hydrodenzitometrie*) je považováno za synonymum denzitometrie (Heymsfield, 2005). Objem těla je určován z rozdílu hmotnosti těla změřeného na suchu a pod vodou, kde se pro stanovení tělesné hmotnosti využívá hydrostatické váhy. Dále se na principu Archimédova zákona určí objem probanda, následně se vypočítá hustota těla jedince. K tomu slouží specifické predikční rovnice vycházející z předpokladu konstantní denzity tukové a tukuprosté hmoty, stejně tak z předpokladu konstantní hydratace tukuprosté hmoty. V úvahu se také musí brát denzita a teplota vody v okamžiku vážení.

Vzduchová pletysmografie, označována jako *BOD POD Body Composition System*, je relativně nová technologie pro měření objemu těla, která je spíše než na vztlaku vody, založena na vztlaku vzduchu. BOD POD Body Composition System vychází, stejně jako podvodní vážení, z dvoukomponentového modelu. Většina studií prokázala, že pletysmografie využívající vztlaku vzduchu je přesnější a vhodnější alternativou podvodního vážení (Heymsfield, 2005; Spirduso, et al., 2005). Tato metoda má nad hydrostatickým vážením několik výhod. Je rychlá, trvá přibližně pět minut, relativně

jednoduchá a může vyhovět populačně specifickým skupinám, jako jsou například děti, senioři, obézní jedinci a jedinci s různým tělesným hendikepem.

2. 5. 2. 2 Duální rentgenová absorpciometrie

Příchod duální rentgenové absorpciometrie (DEXA) do oblasti studia tělesného složení přinesl koncem 80. let 20. století mnoho vzruchu, protože tato metoda dovoluje simultánní měření třech tělesných složek (tělesný tuk, kostní minerály a štíhlá tělesná hmota). Primárně však byla určena pro diagnostiku denzity kostní tkáně. DEXA je schopna stanovit *kostní denzitu* (g/cm^2) v jednotlivých částech skeletu, především v oblasti bederní páteře a krčku stehenní kosti, a proto se v současnosti využívá pro diagnostiku osteopenie a osteoporózy.

Metoda duální rentgenové absorpciometrie měří diferenciální ztenčení dvou rentgenových paprsků, které prochází lidským organismem. Přitom je člověk vystaven minimální dávce radiace (0,02–1,50 mrem), která je mnohonásobně nižší než při klasickém rentgenovém vyšetření (25–270 mrem) (Heymsfield, 2005). Výhodou metody je její rychlost, celotělové vyšetření trvá přibližně 15 minut, a skutečnost, že vyžaduje minimální spolupráci s měřenou osobou. Dále umožňuje, v porovnání s jinými metodami, mnohem snadněji provádět studie na dětech, seniorech a u handicapovaných jedinců. Většina výzkumných pracovníků došla k závěru, že DEXA je precizní metodou a vysoce koreluje s výsledky podvodního vážení. Hlavní omezení však spočívá ve vysokých pořizovacích nákladech a na skutečnosti, že výpočet, na kterém je založena rovnice, předpokládá konstantní hydrataci štíhlé tukuprosté hmoty (*fat-free soft tissues*) (Spirduso, et al., 2005). Přístroj je také limitován velikostí měřicí plochy. Vyšetření proto nemohou podstoupit osoby s vysokým tělesným vzrůstem (> 193 cm) nebo osoby s vysokou tělesnou hmotností, jejichž šířka těla je větší než 58–65 cm (Heymsfield, 2005).

2. 5. 2. 3 Počítačová tomografie a magnetická resonance

Ačkoliv je počítačová tomografie (CT) dostupná více než 25 let, byla kvůli značným finančním nákladům a expozici organismu záření, jen minimálně aplikována pro výzkum

tělesného složení. Uvedením magnetické resonance (MRI) a následnému technickému propracování CT, vedlo k rozšíření těchto metod v diagnostice tělesného složení. CT a MRI produkují průřezové obrazy různých tkání v předurčených anatomických oblastech. Magnetická resonance využívá extrémně vysoké magnetické pole a radiové vlny k tomu, aby přeměnily odlišnou energii uvolněnou z tkání do barevných obrazů. To je zvláště užitečné pro rozlišení mezi měkkými tkáněmi těla, jako je sval a tuk. Obě zobrazovací metody jsou založené na mechanických modelech, které nejsou závislé na věku, a v současné době jsou plně přijatelnou metodou pro odhad viscerálního tuku (Spirduso, et al., 2005).

2. 5. 2. 4 Bioelektrická impedanční analýza

V posledních letech zažívá významný rozvoj metoda, která využívá k odhadu tělesného složení neškodného střídavého elektrického proudu, který prochází skrze tělo a měří jeho odpor (*impedanci*). Jedná se o bioelektrickou impedanční analýzu (BIA), která je zcela neinvazivní a je schopna diagnostikovat podíl jednotlivých tělesných frakcí u různých populačních skupin v laboratorních i terénních podmínkách.

Princip bioelektrické impedanční analýzy

Princip BIA je založen na odlišných vlastnostech tělesných tkání vést elektrický proud nízké intenzity při využití většího počtu frekvencí (řádově v rozsahu 1–1 000 kHz). Schopnost tělesného tuku vést elektrický proud je minimální, zatímco tukuprostá hmota je díky vysoké hydrataci velmi dobrý vodičem. Tělesná voda je považována za jedinou tělesnou složku, která je schopna vést elektrický proud. S využitím Ohmova zákona můžeme určit její impedanci. Celkový objem (V) tělesné vody je pak roven podílu mezi druhou mocninou délky tělesa (L^2), respektive tělesné výšky, k jeho impedanci (R) (Kyle, Bosaeus, et al., 2004).

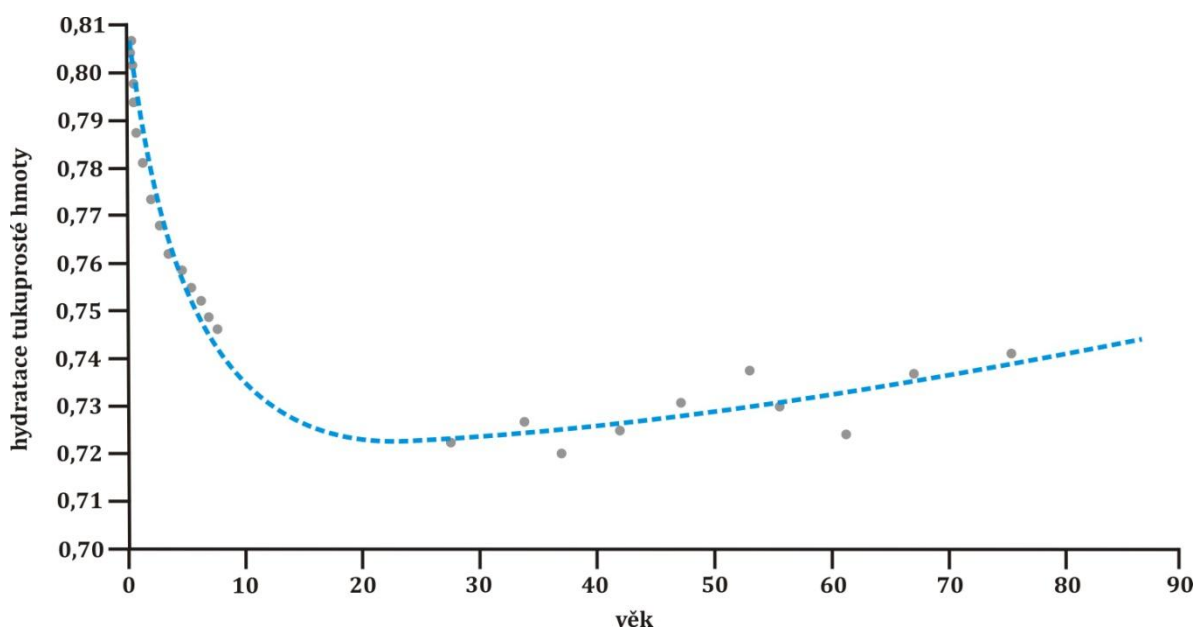
$$V = L^2/R$$

Celková tělesná voda (TBW) je tedy základní proměnnou bioelektrické impedanční analýzy, z níž se určují další tělesné složky. Výpočet zastoupení tukuprosté hmoty

vychází z předpokladu, že je její průměrná hydratace u dospělých jedinců rovna 73,2 %. Rovnice pro výpočet celkového množství FFM je pak dána vztahem:

$$\text{FFM} = \frac{\text{TBW}}{0,732}$$

Největším zdrojem variability při využití BIA je právě tukuprostá hmota, respektive její hydratace. Jak již bylo uvedeno, u dospělých jedinců je hydratace FFM relativně konstantní, avšak je nutné poznamenat, že se s věkem mění. Heymsfield (2005) uvádí, že u dětí je hydratace tukuprosté hmoty více jak 80%, do 10. – 15. roku se její hodnota postupně přibližuje 73,2 %. Tento rozdíl je způsoben odlišnou denzitou FFM, neboť v dětském věku obsahuje méně proteinů a minerálů. Jak ukazuje obrázek 8, vzestup hydratace FFM je také patrný i u starších věkových kategorií.

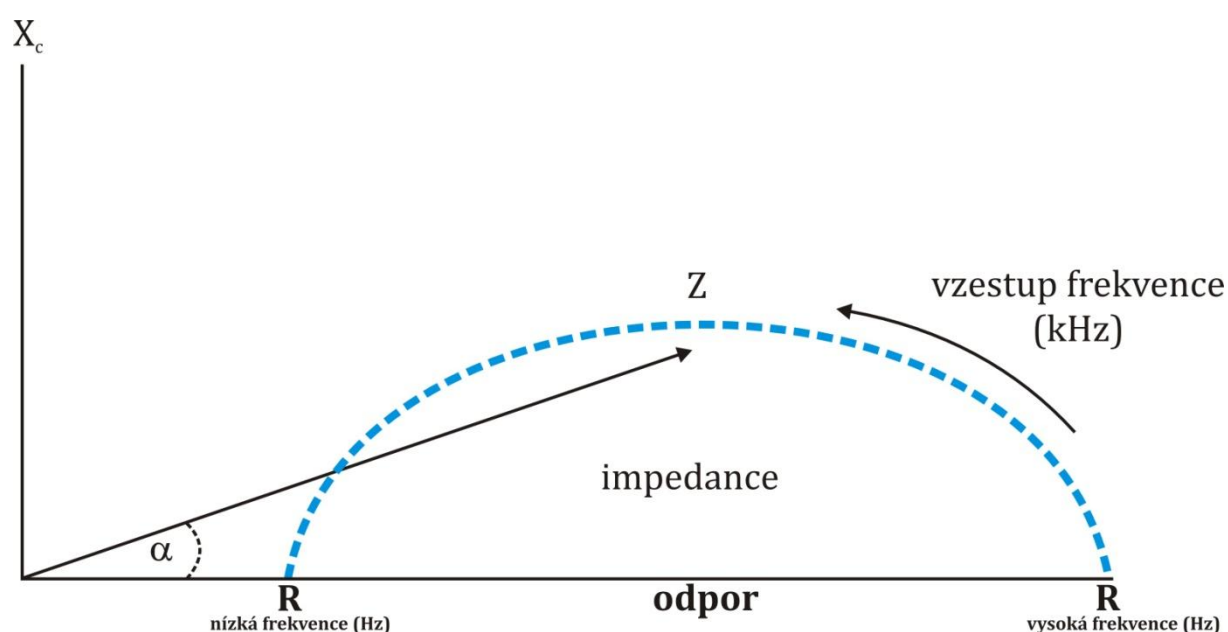


Obrázek 8. Změny v hydrataci tukuprosté hmoty v závislosti na věku
Zdroj: Heymsfield (2005)

Vzhledem k vysokému podílu elektrolytu je tukuprostá hmota velmi dobrým vodičem, zatímco tělesný tuk se chová jako izolátor. Vykazuje vysokou impedanci, vyjádřenou jako rezistenci, specifický odpor, který je úměrný objemu vody (Riegerová, et al., 2006). Pokud bereme v úvahu skutečnost, že je tělesná hmotnost tvořena dvěma komponentami, můžeme získat celkový podíl tělesného tuku (BFM) pouhým odečtením absolutního zastoupení tukuprosté hmoty (FFM) od tělesné hmotnosti.

BFM = tělesná hmotnost - FFM

Podle molekulárního modelu je tukuprostá hmota dána součtem intracelulární (BCM) a extracelulární hmoty (ECM). Obecně můžeme konstatovat, že BCM tvoří všechny buňky, které se přímo podílejí na svalové práci. Jedná se o buňky schopné využívat kyslík, buňky bohaté na vápník a buňky schopné oxidovat sacharidy. Do výpočtu BCM vstupuje tzv. *reaktance* a *fázový úhel alfa*, což je úhel mezi vektorem impedance a jejím průmětem do osy x, na které je odporová složka (obrázek 9).



Obrázek 9. Grafické znázornění fázového úhlu alfa

Zdroj: Heymsfield (2005)

poznámka: α – fázový úhel, Z – vektor impedance, X_c – reaktance, R – odporová složka

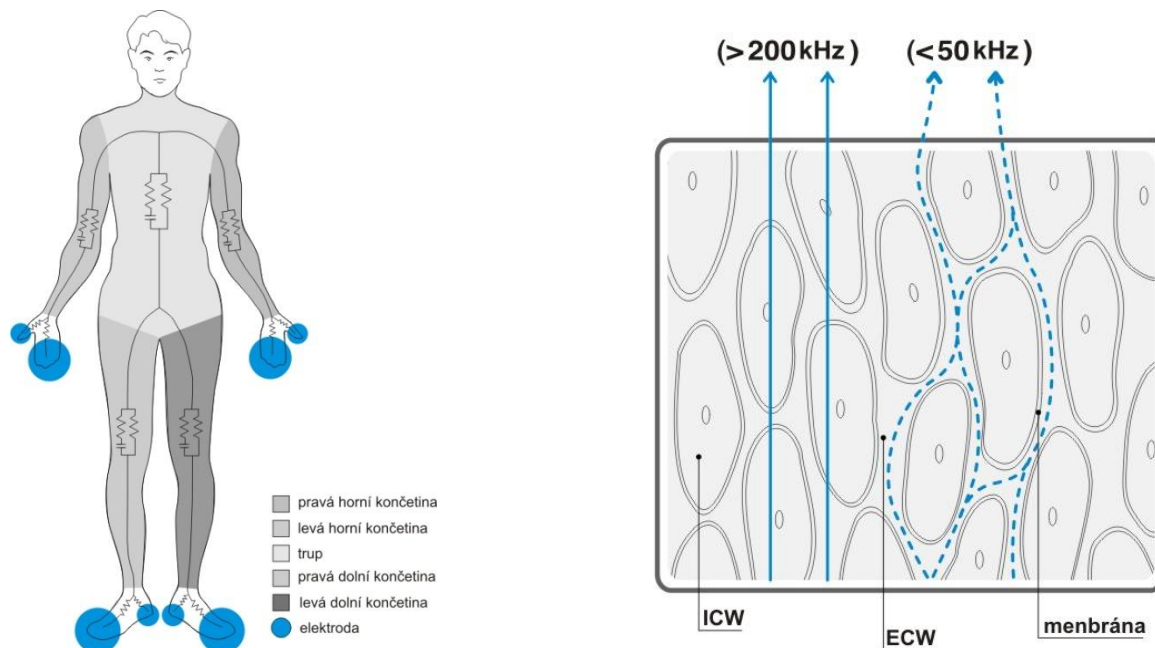
Množství extracelulární hmoty získáme jako rozdíl mezi BCM a FFM. Poměr mezi ECM a BCM vyjadřuje důležitý parametr pro hodnocení stavu výživy jedince. Optimální stav výživy odpovídá hodnotě indexu ECM/BCM v rozmezí 0,7–0,8. Čím je index nižší, tím větším množstvím tukuprosté hmoty využitelné pro pohybovou aktivitu jedinec disponuje. Muži mají tento podíl nižší než ženy. Podobně trénovaní jedinci disponují nižší hodnotou tohoto indexu než netréňovaní (Riegerová, et al., 2006). Naopak pokud hodnota indexu překročí hranici 1,22, dochází u daného jedince k rozvoji malnutrice (Barbosa-Silva, Barros, Post, Waitzberg, & Heymsfield, 2003).

Metody bioelektrické impedanční analýzy

Pro diagnostiku tělesného složení s využitím BIA se v historii vyvinula řada sofistikovaných přístrojů. Jejich základní dělení je založeno na počtu použitých dotykových elektrod. Bipolární přístroje se v současnosti pro vědecké účely takřka nepoužívají. Své uplatnění však nachází přístrojová technika využívající pro měření celkové impedance čtyř nebo dokonce osmi dotykových elektrod. Ty 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 (obrázek 10a). Validitu měření pomocí osmi dotykových elektrod u širokého populačního spektra potvrzuje řada zahraničních studií (Bedogni, et al., 2002; Demura, Sato, & Kitabayashi, 2004; Malavolti, et al., 2003; Medici, et al., 2005).

Dalším klasifikačním kritériem je počet frekvencí elektrického proudu, se kterými daný přístroj pracuje. Starší přístrojová technika pracuje pouze s jednou frekvencí (≤ 50 kHz). Jedná se o tzv. monofrekvenční bioelektrickou impedanční analýzu (SFBIA). Nevýhodou této metody je to, že generovaný elektrický proud nedokáže prostoupit buněčnou membránu a v důsledku toho nedokáže separovat jednotlivé složky tělesné vody, což přesnost měření výrazně snižuje. Toho jsou schopny pouze přístroje využívající pro diagnostiku tělesného složení multifrekvenční bioelektrickou impedanční analýzu (MFBIA), která pracuje s frekvencí v rozsahu 1–1 000 kHz. Pouze frekvence vyšší jak 200 kHz jsou schopny prostoupit dvouvrstvou buněčnou membránu a ve své podstatě umožňují určit množství vnitrobuněčné tekutiny (obrázek 10b).

Nové metody dále umožňují hodnotit podíl tělesných frakcí v základních pěti segmentech: trup, levá a pravá horní končetina, levá a pravá dolní končetina. Výhodou segmentální BIA je to, že je schopna oddělit trup od zbylých segmentů, čímž se výrazně snižuje potenciaální chyba měření. Trup má největší šířku a navíc obsahuje řadu metabolicky aktivních tkání, orgánů a zbytkových elementů, které významně ovlivňují celkovou impedanci.



Obrázek 10. [a] umístění dotykových elektrod (InBody 720) a segmentální analýza [b] rozdíl v průchodu elektrického proudu

Zdroj: Biospace (2008)

poznámka: ICW – intracelulární tekutina, ECW – extracelulární tekutina

Postup měření

Heyward a Wagner (2004) doporučují pro dosažení validních výsledků dodržet níže uvedená doporučení:

- měření musí být realizována v prostředí s optimální okolní teplotou (25 °C);
- proband by neměl čtyři hodiny před měřením pít ani jíst;
- proband nesmí 12 hodin před měřením vykonávat náročnou pohybovou aktivitu;
- proband by se měl 30 minut před vyšetřením vymočit;
- proband nesmí požit alkoholický nápoj 48 hodin před vlastním vyšetřením;
- v posledních sedmi dnech před vyšetřením nesmí proband užívat žádné diuretické léky.

Při nesplnění výše zmíněných doporučení dochází k významnému ovlivnění měření a zkreslení získaných informací o tělesném složení probanda (tabulka 9).

Tabulka 9. Faktory ovlivňující přesnost bioelektrické impedanční analýzy

faktor	vliv na odpor (Ω)	vliv na tukuprostou hmotu (kg)
typ analyzátoru	↑ 16–18	↓ 1,0–1,3
požití jídla nebo tekutin 4 hodiny před vyšetřením	↓ 13–17	↑ 1,5
dehydratace organismu	↑ 40	↓ 5,0
pohybová aktivita (nízká intenzita)	n/a	n/a
pohybová aktivita (střední a vysoká intenzita)	↓ 50–70	↑ 12,0
menstruační cyklus	↓ 5–8	n/a
umístění elektrod	↑ 10	n/a
teplota okolního prostředí (14 °C vs. 35 °C)	↑ 35	↓ 2,2

Zdroj: Heyward a Wagner (2004)

poznámka: n/a – údaj není k dispozici

Přístrojová technika

Výzkumná část prezentované dizertační práce se opírala o výsledky tělesného složení, které byly získány prostřednictvím přístroje InBody 720. Proto se v následující kapitole budeme stručně věnovat tomuto přístroji.

Přístroj InBody 720 (Biospace, Seoul, Jižní Korea) je zástupce multifrekvenční bioelektrické impedanční analýzy umožňující diagnostikovat podíl tělesných složek v pěti základních tělesných segmentech s využitím osmi dotykových elektrod. Přístroj používá střídavého elektrického proudu (250 mA) o frekvenci 1 kHz, 5 kHz, 50 kHz, 250 kHz, 500 kHz a 1000 kHz. Primárně pracuje s čtyřkomponentovým modelem tělesného složení, který diferencuje tělesnou hmotnost na tyto složky: tělesný tuk, tělesná voda (ICW a ECW), proteiny a minerály (kostní a mimokostní). Mezi další výstupy patří analýza kosterního svalstva včetně popisu jeho rozložení v jednotlivých tělesných segmentech (svalová rovnováha). Vzhledem ke skutečnosti, že je přístroj schopen určit zastoupení nitrobuněčné tekutiny, můžeme prostřednictvím Edema indexu (ECW/TBW) určit riziko tvorby otoků. Tyto informace jsou prospěšné u pacientů s narušenou funkcí vylučovací soustavy, u pacientů v rekonvalescenci nebo u starších jedinců. InBody 720 je schopno analyzovat množství viscerálního tuku, který je definován jako plocha transversálního průřezu v břišní oblasti na úrovni L₄–L₅. Korelace mezi metodou CT a InBody 720 je definována na úrovni $r = 0,92$ (Biospace, 2008).

Přístroj dále umožňuje odhad množství kostních minerálů, hodnoty bazálního metabolismu, fitness skóre apod.

2. 6 Stárnutí a pohybová aktivita

Pohybová aktivita (PA) je jeden z prostředků jak pozitivně ovlivňovat tělesné i duševní zdraví, a ve svém důsledku předcházet komplikacím ve stáří. Její nedostatek a preference sedavého způsobu života vedou ke zhoršení tělesného stavu, který u seniorské populace způsobuje předčasnou ztrátu soběstačnosti a podstatně zhoršuje kvalitu života (Macháčová, Bunc, Vaňková, Holmerová, & Veleta, 2007). I přes četné doklady o příznivém vlivu pravidelné pohybové aktivity na lidský organismus má seniorská populace tendenci její význam značně podceňovat. Varo, et al. (2003) upozorňují, že prevalence sedavého způsobu života je v Evropské unii na vysoké úrovni. Tuto skutečnost potvrzují i evropské průzkumy, které prokazují, že dvě třetiny dospělé populace jsou nedostatečně aktivní (Sjöström, Oja, Hagströmer, Smith, & Bauman, 2006), přičemž směrem k vyšším věkovým kategoriím počet inaktivních jedinců narůstá (Chodzko-Zajko, et al., 2009).

Sedavý životní styl bývá spojen s většími zdravotními problémy a stává se v širším pojetí i rizikem psychickým a sociálním. I když je rizikem ve všech věkových obdobích, pravděpodobně největší nebezpečí přináší sedavý způsob života ve vyšším věku (Kalvach, et al., 2004). Jak uvádí Norman, Bellocco, Vaida a Wolk (2002) rychlost poklesu úrovně pohybové aktivity s rostoucím věkem navíc významně modifikují exogenní faktory, mezi které řadí obezitu, nikotinismus a úroveň dosaženého vzdělání. Obézní jedinci vykazují nižší úroveň pohybové aktivity než jedinci s optimální tělesnou hmotností, stejný trend nalezneme u kuřáků v porovnání s nekuřáky, osoby se základním vzděláním vykazují vyšší úroveň realizované pohybové aktivity než jedinci se středoškolským či vysokoškolským vzděláním.

Ačkoliv existuje velké množství informací o pozitivním působení pohybové aktivity na zdraví jedince (Albright & Thompson, 2006; Gába, Pelclová, et al., 2009; Hu, et al., 2004; Kyle, Morabia, et al., 2004; Pelclová, et al., 2009; Wendel-Vos, et al., 2004), v mnoha státech stále chybí národní plány, strategie a doporučení, které by napomáhaly ke změně životního stylu obyvatel prostřednictvím „zdravotně orientované“ pohybové

aktivity. Její racionální pěstování se sice uznává, dokonce i mírně propaguje, ale její vlastní provádění naráží stále na obtíže. Tyto jsou dvojího druhu. Jednak vnitřní, osobní, které spočívají ve vrozené pohodlnosti a nechuti vynakládat fyzickou námahu v okamžiku, kdy tomu začínají bránit některé subjektivní obtíže i nastupující různá onemocnění. Další vnější příčiny spočívají spíše v poskytování a usnadňování různých vhodných forem pohybové aktivity. Stále vážně vypracování pohybových programů pro starší osoby, přiměřených jejich věku a jejich motorickým schopnostem, rehabilitačních programů pro osoby postižené některým chronickým onemocněním, nejčastěji oběhu a dýchání, které, pokud je senior ponechán sám sobě, jsou největší brzdou spontánní pohybové aktivity (Máček, Máčková, & Smolíková, 2010). V současnosti se můžeme setkat jen s několika doporučeními, které uvádíme níže.

- *Physical Activity Guidelines for Americans* (U. S. Department of Health and Human Services, 2008),
- doporučení *American College of Sports Medicine and the American Heart Association* (Haskell, et al., 2007),
- doporučení *Světové zdravotnické organizace* (World Health Organization, 2010),
- doporučení pro členské země *Evropské Unie* (EU Sport Ministers, 2008).

Výše zmíněné dokumenty se snaží odpovědět na základní otázky v oblasti optimalizace pohybového režimu současné populace, stejně tak se snaží vymezit optimální množství pohybové aktivity dostačující pro zachování odpovídající kvality života mládeže, dospělých i seniorů. Stěžejní indikátory pohybové aktivity se souborně označují zkratkou FITT (C. J. Jones & Rose, 2005): frekvence (*frequency*), intenzita (*intensity*), čas (*time*) a typ (*type*). Neméně důležitým parametrem je také objem realizované pohybové aktivity.

2. 6. 1 Intenzita a frekvence pohybové aktivity

Rozhodující pro řešení této oblasti jsou validní metody zjišťování intenzity realizované pohybové aktivity. Dnes nejuznávanějšími ukazateli velikosti zatížení je stanovení intenzity zatížení vyjádřené v jednotkách METs. Jeden MET je definován jako výdej energie při nečinném sedu, kdy dospělá osoba spotřebuje 3,5 ml kyslíku na jeden

kilogram tělesné hmotnosti za jednu minutu (3,5 ml O₂/kg/min), což je přibližně jedna kilokalorie na jeden kilogram tělesné hmotnosti za jednu hodinu (kcal/kg/hod). Výhodou stanovení relativní energetické spotřeby, vyjádřené v kilokaloriích na kilogram tělesné hmotnosti, je skutečnost, že tento ukazatel umožňuje srovnání jedinců s odlišnou tělesnou hmotností. V praxi se nejčastěji využívá ukazatel průměrného celkového relativního výkonu energie (PA_{CVE}; kcal/kg/hod) nebo pouze jeho aktivní složka – průměrný aktivní relativní výkon energie (PA_{AVE}; kcal/kg/hod). Podíl výdeje energie při pohybové aktivitě na celkovém energetickém výdeji by měl dosáhnout více než 25 % (Frömel, Novosad, & Svozil, 1999).

Informace o pohybové aktivitě včetně její intenzity lze získat například ze standardizovaného dotazníku IPAQ (*International Physical Activity Questionnaire*), který však naráží na několik nedostatků a informace tak nejsou zcela objektivní. Naopak *akcelerometry* (např. ActiGraph GT1M; Manufacturing Technology Inc., FL, USA) umožňují získat množství validních dat o realizované pohybové aktivitě na základě přímého měření změny rychlosti nebo přímo zrychlení pohybu, takže mají širší spektrum vyjádření výdeje energie při různých pohybových aktivitách. Moderní přístroje registrují pohyb těžiště těla ve třech osách, a proto jsou schopny pojmut široké změny pohybu oproti starší přístrojové technice, která diagnostikuje pohyb těžiště pouze ve vertikální ose.

Klasifikace pohybové aktivity z hlediska její intenzity vychází z práce, kterou v roce 1995 publikoval Pate, et al. (1995). Autorský kolektiv doporučil rozlišovat tři základní typy pohybové aktivity, které uvádíme níže. Ke každému typu přiřazujeme pro představu i příklad pohybové činnosti spadající do daného pásma intenzity. Podrobnější zpracování je k dispozici v *Kompendiu pohybových aktivit* (Ainsworth, et al., 2000).

- **pohybová aktivita nízkého zatížení** (< 3 METs nebo < 4 kcal/min) – pomalá chůze (1,5–3,0 km/hod), relaxační plavání, nenáročná domácí práce, strečink, jízda na bicyklovém ergometru (< 50 W);
- **pohybová aktivita středního zatížení** (3–6 METs nebo 4–7 kcal/min) – rychlejší chůze (4,5–6,5 km/hod), náročnější domácí práce, nenáročná cykloturistika (≤ 16 km/hod), kondiční cvičení;

- **pohybová aktivita vysokého zatížení** (> 6 METs nebo > 7 kcal/min) – rychlá chůze, chůze do kopce nebo chůze se zátěží, jízda na kole (> 16 km/hod), náročné kondiční cvičení, tenis apod.

Podle aktuální verze doporučení pro americkou populaci „*2008 Physical activity guidelines for Americans*“ (U. S. Department of Health and Human Services, 2008) je dospělým jedincům a seniorům doporučeno pro udržení zdraví provádět středně zatěžující pohybovou aktivitu přinejmenším 150 minut v rámci jednoho týdne nebo intenzivní pohybovou aktivitu alespoň 75 minut týdně nebo pohybovou aktivitu obou intenzit adekvátně kombinovat. Pro zvýšení zdravotních benefitů plynoucích z pravidelně prováděné pohybové aktivity je v souladu s americkým dokumentem doporučováno zvýšit středně zatěžující pohybovou aktivitu na 300 minut týdně nebo intenzivní pohybovou aktivitu na 150 minut za týden nebo opět pohybovou aktivitu různých intenzit adekvátně kombinovat.

V doporučení *American College of Sports Medicine and the American Heart Association* (Haskell, et al., 2007), stejně tak v doporučení *Světové zdravotnické organizace* (World Health Organization, 2010), je shodně uvedeno, že by dospělí jedinci (18–65 let) měli provádět pohybovou aktivitu střední nebo vysoké intenzity s důrazem na frekvenci jejího opakování. Podle výše uvedených dokumentů by měli dospělí jedinci provádět středně zatěžující pohybovou aktivitu nejméně 30 minut pětkrát týdně nebo intenzivní pohybovou aktivitu nejméně 20 minut třikrát za týden. Přičemž doporučená doba pohybové aktivity může být v rámci dne splněna i součtem několika alespoň desetiminutových časových úseků. *Evropské doporučení* (EU Sport Ministers, 2008) se také odvíjí od délky a frekvence realizované pohybové aktivity a zdůrazňuje, že by dospělí jedinci a senioři měli splnit denně přinejmenším 30 minut středně zatěžující pohybové aktivity, což odpovídá energetickému výdeji 150 kcal/den (Máček, et al., 2010).

2. 6. 2 Objem pohybové aktivity

Monitoring intenzity pohybové aktivity vyžaduje přístup k modernímu přístrojovému vybavení, které je díky vysokým pořizovacím nákladům běžnou populací

minimálně využíváno. Jistou alternativu představuje sledování objemu pohybové aktivity, respektive průměrného počtu kroků vykonaných jedincem v rámci jednoho dne, prostřednictvím *pedometrů* (krokoměrů). Ty pracují na mechanickém principu setrvačnicku, který je schopen registrovat vertikální změnu těžiště těla, a na elektrickém displeji zaznamenávají počet vykonaných kroků, překonanou vzdálenost, popřípadě odhad energetického výdeje. Při zrychlení osoby pohybující se podle dané osy přičte přístroj odpovídající počet signálů, a jednomu kroku na krokoměru tudíž může odpovídat různý počet signálů. Některé přístroje mohou získané údaje registrovat a převést do paměti počítače. Krokoměry se nehodí pro registraci hodnot získaných jinak než při chůzi nebo běhu, při jízdě na kole nedochází totiž k vertikálním změnám těžiště těla. Stejně tak nejsou vhodné k registraci aktivit bez rytmického pohybu, jako jsou gymnastické či silové výkony, dále plavání apod. (Máček, et al., 2010).

Za nejuniverzálnější a nejvíce používané doporučení, které se vztahuje k objemu pohybové aktivity, můžeme označit tzv. *koncept 10 000 kroků* (Hatano, 1993), jehož každodenní plnění přináší velké množství zdravotních benefitů a taktéž se významně odráží na tělesném složení (Gába, Pelclová, et al., 2009). V návaznosti na toto obecné doporučení navrhli pro zdravé dospělé jedince Tudor-Locke a Bassett (2004) klasifikaci založenou na průměrném počtu kroků vykonaných za jeden den: sedavý způsob života (< 5 000 kroků/den), málo aktivní (5 000–7 499 kroků/den), nedostatečně aktivní (7 500–9 999 kroků/den), aktivní (10 000–12 499 kroků/den) a vysoce aktivní (\geq 12 500 kroků/den). Máček, et al. (2010) uvádí, že splnění konceptu 10 000 kroků za den odpovídá energetickému výdeji 1 200–1 600 kJ (300–400 kcal) denně, tj. 70 000 kroků za týden, při kterých jedinec spotřebuje 8 400–11 200 kJ (2 100–2 800 kcal).

2. 6. 3 Typ pohybové aktivity

Aerobní cvičení jsou považována za základ k udržení funkční zdatnosti seniorů. Jako velice prospěšná a bezpečná pohybová aktivita je hodnocena chůze. Rychlou chůzi v rozmezí 4–7,25 km/hod můžeme považovat za ekvivalent středně zatěžující pohybové aktivity (3–6 METs) (Albright & Thompson, 2006). Naopak běh přináší vyšší možnost úrazů a poškození pohybového systému dolních končetin především osobám středního a vyššího věku, které jej nikdy neprováděly, mají nadváhu či jiná rizika. Adherence osob

k pohybové aktivitě ve formě chůze je uspokojivá. Po roce jich zůstává asi 60 %, ale u běhu jen 4 %, především pro časté úrazy (Kalvach, et al., 2004).

U seniorů je dále kladen důraz na cvičení pro udržení svalové síly. Vychází se z předpokladu, že schopnost adaptace svalového vlákna není negativně ovlivněna věkem, a proto je možné zachovat nebo i zvyšovat svalovou sílu i ve vyšším věku (Kalvach, et al., 2004). Při aplikaci různých intervenčních programů zaměřených na rozvoj svalové síly ve vyšším věku je nutné zvážit aktuální zdravotní stav jedince, stav podpůrně pohybového aparátu a zvolit adekvátní frekvenci, intenzitu a trvání cvičení, které musí být v souladu s biologickým věkem organismu. Cvičení by měla být statického i dynamického charakteru, měly by využívat excentrické i koncentrické svalové činnosti a měly by být cíleny na hlavní svalové skupiny (Taaffe, 2006).

3 CÍLE A HYPOTÉZY

3. 1 Výzkumný cíl dizertační práce

Hlavním cílem dizertační práce je na základě antropologického výzkumu a monitoringu intenzity a objemu pohybové aktivity vyhodnotit stav a vzájemné vazby mezi vybranými charakteristikami tělesného složení a specifickými markery pohybové aktivity u žen ve věku 55–84 let.

3. 2 Dílčí cíle dizertační práce

1. U sledovaného souboru stanovit základní statistické charakteristiky polohy a rozptylu vybraných ukazatelů tělesného složení a pohybové aktivity.
2. Na základě jednofaktorové analýzy variance posoudit rozdíly v tělesném složení mezi jednotlivými věkovými skupinami (kategorie po 5 letech) a popsat jeho změny související s věkem.
3. Posoudit s věkem související prevalenci nadváhy a obezity u sledovaného souboru žen ve věku 55–84 let.
4. Definovat percentilová pásma vybraných antropometrických ukazatelů v závislosti na věku.
5. Prostřednictvím jednofaktorové analýzy variance posoudit difference v pohybové aktivitě mezi jednotlivými věkovými skupinami (kategorie po 5 letech) a charakterizovat s věkem související změny v intenzitě a objemu pohybové aktivity.
6. Na základě hodnocení všeobecných doporučení k pohybové aktivitě posoudit s věkem související prevalenci sedavého životního stylu.
7. Analyzovat rozdíly v intenzitě a objemu pohybové aktivity mezi ženami s normální tělesnou hmotností, nadváhou a obezitou.
8. Posoudit rozdíly v zastoupení vybraných tělesných frakcí mezi ženami, které plnily všeobecné doporučení vztahující se k intenzitě a objemu pohybové aktivity a ženami, které dané doporučení nesplňovaly.

9. Vyhodnotit rozdíly v tělesném složení mezi ženami, jež splňovaly všeobecné doporučení vztahující se k intenzitě aktivity a ženami, které plnily doporučení k objemu pohybové aktivity.

3.3 Hypotézy

H1₀: Mezi ženami, které plní všeobecné doporučení vztahující se ke středně zatěžující pohybové aktivitě a ženami, které zmíněné doporučení neplní, neexistuje rozdíl v zastoupení viscerálního tuku.

H1_a: Ženy, které plní všeobecné doporučení vztahující se ke středně zatěžující pohybové aktivitě mají nižší zastoupení viscerálního tuku než ženy, které toto doporučení neplní.

závisle proměnná: množství viscerálního tuku

nezávisle proměnná: doba strávená středně zatěžující pohybovou aktivitou za týden

H2₀: Mezi ženami, které plní všeobecné doporučení vztahující se k počtu kroků vykonaných v průměru za den a ženami, které zmíněné doporučení neplní, neexistuje rozdíl v množství viscerálního tuku.

