

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu

DISERTAČNÍ PRÁCE

2019

**Mgr. Veronika Kramperová**

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Vliv aerobního pohybového programu ve vodě na úroveň  
zdravotně orientované tělesné zdatnosti a kvality života seniorek**

Disertační práce

Školitel:

**Doc. MUDr. Jan Heller, CSc.**

Vypracovala:

**Mgr. Veronika Kramperová**

Odborná konzultantka:

**PaedDr. Irena Čechovská, CSc.**

Praha 2019

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem disertační práci vypracovala samostatně a použila výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Dále prohlašuji, že tato disertační práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 19. října 2019

Mgr. Veronika Kramperová

## **Evidenční list**

Souhlasím se zapůjčením své disertační práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto disertační práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

---



## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou vyjádřila poděkování školiteli doc. MUDr. Janu Hellerovi, CSc. za rady a trpělivost při vedení mé disertační práce. Rovněž bych chtěla poděkovat konzultantce PaedDr. Ireně Čechovské, CSc. za její připomínky a potřebnou kritiku pro dokončení práce. Za pomoc při realizaci testování probandek děkuji Mgr. Barboře Strýcové, Ph.D., Mgr. Petru Česákovi a Mgr. Tomáši Brtníkovi. Poděkování patří také všem probandkám, které se zúčastnily výzkumu. V neposlední řadě bych ráda poděkovala rodině a mým nejbližším za toleranci a podporu.

## **Abstrakt**

**Název:** Vliv aerobního pohybového programu ve vodě na úroveň zdravotně orientované tělesné zdatnosti a kvality života seniorek

**Cíle:** Cílem této práce je posouzení vlivu aerobního pohybového programu v mělké vodě na změny úrovně složek zdravotně orientované tělesné zdatnosti a kvality života související se zdravím u seniorek.

**Metody:** Do výzkumu bylo zařazeno 33 žen ( $67 \pm 5,2$  roků). Soubor žen byl rozdělen na experimentální a porovnávací skupinu. Experimentální skupina ( $n = 17$ ) absolvovala půlroční aerobní pohybový program v mělké vodě při frekvenci  $1 \times$  týdně 60 minut. Porovnávací skupina nebyla zařazena do pohybového programu. Byla posuzována úroveň tělesného složení, flexibilita v oblasti bederní páteře a svalů zadní skupiny stehna, statická síla horních končetin, svalová vytrvalost horních a dolních končetin, aerobní zdatnost, dynamická posturální stabilita a kvalita života související se zdravím před a po experimentálním období.

**Výsledky:** Práce prokázala, že aerobní pohybový program v mělké vodě signifikantně zvyšuje úroveň aerobní zdatnosti ( $p = 0,01$ ;  $r = 0,62$ ) a všeobecného vnímání vlastního zdraví ( $p = 0,04$ ;  $r = 0,36$ ).

**Klíčová slova:** tělesná zdatnost, aqua-aerobik, stáří, kvalita života

## **Abstract**

**Title:** Effects of water-based aerobic programme on health-related physical fitness and health-related quality of life level in elderly females

**Objectives:** The aim of this study was to assess the effect of shallow water aerobic programme on changes of health-related physical fitness and health-related quality of life level in elderly females.

**Methods:** 33 women (mean age  $67 \pm 5,2$  years) were eligible for participation for the study. Participants were divided into experimental and control group. The experimental group ( $n = 17$ ) participated in a 6month shallow water aerobic programme once a week 60 minutes. The control group did not participate in the physical program. Body composition, low-back and hamstring flexibility, hand grip strength, upper body and lower body strength, aerobic capacity, dynamic postural stability and health-related quality of life were determined before and after completion.

**Results:** This study has shown that the training programme caused a significant increase in aerobic capacity ( $p = 0,01$ ;  $r = 0,62$ ) and in general health perception ( $p = 0,04$ ;  $r = 0,36$ ).