H2_a: Ženy, jež plní všeobecné doporučení vztahující se k počtu kroků vykonaných v průměru za den mají menší zastoupení viscerálního tuku než ženy, které toto doporučení neplní.

závisle proměnná: množství viscerálního tuku

nezávisle proměnná: průměrný počet kroků vykonaných za den

Komentář k hypotéze H1 a H2

Seidell a Bouchard (1997) uvádí, že zvýšené množství viscerálního tuku je oproti podkožnímu tuku spojeno s vyšším zdravotním rizikem, proto se hodnocení tělesného tuku z hlediska jeho distribuce jeví jako efektivní prostředek pro posouzení relativního rizika poškození zdraví. Viscerální tuk sehrává podstatnou roli v rozvoji závažných onemocnění jako je například diabetes mellitus 2. typu, hypertenze či nejrůznější typy nádorových onemocnění. Podle Lara-Castro, Weinsier, Hunter a Desmond (2002) je

rozvoj vnitřní tukové tkáně ovlivněn řadou faktorů, mezi které řadíme i množství realizované pohybové aktivity. Jednotlivé faktory se navzájem ovlivňují a změna jednoho faktoru zákonitě vyvolává změnu druhého faktoru. *H1* a *H2* se snaží odpovědět na otázku, zda dodržení obecných doporučení vztahujících se k intenzitě a objemu pohybové aktivity ovlivňuje zastoupení viscerálního tuku a ve svém důsledku i zdraví jedince.

H3₀: Mezi ženami s optimálním zastoupením tělesného tuku a ženami s nadváhou neexistuje rozdíl v době strávené středně zatěžující pohybovou aktivitou za týden.

H3_a: U žen s optimálním zastoupením tělesného tuku je doba strávená středně zatěžující pohybovou aktivitou za týden vyšší než u žen s nadváhou.

závisle proměnná: doba strávená středně zatěžující pohybovou aktivitou za týden

nezávisle proměnná: procentuální zastoupení tělesného tuku

H4₀: Mezi ženami s optimálním zastoupením tělesného tuku a ženami s nadváhou neexistuje rozdíl v množství kroků vykonaných v průměru za jeden den.

H4_a: U žen s optimálním zastoupením tělesného tuku je množství vykonaných kroků v průměru za jeden den vyšší než u žen s nadváhou.

závisle proměnná: průměrný počet kroků vykonaných za den

nezávisle proměnná: procentuální zastoupení tělesného tuku

Komentář k hypotéze H3 a H4

Řada odborných studií označuje pohybovou inaktivitu za jeden z faktorů, který se významně podílí na rozvoji nadváhy a obezity (Gába, Pelclová, et al., 2009; Kyle, Genton, et al., 2004; Kyle, Morabia, et al., 2004; Pelclová, et al., 2009; Schuit, 2006). Jedinci vyznačující se sedavým způsobem života mají vyšší zastoupení tělesného tuku, obzvláště pak tuku viscerálního, jehož negativní dopad na zdraví byl komentován v předchozím textu. *H3* a *H4* se však snaží odpovědět na otázku, zda má zvýšené množství tělesného tuku, spojené s nadváhou a obezitou, zásadní vliv na objem a intenzitu pohybové aktivity. Apovian, et al. (2002) a Stewart a Brook (1983) uvádějí, že nadváha a obezita signifikantně ovlivňuje funkční stav jedince, v krajním případě vede až k úplné disabilitě,

a ve své podstatě významně redukuje pohybovou aktivitu. Také Petersen, Schnohr a Sorensen (2004) naznačují, že nedostatek pohybové aktivity nemusí nutně vyústit v obezitu. Naopak obezita může vést ke snížení pohybové aktivity a rozvoji sedavého způsobu života.

H5₀: Mezi ženami, které plní všeobecné doporučení vztahující se k středně zatěžující pohybové aktivitě a ženami, které plní doporučení k počtu kroků vykonaných v průměru za den, neexistuje rozdíl v procentuálním zastoupení tělesného tuku.

H5_a: Ženy, které plní všeobecné doporučení vztahující se k počtu kroků vykonaných v průměru za den mají nižší procentuální zastoupení tělesného tuku než ženy, jež plní doporučení vztahující se k středně zatěžující pohybové aktivitě.

závisle proměnná: procentuální zastoupení tělesného tuku

nezávisle proměnná: doba strávená středně zatěžující pohybovou aktivitou za týden a průměrný počet kroků vykonaný za den

Komentář k hypotéze H5

Nejvýznamnější současná doporučení k pohybové aktivitě se ve své podstatě orientují na dvě základní kritéria – intenzitu a objem. Intenzita sumarizuje dobu strávenou pohybovou aktivitou nízké, střední nebo vysoké náročnosti, zatímco objem pohybové aktivity se nejčastěji váže k množství kroků, které jedinec vykoná v průměru za jeden den. Máček, et al. (2010) však upozorňuje na rozdíly mezi doporučeními ve vztahu k jejich energetické náročnosti, stejně tak odborné studie (Gába, Pelclová, et al., 2009; Pelclová, et al., 2009), ve kterých byly prezentovány dílčí výsledky dizertační práce, naznačily určité disproporce promítající se do tělesného složení. Šetření však podstoupil malý počet probandek, proto ověřujeme toto tvrzení u většího souboru v rámci prezentované dizertační práce. H5 se tedy zaměřuje na posouzení rozdílů mezi všeobecně používanými doporučeními k pohybové aktivitě ve vztahu k relativnímu zastoupení tělesného tuku.

4 METODIKA PRÁCE

Dizertační práce má charakter empirického výzkumu, při kterém byl hodnocen stav a vzájemné vazby mezi vybranými charakteristikami tělesného složení a specifickými markery pohybové aktivity u žen ve věku 55–84 let. Podle Blahuše (1996) můžeme práci klasifikovat jako kvantitativní studii, která využívá více metodologií a přístupů jiných typů. Primárně můžeme hovořit o průřezové studii, avšak v práci nalezneme prvky komparační studie či analýzy trendů.

4. 1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor dizertační práce tvořily ženy ve věku 55–84 let, které pravidelně navštěvovaly kluby seniorů na území města Olomouce a studentky univerzity třetího věku v České (Univerzita Palackého v Olomouci, Vysoké učení technické v Brně), Slovenské (Prešovská univerzita v Prešově) a Polské republice (Akademia Wychowania Fizycznego v Katowicích). Velikost výzkumného souboru je 446 probandek, u kterých bylo provedeno komplexní vyšetření tělesného složení multifrekvenční bioimpedanční analýzou (InBody 720). U 163 probandek byl realizován sedmidenní monitoring intenzity a objemu pohybové aktivity (tabulka 10).

Tabulka 10. Četnost probandů v jednotlivých skupinách v závislosti na absolvovaném vyšetření

	vyšetření tělesného složení				vyšetření tělesného složení a monitoringu pohybové aktivity			
	n_i	N_i	f_i	F_i	n_i	N_i	f_i	F_i
kluby seniorů	106	106	0,24	0,24	0	0	0,00	0,00
UP v Olomouci	128	234	0,29	0,53	18	18	0,11	0,11
VUT v Brně	72	306	0,16	0,69	27	45	0,16	0,27
PU v Prešově	53	359	0,12	0,81	48	93	0,30	0,57
AWF v Katowicích	87	446	0,19	1,00	70	163	0,43	1,00

poznámka: n_i – absolutní četnost, N_i – absolutní kumulativní četnost, f_i – relativní četnost, F_i – relativní kumulativní četnost

4. 2 Vyšetření tělesného složení

Antropologická část výzkumu byla založena na neinvazivní metodě, vyšetření tělesného složení multifrekvenční bioelektrickou analýzou (MFBIA), která je vhodná pro klinickou i terénní determinaci tělesného složení a spočívá v rozdílném šíření vysokofrekvenčního střídavého elektrického proudu nízké intenzity v různých biologických strukturách. Metoda MFBIA umožňuje stanovit přesné zastoupení tělesných frakcí a je považována za dostatečně validní a reliabilní metodu využitelnou pro široké populační spektrum (Fornetti, Pivarnik, Foley, & Fiechtner, 1999; Gibson, Holmes, Desautels, Edmonds, & Nuudi, 2008; Kyle, Bosaeus, et al., 2004; J. S. Lim, et al., 2009; Malavolti, et al., 2003; Sun, et al., 2005; Tengvall, et al., 2009). U starších jedinců se pro stanovení jednotlivých tělesných komponent využívá ženevské rovnice (*Geneva BIA equation*), která upravuje výchozí parametry a optimalizuje diagnostiku tělesného složení u seniorů (Kyle, Genton, Karsegard, Slosman, & Pichard, 2001).

Tělesné složení bylo diagnostikováno s využitím přístroje InBody 720 (Biospace, Seoul, Jižní Korela), který je založen na čtyřkomponentovém modelu a pracuje se střídavým elektrickým proudem (250 mA) o frekvenci 1–1 000 kHz. Technologie využívá pro stanovení impedance osmi dotykových elektrod (dvě jsou umístěny na dlani a palci ruky, další dvě na předním segmentu nohy a na patě) umožňující analyzovat pět základních tělesných segmentů (levá a pravá horní končetina, trup, levá a pravá dolní končetina) nezávisle na sobě. Použitá metoda je unifikována, měření proběhlo v laboratorních podmínkách dle norem daných manuálem přístroje (Biospace, 2008).

Tělesná hmotnost byla stanovena s přesností na 0,5 kg, tělesná výška na 0,1 cm. Relativního riziko poškození zdraví posuzujeme dle BMI, FFMI, BFMI a procentuálního zastoupení tělesného tuku. Pro hodnocení abdominální obezity využíváme WHR a hodnoty viscerálního tuku. Hodnocení FFMI a BFMI vychází z klasifikace, kterou uvádí Kyle, Genton, et al. (2004). Pro vymezení rizika zdravotních komplikací na základě hodnot WHR se opíráme o pásma, která vymezuje Bray a Gray (1988). V případě viscerálního tuku, který je definován jako plocha transversálního průřezu v abdominální oblasti (L₄–L₅), pak z hodnot uvedených v manuálu přístroje (Biospace, 2008). Kompletní výčet sledovaných parametrů je uveden v následující kapitole.

4. 2. 1 Sledované somatické parametry

Pro účely dizertační práce byly sledovány následující antropometrické parametry.

a) základní antropometrické charakteristiky

- tělesná výška (cm)
- tělesná hmotnost (kg)

b) tělesné komponenty

- celková tělesná voda (TBW; l) – je dána součtem intracelulární (ICW; l) a extracelulární tekutiny (ECW; l)
- proteiny (PRO; kg)
- celkové tělesné minerály (MIN; kg), kostní minerály (MIN_{kost}; kg)
- tělesný tuk – absolutní (BFM; kg) a relativní zastoupení (%BFM; %)
- tukuprostá hmota – absolutní zastoupení (FFM; kg)
- buněčná hmota (BCM; kg)

c) somatické indexy

- body mass index (BMI; kg/m²)
- body fat mass index (BFMI; kg/m²)
- fat-free mass index (FFMI; kg/m²)
- waist-hip ratio (WHR)
- viscerální tuk (VFA; cm²)

d) segmentální analýza kosterního svalstva

- absolutní zastoupení kosterního svalstva na pravé (RA_{kg}; kg) a levé horní končetině (LA_{kg}; kg)
- referenční hodnota zastoupení kosterního svalstva na pravé (RA_{ref}; kg) a levé horní končetině (LA_{ref}; kg)
- absolutní zastoupení kosterního svalstva na trupu (TR_{kg}; kg)
- referenční hodnota zastoupení kosterního svalstva na trupu (TR_{ref}; kg)
- absolutní zastoupení kosterního svalstva na pravé (RL_{kg}; kg) a levé dolní končetině (LL_{kg}; kg)

- referenční hodnoty zastoupení kosterního svalstva na pravé (RL_{ref} ; kg) a levé dolní končetině (LL_{ref} ; kg)

4. 2. 2 Analýza změn tělesného složení s věkem

Za účelem hodnocení dopadu stárnutí na složení těla byl sledovaný soubor senierek rozdělen dle věku (kategorie po 5 letech) do 6 subsouborů. V tabulce 11 uvádíme četnost probandek v jednotlivých věkových kategoriích.

Tabulka 11. Četnostní zastoupení probandek v jednotlivých věkových kategoriích ($n = 446$)

věková kategorie	zkratka	n
55–59 let	SUB ₅₅	59
60–64 let	SUB ₆₀	160
65–69let	SUB ₆₅	116
70–74 let	SUB ₇₀	63
75–79 let	SUB ₇₅	31
80–84 let	SUB ₈₀	17
Σ	-	446

4. 3 Monitoring pohybové aktivity

Pro zjištění vybraných ukazatelů pohybové aktivity u 163 probandek byl použit akcelerometr ActiGraph GT1M (Manufacturing Technology Inc., FL, USA). Sedmidenní monitorování pohybové aktivity je u dospělých i seniorů považováno za dostatečně reliabilní (Murphy, 2009; Trost, McIver, & Pate, 2005). McClain, Sisson a Tudor-Locke (2007) uvádějí interinstrumentální reliabilitu akcelerometru ActiGraph v rámci běžného života pro counts 0,97 a pro kroky 0,99. K vymezení hranice mezi lehkou (< 3 METs), středně zatěžující (3–6 METs) a intenzivní pohybovou aktivitou (> 6 METs) byly využity hraniční hodnoty counts, tj. 1 951 a 5 724 counts za minutu, které definují Freedson, Melanson a Sirard (1998). Každá probandka souhlasila s měřením a byla poučena o správném umístění akcelerometru. Pro zajištění stabilní pozice přístroje (nad pravým

kyčelním kloubem) byl ženám zapůjčen elastický pás s ochranným pouzdrém, který eliminoval nežádoucí posuny akcelerometru. Ženy byly instruovány, aby si přístroj nasadily bezprostředně po probuzení a odkládaly ho při pohybových činnostech prováděných ve vodním prostředí. Dále byly požádány, aby akcelerometr nosily alespoň deset hodin denně po dobu osmi následujících dnů. Z důvodu zajištění objektivitu monitoringu byl první sledovaný den z analýzy vyloučen (Esliger, Copeland, Barnes, & Tremblay, 2005). Z tohoto důvodu se analyzované výsledky vztahují pouze k sedmi po sobě následujícím dnům. Následně byla zaznamenaná data převedena z přístroje pomocí továrního softwaru. Záznamový interval byl nastaven na 60 sekund, což plně odpovídá všeobecně uznávaným kritériím (Esliger, et al., 2005).

4. 3. 1 Sledované markery pohybové aktivity

Pro účely dizertační práce byly sledovány následující parametry, které vypovídají o intenzitě a objemu pohybové aktivity.

a) základní ukazatelé pohybové aktivity

- průměrná doba strávená pohybovou aktivitou v rámci jednoho dne (PA_{den} ; hod/den)
- průměrná doba strávená pohybovou inaktivitou (nulovou) v rámci jednoho dne (PI_{den} ; hod/den)

b) proměnné definující intenzitu pohybové aktivity

- doba strávená pohybovou aktivitou nízkého zatížení za týden (IPA_{lig} ; min/týden)
- doba strávená středně zatěžující pohybovou aktivitou v rámci jednoho týdne (IPA_{mod} ; min/týden)
- doba strávená intenzivní pohybovou aktivitou v rámci jednoho týdne (IPA_{vig} ; min/týden)
- průměrný celkový relativní výkon energie (PA_{CVE} ; kcal/kg/hod)
- průměrný aktivní relativní výkon energie (PA_{AVE} ; kcal/kg/hod)

- procentuální podíl aktivního relativního výkonu energie na celkovém relativním výkonu energie (PA_{AVE}/PA_{CVE} ; %)

c) proměnné definující objem pohybové aktivity

- počet kroků vykonaných v průměru za jeden den (OPA_{krok} ; kroky/den)

4. 3. 2 Analýza s věkem souvisejících změn v pohybové aktivitě

Pro účely posouzení vlivu věku na sledované markery pohybové aktivity byl výzkumný soubor rozdělen do dílčích věkových kategorií po 5letých intervalech. Četnostní zastoupení probandek v jednotlivých subsouborech uvádíme níže (tabulka 12).

Tabulka 12. Četnostní zastoupení probandek, u kterých byl realizován monitoring pohybové aktivity, v jednotlivých věkových kategoriích ($n = 163$)

věková kategorie	zkratka	n
55–59 let	PA ₅₅	34
60–64 let	PA ₆₀	73
65–69let	PA ₆₅	41
70–74 let	PA ₇₀	15
Σ	-	163

4. 3. 3 Posouzení vlivu tělesného složení na vybrané markery pohybové aktivity

Pro hodnocení vlivu vybraných antropometrických ukazatelů na úroveň realizované pohybové aktivity byl sledovaný soubor žen diferencován do níže uvedených subsouborů. Pro účely této analýzy byl použit redukováný soubor 163 žen, který byl diferencován na základě hodnot body mass indexu a procentuálního zastoupení tělesného tuku. V tabelární podobě uvádíme nejen používané zkratky, ale i četnost probandek v jednotlivých subsouborech (tabulka 13–14).

Tabulka 13. Četnostní zastoupení probandek v jednotlivých subsouborech dle hodnot body mas indexu

subsoubor	zkratka	BMI (kg/m ²)	n
optimální tělesná hmotnost	SUB1 _{BMI}	18,5–24,9	45
nadváha	SUB2 _{BMI}	25,0–29,9	83
obezita	SUB3 _{BMI}	> 30,0	35

poznámka: dělení dle World Health Organization (1998)

Tabulka 14. Četnostní zastoupení probandek v jednotlivých subsouborech dle procentuálního zastoupení tělesného tuku

subsoubor	zkratka	%BFM	n
nízké zastoupení	SUB1 _{%BFM}	< 25,0	8
optimální zastoupení	SUB2 _{%BFM}	25,0–29,9	19
nadváha	SUB3 _{%BFM}	30,0–34,9	42
obezita	SUB4 _{%BFM}	≥ 35,0	94

poznámka: klasifikace %BFM pro ženy starší 55 let vychází z Heyward a Wagner (2004)

4. 3. 4 Hodnocení vlivu pohybové aktivity na vybrané ukazatele tělesného složení

V rámci posouzení vlivu pohybové aktivity na vybrané ukazatele tělesného složení byl sledovaný soubor seniorek rozčleněn do dílčích skupin, jejichž vymezení a četnost uvádíme níže. Náročná pohybová aktivita byla na rozdíl od středně zatěžující pohybové aktivity zastoupena jen výjimečně, proto jsme podle této proměnné sledovaný soubor nediferencovali. V rámci intenzity pohybové aktivity jsme se omezili pouze na kritérium středně zatěžující pohybové aktivity, v případě objemu na průměrný počet kroků vykonaných za jeden den.

Tabulka 15. Četnostní zastoupení probandek v jednotlivých subsouborech podle doby strávené středně zatěžující pohybovou aktivitou (n = 163)

subsoubor	zkratka	intenzita PA (3–6 METs)	n
sedavý způsob života	SUB1 _{mod}	< 150 min/týden	38
aktivní	SUB2 _{mod}	150–300 min/ týden	56
vysoce aktivní	SUB3 _{mod}	> 300 min/ týden	69

poznámka: dělení dle U. S. Department of Health and Human Services (2008)

Tabulka 16. Četnostní zastoupení probandek v jednotlivých subsouborech v závislosti na plnění, respektive neplnění, konceptu 10 000 kroků ($n = 163$)

subsoubor	zkratka	kroky/den	n
neplní doporučení	SUB1 _{10k}	< 10 000	72
plní doporučení	SUB2 _{10k}	> 10 000	91

poznámka: doporučení uvádí Hatano (1993)

Tabulka 17. Četnostní zastoupení probandek v jednotlivých subsouborech podle počtu kroků vykonaných v průměru za den ($n = 163$)

subsoubor	zkratka	kroky/den	n
sedavý způsob života	SUB1 _{krok}	< 5 000	7
málo aktivní	SUB2 _{krok}	5 000–7 499	19
nedostatečně aktivní	SUB3 _{krok}	7 500–9 999	46
aktivní	SUB4 _{krok}	10 000–12 499	50
vysoce aktivní	SUB5 _{krok}	≥ 12 500	41

poznámka: klasifikace dle Tudor-Locke a Bassett (2004)

4. 4 Statistické zpracování dat

Získaná data byla zpracována adekvátními postupy pomocí programu Lookin' Body 3.0 (Biospace, 2009), ActiPA2006 (Chytil, 2006) a statistického programu Statistica 9 (StatSoft, 2009), který umožnil stanovit základní statistické charakteristiky polohy a rozptylu u sledovaných proměnných. Na základě analýzy normality rozdělení pomocí Shapiro-Wilk W testu můžeme konstatovat, že všechny sledované proměnné splňovaly podmínku normálního rozdělení. Z tohoto důvodu byl při posuzování rozdílů mezi dvěma skupinami využit nepárový t -test. V případě testování průměrných diferencí u třech a více skupin jsme použili jednofaktorovou analýzu variance (ANOVA) a následné vícenásobné porovnání pomocí Fisherova LSD post-hoc testu. Pro ověření síly vazeb mezi sledovanými proměnnými byly vypočteny koeficienty korelace podle Pearsona (r_p). Věcnou významnost (*effect size*) jsme posuzovali dle Cohenova koeficientu d . Hodnoty d větší než 0,2 vymezují malý efekt, 0,5 střední efekt a 0,8 velký efekt (Cohen, 1988). Jako staticky významné byly označeny hodnoty překračující hladinu $p < 0,05$, popřípadě $p < 0,01$.

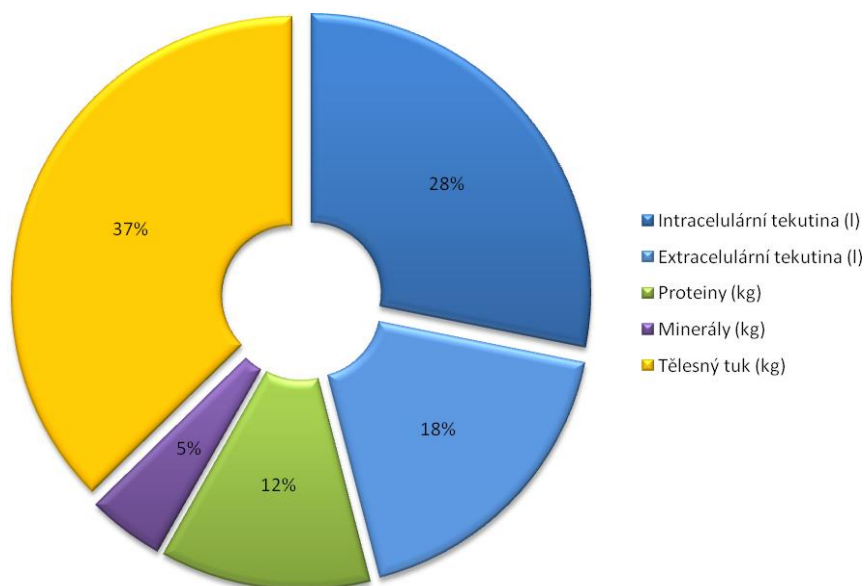
4. 5 Materiální a finanční zajištění projektu

Projekt byl realizován pod záštitou Katedry funkční antropologie a fyziologie na Fakultě tělesné kultury při Univerzitě Palackého v Olomouci. Vybavenost pracoviště byla v souladu s požadavky projektu (InBody 720). Akcelerometry ActiGraph GT1M byly zapůjčeny z Centra kinantropologického výzkumu. Finanční dotace na projekt byly zajištěny z interních grantů FTK UP v Olomouci realizovaných v roce 2008 a 2009. Část finančních prostředků byla pokryta Katedrou funkční antropologie a fyziologie a z Centra kinantropologického výzkumu. Dizertační práce byla zpracována v rámci výzkumného záměru: „Pohybová aktivita a inaktivita obyvatel České republiky v kontextu behaviorálních změn“ (IK: 6198959221).

5 VÝSLEDKY

5.1 Hodnocení vybraných antropometrických ukazatelů

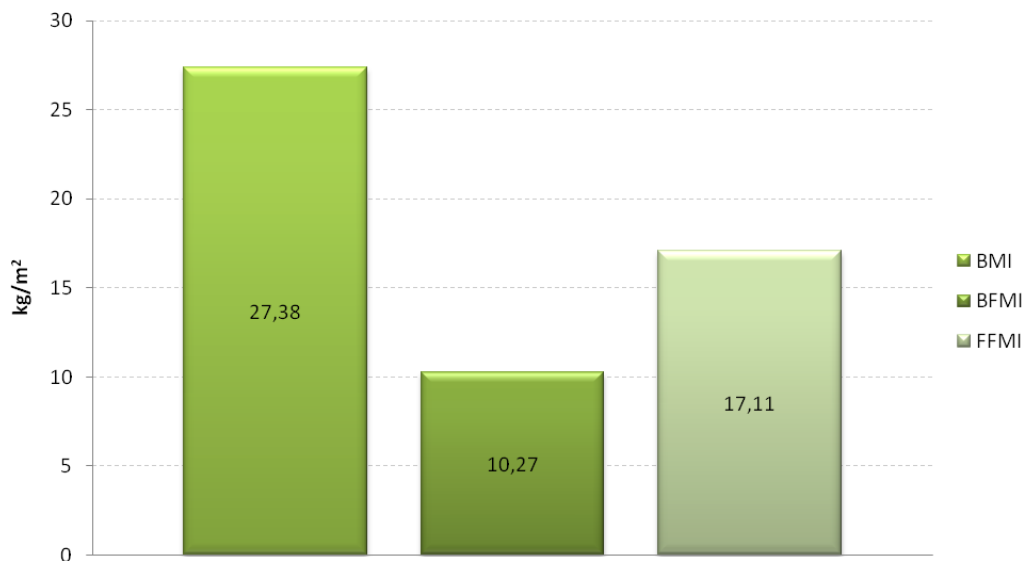
Jak bylo uvedeno v metodické části práce, na výzkumu participovalo 446 žen ve věkovém rozpětí 55–84 let, u kterých bylo provedeno komplexní vyšetření tělesného složení na přístroji InBody 720. Průměrný věk sledovaného souboru činil 65,84 let ($s = 6,38$), průměrná tělesná výška 160,74 cm ($s = 6,36$) a průměrná tělesná hmotnost 70,71 kg ($s = 11,81$). Procentuální zastoupení jednotlivých tělesných složek, v pojetí čtyřkomponentového modelu, prezentujeme na obrázku 11. Celková tělesná voda se na tělesné hmotnosti podílela ze 46 % (32,53 l; $s = 3,75$), z čehož 28 % připadalo intracelulární (19,91 l; $s = 2,31$) a 18 % extracelulární tekutině (12,61 l; $s = 1,47$). Z hlediska podílu tukové složky můžeme sledovaný soubor žen označit za obézní, neboť jeho průměrná hodnota byla rovna 36,56 % ($s = 6,93$). Zbýlých 17 % tělesné hmotnosti představovaly dvě tělesné složky, a to proteiny (8,61 kg; $s = 1,00$) a minerály (3,14 kg; $s = 0,37$).



Obrázek 11. Procentuální zastoupení jednotlivých tělesných komponent u sledovaného souboru ($n = 446$)

Na rozdíl od %BFM byla u výzkumného souboru průměrná hodnota BMI (27,38 kg/m²; $s = 4,48$) v pásmu nadváhy, což potvrzuje i průměrná hodnota BFMI

(10,27 kg/m²; s = 3,51). Absolutní zastoupení tukuprosté hmoty odpovídalo 44,28 kg (s = 5,10) a průměrná hodnota FFMI byla lokalizována v pásmu vysokých hodnot, které vymezují ve své práci Kyle, Morabia, et al. (2004). V grafické podobě prezentujeme vybrané antropometrické indexy na obrázku 12. Inklinaci k centrální distribuci tělesného tuku potvrdil jak WHR (0,99; s = 0,05), tak průměrná hodnota viscerálního tuku (140,66 cm²; s = 31,96), která se nacházela v pásmu střední rizikovitosti.



Obrázek 12. Vybrané antropometrické indexy u sledovaného souboru ($n = 446$)

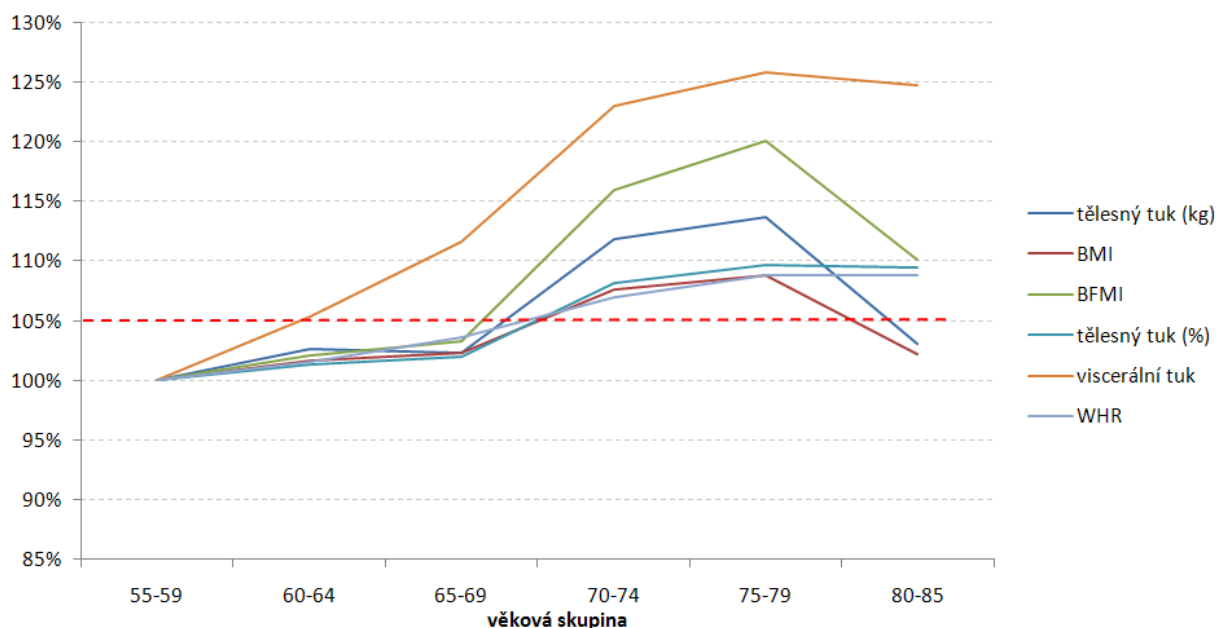
poznámka: BMI – body mass index, BFMI – body fat mass index, FFMI – fat-free mass index

5. 1. 1 S věkem související změny vybraných antropometrických ukazatelů

5. 1. 1. 1 Hodnocení relativních změn vybraných antropometrických ukazatelů

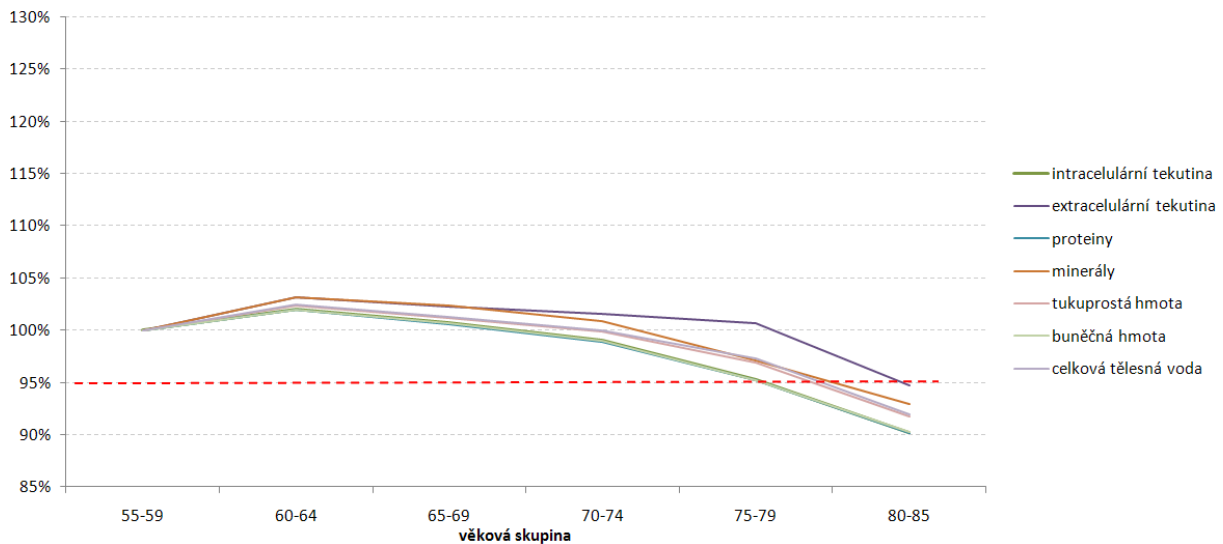
Procentuální změny vybraných antropometrických charakteristik vyšetřených prostřednictvím multifrekvenční bioimpedanční analýzy uvádíme na obrázku 13–15. Abychom mohli posoudit věkové změny sledovaných ukazatelů, rozdělili jsme sledovaný soubor na dílčí subsoubory podle věku (6 subsouborů po 5letých intervalech). Jako výchozí úroveň (100 %) jsme použili průměrné hodnoty 55letých (SUB₅₅). K popsání závislosti mezi věkem a vybranými antropometrickými ukazateli byl pro každou proměnnou vypočten Pearsonův korelační koeficient (r_p). Obecně můžeme sledované charakteristiky rozdělit do třech základních skupin.

Z obrázku 13 je evidentní, že první skupinu tvořily ukazatelé, které měly tendenci s rostoucím věkem narůstat. Jednalo se o absolutní ($r_p = 0,07$) i relativní ($r_p = 0,14$; $p < 0,05$) zastoupení tělesného tuku, BMI ($r_p = 0,10$; $p < 0,05$), BFMI ($r_p = 0,13$; $p < 0,05$), viscerální tuk ($r_p = 0,31$; $p < 0,05$) a WHR ($r_p = 0,48$; $p < 0,05$). Největší relativní nárůst hodnot byl patrný u viscerálního tuku a BFMI. Všechny charakteristiky v této skupině z počátku setrvaly na výchozích hodnotě odpovídající kategorii 55letých, následně jsme zaznamenaly jejich relativní vzestup o více jak 5 % a jejich kulminaci u kategorie 75letých. Směrem k věkové kategorii 80letých byl patrný pokles hodnot. U absolutního zastoupení tělesného tuku a BMI došlo k poklesu až pod hranici 105 %.



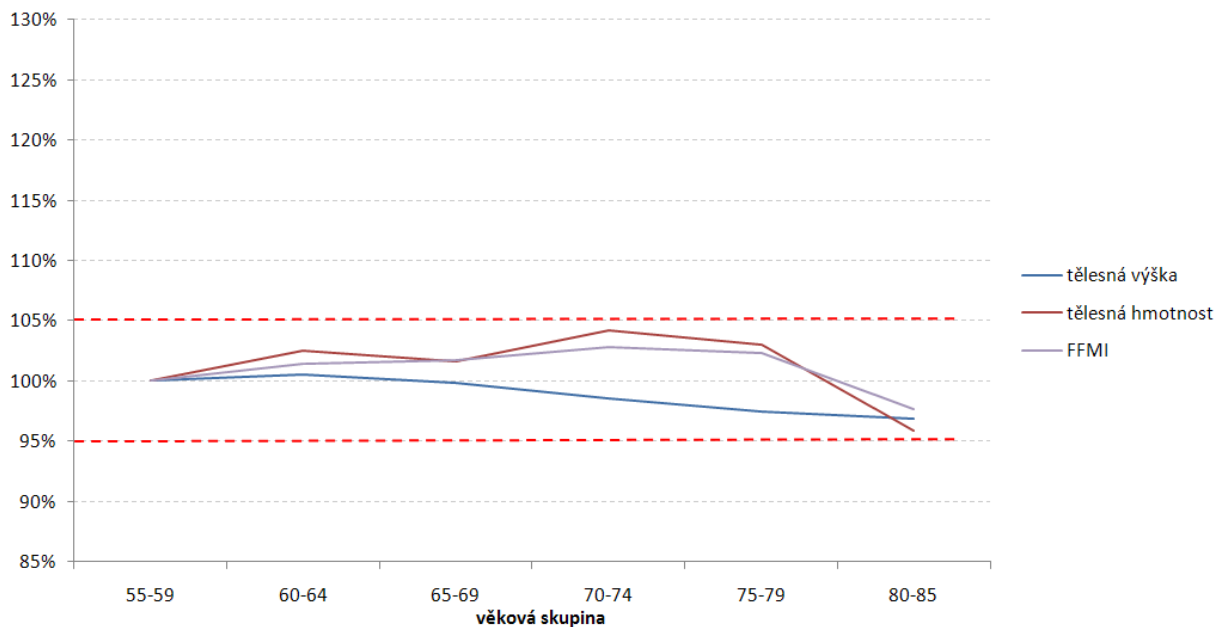
Obrázek 13. Antropometrické charakteristiky, které zaznamenaly relativní nárůst o více jak 5 %
poznámka: BMI – body mass index, BFMI – body fat mass index, WHR – wais-hip ratio

V druhé skupině se nacházeli ukazatelé, u kterých jsme zaznamenali největší relativní pokles. Jednalo se především o proměnné vztahující se k celkové tělesné vodě ($r_p = -0,14$; $p < 0,05$), stejně tak k intracelulární tekutině ($r_p = -0,19$; $p < 0,05$), extracelulární tekutině ($r_p = -0,07$), proteinům ($r_p = -0,19$; $p < 0,05$), minerálům ($r_p = -0,13$; $p < 0,05$), tukuprosté hmotě ($r_p = -0,15$; $p < 0,05$) a buněčné hmotě ($r_p = -0,19$; $p < 0,05$). Tyto charakteristiky vykazovaly setrvalý pokles, který činil více jak 5 % výchozích hodnot věkové kategorie 55letých (obrázek 14).



Obrázek 14. Vybrané antropometrické charakteristiky, které zaznamenaly relativní pokles o více jak 5 %

Poslední skupina zahrnuje proměnné, které se vyznačovaly minimálními změnami kolísajícími v rozmezí $\pm 5\%$ (obrázek 15). Jednalo se především o tělesnou hmotnost ($r_p = -0,01$), tělesnou výšku ($r_p = -0,23$; $p < 0,05$) a FFMI ($r_p = 0,01$).



Obrázek 15. Vybrané antropometrické charakteristiky, které kolísali v rozmezí $\pm 5\%$
poznámka: FFMI – fat-free mass index

5. 1. 1. 2 Analýza rozdílů mezi sledovanými věkovými skupinami

Z výsledků statistické analýzy vybraných antropometrických ukazatelů vyplývá, že statisticky významné rozdíly byly nalezeny pouze mezi kategorií 55letých a 60letých, 60letých a 65letých, stejně tak mezi 65letými a 70letými ženami (tabulka 18). Mezi zbývajících věkovými kategoriemi byly zaznamenány pouze věcně významné rozdíly na úrovni malého efektu. V případě tělesné výšky jsme zaregistrovali její signifikantní pokles o 2,16 cm ($p = 0,025$; $d = 0,34$) mezi SUB₆₅ a SUB₇₀. Jak již bylo naznačeno v předešlém textu, zastoupení viscerálního tuku a WHR měli tendenci narůstat s rostoucím věkem. K statisticky významnému vzestupu množství viscerálního tuku došlo mezi SUB₆₀ a SUB₆₅ ($p = 0,031$; $d = 0,28$) a SUB₆₅ a SUB₇₀ ($p = 0,002$; $d = 0,48$). Množství viscerálního tuku se u kategorie 55letých, 60letých a 65letých pohybovalo v pásmu střední rizikivosti, zatímco u starších věkových kategorií byly průměrné hodnoty VFA lokalizovány již v pásmu vysoké rizikivosti. Nejvyšší průměrnou hodnotu VFA jsme zaznamenali u 75letých (159,56 cm²; $s = 37,66$). Sklony k abdominální obezitě také potvrdila analýza WHR, který byl u všech věkových kategorií v pásmu velmi vysoké rizikivosti. Mezi SUB₅₅ a SUB₆₀ došlo ke zvýšení průměrné hodnoty tohoto indexu o 0,01 jednotek ($p = 0,045$; $d = 0,32$), mezi SUB₆₀ a SUB₆₅ o 0,02 jednotek ($p = 0,001$; $d = 0,43$) a mezi SUB₆₅ a SUB₇₀ o 0,03 jednotek ($p = 0,001$; $d = 0,69$). Další statisticky významné rozdíly byly upozorovány mezi kategorií 65letých a 70letých. Jednalo se především o %BFM ($p = 0,041$; $d = 0,35$), BMI ($p = 0,043$; $d = 0,33$) a BFMI ($p = 0,025$; $d = 0,35$).

Na základě průměrných hodnot BMI můžeme konstatovat, že u všech věkových skupin byla diagnostikována nadváha. K rozdílným výsledkům jsme však dospěli při hodnocení %BFM. Podle tohoto ukazatele byla u všech věkových skupin diagnostikována již obezita, neboť průměrné hodnoty %BFM vždy překročily rizikovou hranici (35 %). V návaznosti na toto zjištění byla problematika prevalence nadváhy a obezity detailněji zpracována v navazující kapitole. Největší podíl tělesného tuku jsme našli u kategorie 75letých (40,31 %; $s = 8,18$), zatímco nejnižší průměrnou hodnotou disponovaly ženy patřící do kategorie 55letých (36,55 %; $s = 7,46$). U ostatních sledovaných proměnných nepřesáhly rozdíly mezi věkovými skupinami hladinu statistické významnosti a jednalo se zejména o věcně významné rozdíly.

Tabulka 18. Analýza rozdílů vybraných antropometrických charakteristik mezi jednotlivými věkovými kategoriemi

	55–59 let SUB ₅₅ n = 59		60–64 let SUB ₆₀ n = 160		65–69 let SUB ₆₅ n = 116		70–74 let SUB ₇₀ n = 63		75–79 let SUB ₇₅ n = 31		80–84 let SUB ₈₀ n = 17	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
věk (roky)	57,58	1,42	61,82	1,38	66,95	1,43	71,98	1,54	77,16	1,51	81,41	1,33
tělesná výška (cm)	161,33	6,71	162,14	5,90	161,09	5,98	158,93	7,14	157,21	4,55	156,32	6,56
tělesná hmotnost (kg)	69,35	13,41	71,06	11,46	70,47	10,02	72,28	12,90	71,46	15,34	66,49	8,65
intracelulární tekutina (l)	19,90	2,47	20,30	2,33	20,03	1,86	19,70	2,59	18,96	2,29	17,96	2,09
extracelulární tekutina (l)	12,39	1,61	12,78	1,48	12,67	1,20	12,59	1,65	12,48	1,59	11,74	1,34
proteiny (kg)	8,61	1,07	8,78	1,00	8,66	0,81	8,52	1,12	8,20	0,99	7,76	0,92
minerály (kg)	3,10	0,43	3,20	0,37	3,17	0,32	3,13	0,42	3,01	0,29	2,88	0,33
tělesný tuk (kg)	25,35	9,29	26,01	8,13	25,93	7,87	28,35	9,79	28,81	11,14	26,14	6,94
BMI (kg/m ²)	26,59	4,65	27,04	4,26	27,20	3,94	28,62	4,75	28,93	6,45	27,18	2,96
BFMI (kg/m ²)	9,72	3,51	9,93	3,25	10,04	3,18	11,27	3,91	11,67	4,72	10,71	2,83
FFMI (kg/m ²)	16,87	1,49	17,11	1,42	17,15	1,22	17,35	1,54	17,26	2,02	16,47	0,88
tělesný tuk (%)	36,55	7,46	36,60	6,27	36,79	6,46	39,22	7,73	40,31	8,18	39,31	6,92
viscerální tuk (cm ²)	126,85	33,35	133,56	28,83	141,53	27,79	155,97	32,83	159,56	37,66	158,13	24,05
WHR	0,96	0,05	0,97	0,05	0,99	0,04	1,02	0,05	1,04	0,07	1,04	0,03
tukuprostá hmota (kg)	44,00	5,53	45,06	5,14	44,53	4,13	43,93	5,74	42,65	5,09	40,36	4,55
buněčná hmota (kg)	28,51	3,54	29,08	3,33	28,69	2,67	28,22	3,71	27,16	3,27	25,73	3,02
kostní minerály (kg)	2,58	0,36	2,65	0,30	2,63	0,26	2,59	0,35	2,51	0,23	2,40	0,26
celková tělesná voda (l)	32,29	4,06	33,09	3,79	32,70	3,04	32,29	4,22	31,44	3,84	29,69	3,36

poznámka: rozdíly mezi skupinami byly hodnoceny jednofaktorovou analýzou variance, pro vícenásobné porovnání byl použit Fisherův LSD post-hoc test (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$). Věcná významnost byla posuzována dle Cohenova koeficientu d – malý efekt † (0,20–0,49), střední efekt †† (0,50–0,79), velký efekt ††† ($\geq 0,80$). BMI – body mass index, BFMI – body fat mass index, FFMI – fat-free mass index, WHR – waist-hip ratio.

Tabulka 19. Hodnocení rozdílů v zastoupení kosterního svalstva (kg) mezi jednotlivými věkovými kategoriemi

	55–59 let SUB ₅₅ n = 59		60–64 let SUB ₆₀ n = 160		65–69 let SUB ₆₅ n = 116		70–74 let SUB ₇₀ n = 63		75–79 let SUB ₇₅ n = 31		80–84 let SUB ₈₀ n = 17			
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s		
RA _{kg}	2,31	0,42	2,38	0,41	2,36	0,32	2,36	0,42	†	2,25	0,50	†	2,07	0,34
LA _{kg}	2,27	0,43	2,34	0,42	2,32	0,32	2,32	0,42	†	2,22	0,46	†	2,05	0,32
TR _{kg}	20,00	2,68	20,37	2,55	20,20	2,00	20,06	2,64	†	19,24	2,83	†	18,24	2,22
RL _{kg}	6,65	0,99	6,78	0,94	†	6,58	0,79	6,44	1,11	6,26	0,96	†	5,93	1,04
LL _{kg}	6,62	0,99	6,76	0,93	†	6,59	0,80	6,41	1,09	6,24	0,90	†	5,86	1,06

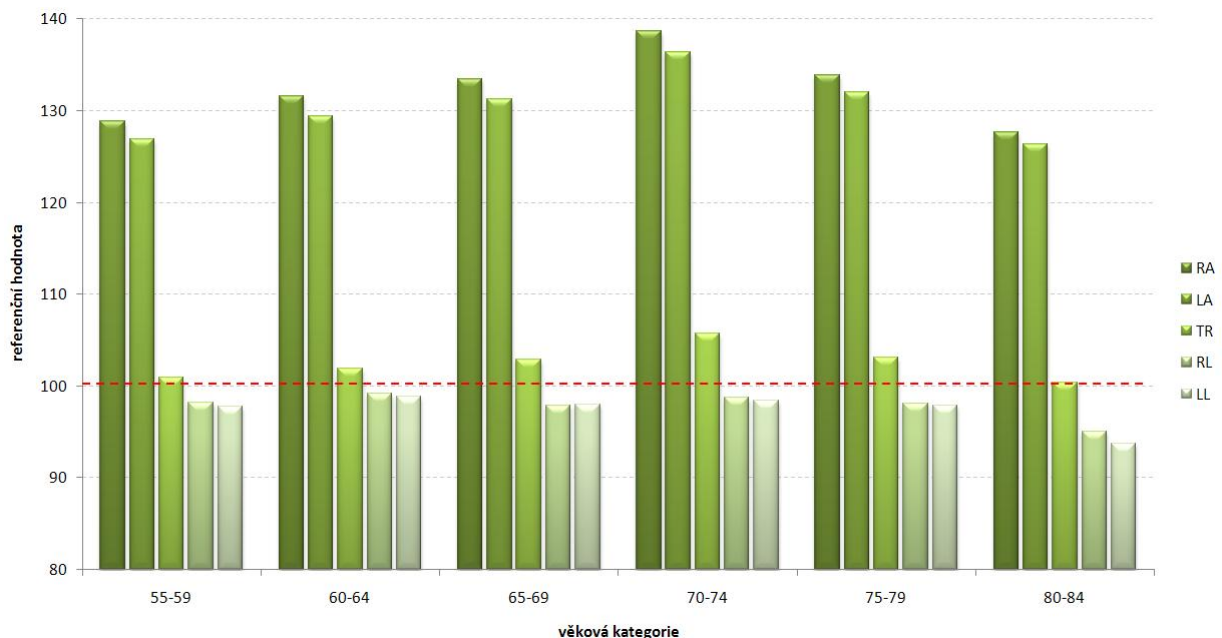
poznámka: RA_{kg} – pravá horní končetina, LA_{kg} – levá horní končetina, TR_{kg} – trup, RL_{kg} – pravá dolní končetina, LL_{kg} – levá dolní končetina. Věcná významnost byla posuzována dle Cohenova koeficientu *d* – malý efekt † (0,20–0,49), střední efekt †† (0,50–0,79), velký efekt ††† (≥ 0,80)

Tabulka 20. Hodnocení rozdílů v zastoupení kosterního svalstva mezi jednotlivými věkovými kategoriemi ve vztahu k referenčním hodnotám

	55–59 let SUB ₅₅ n = 59		60–64 let SUB ₆₀ n = 160		65–69 let SUB ₆₅ n = 116		70–74 let SUB ₇₀ n = 63		75–79 let SUB ₇₅ n = 31		80–84 let SUB ₈₀ n = 17				
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s			
RA _{ref}	128,83	19,61	131,56	20,66	133,38	17,31	†	138,66	21,28	133,85	30,67	†	127,63	14,15	
LA _{ref}	126,91	19,78	129,42	21,17	131,19	17,43	†	136,40	21,63	132,00	28,25	†	126,36	13,79	
TR _{ref}	100,95	10,34	101,88	10,93	102,82	9,28	†	105,74	11,35	†	103,09	15,24	†	100,33	6,77
RL _{ref}	98,19	9,15	99,13	9,11	97,87	7,10	98,69	9,75	98,05	13,49	†	95,00	8,81		
LL _{ref}	97,75	9,17	98,88	9,05	97,94	7,26	98,39	9,90	97,82	12,80	†	93,68	7,71		

poznámka: RA_{ref} – pravá horní končetina, LA_{ref} – levá horní končetina, TR_{ref} – trup, RL_{ref} – pravá dolní končetina, LL_{ref} – levá dolní končetina. Získané hodnoty se vztahují k populačnímu průměru, který odpovídá hodnotě 100 a vychází z databáze přístroje InBody 720. Hodnoty mezi 80–120 jsou považovány u pravé a levé horní končetiny za průměrné. Pro trup a dolní končetiny se tato hranice zužuje na 90–110. Pod horní a dolní hranicí těchto intervalů jsou hodnoty označovány jako nadprůměrně, respektive podprůměrné. Věcná významnost byla posuzována dle Cohenova koeficientu *d* – malý efekt † (0,20–0,49), střední efekt †† (0,50–0,79), velký efekt ††† (≥ 0,80).

Výsledky, které představujeme v tabulce 19, umožňují posoudit s věkem související změny v absolutním zastoupení svalové složky. Věková kategorie 60letých se vyznačovala největším množstvím kosterního svalstva ve všech sledovaných tělesných segmentech, zatímco u 80letých byly průměrné hodnoty nejmenší. Po aplikaci Fisherova LSD post-hoc testu jsme dospěli k závěru, že změny v absolutním zastoupení kosterního svalstva mezi sledovanými věkovými kategoriemi nebyly statisticky významné. V některých případech se jednalo pouze o věcně významné změny, a to především mezi SUB₆₀ a SUB₆₅, SUB₇₀ a SUB₇₅, SUB₇₅ a SUB₈₀. Při porovnání získaných hodnot ve smyslu laterality byly nalezeny jen minimální odchylky, které zřejmě odrážejí stranovou dominanci dané končetiny. Této problematice jsme se v prezentované dizertační práci detailněji nevěnovali.



Obrázek 16. Změny zastoupení kosterního svalstva mezi jednotlivými věkovými kategoriemi ve vztahu k referenčním hodnotám

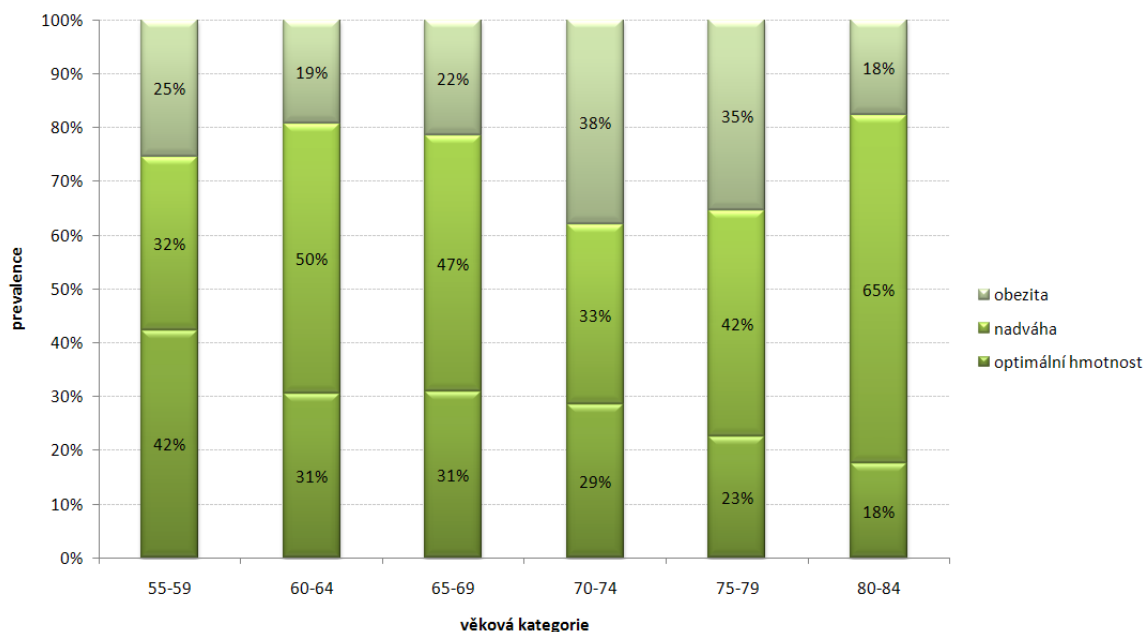
poznámka: RA – pravá horní končetina, LA – levá horní končetina, TR – trup, RL – pravá dolní končetina, LL – levá dolní končetina. Získané hodnoty se vztahují k populačnímu průměru, který odpovídá hodnotě 100 a vychází z databáze přístroje InBody 720. Hodnoty mezi 80–120 jsou považovány u pravé i levé horní končetiny za průměrné. Pro trup a dolní končetiny se tato hranice zužuje na 90–110. Pod horní a dolní hranici těchto intervalů jsou hodnoty označovány jako nadprůměrně, respektive podprůměrně.

V tabulce 20 porovnáváme detailněji získané hodnoty s populací stejného pohlaví a věku. U sledovaného souboru žen bylo možno sledovat nadprůměrné zastoupení svalové frakce na pravé i levé horní končetině. V případě trupu a dolních končetin se

průměrné hodnoty pohybovaly jen v pásmu středních hodnot vymezených intervalem 90–110. Věcně významný nárůst byl zjištěn mezi SUB₆₅ a SUB₇₀ u pravé ($d = 0,28$) a levé ($d = 0,27$) horní končetiny, stejně tak u trupu ($d = 0,29$). Věcně významný pokles byl zjevný mezi SUB₇₀ a SUB₇₅ u trupu ($d = 0,21$), mezi SUB₇₅ a SUB₈₀ došlo k věcně významnému poklesu u všech tělesných segmentů. Je však důležité upozornit, že byly pozorovány pouze věcně významné změny na úrovni malého efektu. Pro doplnění analýzy uvádíme jednotlivé změny ještě v grafické podobě (obrázek 16).

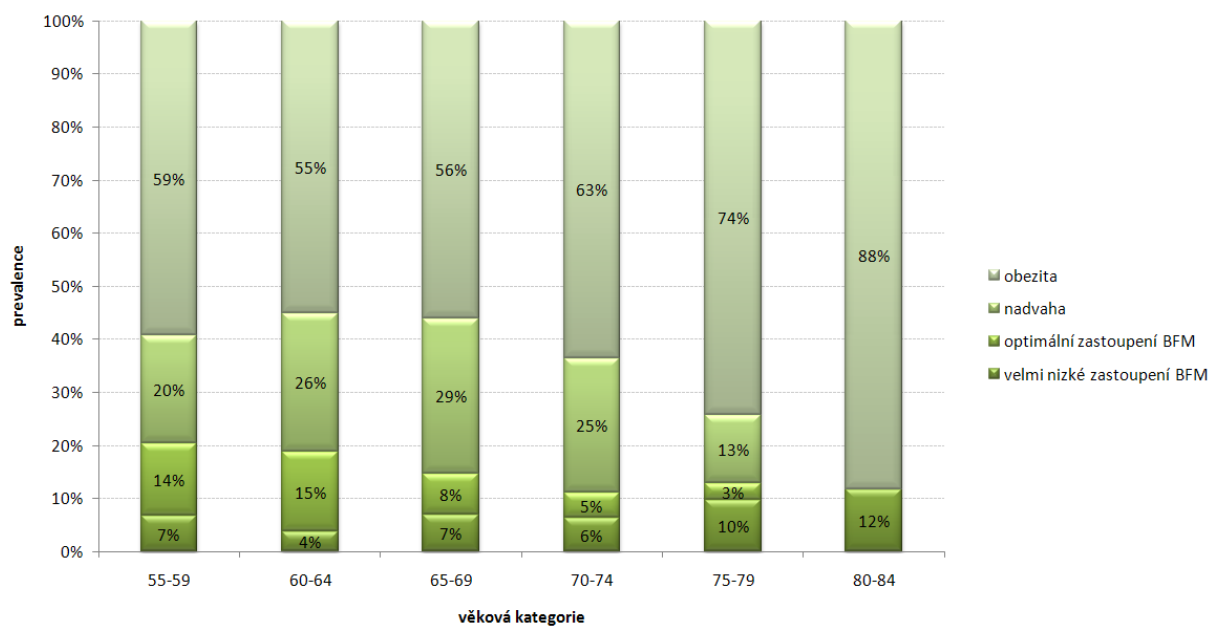
5. 1. 2 Hodnocení prevalence nadváhy a obezity

Prevalenci nadváhy a obezity u sledovaných věkových skupin prezentujeme v grafické podobě na obrázku 17 a 18. Z výsledků je patrné, že výskyt nadváhy a obezity byl u sledovaného souboru seniorek na vysoké úrovni. Podíl žen s nadváhou, hodnocenou pomocí BMI, byl u kompletního souboru na úrovni 45 %. Obezita se vyskytovala u 24 % probandek. Nejvyšší podíl obézních žen byl patrný u 70letých (38 %), zatímco prevalence nadváhy byla nejvyšší u skupiny 80letých (65 %). Z obrázku je dále nápadný trend poklesu podílu jedinců s optimální tělesnou hmotností v závislosti na rostoucím věku. Ačkoliv u 55letých žen mělo optimální tělesnou hmotnost 42 % probandek, u 80letých jich bylo pouze 18 %.



Obrázek 17. Prevalence nadváhy a obezity u sledovaných věkových skupin v závislosti na hodnotách BMI

Obrázek 18 umožňuje posoudit prevalenci nadváhy a obezity vycházející z procentuálního zastoupení tělesného tuku. U kompletního souboru mělo optimální zastoupení tělesného tuku pouze 10 % probandek, naopak obezita se vyskytovala u 60 % žen. Nejnižší prevalence obezity se vyskytovala u kategorie 60letých (55 %) a nejvyšší podíl obézních žen byl u kategorie 80letých (88 %). Výsledky, ke kterým jsme dospěli na základě analýzy %BFM, prokazují vyšší výskyt obezity v porovnání s BMI. Na příklad u 80letých byl dle BMI výskyt obezity až o 70 % nižší, avšak u mladších věkových skupin nejsou rozdíly již tak markantní.

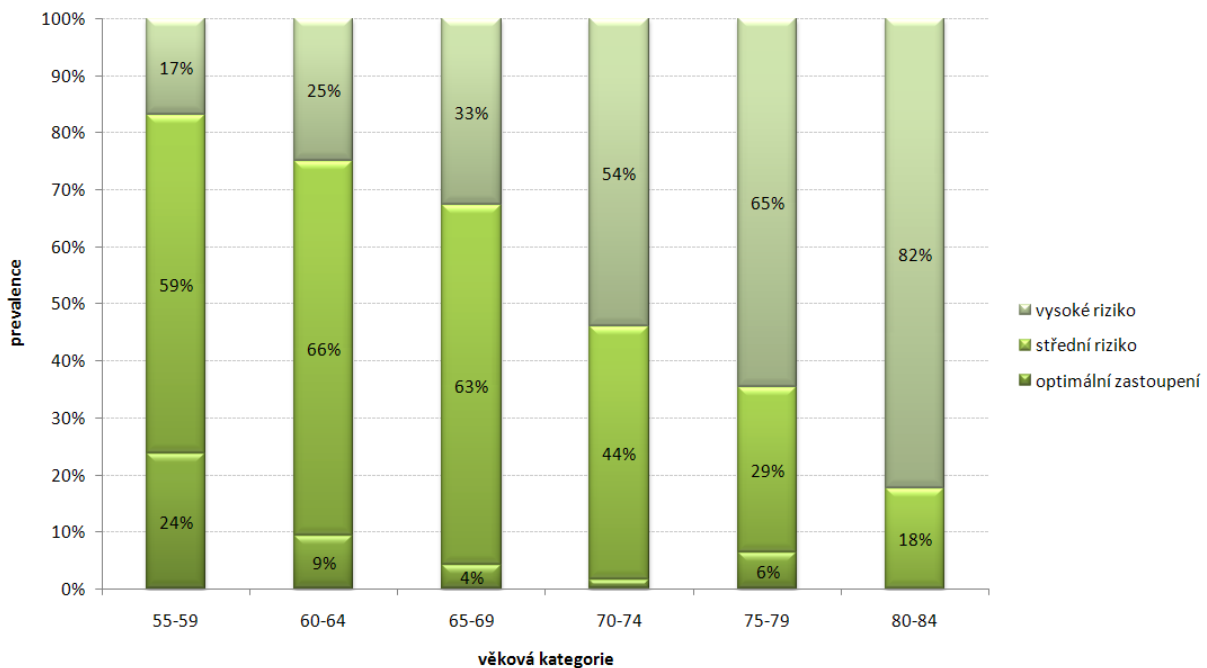


Obrázek 18. Prevalence nadváhy a obezity u sledovaných věkových skupin v závislosti na procentuálním zastoupení tělesného tuku

poznámka: BFM – tělesný tuk; klasifikace nadváhy a obezity dle procentuálního zastoupení tělesného tuku vychází z údajů Heyward a Wagner (2004).

Hodnocení prevalence abdominální obezity vychází z informací o množství viscerálního tuku. Jeho optimální zastoupení je vymezeno pod hranicí 100 cm². Pokud jeho množství překročí tuto hranici, můžeme hovořit o rozvoji abdominální obezity (Han, Lim, Sun, Paek, & Kim, 2010), přičemž střední riziko zdravotních komplikací je dáno intervalem 100–150 cm², vysoké riziko pak nad hranicí 150 cm². Z obrázku 19 je zřetelné, že prevalence abdominální obezity byla u sledovaného souboru žen na velmi vysoké úrovni. U kompletního souboru mělo optimální VFA pouze 8 % probandek, u zbylých 92 % žen bylo množství viscerálního tuku nad hranicí zdravotně bezpečného pásma. Dále byl patrný trend nárůstu četnosti v rizikovém pásmu v závislosti na věku

probandek. S narůstajícím věkem docházelo k snížení počtu jedinců se středním rizikem a kontinuální nárůst jedinců s vysokým rizikem.



Obrázek 19. Prevalence abdominální obezity u sledovaných věkových skupin v závislosti na množství viscerálního tuku

poznámka: optimální zastoupení viscerálního tuku je definováno pod hranicí 100 cm², nad hranicí 100 cm² můžeme hovořit o abdominální obezitě, přičemž střední riziko je v rozmezí 100–150 cm² a vysoké riziko nad hranicí 150 cm².

5. 1. 3 Percentilová pásma vybraných antropometrických ukazatelů

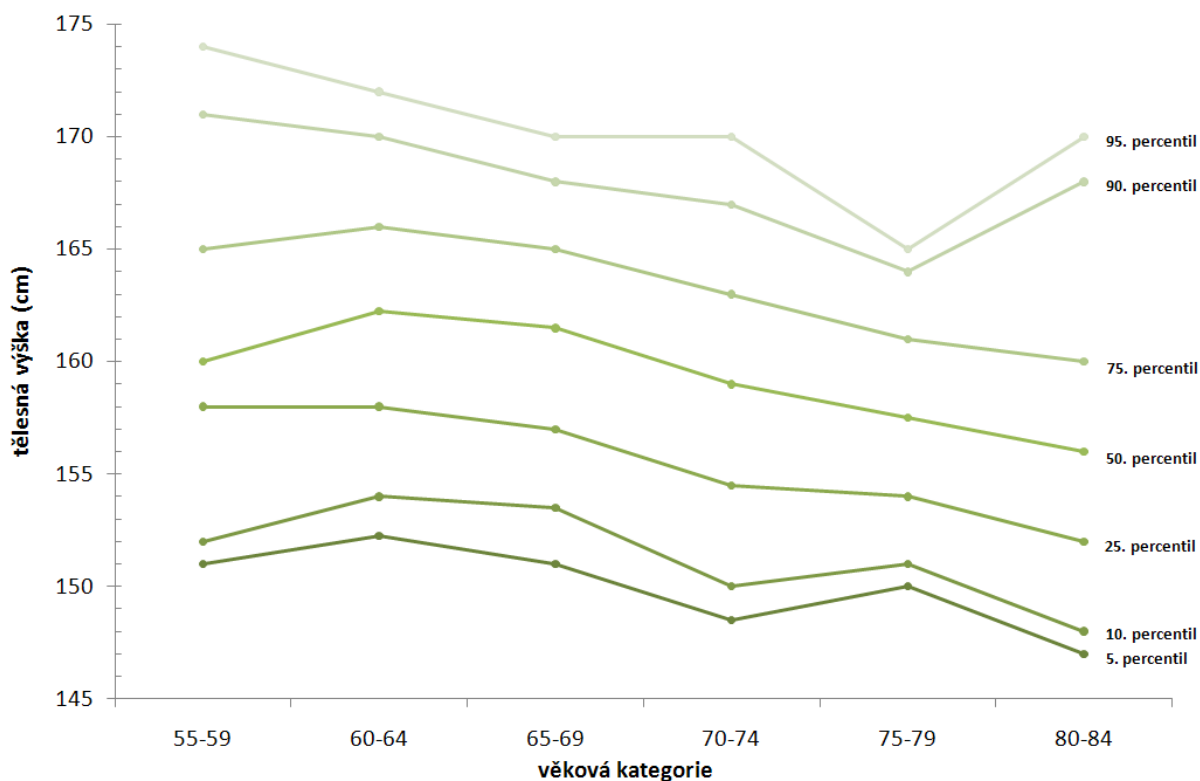
V následující kapitole se zaměříme na definování percentilových pásem vybraných antropometrických ukazatelů. Pásmo středních hodnot, ve kterém se nacházelo 50 % probandek, je dáno intervalem mezi 25. a 75. percentilem. Nad 75. percentilem byli jedinci s vysokou hodnotou posuzovaného parametru, nad 90. percentilem se pak vyskytovali jedinci s velmi vysokými hodnotami. Pod 25. percentilem byly hodnoty nízké, pod 10. percentilem velmi nízké. 5 % probandek (nad 95. percentilem) bylo v pásmu vysoce významného nadprůměru a zbylých 5 % (pod 5. percentilem) v pásmu vysoce významného podprůměru.

S věkem související změny tělesné výšky byly prezentovány v předchozím textu. Na základě percentilových pásem můžeme konstatovat, že v případě kompletního souboru byla tělesná výška u 50 % probandek v rozmezí 156,5–165,0 cm. U žen s vysoce

nadprůměrným tělesným vzrůstem, tj. nad 95. percentilem, byla tělesná výška větší než 171,0 cm. Vysoce podprůměrné hodnoty byly vymezeny hranicí 150,5 cm. V tabulce 21 uvádíme percentilová pásma pro tělesnou výšku v závislosti na věku, v grafické podobě jsou pak výsledky znázorněny na obrázku 20. Věková kategorie 60letých se vyznačovala nejvyšším tělesným vzrůstem, u 50 % probandek byla tělesná výška v rozmezí 158,0–166,0 cm. Naopak skupina 80letých byla typická malým tělesným vzrůstem.

Tabulka 21. Percentilová pásma pro tělesnou výšku u žen ve věku 55–84 let

tělesná výška (cm)	5. percentil	10. percentil	25. percentil	50. percentil	75. percentil	90. percentil	95. percentil
55–59 let	151,00	152,00	158,00	160,00	165,00	171,00	174,00
60–64 let	152,25	154,00	158,00	162,25	166,00	170,00	172,00
65–69 let	151,00	153,50	157,00	161,50	165,00	168,00	170,00
70–74 let	148,50	150,00	154,50	159,00	163,00	167,00	170,00
75–79 let	150,00	151,00	154,00	157,50	161,00	164,00	165,00
80–84 let	147,00	148,00	152,00	156,00	160,00	168,00	170,00
celý soubor	150,50	152,5	156,50	160,50	165,00	169,00	171,00

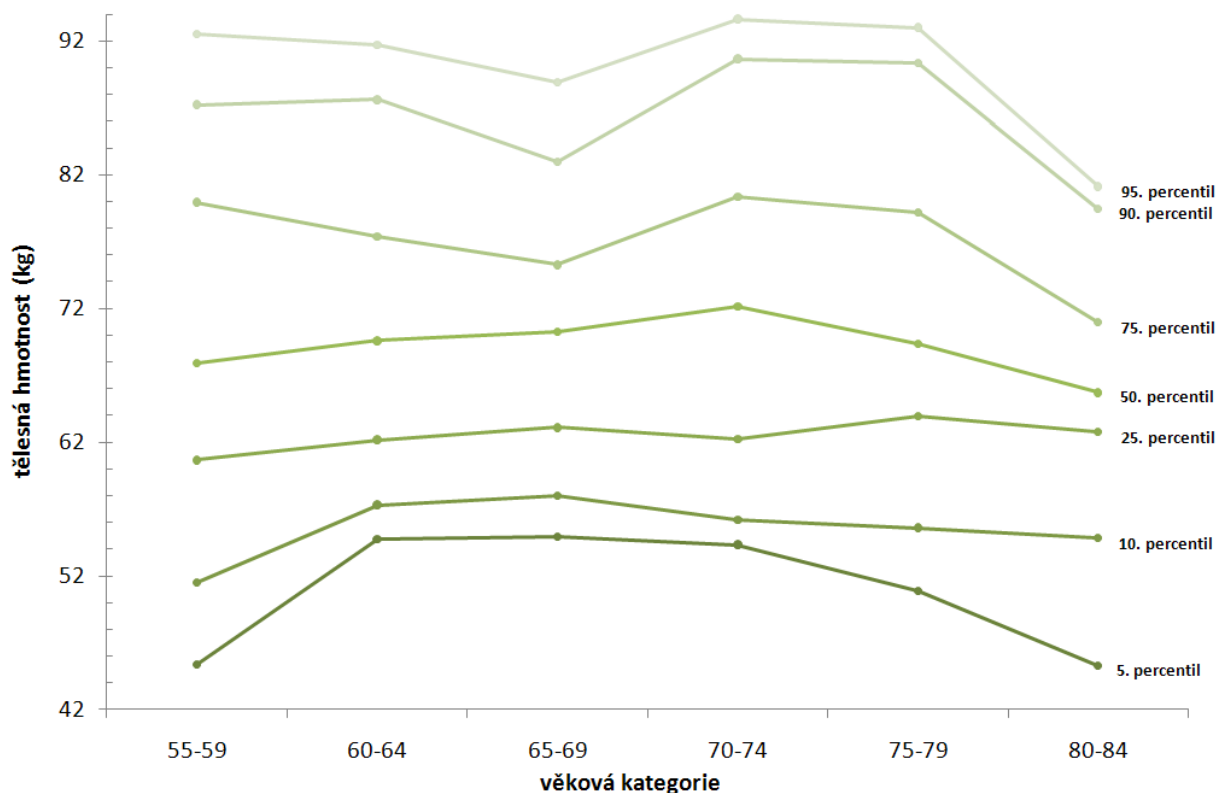


Obrázek 20. Percentilová pásma pro tělesnou výšku u žen ve věku 55–84 let

U sledovaného souboru žen byla střední tělesná hmotnost definována v rozmezí 62,54–77,13 kg. U 90 % probandek byla tělesná hmotnost vyšší než 56,78 kg a nižší než 87,23 kg. Zbývajících 5 % žen mělo tělesnou hmotnost buď vyšší jak 91,68 kg (nad 95. percentilem) nebo menší než 53,75 kg (pod 5. percentilem). Nejvyšší průměrnou tělesnou hmotností se vyznačovala kategorie 70letých, zatímco v případě 80letých byla hodnota 50. percentilu nejnižší (tabulka 22, obrázek 21).

Tabulka 22. Percentilová pásma pro tělesnou hmotnost u žen ve věku 55–84 let

tělesná hmotnost (kg)	5. percentil	10. percentil	25. percentil	50. percentil	75. percentil	90. percentil	95. percentil
55–59 let	45,39	51,53	60,67	67,91	79,93	87,23	92,54
60–64 let	54,76	57,31	62,18	69,58	77,40	87,61	91,73
65–69 let	54,94	57,97	63,10	70,28	75,27	82,94	88,90
70–74 let	54,33	56,19	62,21	72,15	80,37	90,67	93,63
75–79 let	50,87	55,59	63,95	69,35	79,20	90,33	93,00
80–84 let	45,26	54,85	62,79	65,72	70,96	79,45	81,12
celý soubor	53,75	56,78	62,54	69,59	77,13	87,23	91,68

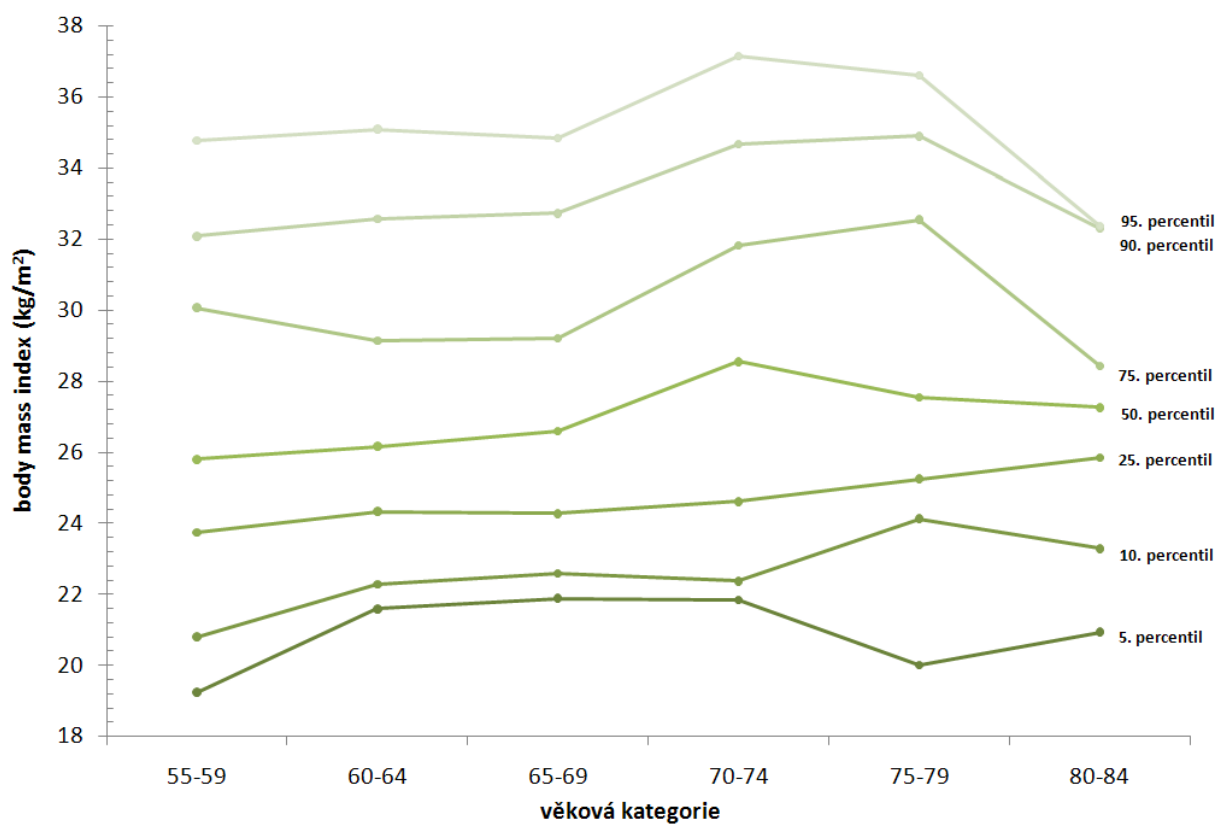


Obrázek 21. Percentilová pásma pro tělesnou hmotnost u žen ve věku 55–84 let

Z tabulky 23, ve které uvádíme výčet percentilových pásem pro BMI, je evidentní, že střední hodnota BMI byla definována v rozsahu od 24,45 kg/m² do 29,92 kg/m². V případě SUB₅₅, SUB₇₀ a SUB₇₅ byla obezita definována nad 75. percentilem u zbylých věkových kategorií až nad 90. percentilem. Optimální hodnoty BMI byly u 55letých až 70letých sledovány na úrovni 25. percentilu, u starších jedinců na úrovni 10. percentilu.