**Keywords:** physical fitness, water exercise programme, ageing, quality of life

# Obsah

Seznam použitých zkratků.....	3
<b>1 Úvod .....</b>	<b>4</b>
<b>2 Teoretická východiska práce.....</b>	<b>6</b>
2.1 Hranice stáří a demografický vývoj české populace .....	6
2.2 Pravidelná pohybová aktivita jako podpora zdravého stárnutí .....	8
2.2.1 Obecná doporučení pohybových programů .....	13
2.2.2 Rizika a nežádoucí vlivy pohybových aktivit .....	15
2.2.3 Sociální, demografické a psychologické determinanty.....	17
2.3 Tělesná zdatnost a její pojetí.....	20
2.4 Specifika tělesné zdatnosti v seniorském věku .....	22
2.4.1 Změny tělesného složení.....	24
2.4.2 Změny flexibility .....	30
2.4.3 Změny svalové zdatnosti.....	32
2.4.4 Změny aerobní zdatnosti.....	35
2.4.5 Změny posturální stability .....	38
2.5 Specifika kvality života v seniorském věku .....	40
2.6 Aerobní pohybový program ve vodě .....	43
2.6.1 Vliv fyzikálních vlastností vody na organismus.....	44
2.6.2 Vliv aerobního pohybového programu ve vodě na tělesnou zdatnost .....	46
2.6.3 Vliv aerobního pohybového programu ve vodě na kvalitu života.....	51
<b>3 Cíl, hypotézy a úkoly práce .....</b>	<b>53</b>
<b>4 Metodika práce .....</b>	<b>55</b>
4.1 Charakteristika výzkumného souboru .....	55
4.2 Design studie .....	57
4.3 Pohybová intervence .....	57
4.4 Sběr dat .....	58
4.4.1 Pohybová anamnéza .....	59
4.4.2 Diagnostika tělesného složení .....	59
4.4.3 Diagnostika flexibility .....	59
4.4.4 Diagnostika svalové zdatnosti .....	60
4.4.5 Diagnostika aerobní zdatnosti .....	61
4.4.6 Diagnostika dynamické posturální stability .....	61
4.4.7 Diagnostika kvality života související se zdravím.....	62
4.5 Statistická analýza dat .....	62
<b>5 Výsledky .....</b>	<b>64</b>
5.1 Charakteristika zkoumaných skupin .....	64
5.2 Analýza změn parametrů tělesného složení.....	65
5.3 Analýza změn v oblasti flexibility .....	67
5.4 Analýza změn parametrů svalové zdatnosti .....	68
5.5 Analýza změn v oblasti aerobní zdatnosti .....	70
5.6 Analýza změn v oblasti dynamické posturální stability .....	71
5.7 Analýza změn parametrů kvality života související se zdravím .....	72
<b>6 Diskuse .....</b>	<b>74</b>
6.1 Změny tělesného složení.....	74
6.2 Změny v oblasti flexibility.....	76
6.3 Změny svalové zdatnosti .....	76

6.4	Změny aerobní zdatnosti .....	77
6.5	Změny dynamické posturální stability .....	78
6.6	Změny kvality života související se zdravím .....	78
6.7	Celkové vyhodnocení studie .....	79
7	Limity práce.....	82
8	Závěr .....	83
	Seznam použité literatury.....	88
	Seznam obrázků a tabulek.....	117
	Seznam příloh .....	118

## Seznam použitých zkratk

<i>ACSM</i>	Americká společnost sportovní medicíny (American College of Sports Medicine)
<i>AHA</i>	Americká asociace pro kardiologii (American Heart Association)
<i>bADL</i>	Základní aktivity denního života (Basic Activities of Daily Living)
<i>BESD</i>	Binominální zobrazení velikosti efektu (Binomial Effect Size Display)
<i>BMI</i>	Hmotnostně-výškový index (Body Mass Index)
<i>CNS</i>	Centrální nervová soustava
<i>CT</i>	Výpočetní tomografie (Computed Tomography)
<i>ČSÚ</i>	Český statistický úřad
<i>dU-Kreatinin</i>	Hodnota kreatininu v moči za 24 h
<i>DXA</i>	Duální rentgenová absorpciometrie (Dual-Energy X-ray Absorptiometry)
<i>ECM/BCM</i>	Poměr extracelulární (Extracellular Mass) a intracelulární (Body Cell Mass) hmoty
<i>ES</i>	Experimentální skupina
<i>FFM</i>	Tukuprostá hmota (Fat-free Mass)
<i>iADL</i>	Instrumentální aktivity denního života (Instrumental Activities of Daily Living)
<i>KS</i>	Kontrolní skupina
<i>LDL</i>	Nízkodenzitní lipoprotein (Low Density Lipoprotein)
<i>MRI</i>	Celotělová magnetická rezonance (Magnetic Resonance Imaging)
<i>n</i>	Velikost skupiny
<i>NKS</i>	Nerandomizovaná kontrolovaná studie
<i>OECD</i>	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (Organisation for Economic Co-operation and Development)
<i>PA</i>	Pohybová aktivita
<i>PS</i>	Porovnávací skupina
<i>pVO<sub>2</sub></i>	Vrcholová spotřeba kyslíku
<i>RKS</i>	Randomizovaná kontrolovaná studie
<i>RNS</i>	Randomizovaná nekontrolovaná studie
<i>SD</i>	Směrodatná odchylka (Standard Deviation)
<i>SF</i>	Srdeční frekvence
<i>SFmax</i>	Maximální srdeční frekvence
<i>SF-36</i>	Dotazník kvality života (Medical Outcomes Study 36-Item Short Form)
<i>WHO</i>	Světová zdravotnická organizace (World Health Organization)

# 1 Úvod

Vzhledem k celosvětovému trendu stárnutí populace a prodlužování střední délky života roste potřeba podpory zdraví a udržení kvality života do co nejvyššího věku. Vyrůstá důležitost přípravy na stárnutí, která se týká lidí již v mnohem mladším věku. V České republice je přibližně 10 % osob ve věku 65 a více let s omezenou soběstačností v základních aktivitách denního života, ve věku 75 a více let to je již 22 % (WHO, 2015). Zhoršení úrovně tělesné zdatnosti v seniorském věku zvyšuje pravděpodobnost závislosti na pomoci ostatních při provádění běžných úkonů, což negativně ovlivňuje kvalitu života. Navíc riziko vzniku disability se zdá být u žen vyšší než u mužů (Murtagh & Hubert, 2004).

Dostatečné množství pohybové aktivity je spojeno s primární a sekundární prevencí neinfekčních onemocnění souvisejících se zvyšujícím se věkem (Warburton, Nicol & Bredin, 2006). Výsledky epidemiologických klinických studií naznačují, že realizace dokonce i malého množství pohybové aktivity může mít zdravotní benefity, zejména u rizikových skupin osob (např. obézních, s hypertenzí nebo v seniorském věku) (Rahl, 2010; Wen et al., 2011). Cílem pohybových programů je udržet nebo zlepšit tělesnou zdatnost alespoň na takovou úroveň, aby odpovídala požadavkům na realizaci aktivit denního života (Langhammer, Bergland & Rydwick, 2018). Pravidelná pohybová aktivita má nejen celou řadu pozitivních fyziologických, ale také sociálních účinků (Boulton, Horne & Todd, 2018).

Omezená pohyblivost a strach z pádu u seniorů mohou být důvodem nezařazení pohybových aktivit do denního režimu. Pohybové programy realizované ve vodním prostředí tato omezení eliminují. Fyzikální vlastnosti vody mohou zabránit pádu u osob s poruchami rovnováhy a díky působení hydrostatického vztlaku nejsou klouby příliš zatěžovány (Hauer et al., 2002).