Tabulka 23. Percentilová pásma body mass indexu u žen ve věku 55–84 let

BMI (kg/m ²)	5. percentil	10. percentil	25. percentil	50. percentil	75. percentil	90. percentil	95. percentil
55–59 let	19,24	20,80	23,74	25,80	30,07	32,08	34,78
60–64 let	21,59	22,29	24,33	26,17	29,15	32,57	35,10
65–69 let	21,89	22,58	24,27	26,59	29,21	32,73	34,85
70–74 let	21,84	22,37	24,61	28,55	31,82	34,67	37,15
75–79 let	20,00	24,13	25,25	27,54	32,55	34,90	36,61
80–84 let	20,94	23,29	25,84	27,26	28,43	32,29	32,36
celý soubor	21,37	22,32	24,45	26,74	29,92	33,39	35,26

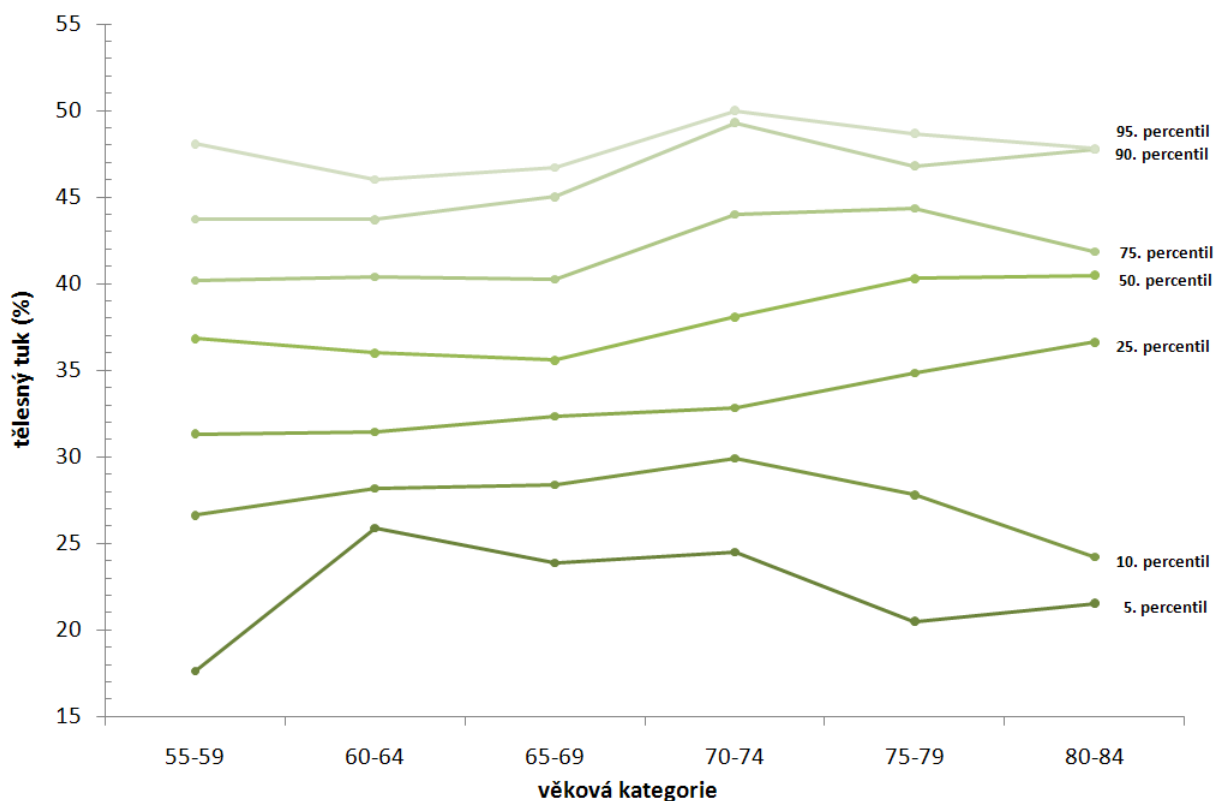


Obrázek 22. Percentilová pásma body mass indexu u žen ve věku 55–84 let

Jednotlivá percentilová pásma pro %BFM prezentujeme v tabelární i grafické podobě níže. Z uvedených hodnot je zřejmý vyšší výskyt nadváhy a obezity u všech sledovaných věkových kategorií v porovnání s BMI. U poloviny sledovaného souboru vymezené 25. a 75. percentilem se procentuální zastoupení tělesného tuku pohybovalo v rozmezí 32,03–41,08 %. U 10 % žen byl podíl tukové složky vyšší jak 45,55 % a dokonce 5 % ze sledovaného souboru se vyznačovalo hodnotami vyššími jak 47,84 % (tabulka 24).

Tabulka 24. Percentilová pásma procentuálního zastoupení tělesného tuku u žen ve věku 55–84 let

tělesný tuk (%)	5. percentil	10. percentil	25. percentil	50. percentil	75. percentil	90. percentil	95. percentil
55–59 let	17,61	26,63	31,33	36,83	40,17	43,73	48,07
60–64 let	25,87	28,16	31,46	35,99	40,41	43,70	46,03
65–69 let	23,89	28,39	32,33	35,58	40,27	45,02	46,71
70–74 let	24,52	29,91	32,82	38,07	44,00	49,31	50,00
75–79 let	20,51	27,80	34,85	40,30	44,33	46,81	48,68
80–84 let	21,54	24,24	36,62	40,49	41,87	47,74	47,79
celý soubor	24,24	28,13	32,03	36,84	41,08	45,55	47,83



Obrázek 23. Percentilová pásma procentuálního zastoupení tělesného tuku u žen ve věku 55–84 let

5. 2 Hodnocení vybraných markerů pohybové aktivity

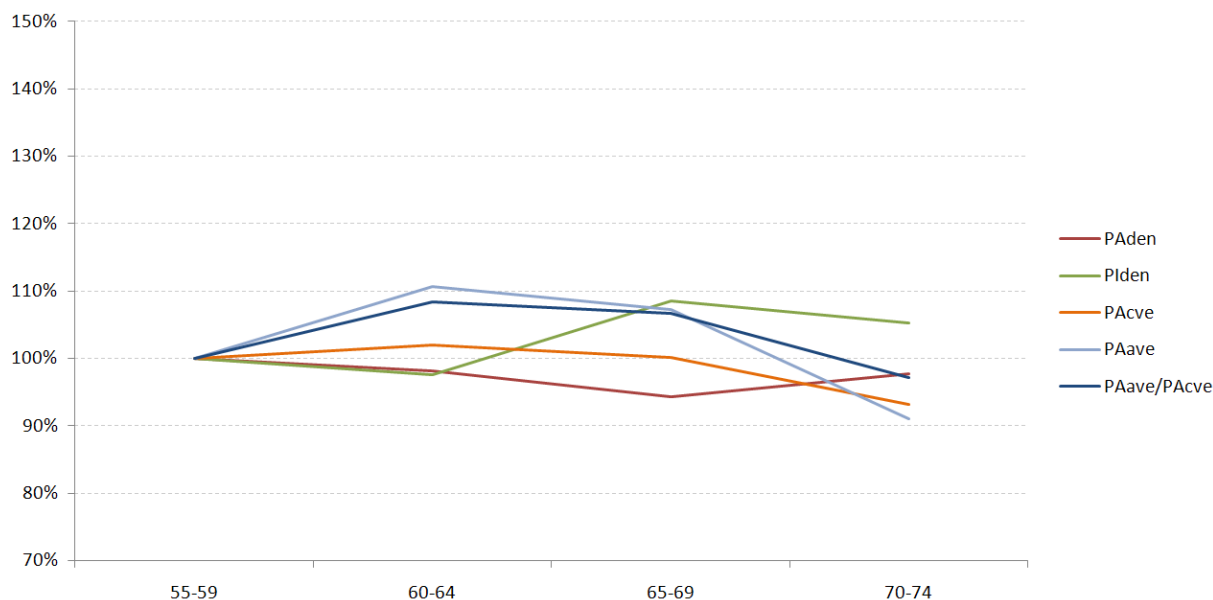
Jak již bylo naznačeno v metodické části dizertační práce, monitoringu pohybové aktivity se podrobilo 163 probandek. Z výsledků realizovaného měření jsme dospěli k závěru, že průměrná doba realizované pohybové aktivity v rámci jednoho dne (9,22 hod; $s = 1,77$) byla o 4,19 hodin vyšší než doba strávená pohybovou inaktivitou (5,03 hod; $s = 1,75$). Průměrný celkový relativní výkon energie byl roven 1,38 kcal/kg/hod ($s = 0,16$), z čehož 0,50 kcal/kg/hod ($s = 0,15$) představoval průměrný aktivní relativní výkon energie. Procentuální podíl aktivního relativního výkonu energie na celkovém relativním výkonu energie představoval 36,23 %. Na základě průměrného počtu kroků jsme mohli výzkumný soubor označit za aktivní, neboť v průměru ženy realizovaly 10 616 kroků za jeden den ($s = 3 260$). Ke stejnému závěru jsme dospěli i při hodnocení středně zatěžující pohybové aktivity, která byla v průměru realizovaná v rozsahu 283,87 min/týden ($s = 161,79$). Zatímco průměrná doba strávená pohybovou aktivitou vysokého zatížení byla velmi nízká, pouze 7,70 min/týden ($s = 18,58$), pohybová aktivita nízkého zatížení byla realizována na úrovni 467,11 min/týden ($s = 145,76$).

5. 2. 1 Vliv věku na změnu vybraných markerů pohybové aktivity

Relativní změny vybraných ukazatelů pohybové aktivity prezentujeme v grafické podobě v navazujícím textu (obrázek 24 a 25). Stejně jako v případě antropometrických parametrů byl výchozí bod (100 %) roven hodnotám kategorie 55letých (PA₅₅). Pro popsání síly vazby mezi věkem a sledovanými markery pohybové aktivity byl vypočten Pearsonův korelační koeficient (r_p). Jeho hodnoty se však nacházely pouze v pásmu malé síly asociace, proto je v následujícím textu neuvádíme.

V rámci hodnocení změn PA_{den} a PI_{den} bylo možné sledovat 2% pokles těchto ukazatelů mezi kategorií 55letých a 60letých. Směrem k vyšším věkovým kategoriím došlo u PA_{den} k poklesu o další 4 % (mezi 60letými a 65letými), avšak mezi 65letými a 70letými se hodnota navrátila zpět (98 %). V případě PI_{den} jsme zaznamenali změny v opačném směru. U kategorie 65letých vystoupala hodnota až na 108 %, avšak u poslední věkové kategorie došlo k poklesu na konečných 104 %. Obdobné kolísání

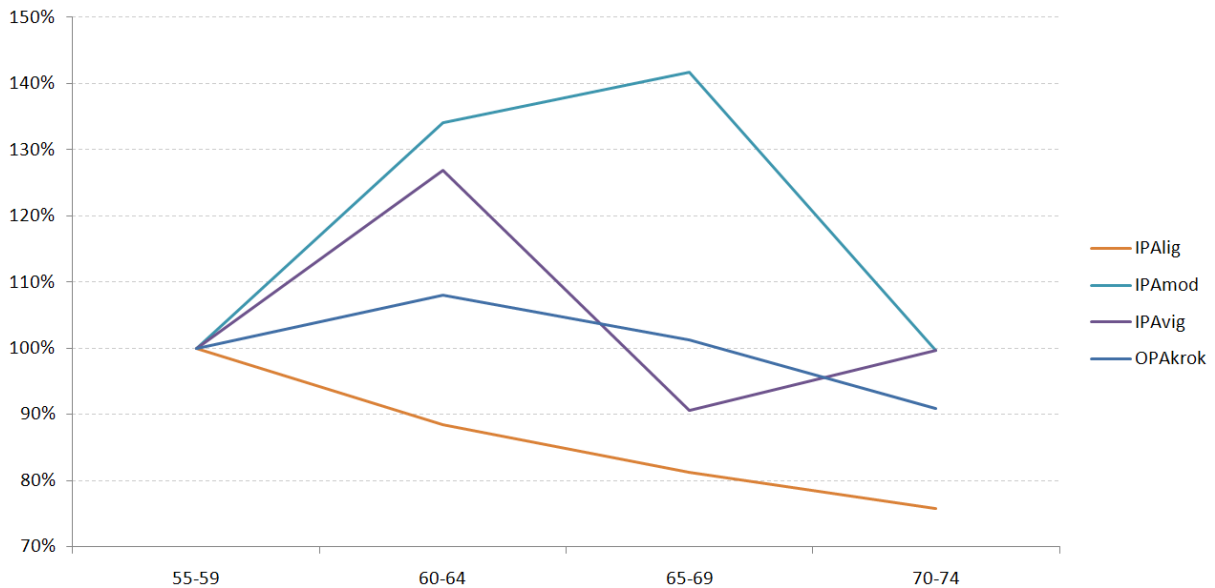
hodnot bylo zřetelné i v případě PA_{CVE} , PA_{CVE} a PA_{AVE}/PA_{CVE} . Jak už bylo zmíněno, na základě korelační analýzy nebyly pozorovány výraznější vazby mezi věkem a výše zmíněnými parametry, neboť hodnoty korelačního koeficientu odpovídaly pouze pásmu malé síly asociace.



Obrázek 24. Procentuální změny vybraných markerů pohybové aktivity mezi sledovanými věkovými kategoriemi

poznámka: PA_{den} – průměrná doba strávená pohybovou aktivitou v rámci jednoho dne, PI_{den} – průměrná doba strávená pohybovou inaktivitou (nulovou) v rámci jednoho dne, PA_{CVE} – průměrný celkový relativní výkon energie, PA_{AVE} – průměrný aktivní relativní výkon energie, PA_{AVE}/PA_{CVE} – procentuální podíl aktivního relativního výkonu energie na celkovém relativním výkonu energie.

Při stanovení s věkem souvisejících změn v intenzitě pohybové aktivity jsme mohli sledovat 24% pokles lehce zatěžující pohybové aktivity. Ve srovnání s 55letými došlo u 65letých žen k 42% nárůstu středně zatěžující pohybové aktivity, relativní hodnota se u 70letých navrátila opět do výchozího stavu (100%). U vysoce zatěžující pohybové aktivity a průměrného počtu kroků vykonaných v rámci jednoho dne jsme sledovali kolísání relativních hodnot v rozmezí 91% – 127%, respektive 91% – 108% (obrázek 25).



Obrazek 25. Procentuální změny vybraných markerů pohybové aktivity u sledovaných věkových kategorií
poznámka: IPA_{lig} – doba strávená pohybovou aktivitou nízkého zatížení v rámci jednoho týdne, IPA_{mod} – doba strávená pohybovou aktivitou středního zatížení v rámci jednoho týdne, IPA_{vig} – doba strávená pohybovou aktivitou vysokého zatížení v rámci jednoho týdne, OPA_{krok} – počet kroků vykonaných v průměru za jeden den.

Průměrné hodnoty vybraných markerů pohybové aktivity a analýza diferencí mezi sledovanými věkovými kategoriemi je uvedena v tabulce 25. Z kompletního výčtu sledovaných ukazatelů pohybové aktivity jsme našli signifikantní změny pouze v případě středně zatěžující pohybové aktivity. Mezi 55letými a 60letými došlo k statisticky významnému vzestupu IPA_{mod} o 76,96 min/týden ($p = 0,021$; $d = 0,50$) a naopak mezi 65letými a 70letými jsme zaznamenali její pokles o 95,02 min/týden ($p = 0,049$; $d = 0,57$). V rámci hodnocení zbývajících parametrů došlo mezi 55letými a 60letými k věcně významným změnám průměrného aktivního relativního výkonu energie ($d = 0,34$), procentuálního podílu aktivního relativního výkonu energie na celkovém relativním výkonu energie ($d = 0,40$), doby strávené pohybovou aktivitou nízkého zatížení v rámci jednoho týdne ($d = 0,24$) a počtu kroků vykonaných v průměru za jeden den ($d = 0,25$). V případě analýzy rozdílů mezi 60letými a 65letými bylo možné sledovat pokles průměrné doby strávené pohybovou aktivitou o 0,37 hod/den ($d = 0,20$) a nárůst průměrné doby strávené pohybovou inaktivitou o 0,54 hod/den ($d = 0,32$), stejně tak věcně významný pokles průměrného počtu kroků vykonaných za jeden den ($d = 0,22$). Při hodnocení rozdílů mezi posledními věkovými kategoriemi, tj. mezi 65letými a 70letými, jsme pozorovali věcně významné změny u průměrného aktivního ($d = 0,48$) i celkového ($d = 0,55$) relativního výkonu energie, dále pak u PA_{AVE}/PA_{CVÉ} ($d = 0,42$) a průměrného počtu kroků vykonaných za den ($d = 0,34$).

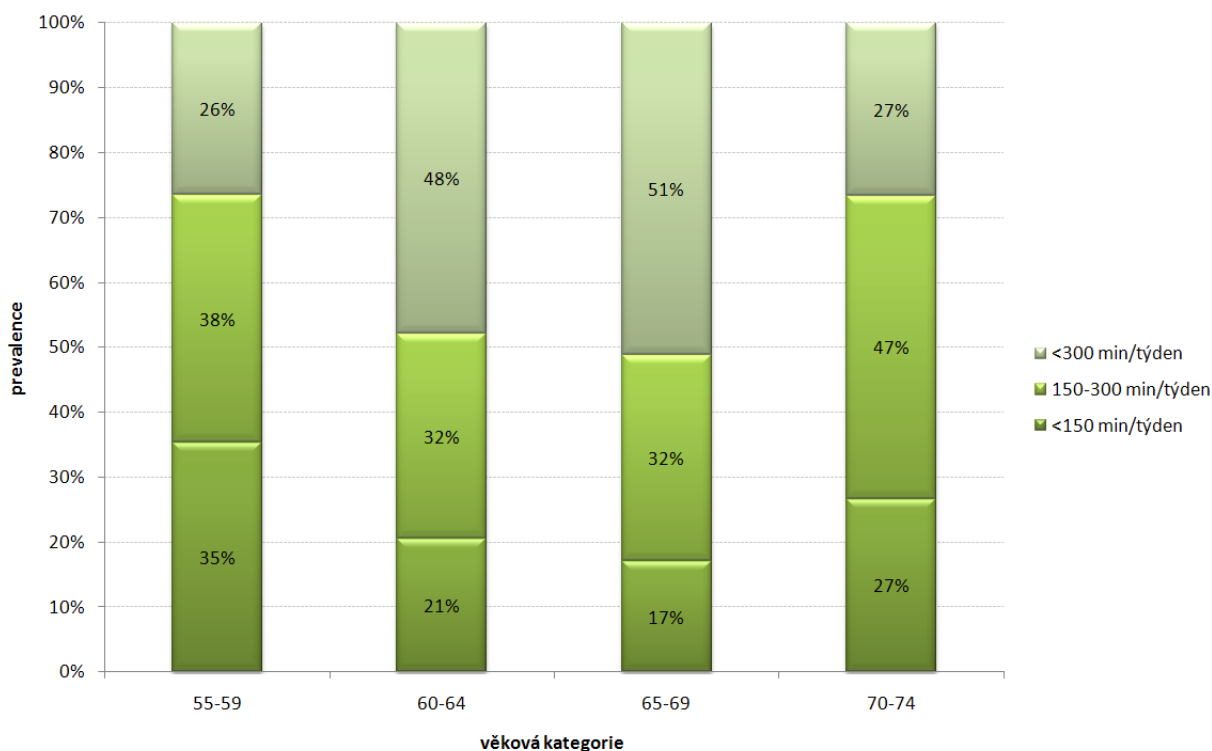
Tabulka 25. Analýza rozdílů vybraných markerů pohybové aktivity mezi sledovanými věkovými kategoriemi

	55–59 let PA ₅₅ n = 34		60–64 let PA ₆₀ n = 73			65–69 let PA ₆₅ n = 41		70–74 let PA ₇₀ n = 15			
	\bar{x}	s	\bar{x}	s		\bar{x}	s	\bar{x}	s		
PA _{den} (hod/den)	9,45	1,70	9,28	1,64	†	8,91	2,11	9,23	1,56		
PI _{den} (hod/den)	4,96	1,85	4,84	1,66	†	5,38	1,78	5,22	1,93		
PA _{CVÉ} (kcal/kg/hod)	1,37	0,16	1,40	0,16		1,37	0,17	††	1,28	0,17	
PA _{AVE} (kcal/kg/hod)	0,47	0,14	†	0,52	0,15	0,51	0,16	†	0,43	0,15	
PA _{AVE} /PA _{CVÉ} (%)	34,31	7,06	†	37,14	7,23	37,23	7,04	†	33,59	8,13	
IPA _{lig} (min/týden)	531,70	266,57	†	469,98	246,61	432,02	243,37		402,60	176,47	
IPA _{mod} (min/týden)	225,80	135,36	*, ††	302,76	163,21	319,95	168,35	*, ††	224,93	155,47	
IPA _{vig} (min/týden)	7,03	16,53		8,92	20,73	6,36	15,34		7,00	21,29	
OPA _{krok} (kroky/den)	10 296	3 338	†	11 128	3 277	†	10 430	3 178	†	9 360	3 038

poznámka: rozdíly mezi skupinami byly hodnoceny jednofaktorovou analýzou variance, pro vícenásobné porovnání byl použit Fisherův LSD post-hoc test (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$). Věcná významnost byla posuzována dle Cohenova koeficientu d – malý efekt † (0,20–0,49), střední efekt †† (0,50–0,79), velký efekt ††† ($\geq 0,80$). Výpis zkratk a definice proměnných je uvedena v metodice práce (viz kapitola 4. 3. 1).

5. 2. 2 Plnění všeobecných doporučení k pohybové aktivitě

Dle U. S. Department of Health and Human Services (2008) je doporučeno pro udržení fyzického i psychického zdraví (pro dospělou a seniorskou populaci) vykonávat alespoň 150 minut středně zatěžující pohybové aktivity týdně. Tuto podmínku nesplňovalo v rámci kompletního souboru pouze 23 % probandek, jednalo se tedy o ženy se sedavým způsobem života. Oproti tomu 34 % žen dané doporučení splňovalo a dokonce 43 % vykonávalo v rámci týdne více jak 300 minut středně zatěžující pohybové aktivity. Prevalence sedavého životního stylu byla nejvyšší u 55letých (35 %), zatímco u 65letých byla pouze 17% (obrázek 26). U této věkové kategorie byl dále největší podíl probandek (51%), které všeobecné doporučení k pohybové aktivitě středního zatížení převyšovaly.

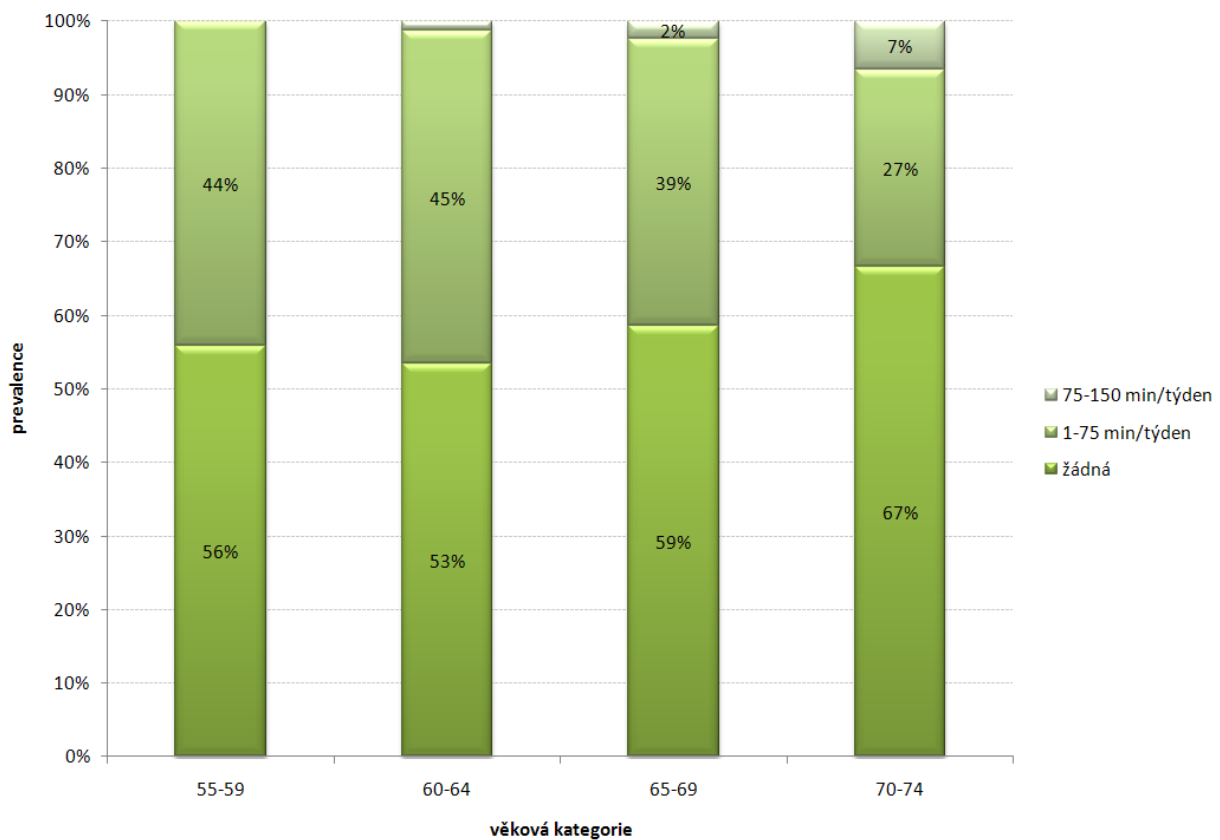


Obrázek 26. Plnění doporučení k středně zatěžující pohybové aktivitě u souboru žen ve věku 55–74 let ($n = 163$)

poznámka: klasifikace vychází z údajů U. S. Department of Health and Human Services (2008)

U sledovaného souboru žen ve věku 55–74 let splňovalo všeobecně doporučované kritérium k vysoce zatěžující pohybové aktivitě pouze 68 probandek, tj. 42 %

z kompletního souboru. Pouze tři probandky toto doporučení převyšovaly a dokonce 92 probandek, tj. 56 % z kompletního souboru, nevykonávalo v rámci sedmi dnů žádnou pohybovou aktivitu v pásmu vysokého zatížení. Z prezentovaných výsledků je tedy evidentní, že sledovaný soubor žen preferoval především středně zatěžující pohybovou aktivitu než pohybové aktivity vysokého zatížení. Podíl žen, které vykonávaly doporučené množství vysoce zatěžující pohybové aktivity, pozvolna klesal směrem k nejstarší věkové kategorii (PA₇₀), u které toto kritérium plnilo pouze 27 % probandek. U této věkové kategorie nacházíme taktéž největší podíl probandek (67 %) bez realizované vysoce zatěžující pohybové aktivity (obrázek 27).

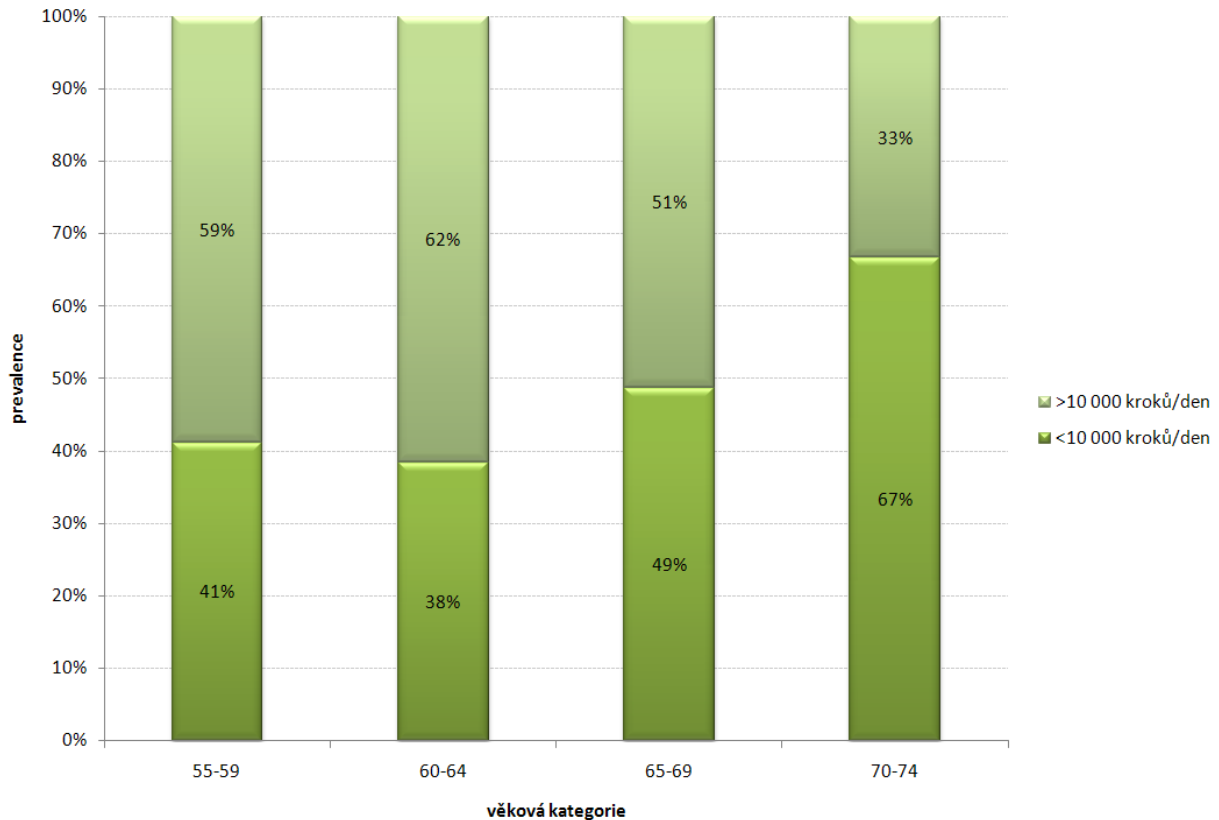


Obrázek 27. Plnění doporučení k vysoce zatěžující pohybové aktivitě u souboru žen ve věku 55–74 let ($n = 163$)

poznámka: klasifikace vychází z údajů U. S. Department of Health and Human Services (2008)

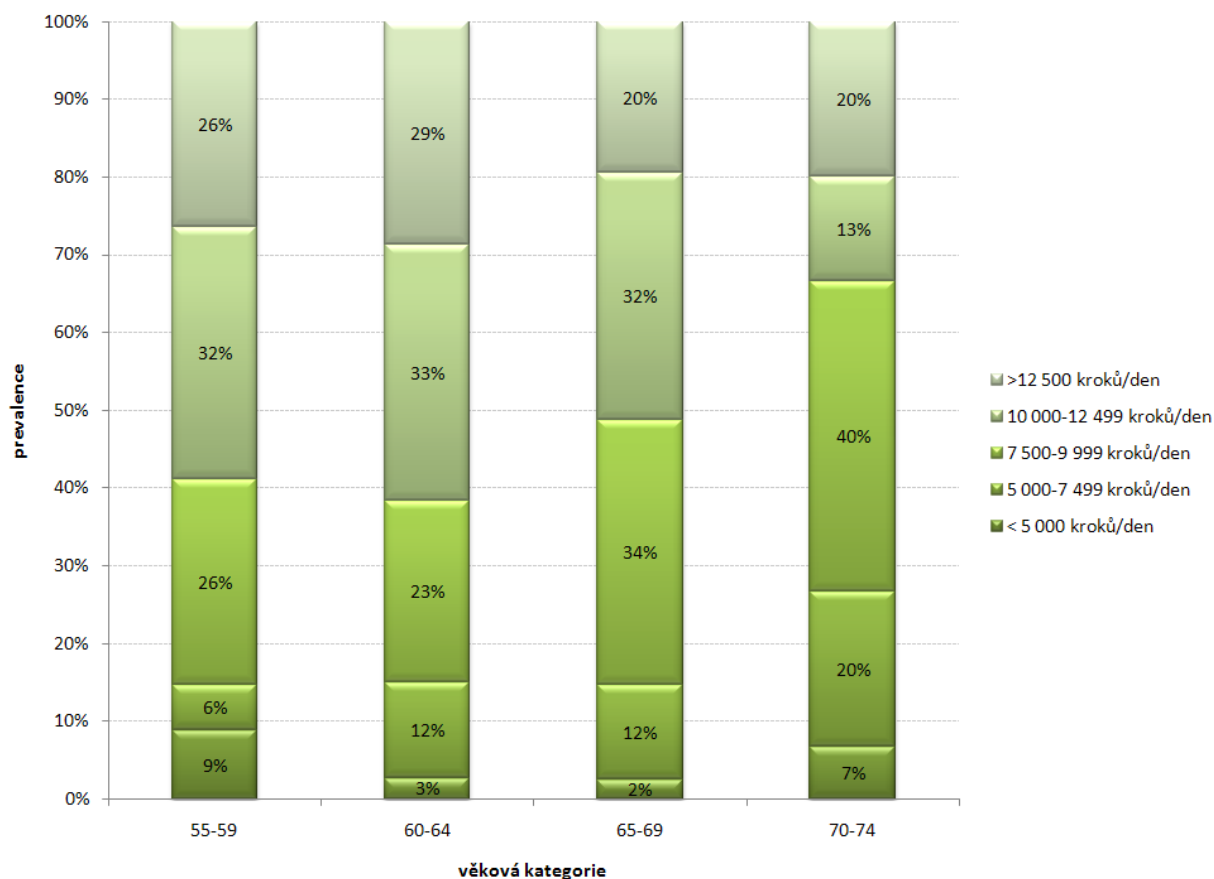
Všeobecná doporučení k objemu pohybové aktivity se nejčastěji vztahují k množství kroků, které jedinec vykoná v průměru za jeden den. Za nejuniverzálnější kritérium můžeme označit koncept 10 000 kroků, jenž z celkového počtu 163 probandek splnilo 91 (56 %), zbylých 72 žen (44 %) vykonávalo v průměru méně než 10 000 kroků za

jeden den (obrázek 28). Obdobně jako u vysoce zatěžující pohybové aktivity jsme sledovali s věkem související pokles jedinců, kteří dané doporučení splňovali. U kategorie 60letých byl nejvyšší podíl žen (62 %), které plnily koncept 10 000 kroků za den, naopak u 70letých jich bylo nejméně (33 %).



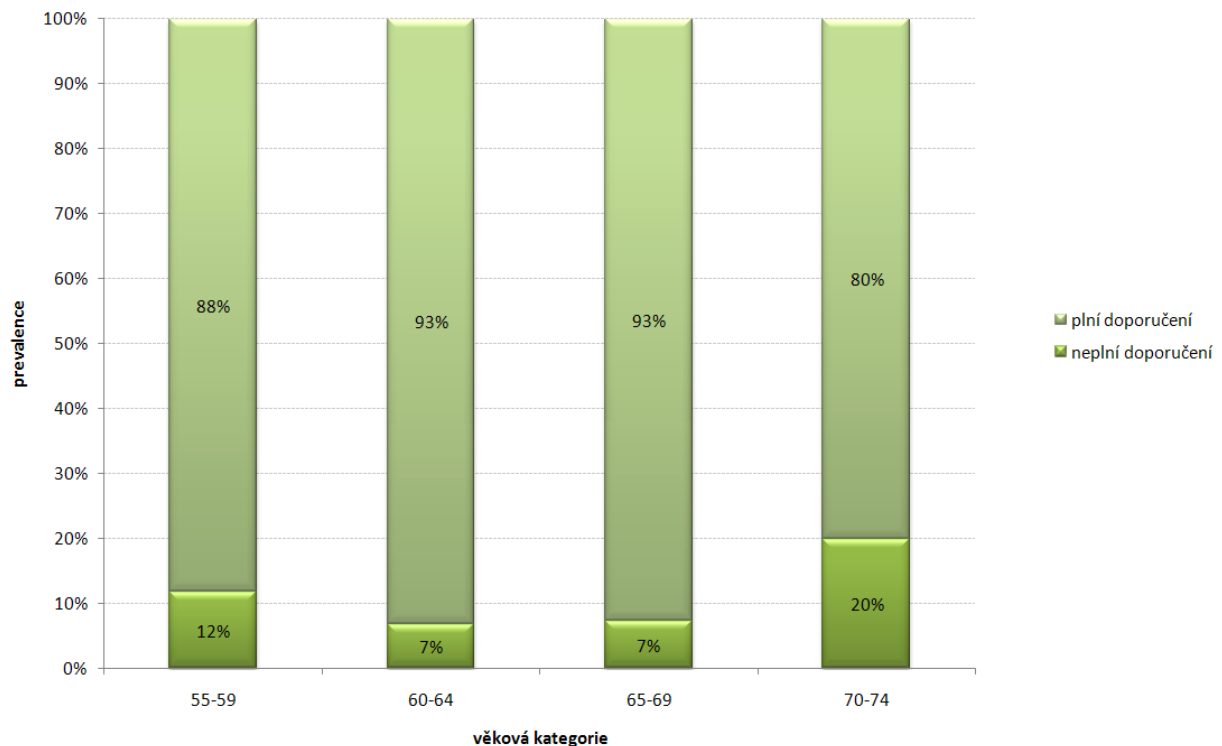
Obrázek 28. Plnění konceptu 10 000 kroků za den u souboru žen ve věku 55–74 let ($n = 163$)
poznámka: doporučení uvádí Hatano (1993)

Tudor-Locke a Bassett (2004) upřesňují hodnocení objemu pohybové aktivity a vymezují pět základních kategorií. V rámci této klasifikace se pouze 7 žen (4 %) vyznačovalo sedavým životním stylem (vykonaly méně než 5 000 kroků/den), 19 žen (12 %) vykonávalo 5 000–7 499 kroků/den. Jako nedostatečně aktivní bylo možné označit 46 probandek (28 %). Jak již bylo naznačeno dříve, zbývajících 56 % probandek vykonávalo více jak 10 000 kroků/den, z toho 50 žen (31 %) realizovalo 10 000–12 499 kroků/den a 41 žen více jak 12 500 kroků/den (25 %). Prevalence sedavého způsobu života byla u všech sledovaných věkových kategorií pod hranicí 10 % (obrázek 29), přičemž nejnižší byla u 65letých (2 %) a nejvyšší u 55letých (9 %). Nejvyšší podíl vysoce aktivních žen jsme zaznamenali u 60letých (29 %), nejnižší pak u 65letých a 70letých (20 %).



Obrázek 29. Plnění doporučení k objemu pohybové aktivity u souboru žen ve věku 55–74 let ($n = 163$)
poznámka: klasifikaci uvádí Tudor-Locke a Bassett (2004)

Poslední doporučení, na které jsme se při zpravování výsledkové části práce zaměřili, se vztahuje k procentuálnímu podílu aktivního relativního výkonu energie na celkovém relativním výkonu energie. U kompletního souboru žen neplnilo toto doporučení pouze 9 % probandek. Z obrázku 30 je evidentní, že nejvyšší podíl žen, které dané doporučení nesplňovaly, byl u 70letých (20 %), naopak u 60letých a 65letých byl tento podíl nejnižší (7 %).