Existuje řada studií, které prokazují pozitivní vliv aerobního pohybového programu ve vodě, formou skupinového cvičení, na jednotlivé složky zdravotně orientované tělesné zdatnosti, tj. aerobní zdatnost, svalovou zdatnost, flexibilitu, posturální stabilitu a tělesné složení (Takeshima et al., 2002; Tsourlou et al., 2006; Sanders et al., 2016). Některé studie se zabývaly účinkem aerobního pohybového programu ve vodě na různé aspekty kvality života, jako například vnímané fyzické a psychické zdraví (Devereux, Robertson & Briffa, 2005; Bocalini et al., 2010). Ve výše uvedených intervenčních studiích probandky absolvovaly cvičební program ve vodě 2–3× týdně. Někteří autoři prokázali, že pohybové programy na suchu zaměřené na svalovou zdatnost seniorů realizované 1× týdně jsou stejně účinné jako programy realizované 2–3× týdně a jsou tedy časově i finančně méně náročné (Taaffe et al.,

1999; DiFrancisco-Donoghue, Werner, Douris & 2007). Dosud neexistuje studie, ve které by byl cvičební program ve vodě realizován pouze 1× týdně.

Cílem této studie bylo ověření účinnosti půlročního aerobního pohybového programu ve vodě při frekvenci pouze 1× týdně na úroveň zdravotně orientované tělesné zdatnosti a kvality života seniorek.



## 2 Teoretická východiska práce

### 2.1 Hranice stáří a demografický vývoj české populace

Začátek stáří nelze přesně definovat a neexistuje ani obecně přijímaná věková hranice či znak, který by daného jedince klasifikoval jako „seniora“ (Kážmér & Gregorová, 2015). V západní společnosti je pro určení stáří nejčastěji využíván chronologický (kalendářní) věk, který je stanoven datem narození. Chronologický věk využívá Světová zdravotnická organizace (*World Health Organization*, dále WHO), která však zdůrazňuje, že neexistuje jednotná metodika či závazná pravidla a upozorňuje na přirozený rozdíl mezi věkovou hranicí ve vyspělých státech a například v Africe. Ve vyspělých státech se populace seniorů obvykle vymezuje věkovou hranicí 65 let. WHO uvádí i hranici 60 let. Jedná se však spíše o jakýsi celosvětově stanovený průměr, a to právě na základě nižší naděje dožití v rozvojových zemích (WHO, 2011). Věkovou hranici 65 let využívá i statistický úřad Evropské komise (Eurostat) (Goll, 2010). Ondrušová (2011) uvádí, věkovou hranici 60–65 let. Ondráková et al. (2012) ale upozorňují, že stanovení této věkové hranice s sebou přináší jisté budoucí komplikace, protože s prodlužující se délkou života bude nezbytné věkovou hranici revidovat, i když ne neustále.

V zemích západní Evropy se výše uvedená hranice obvykle shoduje s oficiálním důchodovým věkem. V zemích východní Evropy lze hranici nahradit věkem 60 let. Ve sledovaném období 2009–2014 činil v České republice průměrný skutečný věk odchodu do důchodu (věk odchodu z trhu práce) 63,3 let u mužů a 60,5 let u žen, zatímco v Portugalsku činil 67 let u mužů a 66,2 let u žen (OECD, 2015). Po roce 2020 předpokládaný věk odchodu do důchodu u většiny evropských zemí včetně České republiky konverguje přibližně k 67 roků (Bakalová, Boháček & Münich, 2015).

Takto vymezená populace seniorů není homogenní především z hlediska životního stylu, zdravotního stavu a nároků na společnost. Z tohoto důvodu je obvyklé věkovou hranici dále rozčleňovat. Vágnerová (2007) rozlišuje z hlediska vývojové psychologie období starší dospělosti (45–60 let), raného stáří (60–75 let) a pravého stáří (75 a více let). V souvislosti s dlouhověkostí se dnes v gerontologii uplatňuje členění zahrnující čtyři období: počínající stáří (65–74 let), stáří (75–84 let), vyšší stáří (85–94 let), dlouhověkost (95 let a výše) (Oyetunde, Ojo & Ojewale, 2013). Odborníci upozorňují, že kalendářní věk jedince nekoreluje s tzv. biologickým věkem (Bürkle et al., 2015). Lidé stejného kalendářního věku vykazují různé biologické stáří, které se velmi těžko vymezuje. Biologický věk charakterizuje

organismus z hlediska jeho reálného stupně zestárnutí a je důsledkem geneticky řízeného programu, působení zevního prostředí, způsobu života a přítomnosti chronických onemocnění.