Obrázek 30. Plnění doporučení vztahující se k procentuálnímu podílu aktivního relativního výkonu energie na celkovém relativním výkonu energie (PA_{AVE}/PA_{CVE}) u souboru žen ve věku 55–74 let ($n = 163$)
 poznámka: doporučenou hodnotu PA_{AVE}/PA_{CVE} uvádí Frömel, et al. (1999)

5.3 Vliv vybraných ukazatelů tělesného složení na úroveň realizované pohybové aktivity

Analýzu rozdílů ve vybraných markerech pohybové aktivity mezi ženami s normální tělesnou hmotností ($SUB1_{BMI}$), nadváhou ($SUB2_{BMI}$) a obezitou ($SUB3_{BMI}$) uvádíme v tabulce 26. Jednotlivé subsoubory byly definovány na základě hodnot BMI a odvíjí se od klasifikace Světové zdravotnické organizace (1998).

Z hlediska všeobecných doporučení k intenzitě pohybové aktivity můžeme všechny sledované subsoubory označit za aktivní, neboť doba strávená pohybovou aktivitou středního zatížení byla ve všech případech větší než 150 min/týden a dokonce u jedinců s nadváhou byla překročena hranice 300 min/týden. V kontrastu s těmito výsledky byly hodnoty vztahující se k objemu pohybové aktivity. Koncept 10 000 kroků plnily pouze ženy s optimální tělesnou hmotností a ženy s nadváhou, obézní ženy vykonaly v průměru pouze 8 849 kroků za den. Je tedy evidentní, že pro obézní ženy je snadnější realizovat více jak 150 minut středně zatěžující pohybové aktivity za týden než vykonat

více jak 10 000 kroků za den. Nejvyšší procentuální podíl aktivního relativního výkonu energie na celkovém relativním výkonu byl u žen s nadváhou (37,41 %), nejnižší pak u probandek s optimální tělesnou hmotností (34,26 %).

Tabulka 26. Analýza rozdílů ve vybraných parametrech pohybové aktivity v závislosti na BMI u žen ve věku 55–74 let ($n = 163$)

	optimální tělesná hmotnost SUB1 _{BMI} $n = 45$			nadváha SUB2 _{BMI} $n = 83$			obezita SUB3 _{BMI} $n = 35$	
	\bar{x}	s		\bar{x}	s		\bar{x}	s
věk	63,18	4,96		62,66	3,73		63,29	4,63
PA _{den} (hod/den)	9,52	1,59	†	9,18	1,72		8,90	2,07
PI _{den} (hod/den)	5,42	1,87	†	4,89	1,66		4,86	1,78
PA _{CVÉ} (kcal/kg/hod)	1,43	0,13	†	1,39	0,16	**, ††	1,27	0,18
PA _{AVE} (kcal/kg/hod)	0,49	0,13	†	0,52	0,15	†	0,46	0,17
PA _{AVE} /PA _{CVÉ} (%)	34,26	6,12	*, ††	37,41	7,00	†	36,22	8,77
IPAlig (min/týden)	559,27	250,66	*, †	428,97	218,61		439,06	274,94
IPAmođ (min/týden)	260,65	149,59	*, †	320,88	165,70	*, ††	225,97	148,48
IPAvig (min/týden)	6,18	15,48		9,38	21,45		5,68	14,54
OPA _{krok} (kroky/den)	11 521	2 608	†	10 870	3 339	*, ††	8 849	3 239

poznámka: rozdíly mezi skupinami byly hodnoceny jednofaktorovou analýzou variance, pro vícenásobné porovnání byl použit Fisherův LSD post-hoc test (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$). Věcná významnost byla posuzována dle Cohenova koeficientu d – malý efekt † (0,20–0,49), střední efekt †† (0,50–0,79), velký efekt ††† ($\geq 0,80$). Výpis zkratk a definice proměnných je uvedena v metodice práce (viz kapitola 4. 3. 1). Jednotlivé subsoubory byly stanoveny na základě údajů, které uvádí Světová zdravotnická organizace (1998).

Mezi probandkami s normální tělesnou hmotností a ženami s nadváhou jsme našli signifikantní nárůst procentuálního podílu aktivního relativního výkonu energie na celkovém relativním výkonu energie o 3,15 % ($p = 0,015$; $d = 0,50$). Mezi těmito subsoubory jsme dále evidovali změny ovlivňující intenzitu pohybové aktivity ve smyslu poklesu pohybové aktivity nízkého zatížení o 130,30 min/týden ($p = 0,004$; $d = 0,57$) a nárůstu středně zatěžující pohybové aktivity o 60,23 min/týden ($p = 0,041$; $d = 0,38$). Věcně významné diference na úrovni malého efektu jsme pozorovali u PA_{den} ($d = 0,20$), PI_{den} ($d = 0,30$), PA_{CVÉ} ($d = 0,30$), PA_{AVE} ($d = 0,23$) a OPA_{krok} ($d = 0,21$).

Statistická analýza průměrných diferencí mezi ženami s nadváhou a obézními probandkami odhalila přítomnost signifikantních změn v průměrném celkovém relativním výkonu energie ($p = 0,001$; $d = 0,71$), pohybové aktivitě středního zatížení ($p = 0,003$; $d = 0,59$) a v počtu kroků vykonaných průměrně za jeden den ($p = 0,002$;

$d = 0,61$). Průměrný aktivní relativním výkonu energie poklesl o 0,06 kcal/kg/hod ($d = 0,38$), což se odrazilo i ve věcně významném poklesu parametru PA_{AVE}/PA_{CVE} o 1,19 % ($d = 0,22$). Negativní korelační závislost na BMI byla potvrzena u průměrného celkového relativního výkonu ($r_p = -0,42$; $p < 0,05$), pohybové aktivity nízkého zatížení ($r_p = -0,16$; $p < 0,05$) a počtu kroků vykonaných za den ($r_p = -0,34$; $p < 0,05$).

Pro doplnění informací o vlivu vybraných ukazatelů tělesného složení na úroveň realizované pohybové aktivity, uvádíme dále tabulku 27, ve které pracujeme se subsoubory definovanými na základě procentuálního zastoupení tělesného tuku. $SUB1_{\%BFM}$ reprezentovaly ženy s nízkým podílem tělesného tuku, tj. nižší jak 25 %. Probandky s optimálním množstvím tělesného tuku pro danou věkovou kategorii se nacházely v $SUB2_{\%BFM}$ a ženy s nadváhou byly v $SUB3_{\%BFM}$. V poslední sledované kategorii ($SUB4_{\%BFM}$) se nacházely obézní ženy, jejichž procentuální zastoupení tělesného tuku bylo vyšší jak 35 %.

Z hlediska realizované pohybové aktivity můžeme konstatovat, že všechny sledované subsoubory splňovaly doporučení vztahující se k středně zatěžující pohybové aktivitě. Nejnižší hodnotu jsme zaznamenali u probandek s nízkým zastoupením tělesného tuku (245,13 min/týden), naopak u žen s nadváhou (334,48 min/týden) jsme registrovali překročení horní hranice všeobecně doporučovaného pásma. Doporučení vztahující se k pohybové aktivitě vysokého zatížení nebylo splněno ani v jednom případě. Nejvíce kroků vykonaly v průměru ženy s nadváhou (12 183 kroků/den). Hranice 10 000 kroků byla překročena ještě v případě $SUB1_{\%BFM}$ a $SUB2_{\%BFM}$, naopak u obézních žen byla průměrná hodnota tohoto parametru rovna 9 563 kroků/den ($s = 3 259$). Ženy s obezitou se také vyznačovaly nejnižším celkovým relativním výkonem energie (1,32 kcal/kg/hod), stejně tak průměrnou dobou strávenou pohybovou aktivitou (8,88 hod/den) a pohybovou aktivitou nízkého zatížení (428,09 min/týden).

Signifikantní rozdíly jsme evidovali pouze při porovnání $SUB3_{\%BFM}$ a $SUB4_{\%BFM}$. Mezi těmito subsoubory jsme sledovali statisticky významný pokles celkového relativního výkonem energie o 0,12 kcal/kg/hod ($p = 0,001$; $d = 0,70$), který byl způsoben kontinuálním poklesem aktivního relativního výkonu energie o 0,06 kcal/kg/hod ($p = 0,023$; $d = 0,42$). Dále bylo možné sledovat snížení středně zatěžující pohybové aktivity o 73,03 min/týden ($p = 0,015$; $d = 0,46$). Mezi $SUB3_{\%BFM}$ a $SUB4_{\%BFM}$ došlo k signifikantnímu snížení ($p = 0,001$; $d = 0,86$) průměrného počtu kroků

vykonaných za jeden den z 12 183 na 9 563. Dále jsme pozorovali pouze věcně významné změny na úrovni malého efektu v případě PA_{den} ($d = 0,45$), PA_{AVE}/PA_{CVE} ($d = 0,30$), IPA_{lig} ($d = 0,33$) a IPA_{vig} ($d = 0,23$).

Z výsledku statistické analýzy dále vyplývá, že ženy s optimálním zastoupením tělesného tuku byly o 0,99 let ($d = 0,23$) starší než ženy s nadváhou. Další věcně významné rozdíly byly nalezeny mezi těmito skupinami u PI_{den} ($d = 0,26$), PA_{CVE} ($d = 0,20$), PA_{AVE}/PA_{CVE} ($d = 0,37$), IPA_{mod} ($d = 0,21$) a IPA_{vig} ($d = 0,33$).

V rámci srovnání průměrných hodnot vybraných markerů pohybové aktivity mezi jedinci s nízkým zastoupením tělesného tuku a jedinci s optimálním podílem tělesného tuku jsme evidovali také pouze věcně významné rozdíly. U $SUB1_{\%BFM}$ byl aktivní relativní výkon energie o 0,04 kcal/kg/hod ($d = 0,35$) nižší ve srovnání s $SUB2_{\%BFM}$, což se projevilo i u parametru PA_{AVE}/PA_{CVE} ($d = 0,49$). Mezi těmito subsoubory byly další věcně významné rozdíly zřejmé u středně ($d = 0,34$) a vysoce ($d = 0,46$) zatěžující pohybové aktivity.

Na základě korelační analýzy mezi množstvím tělesného tuku a vybranými markery pohybové aktivity byla patrná signifikantní korelační závislost v případě PA_{den} ($r_p = -0,25$; $p < 0,05$), IPA_{lig} ($r_p = -0,24$; $p < 0,05$), PA_{CVE} ($r_p = -0,45$; $p < 0,05$), PA_{AVE} ($r_p = -0,16$; $p < 0,05$) a OPA_{krok} ($r_p = -0,38$; $p < 0,05$).

Tabulka 27. Hodnocení rozdílů ve vybraných markerech pohybové aktivity v závislosti na procentuálním zastoupení tělesného tuku u žen ve věku 55–74 let ($n = 163$)

	nízké zastoupení SUB1% _{BFM} $n = 8$			optimální zastoupení SUB2% _{BFM} $n = 19$			nadváha SUB3% _{BFM} $n = 42$			obezita SUB4% _{BFM} $n = 94$	
	\bar{x}	s		\bar{x}	s		\bar{x}	s		\bar{x}	s
věk	64,25	4,43		63,42	4,80	†	62,43	4,01		62,96	4,30
PA _{den} (hod/den)	9,71	1,11		9,59	1,59		9,69	1,60	†	8,88	1,86
PI _{den} (hod/den)	5,42	1,65		5,30	2,34	†	4,86	1,31		5,02	1,82
PA _{CVÉ} (kcal/kg/hod)	1,46	0,10		1,46	0,13	†	1,44	0,12	** , ††	1,32	0,18
PA _{AVE} (kcal/kg/hod)	0,48	0,12	†	0,52	0,13		0,54	0,12	* , †	0,48	0,17
PA _{AVE} /PA _{CVÉ} (%)	32,87	6,11	†	35,61	6,53	†	37,50	6,19	†	36,36	8,01
IPA _{lig} (min/týden)	528,88	80,32		546,31	292,03		506,83	223,05	†	428,09	249,84
IPA _{mod} (min/týden)	245,13	175,05	†	299,26	153,43	†	334,48	168,93	* , †	261,45	155,93
IPA _{vig} (min/týden)	3,12	4,40	†	17,11	35,51	†	9,02	18,18	†	5,60	13,60
OPA _{krok} (kroky/den)	11 550	2 178		11 970	3 224		12 183	2 539	** , †††	9 563	3 259

poznámka: rozdíly mezi skupinami byly hodnoceny jednofaktorovou analýzou variance, pro vícenásobné porovnání byl použit Fisherův LSD post-hoc test (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$). Věcná významnost byla posuzována dle Cohena koeficientu d – malý efekt † (0,20–0,49), střední efekt †† (0,50–0,79), velký efekt ††† ($\geq 0,80$). Výpis zkratk a definice proměnných je uvedena v metodice práce (viz kapitola 4. 3. 1). Jednotlivé subsoubory byly stanoveny na základě údajů, které uvádí Heyward a Wagner (2004).

5.4 Vliv pohybové aktivity na vybrané ukazatele tělesného složení

V následující kapitole se zaměřujeme na posouzení vlivu pohybové aktivity na vybrané ukazatele tělesného složení. Sledovaný soubor žen ($n = 163$) ve věku 55–74 let byl rozčleněn na dílčí subsoubory podle doporučení, která se vztahují k intenzitě a objemu pohybové aktivity. V případě tabulky 28 se jedná o středně zatěžující pohybovou aktivitu (U. S. Department of Health and Human Services, 2008), s konceptem 10 000 kroků/den (Hatano, 1993) pracujeme v tabulce 29 a klasifikaci podle Tudor-Locke a Bassett (2004) využíváme v tabulce 30.

Jak je patrné z tabulky 28, ženy vyznačující se sedavým životním stylem reprezentují subsoubor SUB1_{mod}. V SUB2_{mod} jsou pak ženy, které splňovaly doporučení k pohybové aktivitě středního zatížení a zbylá část sledovaného souboru spadala do SUB3_{mod}. Průměrné hodnoty BMI vypovídaly u všech sledovaných skupin o nadváze, zatímco podle procentuálního zastoupení se jednalo již o obezitu. Také množství viscerálního tuku a WHR signalizovalo sklon k abdominální obezitě. Ženy, které vykonaly v rámci jednoho týdne méně než 150 minut středně zatěžující pohybové aktivity, se vyznačovaly nejvyšší podílem tělesného tuku (38,12 %). Naopak pro ženy, jež dané doporučení splňovaly, byly charakteristické nejvyšší hodnoty BFMI (10,67 kg/m²), FFMI (17,32 kg/m²), viscerálního tuku (141,92 cm²) a WHR (0,99).

V rámci hodnocení jednotlivých komponent tělesného složení jsme evidovali statisticky významné rozdíly mezi SUB1_{mod} a SUB2_{mod} v intracelulární ($p = 0,012$; $d = 0,47$) a extracelulární tekutině ($p = 0,016$; $d = 0,45$), množství proteinů ($p = 0,011$; $d = 0,48$) a minerálů ($p = 0,031$; $d = 0,41$). Rozdíl v absolutním zastoupení tělesného tuku byl však minimální a nevykazoval známku statistické ani věcné významnosti. Naopak u SUB2_{mod} jsme pozorovali o 3,46 kg ($p = 0,017$; $d = 0,48$) vyšší absolutní zastoupení tělesného tuku v porovnání s SUB3_{mod}, také BFMI ($p = 0,033$; $d = 0,42$) a tělesná hmotnost ($p = 0,035$; $d = 0,42$) byla u tohoto subsouboru signifikantně vyšší. Na základě korelační analýzy nebyly potvrzeny signifikantní vazby mezi vybranými antropometrickými ukazateli a středně zatěžující pohybovou aktivitou.

Tabulka 28. Hodnocení rozdílů v tělesném složení v závislosti na době strávené středně zatěžující pohybovou aktivitou za týden u žen ve věku 55–74 let ($n = 163$)

	< 150 min/týden SUB1 _{mod} $n = 38$			150–300 min/týden SUB2 _{mod} $n = 56$			> 300 min/týden SUB3 _{mod} $n = 69$	
	\bar{x}	s		\bar{x}	s		\bar{x}	s
věk (roky)	62,34	4,63		62,89	4,54		63,30	3,85
tělesná výška (cm)	159,39	7,26	*, †	162,16	6,72		161,53	6,12
tělesná hmotnost (kg)	69,49	14,22	†	73,43	12,56	*, †	69,19	7,23
intracelulární tekutina (l)	19,38	2,64	*, †	20,56	2,40		20,21	1,77
extracelulární tekutina (l)	12,18	1,69	*, †	12,90	1,56		12,66	1,12
proteiny (kg)	8,37	1,14	*, †	8,89	1,04		8,73	0,76
minerály (kg)	3,06	0,46	*, †	3,23	0,39		3,18	0,30
tělesný tuk (kg)	26,50	10,00		27,86	8,89	*, †	24,40	5,56
BMI (kg/m ²)	27,29	5,07		27,98	4,82	†	26,56	2,99
BFMI (kg/m ²)	10,42	4,00		10,67	3,56	*, †	9,41	2,42
FFMI (kg/m ²)	16,87	1,43	†	17,32	1,60		17,16	1,04
tělesný tuk (%)	38,12	8,08		37,94	6,45	†	35,27	5,35
viscerální tuk (cm ²)	137,48	36,48		141,92	31,85	†	131,98	20,93
WHR	0,98	0,06		0,99	0,06	†	0,97	0,04
tukuprostá hmota (kg)	42,99	5,89	*, †	45,57	5,34		44,79	3,92
buněčná hmota (kg)	27,75	3,79	*, †	29,45	3,44		28,93	2,53
celková tělesná voda (l)	31,55	4,31	*, †	33,46	3,94		32,87	2,87

poznámka: rozdíly mezi skupinami byly hodnoceny jednofaktorovou analýzou variance, pro vícenásobné porovnání byl použit Fisherův LSD post-hoc test (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$). Věcná významnost byla posuzována dle Cohenova koeficientu d – malý efekt † (0,20–0,49), střední efekt †† (0,50–0,79), velký efekt ††† ($\geq 0,80$). BMI – body mass index, BFMI – body fat mass index, FFMI – fat-free mass index, WHR – waist-hip ratio. Jednotlivé subsoubory byly stanoveny na základě doporučení U. S. Department of Health and Human Services (2008).

Tabulka 29 umožňuje objektivně posoudit rozdíly antropometrických parametrů mezi ženami, které nesplňovaly koncept 10 000 kroků za den (SUB1_{10k}) a ženami, u nichž průměrné množství kroků vykonaných v rámci jednoho dne překročilo doporučovanou hranici (SUB2_{10k}). Z výsledků je zřejmý pozitivní dopad pohybové aktivity na jednotlivé tělesné složky. U SUB2_{10k} jsme registrovali signifikantně nižší podíl celkového tělesného tuku ($p = 0,001$; $d = 0,83$), jehož hodnota byla pod hranicí vymežující obezitu (34,40 %). Dále jsme zaznamenali statisticky významné diference v množství viscerálního tuku ($p = 0,001$; $d = 0,82$), BMI ($p = 0,001$; $d = 0,70$) a BFMI ($p = 0,001$; $d = 0,80$). Skupina žen, která splnila koncept 10 000 kroků, byla také

o 7,08 kg ($p = 0,001$; $d = 0,66$) lehčí a v rámci hodnocení BFMI můžeme konstatovat, že na rozdíl od SUB2_{10k} se průměrná hodnota tohoto ukazatele nacházela u SUB1_{10k} ve zdravotně bezpečném pásmu pro danou věkovou kategorii (9,00 kg/m²). Naopak průměrné hodnoty BMI byly v obou případech v pásmu nadváhy.

Tabulka 29. Analýza rozdílů v tělesném složení v závislosti na počtu kroků vykonaných v průměru za jeden den u žen ve věku 55–74 let ($n = 163$)

	< 10 000 kroků/den SUB1 _{10k} $n = 72$			> 10 000 kroků/den SUB2 _{10k} $n = 91$	
	\bar{x}	s		\bar{x}	s
věk (roky)	63,50	4,49	†	62,49	3,98
tělesná výška (cm)	161,22	6,68		161,27	6,66
tělesná hmotnost (kg)	74,67	12,02	**, ††	67,59	9,47
intracelulární tekutina (l)	20,35	2,32		19,97	2,19
extracelulární tekutina (l)	12,79	1,49	†	12,51	1,39
proteiny (kg)	8,80	1,00		8,63	0,95
minerály (kg)	3,21	0,39		3,14	0,37
tělesný tuk (kg)	29,53	8,78	**, †††	23,25	6,25
BMI (kg/m ²)	28,80	4,76	**, ††	25,98	3,27
BFMI (kg/m ²)	11,45	3,65	**, †††	9,00	2,48
FFMI (kg/m ²)	17,35	1,47	†	16,98	1,23
tělesný tuk (%)	39,55	6,38	**, †††	34,40	5,78
viscerální tuk (cm ²)	149,11	31,71	**, †††	126,84	22,75
WHR	0,99	0,06	**, ††	0,96	0,04
tukuprostá hmota (kg)	45,14	5,15		44,24	4,86
buněčná hmota (kg)	29,14	3,32		28,59	3,14
celková tělesná voda (l)	33,14	3,79		32,47	3,57

poznámka: rozdíly mezi skupinami byly hodnoceny jednofaktorovou analýzou variance, pro vícenásobné porovnání byl použit Fisherův LSD post-hoc test (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$). Věcná významnost byla posuzována dle Cohenova koeficientu d – malý efekt † (0,20–0,49), střední efekt †† (0,50–0,79), velký efekt ††† ($\geq 0,80$). BMI – body mass index, BFMI – body fat mass index, FFMI – fat-free mass index, WHR – waist-hip ratio. Subsoubory byly stanoveny na základě doporučení, které uvádí Hatano (1993).

Hodnocení změn vybraných antropometrických ukazatelů ve vztahu k objemu pohybové aktivity doplňujeme o analýzu rozdílů mezi pěti skupinami definovanými na základě klasifikace Tudor-Locke a Bassett (2004)(tabulka 30). I vzhledem k nízkému počtu žen se sedavým způsobem života (SUB1_{krok}), můžeme konstatovat, že tato skupina

vynikala nejvyšším potenciálním zdravotním rizikem. Průměrné hodnoty BMI, BFMI, relativního zastoupení tělesného tuku, viscerálního tuku i WHR byly nejvyšší ze všech sledovaných subsouborů. Tato skupina byla na základě hodnot BMI klasifikována jako obézní a podíl tělesného tuku byl roven 45,74 % ($s = 4,21$). Naopak u skupiny vysoce aktivních žen (SUB5_{krok}) byly hodnoty BMI lokalizovány mírně nad horní hranicí optimální tělesné hmotnosti (25,94 kg/m²) a relativní zastoupení tělesného tuku bylo na úrovni 34,16 %. Statisticky i věcně významné rozdíly byly pozorovány v řadě antropometrických parametrů s výjimkou srovnání mezi SUB4_{krok} a SUB5_{krok}, kde jsme sledovali pouze změny věcného charakteru.

Jak vyplývá z korelační analýzy, BMI ($r_p = -0,34$; $p < 0,05$), absolutní ($r_p = -0,39$; $p < 0,05$) a relativní zastoupení tělesného tuku ($r_p = -0,38$; $p < 0,05$), BFMI ($r_p = -0,38$; $p < 0,05$) a viscerální tuk ($r_p = -0,39$; $p < 0,05$) měly tendenci klesat s rostoucím počtem kroků vykonaných za jeden den.

Tabulka 30. Hodnocení rozdílů v tělesném složení v závislosti na objemu pohybové aktivity u žen ve věku 55–74 let ($n = 163$)

	< 5 000 korků/den SUB1 _{krok} $n = 7$		5 000–7 499 korků/den SUB2 _{krok} $n = 19$		7 500–9 999 korků/den SUB3 _{krok} $n = 46$		10 000–12 499 korků/den SUB4 _{krok} $n = 50$		≥ 12 500 korků/den SUB5 _{krok} $n = 41$					
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s				
věk (roky)	61,29	5,28	††	64,05	4,30		63,61	4,61	†	62,48	3,85		62,51	4,17
tělesná výška (cm)	155,86	5,08	††	160,11	7,59	†	162,50	6,10		162,45	6,99	†	159,83	6,02
tělesná hmotnost (kg)	80,54	12,37	††	75,29	8,43		73,53	13,13	*, †	68,66	9,39	†	66,29	9,52
intracelulární tekutina (l)	19,79	2,34		19,91	2,51	†	20,62	2,24		20,18	2,26	†	19,70	2,10
extracelulární tekutina (l)	12,31	1,25		12,54	1,62	†	12,97	1,47	†	12,65	1,46	†	12,33	1,30
proteiny (kg)	8,54	1,02		8,61	1,09	†	8,91	0,97	†	8,72	0,98	†	8,52	0,90
minerály (kg)	3,02	0,39	†	3,20	0,44		3,24	0,36		3,18	0,39	†	3,09	0,34
tělesný tuk (kg)	36,84	8,37	†††	31,04	4,97	†	27,80	9,49	*, †	23,93	6,00	†	22,65	6,55
BMI (kg/m ²)	33,10	4,41	*, †††	29,40	2,99	†	27,89	5,07	*, †	26,01	3,18		25,94	3,43
BFMI (kg/m ²)	15,15	3,32	*, †††	12,19	2,41	*, †	10,58	3,74	*, †	9,09	2,35		8,89	2,65
FFMI (kg/m ²)	17,95	1,28	††	17,20	1,15		17,32	1,62	†	16,92	1,25		17,05	1,20
tělesný tuk (%)	45,74	4,21	†††	41,22	4,20	*, ††	37,81	6,49	*, †	34,85	5,32		34,16	6,33
viscerální tuk (cm ²)	175,58	33,72	†††	156,18	19,43	†	142,17	33,24	*, †	128,58	22,22		124,71	23,48
WHR	1,05	0,04	*, †††	1,00	0,05	†	0,98	0,06	*, †	0,96	0,04		0,97	0,04
tukuprostá hmota (kg)	43,70	4,91		44,24	5,63	†	45,73	5,00	†	44,74	5,04	†	43,63	4,62
buněčná hmota (kg)	28,31	3,35		28,49	3,60	†	29,53	3,21	†	28,90	3,24	†	28,22	3,02
celková tělesná voda (l)	32,10	3,57		32,45	4,11	†	33,58	3,69	†	32,83	3,70	†	32,03	3,39

poznámka: rozdíl mezi skupinami byly hodnoceny jednofaktorovou analýzou variance, pro vícenásobné porovnání byl použit Fisherův LSD post-hoc test (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$). Věcná významnost byla posuzována dle Cohena koeficientu d – malý efekt † (0,20–0,49), střední efekt †† (0,50–0,79), velký efekt ††† ($\geq 0,80$). BMI – body mass index, BFMI – body fat mass index, FFMI – fat-free mass index, WHR – waist-hip ratio. Jednotlivé subsoubory byly definovány na základě klasifikace Tudor-Locke a Bassett (2004).

5. 5 Posouzení rozdílů mezi doporučeními k intenzitě a objemu pohybové aktivity

Z předchozího textu je zřejmé, že realizace všeobecných doporučení vztahujících se k intenzitě a objemu pohybové aktivity má na jedince pozitivní zdravotní účinek. V této kapitole se však snažíme odpovědět na otázku, zda je plnění doporučení k intenzitě pohybové aktivity efektivnější než každodenní překonání hranice 10 000 kroků. Statistickou analýzu mezi vybranými parametry tělesného složení a pohybové aktivity prezentujeme v tabulce 31. Pro účely tohoto rozboru došlo ke sjednocení SUB2_{mod} a SUB3_{mod} do jednoho samostatného subsouboru ($n = 125$), který zahrnuje ženy s více jak 150 minutami středně zatěžující pohybové aktivity v rámci sedmi dnů.

Z tabulky 31 jsou evidentní signifikantní diference v řadě sledovaných parametrů. Ženy, které za týden vykonaly více jak 150 min středně zatěžující pohybové aktivity, byly o 3,50 kg ($p = 0,011$; $d = 0,35$) těžší než ženy, které plnily koncept 10 000 kroků za den. Na tomto rozdílu se z převážné části podílel tělesný tuk, neboť rozdíl v jeho zastoupení mezi sledovanými skupinami byl 2,70 kg ($p = 0,007$; $d = 0,37$). Stejně tak procentuální zastoupení tělesného tuku bylo u SUB2_{10k} nižší ($p = 0,019$; $d = 0,33$) a na rozdíl od žen, které splňovaly doporučení k pohybové aktivitě středního zatížení, byla jeho hodnota lokalizována ještě v pásmu nadváhy. Na rozdíl od %BFM se průměrné hodnoty BMI nacházely u obou sledovaných subsouborů v pásmu nadváhy. Zastoupení viscerálního tuku upozorňovalo na tendenci k jeho centrálnímu ukládání a jeho průměrné hodnoty se nacházely nad zdravotně bezpečným pásmem. U SUB2_{10k} však bylo jeho zastoupení nižší o 9,60 cm² ($p = 0,019$; $d = 0,33$).

Z výsledků statistické analýzy dále vyplývá, že probandky v SUB2_{10k} jsou aktivnější, neboť doba strávená pohybovou aktivitou v rámci jednoho dne byla signifikantně vyšší ($p = 0,007$; $d = 0,38$) a doba pohybové inaktivity naopak nižší. Dále jsme zaznamenaly statisticky i věcně významný rozdíl v průměrném celkovém relativním výkonu energie ($p = 0,005$; $d = 0,40$), době strávené pohybovou aktivitou nízkého zatížení ($p = 0,013$; $d = 0,34$) a počtu kroků vykonaných v průměru za jeden den ($p = 0,001$; $d = 0,55$).

Tabulka 31. Hodnocení rozdílů ve vybraných antropometrických charakteristikách a markerech pohybové aktivity v závislosti na typu doporučení k pohybové aktivitě

	> 150 min/týden SUB2 _{mod} SUB3 _{mod} n = 125			> 10 000 kroků/den SUB2 _{10k} n = 91	
	\bar{x}	s		\bar{x}	s
věk (roky)	63,12	4,16		62,49	3,98
tělesná výška (cm)	161,81	6,38		161,27	6,66
tělesná hmotnost (kg)	71,09	10,16	*, †	67,59	9,47
intracelulární tekutina (l)	20,36	2,07		19,97	2,19
extracelulární tekutina (l)	12,77	1,33		12,51	1,39
proteiny (kg)	8,80	0,90		8,63	0,95
minerály (kg)	3,20	0,34		3,14	0,37
tělesný tuk (kg)	25,95	7,42	*, †	23,25	6,25
BMI (kg/m ²)	27,21	3,96	*, †	25,98	3,27
BFMI (kg/m ²)	9,98	3,03	*, †	9,00	2,48
FFMI (kg/m ²)	17,23	1,32		16,98	1,23
tělesný tuk (%)	36,50	5,95	*, †	34,40	5,78
viscerální tuk (cm ²)	136,44	26,74	*, †	126,84	22,75
WHR	0,98	0,05	*, †	0,96	0,04
tukuprostá hmota (kg)	45,14	4,60		44,24	4,86
buněčná hmota (kg)	29,16	2,97		28,59	3,14
celková tělesná voda (l)	33,14	3,39		32,47	3,57
PA _{den} (hod/den)	9,44	1,65	*, †	10,05	1,55
PI _{den} (hod/den)	4,87	1,65		4,70	1,61
PA _{CVE} (kcal/kg/hod)	1,41	0,15	*, †	1,47	0,13
PA _{AVE} (kcal/kg/hod)	0,55	0,14	†	0,58	0,14
PA _{AVE} /PA _{CVE} (%)	39,00	6,22		39,45	6,03
IPA _{lig} (min/týden)	460,04	248,75	*, †	545,93	251,87
IPA _{mod} (min/týden)	342,38	137,13		357,21	164,22
IPA _{vig} (min/týden)	9,52	20,60		10,13	21,54
OPA _{krok} (kroky/den)	11 415	2 899	**, ††	12 877	2 268

poznámka: rozdíly mezi skupinami byly hodnoceny nepárovým t-testem (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$). Věcná významnost byla posuzována dle Cohena koeficientu d – malý efekt † (0,20–0,49), střední efekt †† (0,50–0,79), velký efekt ††† ($\geq 0,80$). Výpis zkratk a definice proměnných je uvedena v metodice práce (viz kapitola 4. 3. 1).

6 DISKUZE

K základním aspektům stárnutí patří přirozené změny tělesného složení a pohybové aktivity, které sehrávají důležitou roli v procesu stárnutí a přímo ovlivňují délku života jedince. Přirozené involuční změny jsou často negativně podpořeny vnějšími faktory a mohou vyústit v závažné zdravotní problémy. Identifikace a případná redukce negativních vlivů přináší pro jedince řadu zdravotních benefitů a významně zvyšuje kvalitu života ve vyšším věku.

V následujícím textu se zaměřujeme na konfrontaci námi zjištěných poznatků o změnách tělesného složení a pohybové aktivity, které bezprostředně souvisejí s narůstajícím věkem. Stejně tak se zabýváme vzájemným vztahem mezi charakteristikami tělesného složení a markery pohybové aktivity u sledovaného souboru žen. Součástí kapitoly je také analýza prevalence nadváhy a obezity, sedavého životního stylu či porovnání všeobecných doporučení vztahujících se k objemu a intenzitě pohybové aktivity. V závěru kapitoly se vyjadřujeme k dosaženým výsledkům v kontextu s formulovanými hypotézami a vymežujeme limity a přínos prezentované dizertační práce.

6. 1 Involuční změny základních antropometrických ukazatelů

6. 1. 1 Tělesná výška

Vzhledem k nenáročné diagnostice patří tělesná výška k nejčastěji sledovaným somatickým parametrům. Z tohoto důvodu existují komplexní informace popisující její involuční změny. Mezi 40. až 60. rokem jsou změny v tělesné výšce pouze mírné, dochází k poklesu přibližně o jeden centimetr za dekádu (Spirduso, et al., 2005). Po 60. roce se však tempo poklesu výrazně akceleruje, což kupříkladu dokládají výsledky longitudinální studie SENECA (*Survey in Europe on Nutrition and the Elderly; a Concerted Action*), které poukazují na pokles tělesné výšky u souborů seniorů (vstupní věk 70–75 let) o 1,5–2,0 cm za dekádu (De Groot, et al., 2002). Akceleraci involučního poklesu tělesné výšky u žen i mužů dokládají dále výsledky Baltimorské studie, které prezentují Sorkin, Muller a Andres (1999). Při srovnání výsledků dizertační práce s výše

uvedenými studii, můžeme konstatovat, že pokles tělesné výšky byl v našem případě podstatně rychlejší. Od 60. roku jsme pozorovali postupný pokles tělesné výšky v průměru o 1,46 cm za pět let, přičemž signifikantní rozdíl byl nalezen mezi 65letými a 70letými (pokles o 2,16 cm) a věcně významný rozdíl na úrovni malého efektu mezi 70letým a 75letými ženami (pokles o 1,72 cm).

V návaznosti na výše prezentované výsledky se však nabízí otázka, zda pokles tělesné výšky ve věkové řadě lze považovat za důsledek akcelerace nebo je ovlivněn jinými faktory. Zrychlení poklesu tělesné výšky s rostoucí věkem je u starších žen často spojováno s citelnými hormonálními změnami, které nastávají v průběhu menopauzy. Nejnapadnější změny můžeme sledovat u žen s diagnostikovanou osteoporózou (Spiriduso, et al., 2005). Na změnu tělesné výšky má také určitý vliv kvalita svalových funkcí, která úzce souvisí s kvalitou posturálních mechanismů. Ve stáří dochází v důsledku vzniku svalových dysbalancí k nápadným změnám postury (zvětšení hrudní kyfózy či prohloubení bederní křivky páteře), což často vyústí i ve změnu tělesné výšky. Obecně tedy můžeme konstatovat, že zrychlení poklesu tělesné výšky nemusí být primárně způsobeno rychlostí involučních změn, ale je nutné brát v úvahu faktory, které se mohou na tomto procesu spolupodílet. V neposlední řadě se objektivita uvedených zjištění odvíjí od designu dizertační práce. Jelikož se jedná o průřezovou studii, která je založena na posouzení rozdílů mezi transverzálními soubory, mohou se jednotlivá zjištění při komparaci s výsledky longitudinální studie mírně rozcházet.

6. 1. 2 Tělesná hmotnost

Předmětem intenzivních diskuzí stále zůstává posouzení vztahu mezi tělesnou hmotností a mortalitou. Stejně tak je pozornost věnována definování optimální (zdravé) tělesné hmotnosti (*healthy weight*). Doporučení vztahující se ke zdravé tělesné hmotnosti definovalo v roce 1995 U. S. Department of Agriculture a jeho podrobné zpracování je dispozici například v práci Willett, Dietz a Colditz (1999). Pokud podle těchto kritérií posoudíme tělesnou hmotnost sledovaného souboru, dojdeme k závěru, že u všech věkových kategorií došlo k překročení horní hranice (tabulka 32).

Tabulka 32. *Tělesná hmotnost sledovaného souboru v kontextu se zdravou tělesnou hmotností*

Věková kategorie	Tělesná výška (cm)	Tělesná hmotnost (kg)	Zdravá tělesná hmotnost (kg) ¹
SUB ₅₅	161,33	69,35	48,5–63,9
SUB ₆₀	162,14	71,06	50,3–66,2
SUB ₆₅	161,09	70,47	48,5–63,9
SUB ₇₀	158,93	72,28	48,5–63,9
SUB ₇₅	157,21	71,46	47,2–62,1
SUB ₈₀	156,31	66,49	47,2–62,1

poznámka: ¹rozmezí zdravé tělesné hmotnosti vychází z doporučení U. S. Department of Agriculture (Willett, et al., 1999)

Další závažný problém, který se bezprostředně dotýká tělesné hmotnosti, souvisí se zvyšováním průměrných hodnot tohoto parametru s každou navazující věkovou kohortou. Změny v průměrné tělesné hmotnosti u starších věkových kategorií v průběhu posledních desetiletí nejsou v českém prostředí zpracovány na adekvátní úrovni. Naopak informace o dětské a adolescentní části populace jsou k dispozici v podrobném zpracování (Bláha, 1986; Bláha, et al., 2006; Lhotská, Bláha, Vignerová, Roth, & Prokopec, 1993; Vignerová, Humeníková, Brabec, Riedlová, & Bláha, 2007) a umožňují komplexní hodnocení změn v období 1981–2001. Na základě analýzy výsledků jednotlivých prací je zřejmé, že v průběhu jedné dekády dochází téměř u všech věkových kategorií k nárůstu průměrné tělesné hmotnosti. I když svá tvrzení nemůžeme opřít o relevantní výsledky, předpokládáme, že obdobný trend lze očekávat i u starších věkových kategorií.