Evropský komparativní výzkum zjišťoval, od jakého roku věku začínáme druhého člověka vnímat ve spojitosti s obdobím stáří. Zatímco obyvatelé Nizozemska ve všech věkových kategoriích nad 18 let považují za počátek stáří průměrný věk 70,4 roků, v České republice za nástup stáří považují obyvatelé věk 59,5 roků (Eurobarometr, 2012).

Rabušic (1998) zjistil, že podle respondentů starších 50 let se člověk stává starým kolem 67 roků. Vnímání věku, v němž se člověk stává starým, je přitom závislé na samotném věku člověka: mladší posuzovatel umísťuje hranici stáří do nižšího věku. Z výzkumu Trusinové (2011) vyplývá, že proměnnou, která provází vnímání vlastní věkové identity ve všech věkových kategoriích, je zdravotní stav. Pokud se dva lidé stejného stáří těší jeden dobrému a druhý horšímu zdraví, s velkou pravděpodobností se ten druhý z nich bude cítit starší. Představa horší zdraví = starší člověk je tedy respondenty jednoznačně přijímaná a prožívaná.

V celé České republice byly na začátku roku 2018 více než dva milióny obyvatel ve věku 65 a více let (osoby s rokem narození 1952 a dřívějším), což je více než 19 % populace (ČSÚ, 2018a). Do této věkové skupiny vstupují početné generace narozené po druhé světové válce. Podle dlouhodobých demografických prognóz podíl osob ve věku 65 a více let vzroste v roce 2050 na 31 % (ČSÚ, 2018a). Z evropských zemí byl nejvyšší podíl osob ve věku 65 a více let na celkové populaci v roce 2017 zaznamenán v Itálii (22,3 %), Řecku (21,5%) a Německu (21,2%), naopak v Irsku je tento podíl nejnižší (13,5%) (Eurostat, 2018). Růst relativního podílu osob starších 60 let lze vysvětlit nárůstem dlouhověkosti, což je trend, který je zjevný již několik desetiletí a souvisí s vyšší nadějí dožití (Eurostat, 2018). V roce 2018 by naděje dožití při narození měla podle prognózy dosáhnout 76,2 let pro muže a 82,0 let pro ženy (ČSÚ, 2018a). Na druhou stranu ke stárnutí obyvatelstva přispěla po řadu let konzistentně nízká porodnost. Méně porodů vede k poklesu podílu mladých lidí v celkové populaci (Eurostat, 2018).

Počet obyvatel ve věku 65 a více let by měl kulminovat na konci roku 2050 ve střední variantě na úrovni 3,2 mil. osob oproti současným 2 mil. Tato část populace každoročně poroste. Naopak významně ubude osob ve věku 15–64 let i dětí do 15 let. Podle střední varianty vývoje by měl podíl obyvatel ve věku 15–64 let klesnout ze 68,4 % na 55,3 %, podíl