6. 1. 3 Komparace dosažených výsledků s obdobně koncipovanými studii

Až na několik výjimek (Gába, Přidalová, Pelclová, Riegerová, & Tlučáková, 2010; Gába, et al., 2008; Gába, Riegerová, & Přidalová, 2009; Koskova, Petrsek, Vondra, & Skibova, 2007; Riegerová, Přidalová, Valenta, & Dostálová, 2008), nenacházíme v současnosti možnost srovnání získaných antropometrických ukazatelů s normativy české populace či s obdobně orientovanou studií. Identický trend sledujeme i v případě Slovenské a Polské republiky. Poslední národní antropometrické šetření bylo realizováno na sklonku 90. let 20. století. Zájmovou skupinou však tvořili jedinci mladší

55 let. Z výše uvedených důvodů srovnáváme dosažené výsledky základních antropometrických ukazatelů se zahraniční studií Delarue, et al. (1994), kteří se zabývali hodnocením základních antropometrických ukazatelů u francouzských žen starších 65 let a s výsledky Santos, et al. (2004), kteří hodnotili čilské ženy starší 60 let žijících v Gran Santiagu (tabulka 33). Stejně jako v případě naší studie rozdělují výše zmínění autoři výzkumný soubor do kategorií po pěti letech a pro stanovení základních somatických ukazatelů využívají shodnou metodiku.

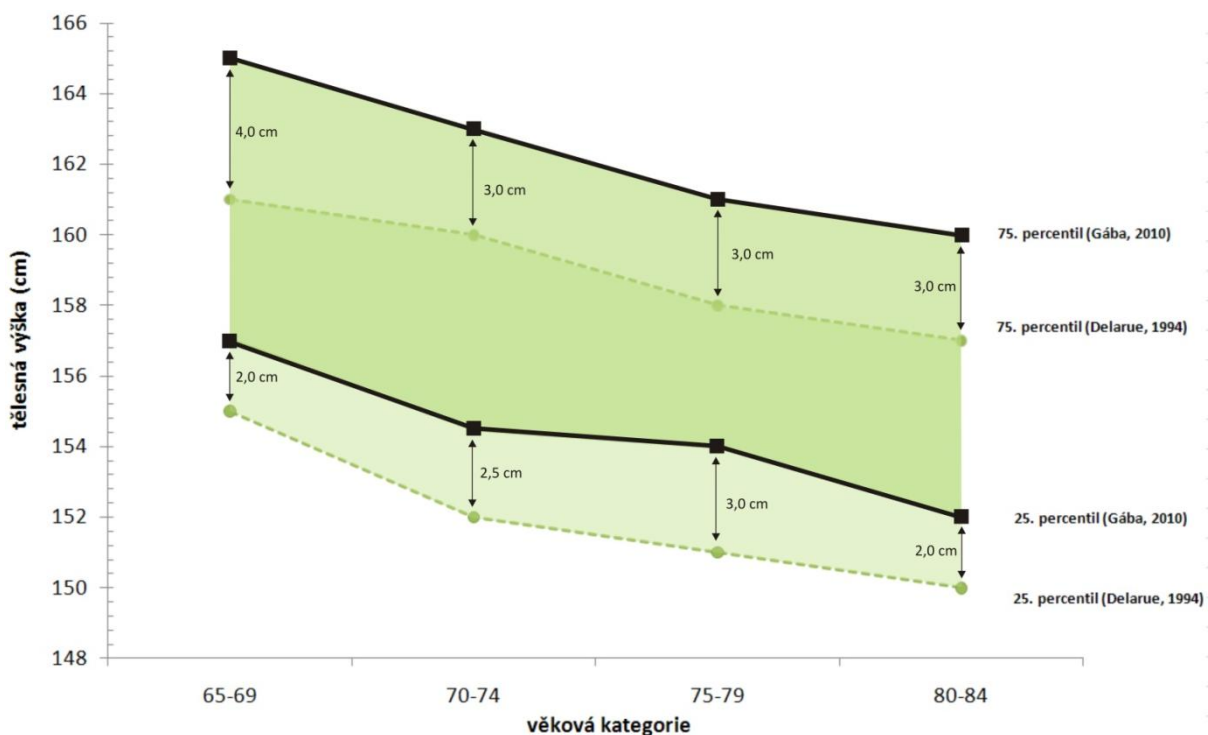
Tabulka 33. Komparace základních antropometrických ukazatelů sledovaného souboru žen s výsledky obdobně koncipovaných studií

	Delarue, et al. (1994)		rozdíl	sledovaný soubor		rozdíl	Santos, et al. (2004)	
	\bar{x}	s		\bar{x}	s		\bar{x}	s
60,00–64,99 let								
<i>n</i>				160			178	
tělesná hmotnost (kg)	-	-	-	71,06	11,46	3,26	67,80	13,50
tělesná výška (cm)	-	-	-	162,14	5,90	10,94	151,20	6,00
BMI (kg/m ²)	-	-	-	27,04	4,26	2,61	29,65	-
65,00–69,99 let								
<i>n</i>	72			116			186	
tělesná hmotnost (kg)	67,10	12,20	3,37	70,47	10,02	3,67	66,80	14,00
tělesná výška (cm)	158,00	6,00	3,09	161,09	5,98	10,09	151,00	5,80
BMI (kg/m ²)	26,90	5,10	0,30	27,20	3,94	2,10	29,30	-
70,00–74,99 let								
<i>n</i>	50			63			149	
tělesná hmotnost (kg)	66,60	12,80	5,68	72,28	12,90	8,18	64,10	11,60
tělesná výška (cm)	157,00	5,00	1,93	158,93	7,14	7,83	151,10	6,10
BMI (kg/m ²)	26,90	4,50	1,72	28,62	4,75	0,17	28,45	-
75,00–79,99 let								
<i>n</i>	34			31			134	
tělesná hmotnost (kg)	61,20	10,60	10,26	71,46	15,34	9,46	62,00	12,40
tělesná výška (cm)	154,00	6,00	3,21	157,21	4,55	7,81	149,40	6,50
BMI (kg/m ²)	26,90	4,50	2,03	28,93	6,45	1,16	27,77	-
80,00–84,99 let								
<i>n</i>	38			17			87	
tělesná hmotnost (kg)	59,20	12,20	7,29	66,49	8,65	7,99	58,50	11,60
tělesná výška (cm)	154,00	5,00	2,32	156,32	6,56	8,62	147,70	6,00
BMI (kg/m ²)	26,90	4,50	0,76	26,14	6,94	0,67	26,81	-

Poznámka: BMI – body mass index. Santos, et al. (2004) neuvádí hodnoty BMI, proto jsme tuto charakteristiku definovali na základě prezentovaných hodnot. Z tohoto důvodu neuvádíme u BMI hodnotu směrodatné odchylky.

Výsledky, které uvádí Delarue, et al. (1994) vypovídají o menším tělesném vzrůstu a nižší tělesné hmotnosti francouzských žen v porovnání se sledovaným souborem žen.

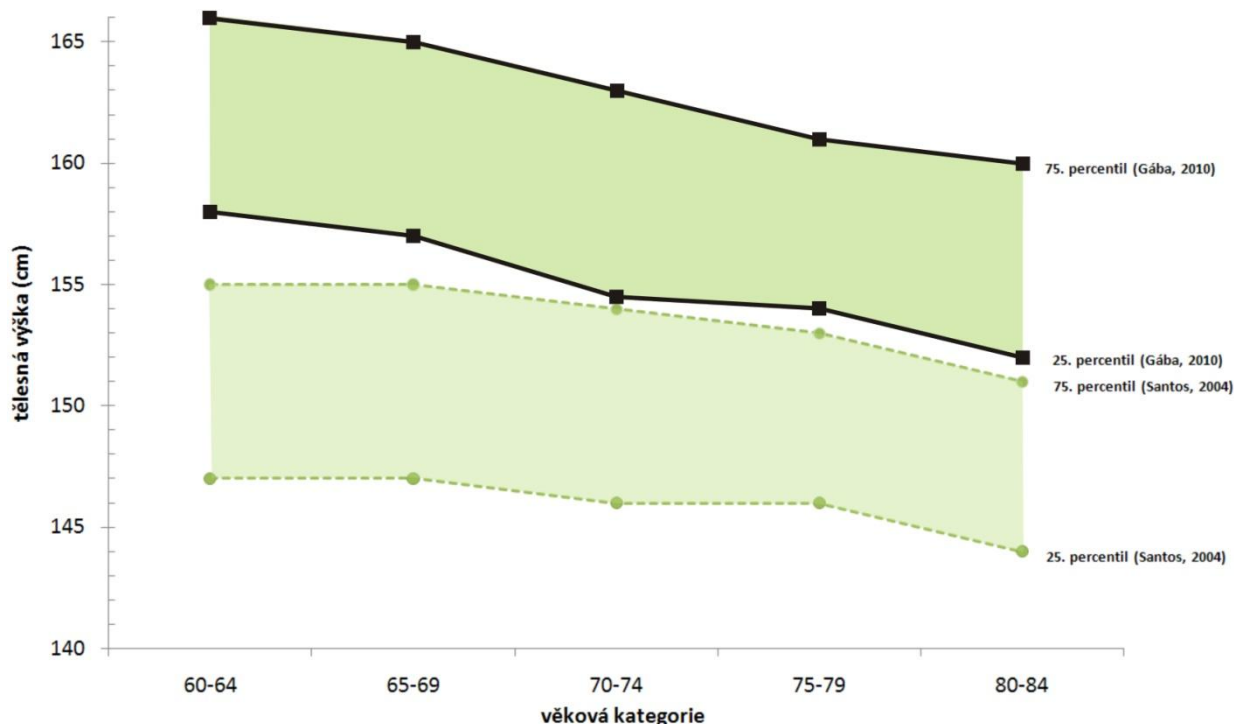
Největší disproporci (3,21 cm) v tělesné výšce jsme evidovali u kategorie 75letých. V rámci hodnocení rozdílů v tělesné výšce mezi těmito skupinami jsme se dále orientovali na posouzení percentilových pásem. Z obrázku 31 je evidentní, že v případě námi sledovaného souboru bylo pásmo středních hodnot (25. – 75. percentil) položeno výše než v případě francouzských žen. Na místě je však otázka, zda je tento rozdíl zapříčiněn národnostní odlišností nebo je způsoben vlivem sekulárního trendu. Shephard (1997) uvádí, že pod vlivem sekulárního trendu dochází k nárůstu průměrné tělesné výšky o více jak jeden milimetr za rok. Vzhledem ke skutečnosti, že výzkum francouzských žen byl realizován téměř před 20 lety, předpokládáme, že je značná část rozdílů v tělesné výšce způsobena právě sekulárním trendem. Zbytek difference lze pravděpodobně přisoudit etnickým rozdílům. I přes působení zmíněných faktorů je u obou národnostních skupin nápadný kontinuální involuční pokles v tělesné výšce.



Obrázek 31. Srovnání tělesné výšky sledovaného souboru s francouzskými ženami
poznámka: percentilová pásma pro francouzské ženy uvádí Delarue, et al. (1994)

V případě srovnání námi dosažených výsledků se studií Santos, et al. (2004) jsme zaznamenali výraznější rozdíly ve sledovaných antropometrických parametrech. Z výsledků uvedených v tabulce 33 je patrné, že soubor námi sledovaných seniorek dosahuje ve všech věkových kategoriích větší tělesné výšky i tělesné hmotnosti.

U kategorie 60letých a 65letých přesahuje rozdíl v tělesné výšce dokonce hranici 10 cm. Analýza percentilových pásem odhalila, že v případě chilských žen je hranice 75. percentilu takřka na úrovni 25. percentilu námi sledovaného souboru (obrázek 32). Toto zjištění není překvapivé. Tento rozdíl si vysvětlujeme především etnickými odlišnostmi sledovaných skupin. Vliv sekulárního trendu není v tomto případě tak dominantní, neboť údaje o tělesné výšce chilských žen pocházejí z roku 1999. I přes zmíněné faktory, je opět zřejmý kontinuální pokles tělesné výšky související s přirozenými involučními změnami.



Obrázek 32. Srovnání tělesné výšky sledovaného souboru s chilskými ženami
poznámka: percentilová pásma pro chilské ženy uvádí Santos, et al. (2004)

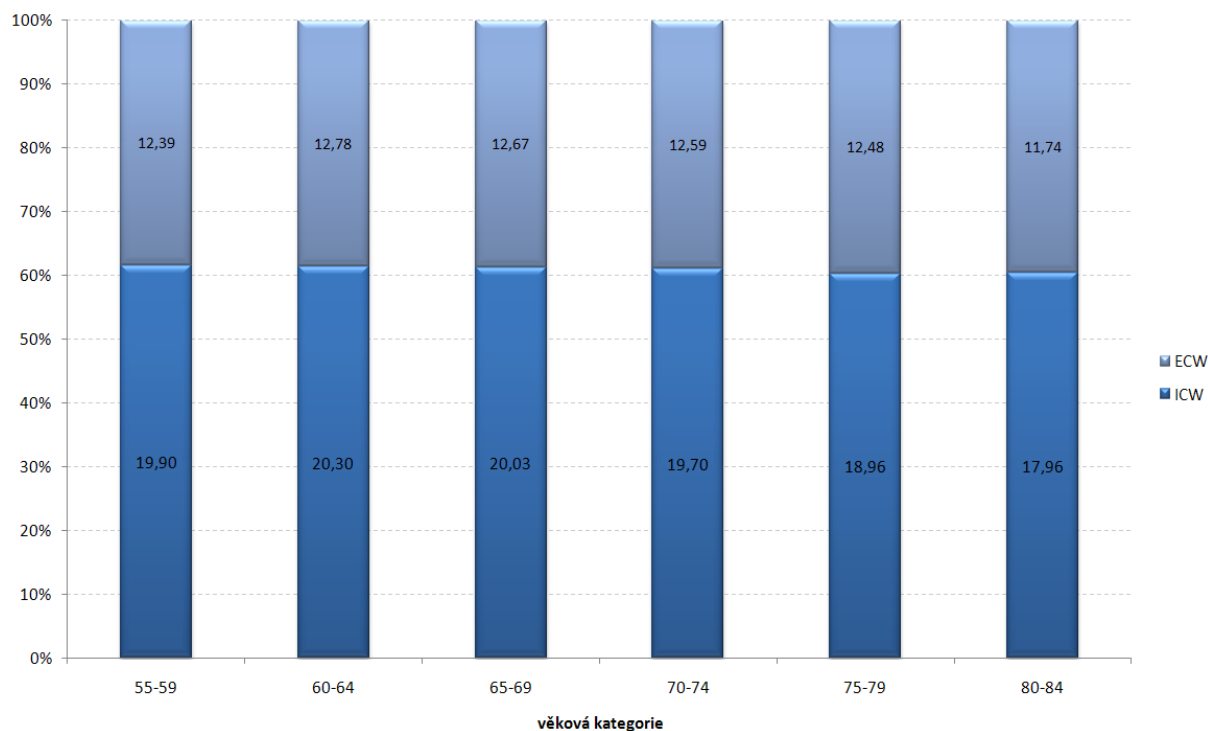
Pro posouzení národnostních rozdílů jsme se dále zaměřili na srovnání hodnot BMI, které jsou uvedeny v tabulce 33. Průměrné hodnoty BMI vypovídají o výraznější nadváze námi sledovaných žen v porovnání s francouzskými ženami. Při komparaci výsledků, které prezentují Santos, et al. (2004), nacházíme u mladších věkových kategorií nižší hodnoty BMI, jenž se s rostoucím věkem zvyšují v neprospěch námi sledovaných žen.

6. 2 Změny tělesného složení s věkem

6. 2. 1 Tělesná voda

K základním aspektům stárnutí patří přirozené změny tělesného složení, které sehrávají důležitou roli v procesu stárnutí a přímo ovlivňují délku života jedince. Vnitřní prostředí se involučně mění především ve smyslu ubývání celkové tělesné vody. V prenatálním období se TBW podílí na tělesné hmotnosti až z 90 % (Steen, 1988), u novorozenců až z 80 %, u dospělé populace jde přibližně o 50–60 % (Kalvach, et al., 2004). Některé odborné studie však dokumentují pokles TBW u žen až pod hranici 50 % (Chumlea, et al., 1999; Ignasiak, Skrzek, & Dąbrowska, 2009; Schoeller, 1989; Watson, Watson, & Batt, 1980). Toto tvrzení plně koresponduje s dílčími výsledky prezentované dizertační práce, které byly publikovány v roce 2008 (Gába, et al., 2008). V rámci kompletního zpracování jsme schopni toto tvrzení opět potvrdit, neboť u všech věkových kategorií bylo procentuální zastoupení celkové tělesné vody (%TBW) pod úrovní 50 %. Nejnižší průměrná hodnota %TBW byla zjištěna u kategorie 75letých (43,09 %), naopak v případě 55letých (46,56 %), 60letých (46,57 %) a 65letých (46,40 %) byly hodnoty %TBW nad úrovní 46 %.

Přirozené involuční změny se také projevují změnami v poměru mezi intracelulární a extracelulární tekutinou. Na základě meta-analýzy řady odborných prací poukazuje Schoeller (1989) na pokles TBW, který je primárně způsoben snížením intracelulární tekutiny v závislosti na rostoucím věku. Toto tvrzení však není v souladu s výsledky prezentované dizertační práce, neboť změny ICW byly u sledovaného souboru pouze minimální, stejně tak poměr mezi ICW a ECW byl u všech věkových kategorií takřka konstantní (obrázek 33).



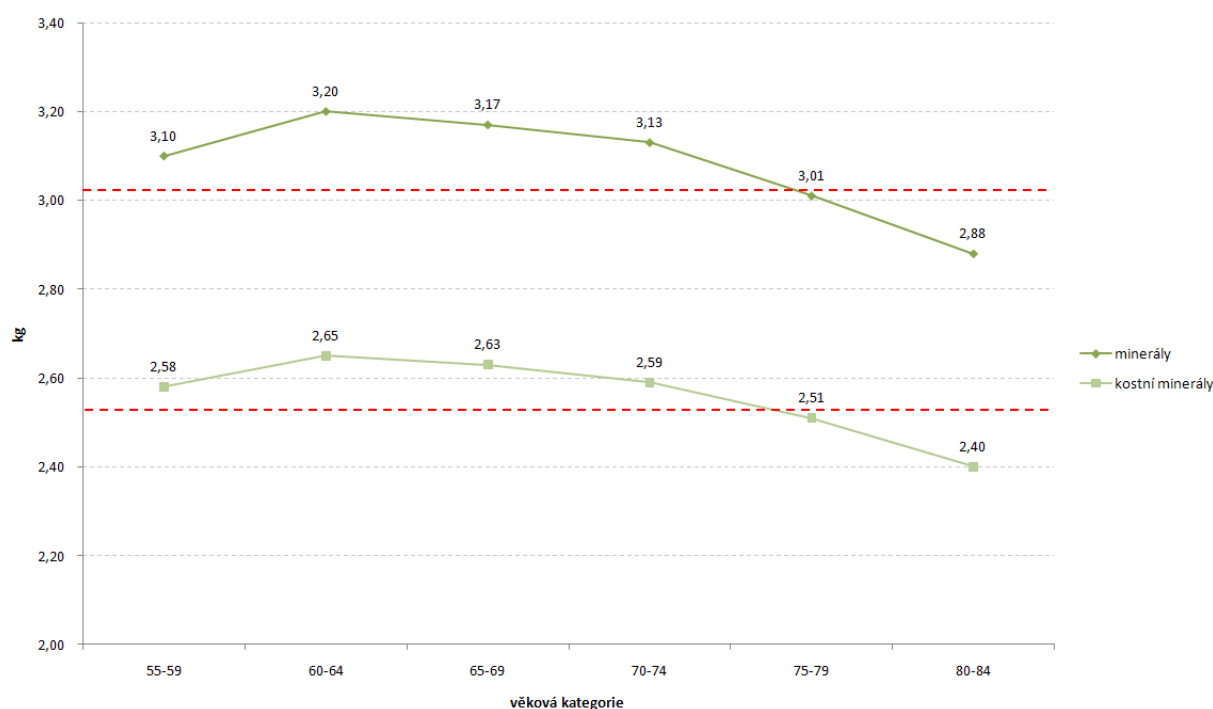
Obrázek 33. Změny v poměru mezi extracelulární a intracelulární tekutinou v závislosti na věku
poznámka: ECW – extracelulární tekutina, ICW – intracelulární tekutina

6. 2. 2 Celotělové a kostní minerály

V současnosti je velká pozornost věnována zvyšující se prevalenci osteoporózy, která je zapříčiněna poklesem kostních minerálů a snížením kostní denzity. V rámci primární osteoporózy je nejčastěji sledována osteoporóza postmenopauzální, která je u žen iniciována snížením produkce estrogenu a postihuje především spongiózní kost. Tvoří přibližně 80 % všech osteoporóz a vyskytuje se mezi 50–70 lety (Janíček, et al., 2007).

Hodnocení výskytu osteopenie a osteoporózy primárně vychází z diagnostiky kostní denzity s využitím metody duální rentgenové absorpciometrie. Pro orientační posouzení lze využít také informace z přístroje InBody 720, který umožňuje sledovat celkové zastoupení minerálů v těle, stejně tak nabízí informaci o jejich hmotnostním podílu v kostech. Riegerová, et al. (2009) však upozorňuje, že hodnocení rizika osteoporózy založené na informaci z přístroje InBody 720 má pouze orientační charakter a je nutné ověřit továrně nastavené normy. Z tohoto důvodu autoři navrhují u žen ve věku senescence považovat za rizikovou hodnotu kostních minerálů 2,55 kg a níže a celkovou hodnotu minerálů v těle od hladiny 3,08 kg a níže. V návaznosti na toto doporučení

můžeme konstatovat, že se pravděpodobnost výskytu osteoporózy zvyšuje v závislosti na věku. Toto tvrzení potvrzují také výsledky práce Krátké (2007), v níž se autorka zabývá problematikou biologického stáří skeletu u žen ve věku 39–84 let. U námi sledovaného souboru se jako nejrizikovější jevila kategorie 75letých a 80letých žen, u kterých byla absolutní hodnota minerálů v těle i v kostech pod doporučovanými mezními hodnotami (obrázek 34). Navíc u 80letých žen bylo potenciální riziko akcentováno nízkou tělesnou hmotností a relativně nízkou hodnotou BMI, neboť vyšší riziko osteoporózy je konstitučně spojeno s gracilitou kostry a dominantní ektomorfií. Toto tvrzení je v souladu s prací Reida (2002), který se zabýval vztahem mezi kostní densitou a tělesnou hmotností. Stejně tak výsledky studie Kapuše, Gáby, Riegerové a Pelclové (2010) dokládají, že nižší hodnoty BMI jsou spojeny s nižšími hodnotami kostní denzity.



Obrázek 34. Změny v tělesných a kostních minerálech v závislosti na věku ($n = 446$)

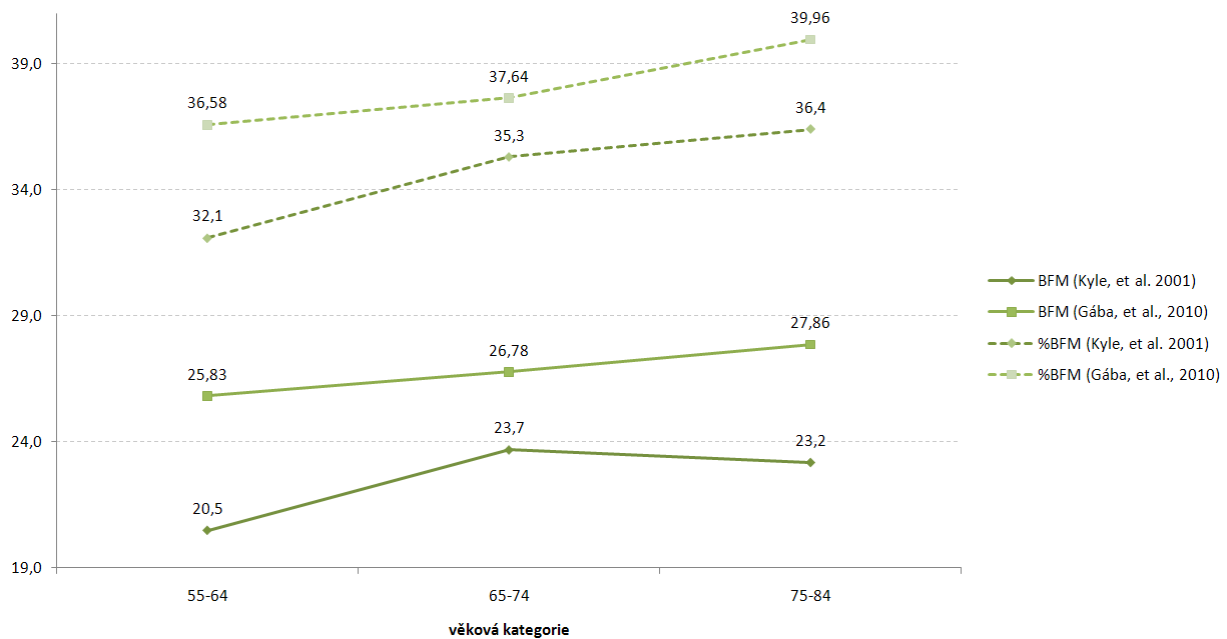
poznámka: červené linie vymezují doporučené pásmo pro celkové tělesné minerály (3,08 kg) a kostní minerály (2,55 kg), které definuje Riegerová, et al. (2009)

Je však nutné upozornit na skutečnost, že výše uvedené hodnocení má pouze orientační charakter, neboť se sledované proměnné vztahují pouze k celotělovým parametrům. Posouzení prevalence osteoporózy by vyžadovalo podrobnější zpracování

a stanovení kostní denzity v nejproblematictějších segmentech lidského skeletu (bederní část páteře nebo krček stehenní kosti). Takto orientovaná diagnostika by však vyžadovala využití přístroje pracujícího s metodou duální rentgenové absorpciometrie.

6. 2. 3 Tělesný tuk

Za nejvariabilnější komponentu lidského těla lze označit tělesný tuk, jehož zastoupení se v ontogenetickém vývoji mění v závislosti na řadě faktorů. Věková podmíněnost tukové složky je například patrná z výsledků Fels Longitudinal Study (Guo, et al., 1999), na které participovalo 102 žen a složení těla bylo hodnoceno pomocí metody podvodního vážení (hydrodenzitometrie). Z výsledku této práce vyplývá, že u ženské části populace dochází k absolutnímu nárůstu tělesného tuku přibližně o 0,41 kg za rok. Také Kyle, Genton, Slosman, et al. (2001) popisují s věkem související nárůst absolutního i relativního zastoupení tělesného tuku přibližně do 74. roku. U starších věkových kategorií již k signifikantnímu úbytku tukové hmoty nedošlo. Stejně tak výsledky prezentované dizertační práce potvrzují závislost mezi věkem a tukovou složkou. V případě BFM jsme sledovali spíše kolísavou tendenci, zatímco v případě %BFM byla zjištěna pozitivní korelační závislost ($r_p = 0,14$; $p < 0,05$) a signifikantní nárůst mezi 65letými a 70letými ženami. Další porovnání námi dosažených výsledků s údaji Kyle, Genton, Slosman, et al. (2001) prokázalo existenci diferencí v zastoupení tělesného tuku. Z obrázku 35 je evidentní, že absolutní i relativní zastoupení této tělesné komponenty bylo u všech věkových kategorií podstatně vyšší.



Obrázek 35. Komparace absolutního (BFM) a relativního (%BFM) zastoupení tělesného tuku sledovaného souboru žen s výsledky Kyle, Genton, Slosman, et al. (2001)
 poznámka: pro účely srovnání došlo k sjednocení věkových kategorií, námi prezentované hodnoty představují vážený aritmetický průměr

6. 2. 3. 1 Prevalence obezity

Zvýšené ukládání tělesného tuku je primárně spojeno s rozvojem obezity, která je označována za závažné chronické onemocnění podléjící se na vzestupu komorbidit a je samostatným rizikovým faktorem vzniku neinfekčních nemocí hromadného výskytu (Hlúbik, 2002), stejně tak výrazně zkracuje potencionální délku života (Fontaine, et al., 2003). Již není pravdou, že zvyšující se prevalence obezity je doménou pouze hospodářsky vyspělých států. Stejný trend nacházíme i v rozvojových oblastech světa, které přejímají životní styl svých ekonomicky vyspělejších protějšků (Martorell, Khan, Hughes, & Grummer-Strawn, 2000; Zamboni, et al., 2005). V současné době je obezitou postiženo více jak 322 mil. dospělých a 155 mil. dětí, přičemž prognózy naznačují neustálý nárůst takto oslabených jedinců (Hossain, Kowar, & El Nahas, 2007).

Vzhledem k věkové struktuře obyvatelstva můžeme konstatovat, že počet osob s nadváhou a obezitou narůstá nejen z řad dětské, adolescentní a dospělé populace (Pashankar & Loening-Baucke, 2005; Sturm, 2007), ale i z populace seniorské (Zamboni, et al., 2005). Například ve Spojených státech amerických došlo mezi roky 1999–2008

k nárůstu obézních jedinců starších 60 let především z řad mužů, zatímco u žen bylo možné sledovat spíše stagnaci (obrázek 36) (Flegal, Carroll, Ogden, & Curtin, 2010).



Obrázek 36. Vývoj prevalence obezity ve Spojených státech amerických u jedinců starších 60 let
Zdroj: Flegal, Carroll, Ogden a Curtin (2010)

Z údajů, které prezentuje Seidell (2002) vyplývá, že prevalence obezity je v Evropě na nižší úrovni než ve Spojených státech amerických. Například ve Velké Británii bylo v roce 2002 obézních přibližně 30 % žen ve věku 55–65 let, 25 % žen ve věku 65–75 let a 22 % žen starších 75 let. V Evropě je prevalence obezity ovlivněna také regionálně, což dokládají výsledky Berghöfer, et al. (2008). Ke státům s nejnižším počtem obézních jedinců můžeme zařadit Finsko, Francii, Švýcarsko, zatímco ke státům s nejvyšším počtem takto postižených jedinců patří například Česká republika, Polsko, Portugalsko či Itálie.

Pro hodnocení prevalence obezity a potenciačního rizika poškození zdraví se nejčastěji využívá BMI, jehož klasifikace je uvedena v základním dokumentu Světové zdravotnické organizace (World Health Organization, 1998). Za obézní jsou považováni jedinci, u nichž hodnota BMI překročila hranici 30 kg/m². Podle výše zmíněného kritéria byla obezita pozorována u 24 % probandek participujících na dizertační práci. Za nejrizikovější věkovou kategorii jsme označili kategorii 70letých žen, kterou z 38 % tvořily ženy s obezitou. Obecně však můžeme konstatovat, že prevalence obezity u námi sledovaného souboru byla výrazně nižší než u hodnot uvedených pro obyvatele

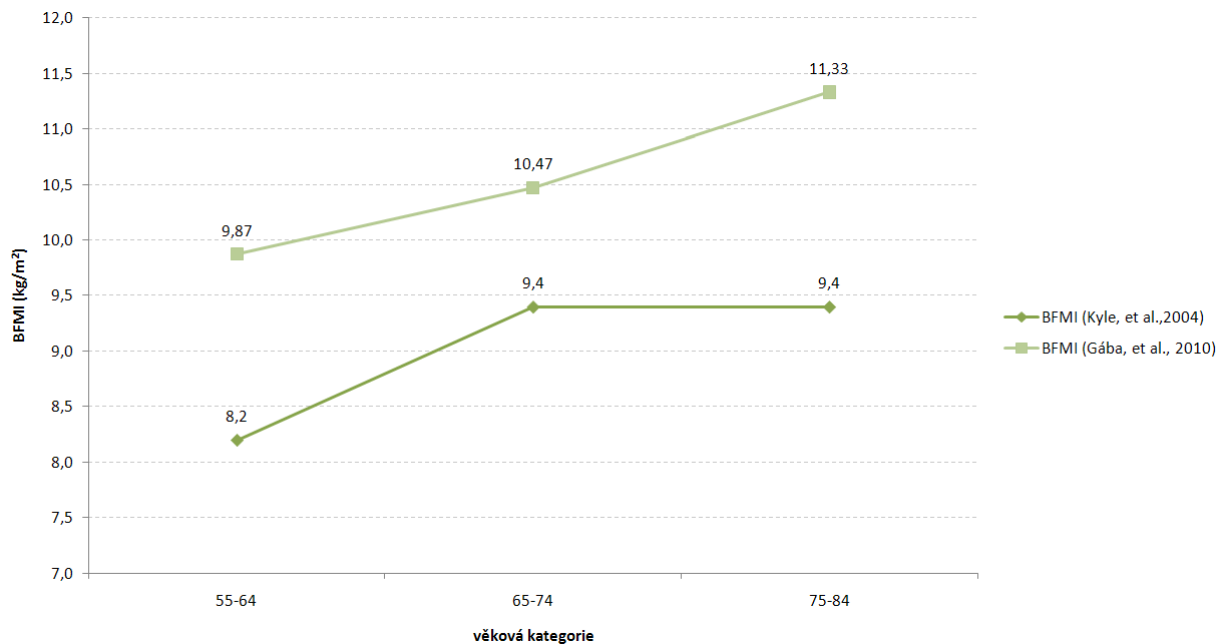
Spojených států amerických (Flegal, et al., 2010). Stejně tak při komparaci výsledků Pikhart, et al. (2007) nacházíme jisté rozdíly, neboť autoři definují prevalenci obezity u českých žen ($n = 3\,358$) na úrovni 32 %, respektive 34 % u polských žen ($n = 4\,719$). K obdobným výsledkům jsme dospěli při srovnání s údaji o britské populaci ve věku 65–75 let (Seidell, 2002) a naopak v případě komparace s prací Hlúbika, Opltové a Chaloupkové (2000) bylo námi zjištěné procento obézních jedinců vyšší.

Posouzení prevalence obezity prostřednictvím BMI je neustále používané, a to především pro jeho jednoduchost a plošné použití. Řada autorů (Hu, et al., 2004; Kalvach, et al., 2004; Kyle, Genton, et al., 2004; Kyle, Morabia, et al., 2004; Schutz, et al., 2002) však pokládá hodnocení obezity vzhledem k BMI za nedostačující, protože tento index neumožňuje postihnout proměnlivost a změny v zastoupení základních tělesných složek. Naopak hodnocení prevalence obezity vycházející z procentuálního zastoupení tělesného tuku (%BFM) můžeme považovat za objektivnější metodu, a to především u seniorské populace. Tuto hypotézu potvrzují závěry práce Baik, et al. (2000), stejně tak studie, ve kterých jsme publikovali dílčí výsledky dizertační práce (Gába, Pelclová, et al., 2009; Gába, et al., 2010; Gába, et al., 2008).

V optimálním případě by měl tělesný tuk u ženy starší 55 let představovat přibližně 30 % tělesné hmotnosti. Doporučované rozmezí je pak vymezeno mezi 25–35 %, nad hranicí 35 % hovoříme již o obezitě (Heyward & Wagner, 2004). Podle tohoto kritéria mělo optimální zastoupení tělesného tuku pouze 10 % sledovaných žen, zatímco 60 % bylo klasifikováno již jako obézní. Tyto výsledky korespondují s tvrzením, že hodnocení prevalence obezity je objektivnější při využití informací o procentuálním zastoupení tělesného tuku než při využití BMI.

Jistou alternativu představuje hmotnostně-výškový index, který se, na rozdíl od BMI, vztahuje k absolutnímu zastoupení tělesného tuku. Jedná se o body fat mass index (BFMI; kg/m^2). Schutz, et al. (2002) uvádí průměrné hodnoty BFMI pro ženy ve věku 55–74 let na úrovni $8,5 \text{ kg}/\text{m}^2$, respektive na úrovni $9,4 \text{ kg}/\text{m}^2$ pro ženy starší 75 let. Srovnatelné hodnoty u pohybově aktivní populace uvádějí také Kyle, Genton, et al. (2004). Z výsledků studie vyplývá, že u pohybově aktivních žen ve věku 55–64 let byla hodnota BFMI rovna $8,2 \text{ kg}/\text{m}^2$, respektive $9,4 \text{ kg}/\text{m}^2$ u žen ve věku 65–84 let a pro ženy starší 85 let pak hodnota BFMI odpovídala $9,3 \text{ kg}/\text{m}^2$. Ve srovnání s výše prezentovanými výsledky byly námi zjištěné hodnoty vyšší u všech věkových kategorií, přičemž nejnižší hodnota, tj. $9,72 \text{ kg}/\text{m}^2$, byla zjištěna u kategorie 55letých. Ačkoliv ve

srovnání s uvedenými studii byly námi získané hodnoty BFMI vyšší, nacházíme však jistou shodu, která se odvíjí od věkové podmíněnosti tukové tkáně. Z obrázku 37 vyplývá, že hodnoty BFMI kontinuálně narůstaly mezi kategorií 55–64 let a 65–74 let. Naopak mezi věkovou kategorií 65–74 let a 75–84 došlo v případě údajů Kyle, Genton, et al. (2004) ke stagnaci a u námi sledovaného souboru žen k růstu hodnot až na úroveň 11,33 kg/m².



Obrázek 37. Komparace hodnot BFMI sledovaného souboru žen s výsledky studie Kyle, Genton, et al. (2004) poznámka: pro účely srovnání došlo k sjednocení věkových kategorií, námi prezentované hodnoty představují vážený aritmetický průměr

6. 2. 3. 2 Distribuce tělesného tuku

Je také obecně známo, že nejen zvýšené procento tělesného tuku, ale také charakter jeho distribuce má nezanedbatelný vliv na rozvoj řady chronických onemocnění. Tuto skutečnost zdůrazňoval již Vague (1956), který jako první definoval dva základní typy obezity ve vztahu k distribuci tukové tkáně. Vyšší zdravotní riziko se váže k centrální akumulaci tělesného tuku (hovoříme o tzv. abdominální obezitě), která je typická zejména pro mužskou část populace. Představuje také jedno z hlavních posuzovacích kritérií metabolického syndromu a má téměř srovnatelnou prediktivní hodnotu pro závažné kardiovaskulární příhody jako zvýšená hladina LDL cholesterolu (Dukát, et al.,

2007). U žen sledujeme akumulaci tělesného tuku především na periférii (tzv. gynoidní obezita), avšak v postmenopauzálním období dochází k jeho výrazné redistribuci, což dokládají výsledky řady vědeckých publikací (Okura, Koda, Ando, Niino, & Shimokata, 2003; Poehlman, 2002; Toth, et al., 2000).

K výrazným postmenopauzálním změnám dochází také na úrovni viscerální tukové tkáně. Ta je ze zdravotního hlediska považována za velmi rizikovou a její zvýšené ukládání je proto spojováno s vzestupem celkové mortality a morbidit (Spiriduso, et al., 2005). Toto tvrzení odpovídá závěrům studie, ve které Toth, et al. (2000) popisuje signifikantní nárůst viscerálního tuku u žen po menopauze ve srovnání s ženami před menopauzou. U postmenopauzálních žen byly hodnoty viscerálního tuku pouze na úrovni 88 cm², což je ve srovnání s výsledky prezentované dizertační práce podstatně méně. U námi sledovaných věkových skupin bylo množství viscerálního tuku vždy nad 100 cm² a dokonce u 70letých až 80letých překročilo rizikovou hranici 150 cm². K obdobným závěrům jsme také dospěli při komparaci se studií Okura, et al. (2003). Rozdílnost výsledků si vysvětlujeme především ve využitém přístrojovém vybavení. Pro určení množství viscerálního tuku se primárně využívá metoda počítačové tomografie (CT). Přístroje využívající princip BIA představují pouze alternativní řešení.

I když je v manuálu přístroje InBody 720 (Biospace, 2008) uvedena velká míra asociace ($r = 0,92$) s výsledky počítačové tomografie, existují studie, které toto tvrzení vyvracejí. Například Lee, Kim, Yoo, Kim a Lee (2010) uvádějí, že hodnoty viscerálního tuku definované přístrojem InBody 720 vykazovaly signifikantní korelační závislost ($r = 0,459$; $p < 0,01$) s metodou CT pouze u jedinců s BMI menším jak 30 kg/m². I navzdory tomuto tvrzení můžeme konstatovat, že viscerální tuková tkáň byla v našem případě významně podmíněna věkem ($r_p = 0,31$; $p < 0,05$). S přibývajícím věkem její zastoupení signifikantně rostlo, stejně jako potencionální zdravotní riziko.

Pro hodnocení zdravotního rizika ve vztahu k abdominální obezitě je možné využít WHR nebo například obvod pasu, neboť tyto parametry také podávají relevantní informaci o zastoupení vnitřního tuku (Ashwell, Cole, & Dixon, 1985). Vysoké hodnoty WHR jsou primárně spjaty s rozvojem hypertenze, kardiovaskulárních onemocnění, mrtvic či diabetem mellitus (Molarius, Seidell, Sans, Tuomilehto, & Kuulasmaa, 1999). Vysoké zdravotní riziko vztahující se k rozvoji abdominální obezity bylo zjištěno u slovenských žen ve věku 18–80 let. Z práce Dukáta, et al. (2007) vyplývá, že prevalence abdominální obezity, diagnostikované na základě odvodu pasu, byla u slovenských žen

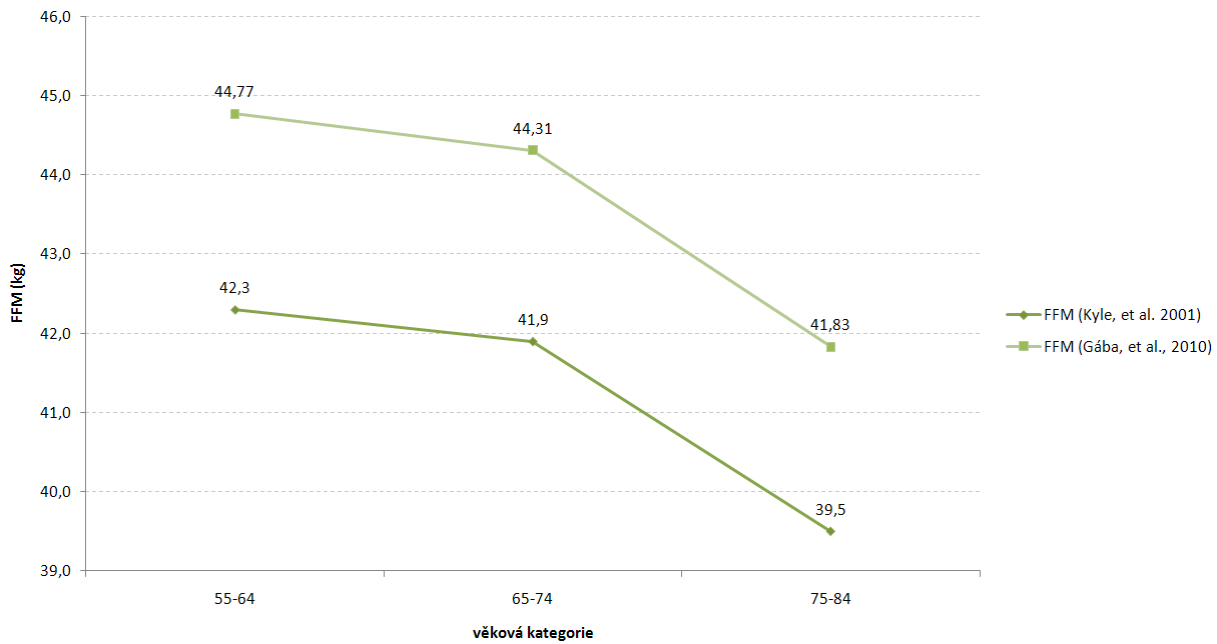
(56,1 %) vyšší než u mužů (46,3 %). Kolektiv autorů dále konstatuje, že rozměry obvodu pasu očekávaně narůstaly s rostoucím věkem a ve věku nad 70 let byly hodnoty u obou pohlaví takřka identické.

Na základě výsledků rozsáhlé mezinárodní studie MONICA (*Multinational monitoring of trends and determinants in cardiovascular disease*) bylo zjištěno, že ve srovnání s jinými národnostmi byl sklon českých mužů i žen k abdominální distribuci tělesného tuku vyšší a věková podmíněnost tohoto indexu byla relativně silná. Signifikantní vztah mezi věkem a WHR byl potvrzen i v případě prezentované dizertační práce, neboť vztah mezi těmito proměnnými odpovídal střední míře asociace ($r_p = 0,48$; $p < 0,05$) a rozdíly v průměrných hodnotách WHR byly mezi 55letými až 70letými hodnoceny jako statisticky významné.

6. 2. 4 Tukuprostá hmota

Zamezení prudkému poklesu tukuprosté hmoty a souběžnému snížení svalové síly má pro seniory zásadní význam, neboť jim napomáhá udržet vlastní soběstačnost a eliminuje rozvoj sarkopenie. U ženské části populace odpovídá pokles tukuprosté hmoty asi 0,11 kg za rok (Guo, et al., 1999). Tato hodnota přibližně odpovídá výsledkům, které jsme zaznamenali mezi 60letými až 70letými ženami. Naopak mezi kategorií 75letých a 80letých žen činil absolutní pokles tukuprosté hmoty 2,29 kg, tj. po přepočtu 0,46 kg za rok.

S věkem související změny tukuprosté hmoty jsou také zřejmé z obrázku 38, který nabízí grafické srovnání námi získaných dat s výsledky práce Kyle, Genton, Slosman, et al. (2001), na které participovalo 511 západoevropských žen ve věku 55–84 let. Z analýzy vyplývá, že absolutní zastoupení tukuprosté hmoty u souboru žen participujících na dizertační práci bylo vyšší než u stejně starých západoevropských žen. I když jsou difference mezi těmito soubory zjevné, nalezneme opět shodu vypovídající o přirozené involuci tukuprosté hmoty. U obou sledovaných skupin byl pokles tukuprosté hmoty do 74. roku pozvolný, v navazujícím období se trend výrazně akceleroval. Také Schutz, et al. (2002) popisují shodný trend u švýcarských žen. Autoři uvádějí, že hmotnostní podíl FFM byl u žen ve věku 55–74 let rovný 42,1 kg, zatímco u věkové kategorie 75–94 let odpovídal již pouze hodnotě 38,8 kg.



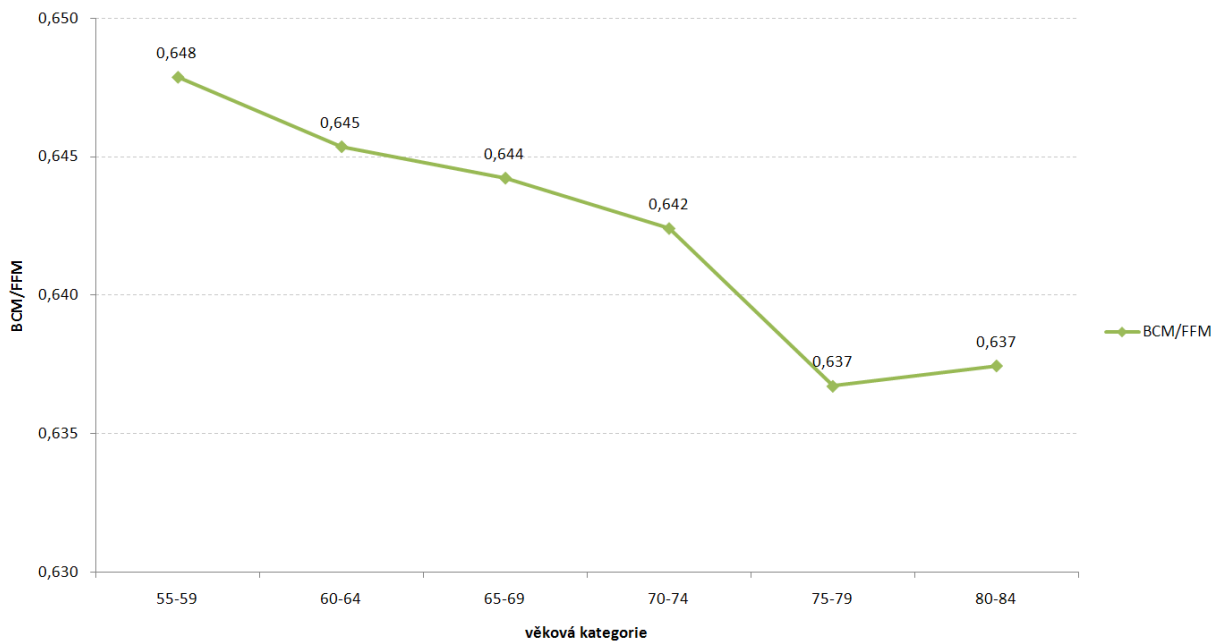
Obrázek 38. Srovnání průměrných hodnot tukuprosté hmoty sledovaného souboru žen s výsledky Kyle, Genton, Slosman, et al. (2001)

poznámka: pro účely srovnání došlo k sjednocení věkových kategorií, námi prezentované hodnoty představují vážený aritmetický průměr

Ačkoliv absolutní zastoupení tukuprosté hmoty u sledovaného souboru žen vykazovalo signifikantní pokles s rostoucím věkem ($r_p = -0,15$; $p < 0,05$), v případě FFMI sledujeme spíše kolísavou tendenci a pouze věcně významný pokles mezi 75letými a 80letými ženami. Koncepte FFMI umožňuje orientačně hodnotit riziko výskytu sarkopenie. Pokud je podíl tukuprosté hmoty, respektive FFMI, nízký dochází k úbytku svalové hmoty a s tím souvisejícím rozvoji sarkopenie. Tento trend jsme však u sledovaného souboru nezaznamenali, neboť absolutní zastoupení tukuprosté hmoty bylo lokalizováno mezi 50. až 75. percentilem, v případě FFMI dokonce nad úrovní 75. percentilu. Je však nutné podotknout, že hodnocení prevalence sarkopenie má pouze orientační charakter, protože detailní hodnocení by vyžadovalo individuální přístup. Této problematice jsme však pozornost nevěnovali. Percentilová pásma FFM uvádí Kyle, Genton, Slosman, et al. (2001), pro FFMI pak Schutz, et al. (2002).

Buněčná hmota představuje metabolicky aktivní tkáň, která se přímo podílí na svalové práci, a proto ji můžeme považovat za důležitou komponentu tukuprosté hmoty. S věkem související pokles této tělesné složky, stejně tak její zastoupení v rámci FFM (BCM/FFM), demonstruje ve své studii Kyle, Genton, Hans, et al. (2001). Kolektiv autorů definuje průměrné zastoupení BCM u žen ve věku 35–59 let na úrovni 22,6 kg

(BCM/FFM = 0,51), pro ženy ve věku 60–74 let pak 19,9 kg (BCM/FFM = 0,47) a u žen starších 75 let bylo zastoupení BCM rovno 17,9 kg (BCM/FFM = 0,45). Při komparaci námi zjištěných výsledků s výše uvedenou studií musíme konstatovat, že jak absolutní zastoupení buněčné hmoty, tak i hodnoty BCM/FFM jsou u všech věkových kategorií podstatně vyšší a s věkem související pokles není tak dominantní (obrázek 39). Tyto difference však mohou souviset s rozdílnou metodou využitou pro diagnostiku buněčné hmoty.



Obrázek 39. Změny BCM/FFM u sledovaného souboru žen ve věku 55–84 let

6. 3 Pohybová aktivita

I přes četné doklady o příznivém vlivu pravidelné pohybové aktivity na lidský organismus, má seniorská populace tendenci její význam značně podceňovat (K. Lim & Taylor, 2005). U postmenopauzálních žen je pravidelná pohybová aktivita spojována s poklesem celkové mortality (Kushi, et al., 1997). Dále napomáhá redukovat riziko výskytu karcinomu prsu (McTiernan, et al., 2003; Patel, Callel, Bernstein, Wu, & Thun, 2003) a je považována za důležitý nástroj prevence obezity (Kyle, Morabia, et al., 2004), osteoporózy (Nguyen, Sambrook, & Eisman, 1998) a diabetes mellitus 2. typu (Folsom, Kushi, & Hong, 2000). Mimo jiné se podílí na redukcí rizika úmrtí spojeného

s kardiovaskulárním oslabením (Hu, et al., 2004) či mozkovou mrtvicí (Wendel-Vos, et al., 2004).

Obecně platí pravidlo, že se množství prováděné pohybové aktivity snižuje s narůstajícím věkem (Chodzko-Zajko, et al., 2009; Schoenborn & Adams, 2010). Toto tvrzení se však mírně rozchází s výsledky prezentované v dizertační práci, neboť signifikantní závislost mezi věkem a sledovanými markery pohybové aktivity nebyla plně prokázána. Dokonce v případě středně zatěžující pohybové aktivity jsme zaznamenali statisticky významný nárůst mezi 55letými a 60letými ženami. Obecně však můžeme konstatovat, že nejnižší hodnoty sledovaných markerů pohybové aktivity byly prokázány u nejstarší věkové kategorie. Dokonce nárůst středně zatěžující pohybové aktivity mezi 65letými a 70letými ženami byl hodnocen jako statisticky významný. V případě průměrného celkového i aktivního relativního výkonu energie nacházíme věcně významný pokles doprovázený poklesem procentuálního podílu aktivního relativního výkonu energie na celkovém relativním výkonu energie.

S narůstajícím věkem dochází také ke změnám preference pohybové aktivity ve vztahu k její intenzitě. Starší osoby preferují lehké a středně náročné aktivity před intenzivními aktivitami (Schoenborn & Adams, 2010). Tento trend plně souhlasí s výsledky naší studie, neboť u všech věkových kategorií nacházíme největší zastoupení aktivit lehce a středně zatěžujících, zatímco pohybové aktivity vysokého zatížení byly preferovány jen zřídka.

Pro dospělou a seniorskou populaci je dle U. S. Department of Health and Human Services (2008) doporučeno pro udržení fyzického i psychického zdraví vykonávat alespoň 150 minut středně zatěžující pohybové aktivity v rámci jednoho týdne. Evropské výzkumy však prokazují, že přibližně 80 % osob starších 65 let nevykonává žádnou pohybovou aktivitu vysokého zatížení, přičemž 60 % těchto jedinců dokonce nerealizuje žádnou středně zatěžující pohybovou aktivitu (European Commission, 2003). Tyto závěry jsou však v rozporu s výsledky, které uvádíme v dizertační práci. V případě námi sledovaných žen, nesplňovalo doporučení k pohybové aktivitě středního zatížení pouze 23 % žen a naopak velké procento žen dané doporučení převyšovalo. Vzhledem k těmto poznatkům, můžeme konstatovat, že se jedná o ženy pohybově aktivní.

Vysoký stupeň pohybové aktivity u námi sledovaného souboru prokazuje i srovnání s meta-analytickou studií Tudor-Locke, Hart a Washington (2009), ve které bylo

analyzováno 28 výzkumných prací u probandů starších 50 let. Průměrný denní počet kroků posuzovaných meta-analytickou studií se pohyboval v rozmezí 2 015–8 938 kroků za den, zatímco v prezentované dizertační práci byla v případě kompletního souboru hodnota rovna 10 616 kroků za den. S ohledem na věkové kategorie se jednalo o rozmezí 9 360–11 128 kroků za den. V rámci hodnocení prevalence sedavého způsobu života vzhledem k objemu pohybové aktivity jsme vycházeli z doporučení Tudor-Locke a Bassett (2004). Na základě výše zmíněného doporučení byla prevalence sedavého způsobu života u našich žen pouze na úrovni 4 %, zatímco 96 % vykonávalo v průměru více jak 5 000 kroků za den. Koncept 10 000 kroků, jehož plnění doporučuje Hatano (1993), nesplňovalo 44 % probandek.

V současnosti nalezneme v rámci výzkumu pohybové aktivity řadu poznatků, které potvrzují rozdílnou obtížnost plnění doporučení k pohybové aktivitě. Řada odborných studií prokazuje, že doporučení k středně zatěžující pohybové aktivitě lze splnit snadněji, než koncept 10 000 kroků za den (Gába, Pelclová, et al., 2009; Payn, et al., 2008; Pelclová, et al., 2009; Tudor-Locke & Bassett, 2004). Stejně tak v případě dizertační práce jsme dospěli k obdobným výsledkům. I když u nejstarší věkové kategorie nebylo splněno doporučení k objemu pohybové aktivity, 70leté ženy vykonaly v průměru 9 360 kroků za den, množství středně zatěžující pohybové aktivity v rámci jednoho týdne bylo nad doporučovanou hranicí (224,93 min/týden). Plnění jednotlivých doporučení se mimo jiné projevilo i na jednotlivých tělesných složkách. Ženy, které splňovaly doporučení k objemu pohybové aktivity, měly ve srovnání s ženami, které plnily doporučení k intenzitě pohybové aktivity, signifikantně nižší tělesnou hmotnost. Tento rozdíl byl způsoben především nižším zastoupením tělesného tuku, a to jak v absolutním, tak i v relativním vyjádření. U probandek, které vykonaly v průměru více jak 10 000 kroků za den, bylo riziko abdominální obezity nižší než u žen, které splňovaly doporučení k středně zatěžující pohybové aktivitě.

Výše uvedené výsledky potvrzují vysokou úroveň pohybové aktivity u námi sledovaného souboru. Tyto zjištění však nejsou překvapivá, neboť ženy participující na dizertační práci navštěvovaly pravidelně pohybové programy v rámci univerzity třetího věku a tudíž nepředstavují typický populační vzorek příslušné věkové skupiny. Koncepce univerzity třetího věku vytváří pozitivní stimuly pro pohybovou aktivitu a můžeme tedy předpokládat, že u žen, které tyto programy nenavštěvují, bude prevalence sedavého životního stylu na vyšší úrovni.

6. 4 Vztah mezi tělesným složením a pohybovou aktivitou

Pozitivní vliv pohybové aktivity na tělesné složení byl v minulosti častokrát potvrzen. Ze somatického hlediska je působení fyzické zátěže vnímáno především v úbytku tukové složky a nárůstu svalové hmoty. Kyle, Genton, et al. (2004) uvádí, že vliv pohybové aktivity se projevuje obzvláště ve změně zastoupení tělesného tuku, zatímco změny tukuprosté hmoty jsou minimální. Autoři dále zaznamenali signifikantně nižší tělesnou hmotnost, BMI a BFMI u pohybově aktivních žen ve věku 25–74 let. Změny v zastoupení tukuprosté hmoty, vyjádřené FFMI, byly pouze zanedbatelné, avšak roční pokles tukuprosté hmoty byl u aktivní populace pomalejší (0,007 kg/m²/rok) než u jedinců se sedavým životním stylem (0,02 kg/m²/rok). Naopak Guo, et al. (1999) potvrzují, že rozdíly v tukuprosté hmotě mezi pohybově aktivními a inaktivními jedinci jsou signifikantní, avšak pouze u žen.

Ignasiak, Skrzek a Dąbrowska (2009) prezentují analýzu tělesného složení ve vztahu k pohybové aktivitě u 90 seniorek, studentek Univerzity třetího věku ve Wroclawi, ve věku 65–74 let. Jedná se tedy o velmi podobný populační vzorek, avšak tělesné složení bylo diagnostikováno odlišnou metodou (duální rentgenová absorpciometrie). Z výsledků práce vyplývá, že pohybově aktivní ženy měly nižší zastoupení tělesného tuku a vyšší podíl tukuprosté hmoty než ženy se sedavým životním stylem. Vliv pohybové aktivity se také pozitivně projevil v zastoupení kostních minerálů a kostní denzitě.

Vliv objemu pohybové aktivity na tělesné složení žen ve věku 50–75 let popisuje ve své práci Krumm, Dessieux, Andrews a Thompson (2006). Stejně jako v našem případě autoři diferencují sledovaný soubor dle doporučení Tudor-Locke a Bassett (2004), avšak pro diagnostiku tělesného složení využívají metodu duální rentgenové absorpciometrie. I přes rozdílnou metodiku můžeme konstatovat, že jsou námi dosažené hodnoty BMI a %BFM u jednotlivých subsouborů velmi podobné. Největší rozdíl je evidentní pouze v případě BMI, a to mezi skupinou žen, které vykonaly v průměru 7 500–9 999 kroků za den. Naopak vysokou shodu nacházíme v případě %BFM u všech sledovaných subsouborů (tabulka 34).

Tabulka 34. Komparace průměrných hodnot BMI a %BFM mezi sledovaným souborem a výsledky Krumm, et al. (2006)

	sledovaný soubor		Krumm, et al. (2006)	
	BMI	%BFM	BMI	%BFM
< 5 000 kroků/den	33,10	45,74	32,80	44,60
5 000–7 499 kroků/den	29,40	41,22	28,30	41,60
7 500–9 999 kroků/den	27,89	37,81	24,40	36,60
> 10 000 kroků/den	25,98	34,40	25,60	34,70

poznámka: BMI – body mass index, %BFM – procentuální zastoupení tělesného tuku

Tudor-Lock, et al. (2001) popisují ve své studii negativní korelační závislost mezi množstvím vykonaných kroků za den ve vztahu k procentuálnímu zastoupení tělesného tuku ($r = -0,27$; $p < 0,05$) a BMI ($r = -0,30$; $p < 0,05$). K obdobným výsledkům jsme dospěli také v pilotním projektu (Gába, Pelclová, et al., 2009), ve kterém byly prezentovány dílčí výsledky dizertační práce, avšak vazby mezi těmito parametry byly mnohem těsnější. V případě procentuálního zastoupení tělesného tuku byla hodnota korelačního koeficientu rovna $-0,52$ ($p < 0,05$), respektive $-0,38$ ($p < 0,05$) v případě BMI.

Je však nutné upozornit na fakt, že ukazatelé vztahující se k objemu pohybové aktivity měly větší vliv na tělesné složení než ukazatelé vztahující se k intenzitě pohybové aktivity. Ke stejnému závěru jsme dospěli také v prezentované dizertační práci. Na základě korelační analýzy nebyla potvrzena signifikance vazeb mezi vybranými ukazateli tělesného složení a středně zatěžující pohybovou aktivitou. Naopak s rostoucím počtem kroků vykonaných v průměru za den došlo k signifikantnímu poklesu BMI ($r_p = -0,34$; $p < 0,05$), absolutního ($r_p = -0,39$; $p < 0,05$) a relativního zastoupení tělesného tuku ($r_p = -0,38$; $p < 0,05$), BFMI ($r_p = -0,38$; $p < 0,05$) a viscerálního tuku ($r_p = -0,39$; $p < 0,05$).

V pilotním projektu jsme rovněž zjistili, že se vyšší úroveň realizované pohybové aktivity odrážela především ve změně tukové složky. S narůstající dobou věnovanou středně zatěžující pohybové aktivitě, podobně jako s narůstajícím počtem kroků vykonaných v průměru za den, jsme sledovali signifikantní změny v absolutním i relativním zastoupení tělesného tuku, BFMI a viscerálního tuku. Stejný efekt jsme zaznamenali i v případě dizertační práce. Rozdíly byly zřetelnější mezi skupinami stanovených na základě doporučení k objemu pohybové aktivity (SUB1_{10k} a SUB2_{10k}).

U skupin definovaných na základě doporučení k středně zatěžující pohybové aktivitě (SUB1_{mod}, SUB2_{mod}, SUB3_{mod}) jsme našli signifikantní rozdíl pouze v případě BFMI.

Vliv pohybové aktivity na tělesné složení se dále projevuje ve změně distribuce tělesného tuku. Tento trend potvrzuje Hu, et al. (2004), kteří zaznamenali statisticky významné diference ve WHR mezi pohybově aktivními a inaktivními jedinci. Z výsledků studie je zřejmé, že pohybově aktivní populace byla v průměru mladší, vykazovala signifikantně nižší hodnoty BMI, obvod pasu a boků, diastolický krevní tlak a vyšší hladinu HDL cholesterolu než populace s nižší úrovní pohybové aktivity. Také v našem případě nacházíme signifikantně nižší hodnoty WHR u pohybově aktivních žen, avšak pouze v případě rozdílů mezi skupinami definovanými na základě doporučení k objemu pohybové aktivity. Obecně tedy můžeme konstatovat, že nárůst hodnot WHR není závislý pouze na věku, jak dokládají například výsledky Jones, Hunt, Brown a Norgan (1986) nebo Gába, et al. (2008), ale i na množství realizované pohybové aktivity.

V předchozím textu jsme podrobně rozebrali vliv pohybové aktivity na vybrané tělesné frakce. Pokud bychom se omezili pouze na tyto výsledky, předpokládali bychom, že kausální vztah mezi těmito proměnnými je reversní (jednosměrný). V odborné literatuře se však diskutuje nad otázkou obousměrné kausality (Ekelund, Brage, Besson, Sharp, & Wareham, 2008). V tomto smyslu je tedy zapotřebí analyzovat, zda má zvýšené množství tělesného tuku, které je primárně spojeno s nadváhou a obezitou, zásadní vliv na snížení objemu a intenzity pohybové aktivity.

V současné době se však nejčastěji setkáme se studiiemi observačního charakteru, které nemohou, na rozdíl od randomizovaných studií, kauzální vztah plně objasnit. I přes toto omezení nalezneme odborné práce, které se výše zmíněnému problému věnují. Například Petersen, et al. (2004) naznačují, že nedostatek pohybové aktivity nemusí nutně vyústit v rozvoj nadváhy a obezity. Naopak nadváha a obezita představuje překážku, která může vést ke snížení pohybové aktivity a případnému rozvoji sedavého způsobu života. Z dotazníkového šetření, které bylo provedeno u 2 298 respondentů, vyplývá, že významnou bariéru pro realizaci adekvátního množství pohybové aktivity představuje vyšší tělesná hmotnost. Další překážku představovaly problémy spojené se zdravotním stavem nebo nízká motivace respondentů k pohybové činnosti (Ball, Crawford, & Owen, 2000). Stejně tak Stewart a Brook (1983) nebo Apovian, et al. (2002) výše uvedená tvrzení podporují. Autoři uvádějí, že nadváha a obezita významně

ovlivňuje funkční stav jedince a v krajním případě může vyústit až k limitní redukci pohybové aktivity.

Naše zjištění částečně potvrzují výše uvedené poznatky. U obézních probandek, diagnostikovaných dle BMI a %BFM, byl objem vykonané pohybové aktivity vždy nejnižší. Obézní probandky nesplňovaly jako jediné kritérium 10 000 kroků za den. K obdobnému závěru dospěli také Tudor-Locke, Brashear, Johnson a Katzmarzyk (2010), kteří konstatují, že u jedinců s nadváhou a obezitou byl objem pohybové aktivity nižší než u jedinců s optimální tělesnou hmotností.

Naopak doporučení vztahující se k středně zatěžující pohybové aktivitě bylo u našich obézních probandek vždy splněno. Skupina obézních žen, hodnocena na základě %BFM, dokonce vykonala více minut středně zatěžující pohybové aktivity ($IPA_{\text{mod}} = 261,45$ min/týden) než ženy s nízkým zastoupením tělesného tuku ($IPA_{\text{mod}} = 245,13$ min/týden). Další překvapivé zjištění souvisí se skutečností, že probandky, u nichž byla diagnostikována nadváha, představovaly neaktivnější segment sledovaného souboru. Tyto poznatky jsou částečně v souladu s prací Tudor-Locke, Brashear, Johnson a Katzmarzyk (2010). Autoři si toto zjištění vysvětlují tím, že lidé s nadváhou záměrně zvyšují aktivní výdej energie z důvodu redukce tělesné hmotnosti. Proto může být objem jejich pohybové aktivity vyšší než u osob s normální tělesnou hmotností, avšak toto chování je velice nestabilní a vykazuje kolísavou tendenci.

6. 5 Dosažené výsledky v kontextu s formulovanými hypotézami

V následujícím textu prezentujeme shrnutí dosažených výsledků v kontextu s formulovanými hypotézami. První okruh hypotéz ($H1$ a $H2$) se vztahuje k obecným doporučením k pohybové aktivitě a snaží se odpovědět na otázku, zda dodržení obecných doporučení k intenzitě a objemu pohybové aktivity ovlivňuje zastoupení viscerálního tuku. U námi sledovaného souboru žen neplnilo doporučení vztahující se k intenzitě pohybové aktivity 38 probandek, zatímco 56 probandek realizovalo v průběhu jednoho týdne 150–300 minut středně zatěžující pohybové aktivity. Na základě statistické analýzy nebyl mezi těmito skupinami prokázán signifikantní rozdíl v zastoupení viscerálního tuku, a proto byla **$H1_0$ přijata**. Naopak ženy, které plnily koncept 10 000 kroků za den, vykazovaly statisticky významně nižší zastoupení

viscerální tuku než ženy, které vykonaly méně než 10 000 kroků za den. Z tohoto důvodu jsme zamítli $H2_0$ a **přijali $H2_a$** .

Jak bylo naznačeno v předchozím textu, zvýšené množství tělesného tuku může vést ke snížení pohybové aktivity. Z tohoto důvodu můžeme nadváhu a obezitu považovat za důležitý faktor, který sehrává významnou roli v rozvoji sedavého životního stylu. Z výsledků překládané dizertační práce vyplývá, že mezi ženami s optimálním zastoupením tělesného tuku a ženami s nadváhou neexistuje signifikantní rozdíl jak v intenzitě, tak v objemu pohybové aktivity. Na základě těchto výsledků jsme **přijali $H3_0$ a $H4_0$** .

Řada současných výzkumů (Gába, Pelclová, et al., 2009; Payn, et al., 2008; Pelclová, et al., 2009; Tudor-Locke & Bassett, 2004) potvrzuje, že doporučení k středně zatěžující pohybové aktivitě lze splnit snadněji, než doporučení vztahující se k objemu pohybové aktivity. Z tohoto důvodů lze předpokládat, že zvýšené úsilí vynaložené pro splnění konceptu 10 000 kroků za den, se projeví i ve změně tělesného složení. Naše šetření prokázalo existenci signifikantních rozdílů v zastoupení tělesného tuku mezi ženami, které splnily doporučení k intenzitě pohybové aktivity a ženami, které plnily doporučení vztahující se k objemu pohybové aktivity. V návaznosti na toto zjištění jsme zamítli $H5_0$ a **přijali $H5_a$** .

6. 6 Přínos a limity dizertační práce

Dizertační práce je gerontologicky zaměřena, spadá do oblasti antropologické gerontologie. Již v úvodu této kapitoly bylo naznačeno, že v současné době nacházíme deficit obdobně zaměřených výzkumů. Poslední národní antropometrické šetření bylo realizováno na sklonku 90. let 20. století. Zájmovou skupinu však tvořili jedinci mladší 55 let. Z výše uvedených důvodů vyplývá, že nenacházíme antropologické informace o současné seniorské populaci, stejně tak nemáme možnost srovnání získaných výsledků s normativy české populace či s obdobně orientovanou studií. Proto výsledky dizertační práce pomohou zacelit tento deficit tím, že naměřená data umožní vytvořit databázi antropologických dat české seniorské populace, na které v posledních letech usilovně pracujeme.

Přínos studie se dále odráží ve využití moderních technologií umožňující diagnostikovat tělesné složení (InBody 720) a monitorovat pohybovou aktivitu (ActiGraph GT1M). Pozitivně lze také vnímat aktivní přístup studentek univerzity třetího věku k nabízené diagnostice tělesného složení. Některé probandky jsou dokonce monitorovány až po dobu tří let a výsledky využívají v rámci osobního managementu tělesné hmotnosti. Součástí nabízeného servisu jsou i odborné přednášky, které představují jistou formu edukační intervence.

Mezi limity studie zahrnujeme především skutečnost, že výzkumný soubor nebyl sestaven v souladu s pravidly randomizovaného výběru. Na výzkumu participovaly především ženy, které projevíly zájem o nabízené vyšetření. Jednalo se pouze o ženy navštěvující kluby seniorů a programy v rámci univerzity třetího věku. Lze tedy předpokládat, že se jedná o velice specifický vzorek, který z tohoto důvodu není zcela reprezentativní. Již z pilotního projektu (Gába, Pelclová, et al., 2009) je zřejmé, že se měření tělesného složení a monitoringu pohybové aktivity zúčastnila především aktivní populace seniorek. Proto si uvědomujeme si, že výsledky výzkumu budou odrážet pouze stav této specifické skupiny a nelze je plně zobecnit. V návaznosti na tento projekt by se jevilo jako racionální zhodnotit stav seniorské populace s odlišnou úrovní pohybové aktivity v různých regionech České republiky, a tímto zvýšit rozsah platnosti dosažených výsledků i externí validitu výzkumu. V rámci mezinárodní spolupráce uvažujeme také o rozšíření projektu ve Slovenské a Polské republice.

Další omezení se odvíjí od designu dizertační práce, která je koncipovaná jako průřezová studie. Z tohoto důvodu nám prezentované výsledky neposkytnou úplný ontogenetický přehled o změnách tělesného složení a pohybové aktivity, které souvisejí s rostoucím věkem, tak jak by tomu bylo v případě studie longitudinálního charakteru. Také nižší počet probandek u nejstarších věkových kategoriích může prezentovaná zjištění mírně zkreslit. Jisté omezení spočívá v zajištění standardních podmínek pro diagnostiku tělesného složení. Před každým měřením byly probandky obeznámeny s pravidly, jejichž dodržení je nutné pro získání validních informací o tělesném složení. Můžeme však pouze předpokládat, že byly dodrženy v plném rozsahu.

7 ZÁVĚR

V předkládané dizertační práci jsme se primárně zabývali hodnocením vybraných charakteristik tělesného složení a markerů pohybové aktivity u žen ve věkovém rozmezí 55–84 let. Současně jsme analyzovali změny, které souvisejí s narůstajícím věkem. Ze statistické analýzy diferencí mezi sledovanými věkovými kategoriemi vyplývá, že signifikantní rozdíly v tělesném složení byly nalezeny mezi 55letými až 70letými ženami. K statisticky významnému vzestupu viscerálního tuku došlo mezi 60letými a 65letými, stejně tak mezi 65letými a 70letými ženami. V případě WHR jsme zaznamenali zvýšení tohoto indexu mezi 55letými až 70letými ženami. Další významné rozdíly byly upozorovány mezi kategorií 65letých a 70letých žen. Jednalo se především o procentuální zastoupení tělesného tuku, BMI a BFMI.

Výskyt nadváhy a obezity byl u sledovaného souboru žen na vysoké úrovni. Na základě průměrných hodnot BMI můžeme konstatovat, že podíl žen s nadváhou byl u kompletního souboru na úrovni 45 %. Obezita se vyskytovala u 24 % probandek. Nejvyšší podíl obézních žen byl nalezen u věkové skupiny 70letých. Z výsledků prezentované dizertační práce je dále evidentní, že prevalence obezity, která byla posuzována dle %BFM, byla vyšší než v případě hodnocení podle BMI. Podle tohoto ukazatele se obezita vyskytovala u 60 % probandek. Ve věkové řadě jsme pozorovali nejnižší prevalenci obezity u kategorie 60letých, zatímco nejvyšší podíl obézních žen byl zřejmý u kategorie 80letých.

Z kompletního výčtu sledovaných ukazatelů pohybové aktivity jsme zaznamenali statisticky významné změny pouze v případě středně zatěžující pohybové aktivity. Mezi 55letými a 60letými ženami došlo k signifikantnímu vzestupu tohoto parametru, mezi 65letými a 70letými naopak k poklesu.

Hodnocení intenzity a objemu pohybové aktivity naznačilo, že sledovaný soubor byl z převážné části tvořen aktivními ženami. Doporučení k středně zatěžující pohybové aktivitě nesplňovalo v rámci kompletního souboru pouze 23 % probandek. Oproti tomu 34 % žen dané doporučení splňovalo a dokonce 43 % vykonávalo v rámci týdne více jak 300 minut středně zatěžující pohybové aktivity. Naopak intenzivní pohybová aktivita byla preferována jen výjimečně, neboť 56 % probandek nevykonávalo v rámci sedmi dnů žádnou pohybovou aktivitu v dané intenzitě. Z prezentovaných výsledků dále

vyplývá, že splnění doporučení vztahujícího se k objemu pohybové aktivity bylo pro naše ženy náročnější než doporučení k středně zatěžující pohybové aktivitě. Při posouzení rozdílů mezi jednotlivými věkovými skupinami bylo zřejmé, že počet probandek, které splňovaly toto doporučení, se s rostoucím věkem snižoval.

Důležitou součástí dizertační práce byla analýza vztahu mezi tělesným složením a pohybovou aktivitou. V případě skupin definovaných na základě doporučení k středně zatěžující pohybové aktivitě byl pozitivní vliv pohybové aktivity zřetelný především u intracelulární a extracelulární tekutiny, množství proteinů a minerálů. U probandek, které plnily doporučení k pohybové aktivitě středního zatížení, jsme pozorovali vyšší absolutní zastoupení tělesného tuku ve srovnání s ženami, které dané doporučení převyšovaly. Stejně tak BFMI a tělesná hmotnost byla u tohoto subsouboru signifikantně vyšší. Naopak statisticky významný rozdíl v zastoupení viscerálního tuku nebyl na základě statistické analýzy prokázán, proto jsme přijali hypotézu $H1_0$.

Diference mezi subsoubory definovanými na základě doporučení k objemu pohybové aktivity byly evidentně větší než mezi subsoubory, které byly určeny ve vztahu k doporučení k středně zatěžující pohybové aktivitě. U žen, které splňovaly koncept 10 000 kroků, jsme registrovali signifikantně nižší podíl celkového tělesného tuku, BMI a BFMI. Kromě toho jsme zaznamenali statisticky významné diference v množství viscerálního tuku, a proto jsme přijali $H2_a$.