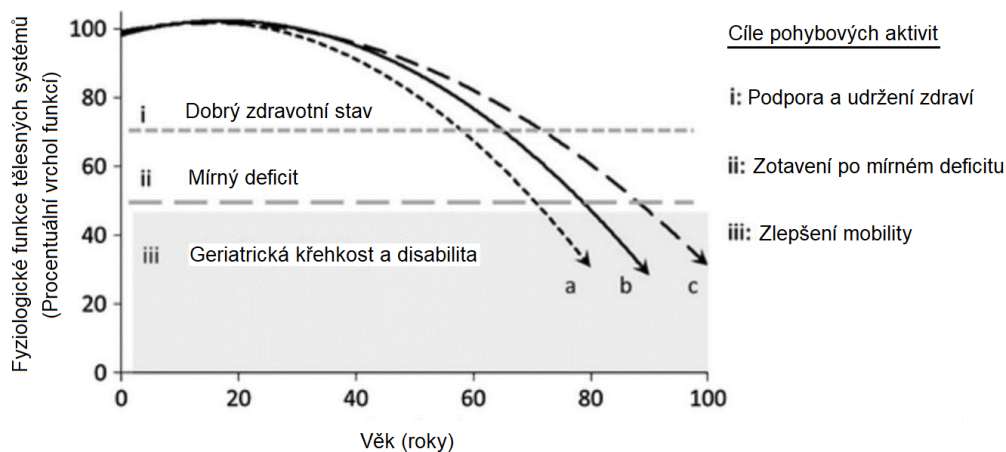
dětí ze 14,8 % na 12,2 %. Průměrný věk obyvatel ČR se tak zvýší ze 41,3 let na 50,0 let (ČSÚ, 2013).

V důsledku nepravidelné věkové struktury obyvatelstva ČR, resp. velmi diferencovaného počtu obyvatel v jednotlivých věkových skupinách (generacích) bude docházet k výrazným změnám počtu osob i uvnitř hlavní věkové skupiny 65+. Osoby z nejsilnějších populačních ročníků ze 70. let (1973–1979) se začnou přesouvat do kategorie 65letých a starších na konci 30. let a ještě v polovině 50. let tohoto století, kdy budou ve věku 76–82 let, zůstanou dokonce nejpočetnějšími generacemi v celém obyvatelstvu ČR (ČSÚ, 2018b).

Vzhledem ke skutečnosti, že se do věku 65 a více let začínají dostávat velmi početné kohorty osob narozených v 50. letech, je možné očekávat v nejbližší době další výrazné zvyšování podílu seniorů.

## 2.2 Pravidelná pohybová aktivita jako podpora zdravého stárnutí

Na obrázku 1 je uveden obecný schematický náčrt procesu stárnutí. Po dosažení věku cca 40 let lze pozorovat zhoršení fyziologických funkcí tělesných systémů a související anatomické a morfologické změny. Například postupný úbytek kognitivních funkcí postihuje paměť a schopnost učení, kosterní svalstvo atrofuje a postupně slábne (vzniká tzv. sarkopenie) a zhoršení kostní minerální denzity v důsledku stárnutí vede k osteopenii a osteoporóze. Chronologický (kalendářní) věk je vhodným a často velmi dobrým ukazatelem zdravotního stavu, nemocnosti a tělesné zdatnosti, ale existují značné individuální rozdíly. Někteří starší jedinci se těší velmi dobrému zdraví, zatímco u jiných se projevuje zrychlená deteriorace celkového stavu organismu, křehkost (slabost) a disabilita (omezení či neschopnost vykonávat konkrétní činnost) (Bruce et al., 2008).



Obr. 1 Schematické znázornění trajektorií stárnutí a individuálních cílů pohybových aktivit  
Zdroj: Upraveno z McPhee et al. (2016)

Z obrázku 1 je patrné, že se fyziologické funkce udržují na dobré úrovni do středního věku a poté se postupně horší. Horní vodorovná čárkovaná linie představuje teoretický bod, ve kterém se zhoršení projeví jako mírný funkční deficit a nad touto linií pohybová aktivita<sup>1</sup> obecně slouží k udržení dobrého zdraví. Dolní vodorovná čárkovaná linie ukazuje teoretickou hranici, za kterou již daná osoba trpí křehkostí a disabilitou, a cílem pohybové aktivity je tedy zotavení z deficitu a zlepšení mobility (schopnost nezávislého pohybu v prostředí). Zakřivené linie představují a) zrychlené stárnutí, b) normální stárnutí a c) zdravé stárnutí. Má-li být pohybová aktivita účinná, měla by odpovídat úrovni tělesné zdatnosti, a nikoli pouze chronologickému věku.

Životní styl a pokroky v lékařské péči, které přispívají k dlouhověkosti, jsou sice obdivuhodné, ale přinášejí též nechtěné a výrazné společenské, hospodářské a zdravotní tlaky (Rechel et al., 2013). Důležité je neopomenout, že stárnutí není jen o přírůstku let života navíc, ale také o kvalitě života (Šimková & Langhamrová, 2017). Průměrný věk dožití (střední délka života) se prodlužuje rychleji než délka života, kdy se člověk těší dobrému zdraví, a která se označuje jako „zdravá délka života“ (Rechel et al., 2013). V České republice byla střední délka života v roce 2015 u žen 81,6 let a u mužů 75,7 let. Mezi lety 2010–2015 střední délka života vzrostla o 1 rok pro obě pohlaví (u žen o 0,7 let a u mužů o 1,2 let) (Eurostat, 2017). V roce 2015 dosahoval ukazatel zdravé délky života hodnoty 63,7 let u žen a 62,4 let u mužů. V průběhu sledovaného období (2010–2015) došlo k poklesu hodnoty ukazatele, a to u žen o 0,8 let, u mužů došlo naopak k nepatrnému zvýšení o 0,2 let. Ve Švédsku ve srovnání s Českou republikou došlo ve sledovaném období (2010–2015) k výraznějšímu nárůstu hodnoty ukazatele, a to u žen o 7,4 let a u mužů o 7 let (Eurostat, 2017).

Muskuloskeletální poruchy představují nejčastější chronické onemocnění s projevy disability a postihující 14 % populace ve věku nad 65 let. Následují kardiovaskulární onemocnění, která postihují 10 %, respirační onemocnění postihující 6 %, endokrinní nebo metabolická onemocnění postihující 6 % a duševní poruchy postihující 4 % populace ve věku nad 65 let. Výskyt těchto chronických onemocnění je 10 let po odchodu do důchodu více než dvojnásobný. Třicet procent osob starších 75 let udává chronické muskuloskeletální onemocnění, 32 % těchto osob udává kardiovaskulární onemocnění a 13 % z nich udává endokrinní nebo metabolické onemocnění (Národní statistický úřad Spojeného království,

---

<sup>1</sup> Pohybovou aktivitu lze definovat jako jakýkoliv tělesný pohyb zabezpečovaný kosterním svalstvem, jehož výsledkem je zvýšený výdej energie nad klidovou úroveň metabolismu (Thomson et al., 2003).

2013). Dalším problémem je, že „index závislosti“ (tj. poměr počtu osob v důchodovém věku k počtu ekonomicky aktivních osob) se v Evropě mění ze čtyř osob v produktivním věku na jednoho ekonomicky neaktivního penzistu na pouhé dvě osoby v produktivním věku na jednoho ekonomicky neaktivního penzistu (tzn., že v populaci připadají dva ekonomicky aktivní na jednoho ekonomicky neaktivního penzistu) (Eurostat, 2014). Tato změna poměru pracujících v rámci celé populace může vést k velkému přetlaku v hospodářských, sociálních a zdravotnických podpůrných systémech, a je proto důležité zavádět strategie zaměřené na zlepšení zdraví starších osob (McPhee et al., 2016).