Dále bylo prokázáno, že nadváha ani obezita nepředstavovaly výraznější bariéru pro realizování adekvátního množství pohybové aktivity. Z prezentovaných výsledků vyplývá, že probandky, u nichž byla diagnostikována nadváha, představovaly nejaktivnější segment sledovaného souboru. Mezi ženami s optimálním zastoupením tělesného tuku a ženami s nadváhou nebyl nalezen signifikantní rozdíl jak v intenzitě, tak v objemu pohybové aktivity. Na základě těchto výsledků jsme akceptovali $H3_0$ a $H4_0$.

V rámci srovnání všeobecných doporučení k pohybové aktivitě bylo zjištěno, že splnění konceptu 10 000 kroků za den má pozitivnější efekt na vybrané tělesné složky, než doporučení k intenzitě pohybové aktivity. Rozdíly byly patrné zvláště u proměnných, které se vztahovaly k tukové frakci. Vzhledem ke skutečnosti, že procentuální zastoupení tělesného tuku bylo u žen plnící koncept 10 000 kroků signifikantně nižší než u žen, které splňovaly doporučení k středně zatěžující pohybové aktivitě, byla zamítnuta $H5_0$ a přijata $H5_a$.

Výsledky dizertační práce představují komplexní materiál, který popisuje změny tělesného složení a pohybové aktivity v závislosti na věku ženy. Naše poznatky poukazují na pozitivní vliv pohybové aktivity na vybrané tělesné frakce. Předpokládáme možnost využití výsledků v praxi, a to především v přípravě intervenčních programů zaměřených na primární prevenci a redukci zdravotního rizika spojeného s rozvojem obezity a sedavého způsobu života u ženské populace starší 55 let.

8 SOUHRN

Obezita a pohybová inaktivita patří mezi hlavní faktory, které nepříznivě ovlivňují zdraví jedince a ve svém důsledku i kvalitu života ve vyšším věku. V současnosti však nenacházíme dostatečné množství projektů, které by podrobně mapovaly aktuální stav střeoevropské ženské populace starší 55 let. Z tohoto důvodu bylo primárním cílem dizertační práce vyhodnotit stav a vzájemné vazby mezi vybranými charakteristikami tělesného složení a specifickými markery pohybové aktivity u žen ve věku 55–84 let. Dále jsme se zabývali posouzením změn tělesného složení a pohybové aktivity v důsledku narůstajícího věku, stejně tak jsme analyzovali prevalenci obezity a sedavého životního stylu.

Výzkumný soubor dizertační práce tvořilo 446 probandek s průměrným věkem 65,84 let ($s = 6,38$), u kterých bylo provedeno komplexní vyšetření tělesného složení prostřednictvím multifrekvenční bioimpedanční analýzy (InBody 720, 1–1 000 kHz). U 163 žen byl realizován sedmidenní monitoring intenzity a objemu pohybové aktivity akcelerometry ActiGraph GT1M. Získané informace o tělesném složení a pohybové aktivitě byly zpracovány a analyzovány adekvátními statistickými postupy.

Změny tělesného složení s rostoucím věkem byly zřejmé především u proměnných vztahujících se k tukové frakci. Naopak zastoupení tukuprosté hmoty nevykazovalo s věkem významnější změny. Prevalence obezity byla u sledovaného souboru žen na vysoké úrovni a výrazně narůstala směrem k nejstarším věkovým kategoriím. Bylo prokázáno, že hodnocení relativního rizika zdravotních komplikací dle BMI se u seniorské populace jeví jako nedostačující. Za objektivnější považujeme hodnocení relativního zastoupení tělesného tuku a stanovení charakteru jeho distribuce.

V případě pohybové aktivity byly nalezeny signifikantní rozdíly mezi sledovanými věkovými skupinami pouze v případě středně zatěžující aktivity. Z analýzy dále vyplývá, že výzkumný soubor tvořily především aktivními ženy, neboť prevalence sedavého životního stylu byla na relativně nízké úrovni. S výjimkou nejstarší věkové kategorie bylo u všech sledovaných skupin splněno doporučení vztahující k intenzitě i objemu pohybové aktivity.

Analýza vztahu mezi tělesným složením a pohybovou aktivitou naznačila, že ženy plnící doporučení k intenzitě a objemu pohybové aktivity vykazovaly nižší potencionální

zdravotní riziko než ženy, které dané doporučení nesplňovaly. Rozdíly byly nejpatrnější u charakteristik, jež se vztahují k zastoupení tělesného tuku, stejně tak k jeho distribuci. Dále bylo prokázáno, že nadváha ani obezita nepředstavovala výraznější bariéru pro realizování adekvátního množství pohybové aktivity. Nejaktivnějším segmentem sledovaného souboru byly ženy s nadváhou.

9 SUMMARY

Obesity and physical inactivity are among the main factors that adversely affect the health and the quality of life in old age. However, we not find a sufficient number of projects that would be described the current status of the female aged 55 years and older in Central Europe. And hence, the primary aim of the dissertation thesis was to evaluate the status and relationship between body composition and physical activity variables in women aged from 55 to 84 years. We also analyzed age-related changes of body composition and physical activity, prevalence of obesity and sedentary life style.

Study sample consist of 446 women with mean age of 65.84 ± 6.38 years. Body composition was diagnosed by multi-frequency bioelectrical impedance analysis (InBody 720, 1–1 000 kHz). Monitoring of intensity and volume of physical activity in seven days was performed by ActiGraph GT1M in 163 participants. The obtained data were adequately statistically analyzed.

Age-related changes in body composition were evident especially in the variables related to the body fat mass. Conversely, the fat-free mass did not show significant age-related changes. The prevalence of obesity was high in observed group and increased with age. It was also shown that evaluation of the health risk according to BMI appears to be insufficient in elderly adults. We consider the assessment of the body fat and body fat distribution the more objective method for the evaluation of the health-related status.

In the physical activity variables, the significant age-related changes were found only in moderate physical activity. The analysis also shown that research sample was composed of active women. The prevalence of sedentary lifestyle was relatively low. Recommendation related to the intensity and volume of physical activity was met in all observed groups except the oldest age category.

Analysis of the relationship between body composition and physical activity indicated that women who met the recommendation to the intensity and volume of physical activity showed low health risk than women who did not meet the recommendations. The most evident differences were found in the variables related to body fat mass, as well as in its distribution. It was also shown that overweight or obesity

was not significant barrier to achieve of adequate amounts of physical activity. Overweight women were the most active segment of the observed group.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Aarssen, K., & De Haan, L. (1994). On the maximal life span of humans. *Mathematical Population Studies*, 4(4), 259-281.
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Whitt, M. C., Irwin, M. L., Swartz, A. M., Strath, S. J., et al. (2000). Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(9 Suppl), 498-504.
- Albright, C., & Thompson, D. (2006). The effectiveness of walking in preventing cardiovascular disease in women: a review of the current literature. *Journal of Women's Health*, 15(3), 271-280.
- Andersen, R. (2003). *Obesity: etiology, assessment, treatment, and prevention*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Apovian, C. M., Frey, C. M., Wood, G. C., Rogers, J. Z., Still, C. D., & Jensen, G. L. (2002). Body mass index and physical function in older women. *Obesity Research*, 10(8), 740-747.
- Ashwell, M., Cole, T. J., & Dixon, A. K. (1985). Obesity: new insight into the anthropometric classification of fat distribution shown by computed tomography. *British Medical Journal*, 290, 1692-1694.
- Baik, I., Ascherio, A., Rimm, E., Giovannucci, E., Spiegelman, D., Stampfer, M., et al. (2000). Adiposity and mortality in men. *American Journal of Epidemiology*, 152(3), 264-271.
- Ball, K., Crawford, D., & Owen, N. (2000). Too fat to exercise? Obesity as a barrier to physical activity. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 24(3), 331-333.
- Barbosa-Silva, M. C., Barros, A. J., Post, C. L., Waitzberg, D. L., & Heymsfield, S. B. (2003). Can bioelectrical impedance analysis identify malnutrition in preoperative nutrition assessment? *Nutrition*, 19(5), 422-426.
- Bedogni, G., Malavolti, M., Severi, S., Poli, M., Mussi, C., Fantuzzi, A., et al. (2002). Accuracy of an eight-point tactile-electrode impedance method in the assessment of total body water. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56, 1143-1148.
- Berghöfer, A., Pischon, T., Reinhold, T., Apovian, C., Sharma, A., & Willich, S. (2008). Obesity prevalence from a European perspective: a systematic review. *BMC Public Health*, 8(1), 200-210.
- Biospace. (2008). InBody 720 - The precision body composition analyzer (User's Manual). Retrieved from <http://www.e-inbody.com/>
- Biospace. (2009). Lookin' Body 3.0. Seoul: Biospace Co., Ltd.
- Bláha, P. (1986). *Antropometrie československé populace od 6 do 55 let, Československá spartakiáda 1985, díl 1, část 2*. Praha: ÚV ČSTV.
- Bláha, P., Krejčovský, L., Jiroutová, L., Kobzová, J., Sedlak, P., Brabec, M., et al. (2006). *Somatický vývoj současných českých dětí - semilongitudinální studie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze.
- Blahuš, P. (1996). *K systémovému pojetí statistických metod v metodologii empirického výzkumu chování*. Praha: Karolinum.
- Bray, G., & Gray, D. (1988). Obesity. Part I - Pathogenesis. *Western Journal of Medicine*, 149(4), 429-441.
- Burcin, B., & Kučera, T. (2003). *Perspektivy populačního vývoje České republiky na období 2003-2065*. Praha: Demo Art.
- Castilho, L., & Lahr, M. (2001). Secular trends in growth among urban Brazilian children of European descent. *Annals of Human Biology*, 28(5), 564-574.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Český statistický úřad. (2004). *Projekce obyvatelstva České republiky*. Retrieved from [http://czso.cz/csu/2004edicniplan.nsf/t/B0001D6145/\\$File/4025rra.pdf](http://czso.cz/csu/2004edicniplan.nsf/t/B0001D6145/$File/4025rra.pdf)
- De Groot, C., Enzi, G., Matthys, C., Moreiras, O., Roszkowski, W., & Schroll, M. (2002). Ten-year changes in anthropometric characteristics of elderly Europeans. *The Journal of nutrition, health & aging*, 6(1), 4-8.
- Delarue, J., Constans, T., Malvy, D., Pradignac, A., Couet, C., & Lamière, F. (1994). Anthropometric values in an elderly French population. *British Journal of Nutrition*, 71(2), 295-302.

- Demura, S., Sato, S., & Kitabayashi, T. (2004). Percentage of total body fat as estimated by three automatic bioelectrical impedance analyzers. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 23(3), 93-99.
- Dey, D. K., Rothenberg, E., Sundh, V., Bosaeus, I., & Steen, B. (2001). Body mass index, weight change and mortality in the elderly. A 15 y longitudinal population study of 70 y olds. *European Journal of Clinical Nutrition*, 55(6), 482-492.
- Ďoubal, S., & Klemera, P. (2000). Měření biologického věku - biofyzikální soubor testů. *Casopis Lekarů Ceskych*, 139(21), 664-667.
- Dukát, A., Lietava, J., Krahulec, B., Čaprnda, M., Vacula, I., Sirotiaková, J., et al. (2007). Prevalencia abdominálnej obezity na Slovensku, študia IDEA Slovakia. *Vnitřní lékařství*, 53(4), 326-330.
- Ekelund, U., Brage, S., Besson, H., Sharp, S., & Wareham, N. J. (2008). Time spent being sedentary and weight gain in healthy adults: reverse or bidirectional causality? *American Journal of Clinical Nutrition*, 88(3), 612-617.
- Elia, M., Ritz, P., & Stubbs, R. J. (2000). Total energy expenditure in the elderly. *European Journal of Clinical Nutrition*, 54(Suppl 3), 92-103.
- Epel, E. S., Blackburn, E. H., Lin, J., Dhabhar, F. S., Adler, N. E., Morrow, J. D., et al. (2004). Accelerated telomere shortening in response to life stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(49), 17312-17315.
- Esliger, D. W., Copeland, J. L., Barnes, J. D., & Tremblay, M. S. (2005). Standardizing and optimizing the use of accelerometer data for free-living physical activity monitoring. *Journal of Physical Activity and Health*, 3, 366-383.
- EU Sport Ministers. (2008). EU physical activity guidelines. Recommended policy actions in support of health-enhancing physical activity. Retrieved from http://ec.europa.eu/sport/library/doc/c1/pa_guidelines_4th_consolidated_draft_en.pdf
- European Commission. (2003). Physical activity. Special Eurobarometer 183-6/Wave 58.2. Retrieved from http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_183_6_en.pdf
- Flegal, K. M., Carroll, M. D., Ogden, C. L., & Curtin, L. R. (2010). Prevalence and Trends in Obesity Among US Adults, 1999-2008. *Journal of the American Medical Association*, 303(3), 235-241.
- Folsom, A. R., Kushi, L. H., & Hong, C. P. (2000). Physical activity and incident diabetes mellitus in postmenopausal women. *American Journal of Public Health*, 90(1), 134-138.
- Fontaine, K. R., Redden, D. T., Wang, C., Westfall, A. O., & Allison, D. B. (2003). Years of Life Lost Due to Obesity. *Journal of the American Medical Association*, 289(2), 187-193.
- Fornetti, W. C., Pivarnik, J. M., Foley, J. M., & Fiechtner, J. J. (1999). Reliability and validity of body composition measures in female athletes. *Journal of Applied Physiology*, 87(3), 1114-1122.
- Fořt, P. (2001). *Jak stárnout pomalu - nejen zdravou výživou*. Havlíčkův Brod: EB nakladatelství.
- Freedson, P. S., Melanson, E., & Sirard, J. (1998). Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(5), 777-781.
- Frömel, K., Novosad, J., & Svozil, Z. (1999). *Pohybová aktivita a sportovní zájmy mládeže*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Gába, A., Pelclová, J., Přidalová, M., Riegerová, J., Dostálová, I., & Engelová, L. (2009). The evaluation of body composition in relation to physical activity in 56-73 y. old women: A Pilot study. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 39(3), 21-30.
- Gába, A., Přidalová, M., Pelclová, J., Riegerová, J., & Tlučáková, L. (2010). Analýza tělesného složení a pohybové aktivity u českých a slovenských žen. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 19(3), 152-159.
- Gába, A., Riegerová, J., & Přidalová, M. (2008). Evaluation of body composition in females aged 60-84 years using multi-frequency bioimpedance method (InBody 720). *New Medicine*, 12(4), 82-88.
- Gába, A., Riegerová, J., & Přidalová, M. (2009). Hodnocení tělesného složení u seniorek - studentek U3V pomocí InBody 720. *Česká antropologie*, 59(1-2), 25-28.
- Gibson, A., Holmes, J., Desautels, R., Edmonds, L., & Nuudi, L. (2008). Ability of new octapolar bioimpedance spectroscopy analyzers to predict 4-component-model percentage body fat in Hispanic, black, and white adults. *American*

- Journal of Clinical Nutrition*, 87(2), 332-338.
- Guo, S., Zeller, C., Chumlea, W., & Siervogel, R. (1999). Aging, body composition, and lifestyle: the Fels Longitudinal Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 70(3), 405-411.
- Han, D. H., Lim, S. Y., Sun, B. C., Paek, D. M., & Kim, H. D. (2010). Visceral fat area-defined obesity and periodontitis among Koreans. *Journal of Clinical Periodontology*, 37(2), 172-179.
- Hanuš, M. (2005). Syndrom stárnutí u mužů (PADAM-syndrom). *Česká geriatrická revue*, 3(1), 6-16.
- Haskell, W. L., Lee, I. M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., et al. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, 116(9), 1081-1093.
- Hatano, Y. (1993). Use of the pedometer for promoting daily walking exercis. *International Council for Health, Physical Education, and Recreation*, 29, 4-8.
- Heymsfield, S. (2005). *Human body composition*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Heyward, V., & Wagner, D. (2004). *Applied body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hlúbik, P. (2002). Obezita - nemoc, rizikový faktor. *Interní medicína pro praxi*, 8, 396-398.
- Hlúbik, P., Opltová, L., & Chaloupká, J. (2000). Prevalence of obesity in selected subpopulations in the Czech Republic. *Sbornik Lekarsky*, 101(1), 59-65.
- Hodaň, B. (2000). *Tělesná kultura - sociokulturní fenomén: východiska a vztahy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Holeček, V., & Rokyta, R. (2005). Volně radikálová teorie stárnutí. *Česká geriatrická revue*, 3(1), 27-33.
- Holeček, V., Rokyta, R., & Vlasák, R. (2007). Gynoidní a androidní obezita. *Československá fyziologie*, 56(4), 151-153.
- Holmerová, I., Jurašková, B., Vaňková, H., & Veleta, P. (2007). Křehkost vyššího věku a sarkopenie jako její důležitá komponenta. *Česká geriatrická revue*, 5(1), 24-32.
- Hossain, P., Kavar, B., & El Nahas, M. (2007). Obesity and Diabetes in the Developing World - A Growing Challenge. *New England Journal of Medicine*, 356(3), 213-215.
- Hu, G., Tuomilehto, J., Silventoinen, K., Barengo, N., & Jousilahti, P. (2004). Joint effects of physical activity, body mass index, waist circumference and waist-to-hip ratio with the risk of cardiovascular disease among middle-aged Finnish men and women. *European Heart Journal*, 25(24), 2212-2219.
- Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Fiatarone Singh, M. A., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., et al. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(7), 1510-1530.
- Chumlea, W. C., Guo, S. S., Zeller, C. M., Reo, N. V., & Siervogel, R. M. (1999). Total body water data for white adults 18 to 64 years of age: the Fels Longitudinal Study. *Kidney International*, 56(1), 244-252.
- Chytil, J. (2006). Program ActiPA2006. Olomouc: SoftWare Centrum.
- Ignasiak, Z., Skrzek, A., & Dąbrowska, G. (2009). Bone Mineral Density and Body Composition of Senior Female Students of the University of the Third Age in View of Their Diverse Physical Activity. *Human Movement*, 10(2), 109-115.
- Janíček, P., Dufek, P., Chaloupka, R., Krbec, M., Novotný, M., Poul, J., et al. (2007). *Ortopedie*. Brno: Masarykova univerzita.
- Jiráček, R., Holmerová, I., Borzová, C., Franková, V., Kalvach, Z., Konrád, J., et al. (2009). *Demence a jiné poruchy paměti*. Praha: Grada.
- Jones, C. J., & Rose, D. J. (2005). *Physical activity instruction of older adults*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Jones, P. R., Hunt, M. J., Brown, T. P., & Norgan, N. G. (1986). Waist-hip circumference ratio and its relation to age and overweight in British men. *Human Nutrition - Clinical Nutrition*, 40(3), 239-247.
- Kalvach, Z., Zadák, Z., Jiráček, R., Závázalová, H., & Sucharda, P. (2004). Geriatrie a gerontologie. *Praha: Grada*.
- Kapuš, O., Gába, A., Riegerová, J., & Pelclová, J. (2010). Hodnocení vztahů tělesného složení, pohybové aktivity a kostní denzity u postmenopauzálních žen. *Česká antropologie*, 60(1), 5-9.
- Koskova, I., Petrasek, R., Vondra, K., & Skibova, J. (2007). Weight, body composition and fat distribution changes of Czech women in the different reproductive phases: a longitudinal study. *Prague Medical Report*, 108(3), 226-242.

- Krátká, J. (2007). Biologické stáří skeletu a jeho úloha v prevenci osteoporózy. *Československá fyziologie*, 56(1), 10-14.
- Krumm, E. M., Dessieux, O. L., Andrews, P., & Thompson, D. L. (2006). The Relationship between Daily Steps and Body Composition in Postmenopausal Women. *Journal of Women's Health*, 15(2), 202-210.
- Kubešová, H., Weber, P., Meluzínová, H., Polcarová, V., Mazalová, K., & Malásková, L. (2005). Změny stárnoucího organismu z hlediska patofyziologie. *Česká geriatrická revue*, 3(1), 18-23.
- Kushi, L. H., Fee, R. M., Folsom, A. R., Mink, P. J., Anderson, K. E., & Sellers, T. A. (1997). Physical activity and mortality in postmenopausal women. *Journal of the American Medical Association*, 277(16), 1287-1292.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J., et al. (2004). Bioelectrical impedance analysis part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23(5), 1226-1243.
- Kyle, U. G., Genton, L., Gremion, G., Slosman, D., & Pichard, C. (2004). Aging, physical activity and height-normalized body composition parameters. *Clinical Nutrition*, 23(1), 79-88.
- Kyle, U. G., Genton, L., Hans, D., Karsegard, L., Slosman, D. O., & Pichard, C. (2001). Age-related differences in fat-free mass, skeletal muscle, body cell mass and fat mass between 18 and 94 years. *European Journal of Clinical Nutrition*, 55(8), 663-672.
- Kyle, U. G., Genton, L., Karsegard, L., Slosman, D. O., & Pichard, C. (2001). Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20-94 years. *Nutrition*, 17(3), 248-253.
- Kyle, U. G., Genton, L., Slosman, D. O., & Pichard, C. (2001). Fat-free and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years. *Nutrition*, 17(7-8), 534-541.
- Kyle, U. G., Morabia, A., Schutz, Y., & Pichard, C. (2004). Sedentarism affects body fat mass index and fat-free mass index in adults aged 18 to 98 years. *Nutrition*, 20(3), 255-260.
- Lara-Castro, C., Weinsier, R. L., Hunter, G. R., & Desmond, R. (2002). Visceral adipose tissue in women: longitudinal study of the effects of fat gain, time, and race. *Obesity Research*, 10(9), 868-874.
- Lee, E., Kim, D., Yoo, S., Kim, K., & Lee, S. (2010). Association of Visceral Fat Area Measured by InBody 720 with the Results Measured by CT, DEXA and Anthropometric Measurement. *Korean Journal of Family Medicine*, 31(3), 190-197.
- Lhotská, L., Bláha, P., Vignerová, J., Roth, Z., & Prokopec, M. (1993). *V. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 1991 (České země)*. Praha: Státní zdravotní ústav.
- Lim, J. S., Hwang, J. S., Lee, J. A., Kim, D. H., Park, K. D., Jeong, J. S., et al. (2009). Cross-calibration of multi-frequency bioelectrical impedance analysis with eight-point tactile electrodes and dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of body composition in healthy children aged 6-18 years. *Pediatrics International*, 51(2), 263-268.
- Lim, K., & Taylor, L. (2005). Factors associated with physical activity among older people - a population-based study. *Preventive Medicine*, 40(1), 33-40.
- Ludlow, A. T., Zimmerman, J. B., Witkowski, S., Hearn, J. W., Hatfield, B. D., & Roth, S. M. (2008). Relationship between Physical Activity Level, Telomere Length, and Telomerase Activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(10), 1764-1771.
- Lukačiková, P., Wsólková, L., & Siváková, D. (2009). Overenie metódy stanovenia biologického veku dospelých jedincov podľa Borkana a Norrisa na súbore starších žien zo Slovenska. *Slovenská antropológia*, 12(2), 32-36.
- Máček, M., Máčková, J., & Smolíková, L. (2010). Počet kroků jako ukazatel tělesné zdatnosti. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 19(2), 115-120.
- Macháčová, K., Bunc, V., Vaňková, H., Holmerová, I., & Veleťa, P. (2007). Zkušenosti s hodnocením tělesné zdatnosti seniorů metodou „senior fitness test“. *Česká geriatrická revue*, 5(4), 248-253.
- Machová, J., & Kubátová, D. (2009). *Výchova ke zdraví*. Praha: Grada.
- Malavolti, M., Mussi, C., Poli, M., Fantuzzi, A. L., Salvioli, G., Battistini, N., et al. (2003). 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*, 30(4), 380-391.

- Martorell, R., Khan, L. K., Hughes, M. L., & Grummer-Strawn, L. M. (2000). Obesity in women from developing countries. *European Journal of Clinical Nutrition*, 54(3), 247-252.
- Matějovská, H., Kubešová, M., Matějovský, J., Bychler, I., Čejgllová, Z., Dvorský, F., et al. (2009). Metabolický syndrom u nemocných vyššího věku. *Česká geriatrická revue*, 7(3-4), 110-116.
- McClain, J., Sisson, S., & Tudor-Locke, C. (2007). Actigraph accelerometer interinstrument reliability during free-living in adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(9), 1509-1514.
- McTiernan, A., Kooperberg, C., White, E., Wilcox, S., Coates, R., Adams-Campbell, L. L., et al. (2003). Recreational physical activity and the risk of breast cancer in postmenopausal women: the Women's Health Initiative Cohort Study. *Journal of the American Medical Association*, 290(10), 1331-1336.
- Medici, G., Mussi, C., Fantuzzi, A., Malavolti, M., Albertazzi, A., & Bedogni, G. (2005). Accuracy of eight-polar bioelectrical impedance analysis for the assessment of total and appendicular body composition in peritoneal dialysis patients. *European Journal of Clinical Nutrition*, 59(8), 932-937.
- Molarius, A., Seidell, J., Sans, S., Tuomilehto, J., & Kuulasmaa, K. (1999). Waist and hip circumferences, and waist-hip ratio in 19 populations of the WHO MONICA Project. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 23(2), 116-125.
- Mrázová, R. (2007). Antiaging - prevence, léčba, nebo výchova současné populace? *Česká geriatrická revue*, 5(2), 105-107.
- Murphy, S. L. (2009). Review of physical activity measurement using accelerometers in older adults: Considerations for research design and conduct. *Preventive Medicine*, 48(2), 108-114.
- Nguyen, T. V., Sambrook, P. N., & Eisman, J. A. (1998). Bone Loss, Physical Activity, and Weight Change in Elderly Women: The Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 13(9), 1458-1467.
- Norman, A., Bellocco, R., Vaida, F., & Wolk, A. (2002). Total physical activity in relation to age, body mass, health and other factors in a cohort of Swedish men. *International Journal of Obesity*, 26(5), 670-675.
- Ogden, C. L., Carroll, M. D., Curtin, L. R., McDowell, M. A., Tabak, C. J., & Flegal, K. M. (2006). Prevalence of overweight and obesity in the United States, 1999-2004. *Journal of the American Medical Association*, 295(13), 1549-1555.
- Okura, T., Koda, M., Ando, F., Niino, N., & Shimokata, H. (2003). Relationships of resting energy expenditure with body fat distribution and abdominal fatness in Japanese population. *Journal of Physiological Anthropology*, 22(1), 47-52.
- Olšovský, J. (2002). Hypertenze a diabetes mellitus. *Interní medicína*, 3, 102-104.
- Otová, B., Mihalová, R., & Vymlátíl, J. (2006). *II. Vývoj a růst člověka*. Praha: Karolinum.
- Pacovský, V., & Heřmanová, H. (1981). *Gerontologie*. Praha: Avicenum.
- Palmore, E. (1999). *Ageism: negative and positive*. New York: Springer Publishing Company.
- Pashankar, D., & Loening-Baucke, V. (2005). Increased prevalence of obesity in children with functional constipation evaluated in an academic medical center. *Pediatrics*, 116(3), 377-380.
- Pate, R. R., Pratt, M., Blair, S. N., Haskell, W. L., Macera, C. A., Bouchard, C., et al. (1995). Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *Journal of the American Medical Association*, 273(5), 402-407.
- Patel, A. V., Calle, E. E., Bernstein, L., Wu, A. H., & Thun, M. J. (2003). Recreational physical activity and risk of postmenopausal breast cancer in a large cohort of US women. *Cancer Causes and Control*, 14(6), 519-529.
- Payn, T., Pfeiffer, K. A., Hutto, B., Vena, J. E., LaMonte, M. J., Blair, S. N., et al. (2008). Daily steps in midlife and older adults: relationship with demographic, self-rated health, and self-reported physical activity. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 79(2), 128-132.
- Pelclová, J., Gába, A., Přidalová, M., Engelová, L., Tlučáková, L., & Zajac-Gawlak, I. (2009). Vztah mezi doporučeními vztahujícími se k množství pohybové aktivity a vybranými ukazateli zdraví u žen navštěvujících Univerzitu třetího věku. *Tělesná kultura*, 32(2), 64-78.
- Petersen, L., Schnohr, P., & Sorensen, T. I. A. (2004). Longitudinal study of the long-term relation between physical activity

- and obesity in adults. *International Journal of Obesity*, 28(1), 105-112.
- Pikhart, H., Bobak, M., Malyutina, S., Pajak, A., Kubinova, R., & Marmot, M. (2007). Obesity and education in three countries of the Central and Eastern Europe: the HAPIEE study. *Central European Journal of Public Health*, 15(4), 140-142.
- Pláteník, J. (2009). Volné radikály, antioxidanty a stárnutí. *Interní medicína pro praxi*, 11(1), 30-33.
- Poehlman, E. (2002). Menopause, energy expenditure, and body composition. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, 81(7), 603-611.
- Polák, J., Klimčáková, E., Kováčiková, M., Vítková, M., Bajzová, M., Hejnová, J., et al. (2006). Endokrinní funkce tukové tkáně v etiopatogenezi inzulinové resistence. *Interní medicína*, 10, 443-446.
- Příhoda, V. (1974). *Ontogeneze lidské psychiky - díl 4*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Reid, I. R. (2002). Relationships among body mass, its components, and bone. *Bone*, 31(5), 547-555.
- Riegerová, J., Gába, A., Přidalová, M., & Langrová, I. (2009). Hodnocení osteopenie a osteoporózy u žen ve věku senescence pomocí přístroje DEXA a InBody 720. *Slovenská antropológia*, 12(2), 42-48.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Hanex.
- Riegerová, J., Přidalová, M., Valenta, M., & Dostálová, I. (2008). Analýza složení těla pomocí bioimpedance a antropometrie u moravských žen ve věku senescence, vliv střednědobého pohybového experimentu. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 17(4), 191-196.
- Robine, J., & Vaupel, J. (2001). Supercentenarians: Slower ageing individuals or senile elderly? *Experimental Gerontology*, 36(4-6), 915-930.
- Robine, J., & Vaupel, J. (2002). Emergence of supercentenarians in low-mortality countries. *North American Actuarial Journal*, 6(3), 54-63.
- Rode, A., & Shephard, R. (1994). Secular and age trends in the height of adults among a Canadian Inuit community. *Arctic Medical Research*, 53(1), 18.
- Rokyta, R. (2000). *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV nakladatelství.
- Roos, M. R., Rice, C. L., & Vandervoort, A. A. (1997). Age-related changes in motor unit function. *Muscle & Nerve*, 20(6), 679-690.
- Rowe, J., & Kahn, R. (1997). Successful Aging. *The Gerontologist*, 37(4), 433-440.
- Rychtaříková, J. (2007). Healthy life expectancy in the current Czech population. *Czech Demography*, 1, 61-74.
- Santos, J., Albala, C., Lera, L., García, C., Arroyo, P., Pérez-Bravo, F., et al. (2004). Anthropometric measurements in the elderly population of Santiago, Chile. *Nutrition*, 20(5), 452-457.
- Seidell, J. C. (2002). Prevalence and time trends of obesity in Europe. *Journal of Endocrinological Investigation*, 25(10), 816-822.
- Seidell, J. C., & Bouchard, C. (1997). Visceral fat in relation to health: is it a major culprit or simply an innocent bystander? *International Journal of Obesity*, 21(8), 626-631.
- Shephard, R. J. (1997). *Aging, physical activity, and health*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Shephard, R. J. (2002). *Gender, physical activity, and aging*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Schoeller, D. A. (1989). Changes in total body water with age. *American Journal of Clinical Nutrition*, 50(5 Suppl), 1176-1181.
- Schoenborn, C., & Adams, P. (2010). Health behaviors of adults: United States, 2005-2007. *Vital and Health Statistics*, 10(245), 1-143.
- Schuit, A. J. (2006). Physical activity, body composition and healthy ageing. *Science & Sports*, 21(4), 209-213.
- Schutz, Y., Kyle, U. G., & Pichard, C. (2002). Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18-98 y. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 26(7), 953-960.
- Sjöström, M., Oja, P., Hagströmer, M., Smith, B., & Bauman, A. (2006). Health-enhancing physical activity across European Union countries: the Eurobarometer study. *Journal of Public Health*, 14(5), 291-300.
- Sorkin, J. D., Muller, D. C., & Andres, R. (1999). Longitudinal change in height of men and women: Implications for interpretation of the body mass index - The Baltimore Longitudinal Study of Aging. *American Journal of Epidemiology*, 150(9), 969-977.

- Souček, M., Špinar, J., & Svačina, P. (2005). *Vnitřní lékařství pro stomatology*. Praha: Grada.
- Spirduso, W., Francis, K., & MacRae, P. (2005). *Physical dimensions of aging*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Stárka, L. (2003). Stárnoucí muž z pohledu endokrinologa. *Česká geriatrická revue*, 3, 6-12.
- StatSoft. (2009). Statistica 9. Tulsa, OK: StatSoft.
- Steen, B. (1988). Body Composition and Aging. *Nutrition Reviews*, 46(2), 45-51.
- Stejskal, P. (2004). *Proč a jak se zdravě hýbat*. Břeclav: Presstempus.
- Stewart, A. L., & Brook, R. H. (1983). Effects of being overweight. *American Journal of Public Health*, 73(2), 171-178.
- Sturm, R. (2007). Increases in morbid obesity in the USA: 2000-2005. *Public Health*, 121(7), 492-496.
- Sun, G., French, C. R., Martin, G. R., Younghusband, B., Green, R. C., Xie, Y. G., et al. (2005). Comparison of multifrequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of percentage body fat in a large, healthy population. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1), 74-78.
- Šipr, K. (1997). *Jak zdravě stárnout*. Brno: Gloria.
- Šnejdrová, M., & Kalvach, Z. (2008). Funkční stav v pokročilém stáří a genetická dispozice k dlouhověkosti. *Medicína pro praxi*, 5(4), 157-159.
- Taaffe, D. R. (2006). Sarcopenia - exercise as a treatment strategy. *Australian Family Physician*, 35(3), 130-134.
- Takubo, K., Nakamura, K. I., Izumiyama, N., Furugori, E., Sawabe, M., Arai, T., et al. (2000). Telomere shortening with aging in human liver. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(11), 533-536.
- Tengvall, M., Ellegard, L., Malmros, V., Bosaeus, N., Lissner, L., & Bosaeus, I. (2009). Body composition in the elderly: Reference values and bioelectrical impedance spectroscopy to predict total body skeletal muscle mass. *Clinical Nutrition*, 28(1), 52-58.
- The Swedish National Institute of Public Health. (2007). *Healthy Ageing - A Challenge for Europe*. Huskvarna: NRS Tryckeri AB.
- Toth, M. J., Tchernof, A., Sites, C. K., & Poehlman, E. T. (2000). Effect of menopausal status on body composition and abdominal fat distribution. *International Journal of Obesity*, 24(2), 226-231.
- Trojan, S. (2003). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada.
- Trost, S., McIver, K., & Pate, R. (2005). Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(11), 531-543.
- Tudor-Locke, C., Ainsworth, B., Whitt, M., Thompson, R., Addy, C., & Jones, D. (2001). The relationship between pedometer-determined ambulatory activity and body composition variables. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 25(11), 1571-1578.
- Tudor-Locke, C., & Bassett, D. (2004). How Many Steps/Day Are Enough?: Preliminary Pedometer Indices for Public Health. *Sports Medicine*, 34(1), 1-8.
- Tudor-Locke, C., Brashear, M., Johnson, W., & Katzmarzyk, P. (2010). Accelerometer profiles of physical activity and inactivity in normal weight, overweight, and obese U.S. men and women. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7(1), 60-70.
- Tudor-Locke, C., Hart, T. L., & Washington, T. L. (2009). Expected values for pedometer-determined physical activity in older populations. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 6, 59-65.
- U. S. Department of Health and Human Services. (2008). 2008 Physical activity guidelines for Americans be active, healthy, and happy! Retrieved from <http://purl.access.gpo.gov/GPO/LPS112866>
- Vágnerová, M. (2000). *Vývojová psychologie: dětství, dospělost, stáří*. Praha: Portál.
- Vague, J. (1956). The degree of masculine differentiation of obesities: a factor determining predisposition to diabetes, atherosclerosis, gout, and uric calculous disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 4(1), 20-34.
- Varo, J. J., Martinez-Gonzalez, M. A., De Irala-Estevez, J., Kearney, J., Gibney, M., & Martinez, J. A. (2003). Distribution and determinants of sedentary lifestyles in the European Union. *International Journal of Epidemiology*, 32(1), 138-146.
- Vignerová, J., Humeníková, L., Brabec, M., Riedlová, J., & Bláha, P. (2007). Long-term changes in body weight, BMI, and adiposity rebound among children and adolescents in the Czech republic.

- Economics & Human Biology*, 5(3), 409-425.
- Wang, Z., Pierson Jr, R., & Heymsfield, S. (1992). The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *American Journal of Clinical Nutrition*, 56(1), 19-28.
- Watson, P. E., Watson, I. D., & Batt, R. D. (1980). Total-Body Water Volumes for Adult Males and Females Estimated from Simple Anthropometric Measurements. *American Journal of Clinical Nutrition*, 33(1), 27-39.
- Wendel-Vos, G., Schuit, A., Feskens, E., Boshuizen, H., Verschuren, W., Saris, W., et al. (2004). Physical activity and stroke. A meta-analysis of observational data. *International Journal of Epidemiology*, 33(4), 787-798.
- Willett, W. C., Dietz, W. H., & Colditz, G. A. (1999). Guidelines for healthy weight. *New England Journal of Medicine*, 341(6), 427-434.
- Wilmoth, J. R., Deegan, L. J., Lundstrom, H., & Horiuchi, S. (2000). Increase of Maximum Life-Span in Sweden, 1861-1999. *Science Bioinformatics for Biodiversity*, 289(5488), 2366-2368.
- World Health Organization. (1998). *Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation*. Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization. (2010). Why "Move for Health", from <http://www.who.int/moveforhealth/en>
- Zamboni, M., Mazzali, G., Zoico, E., Harris, T. B., Meigs, J. B., Di Francesco, V., et al. (2005). Health consequences of obesity in the elderly: a review of four unresolved questions. *International Journal of Obesity*, 29(9), 1011-1029.
- Živný, J. (2004). Stárnutí ženy a hormonální substituční terapie. *Psychiatrie pro praxi*, 6, 297-302.

Dizertační práce: Hodnocení tělesného složení ve vztahu k pohybové aktivitě u žen ve věku 55–84 let

Autor: Mgr. Aleš Gába

Školitel: prof. RNDr. Jarmila Riegerová, CSc.

Studijní obor: Kinantropologie

Specializace: Funkční antropologie

Pracoviště: Katedra funkční antropologie a fyziologie

Fakulta tělesné kultury

Univerzita Palackého v Olomouci

Rozsah práce: 153 stran

39 obrázků

34 tabulek

1 CD-ROM

© Mgr. Aleš Gába, 2011