Z průřezových studií vyplývá, že ze subjektivního (Palacios-Cena et al., 2011; Azagba & Sharaf, 2014) i objektivního hlediska (Hansen et al., 2012; Jefferis et al., 2014) vykazují starší jedinci nižší úroveň pohybové aktivity (PA) než mladší jedinci. Ve studiích byl vyšší věk spojován s nižší budoucí PA (Hamer et al., 2012) nebo rychlejším poklesem PA (Buchman et al., 2014). Avšak studie provedená u osob ve věku 18–60 let ukázala, že u nejstarší třetiny osob se nejvíce zvýšila jejich PA během 22 let následného sledování v letech 1981–2004 (Barnett et al., 2007). Výsledky z průřezových a longitudinálních studií týkajících se pohybových aktivit v průběhu lidského života lze shrnout tak, že míra pohybové aktivity (PA) se obvykle snižuje v pubertě, v dospělosti se udržuje na relativně stálé úrovni a v pozdějších letech života se opět snižuje (Caspersen et al., 2000; Buchman et al., 2014). Zdá se, že stárnoucí osoby zejména omezují množství pohybové aktivity vysoké<sup>2</sup> a střední<sup>3</sup> intenzity (Talbot et al., 2000), což je pravděpodobně důsledkem snížení pohybové výkonnosti (Kulmala et al., 2014) a zvýšeného výskytu zdravotních obtíží (Panagiotakos et al., 2008). Obdobné snižování PA s postupujícím věkem bylo pozorováno i u zvířat, např. u hmyzu, hlodavců a opic, a je proto pravděpodobné, že snižování PA je dáno částečně biologicky a částečně vlivem prostředí (Sallis, 2000).

*Zdravé stárnutí* je definováno jako schopnost vést zdravý, sociálně inkluzivní životní styl, který je relativně bez nemocí a disability, a toto zdravé stárnutí je pravděpodobnější u osob, které se aktivně věnují činnostem vedoucím ke zlepšení zdraví a životní pohody (Holmerová et al., 2014; MCPhee et al., 2016). Obecně platí, že čím častěji se určitá osoba věnuje

---

<sup>2</sup> Pohybová aktivita v úrovni vysokého zatížení (vyžadující vyšší úroveň vynaloženého úsilí), která vede ke zvýšenému pocení a zadýchávání (Biddle et al., 1998). V regionální databázi kanceláře Světové zdravotnické organizace pro západní Pacifik (2009) je uvedena příklady „běh, kondiční plavání, tenis, kopání (rytí) na zahradě“.

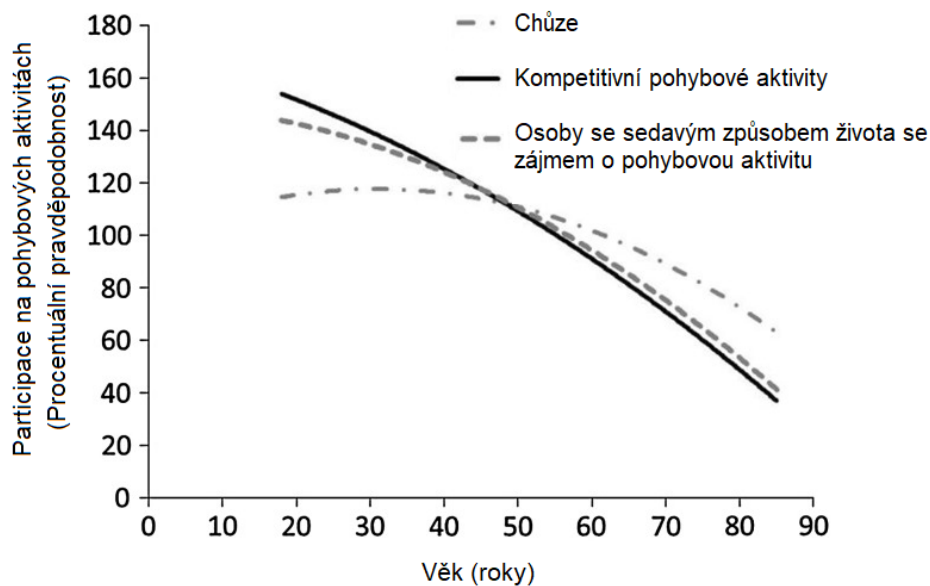
<sup>3</sup> Pohybová aktivita v úrovni středního zatížení (vyžadující střední úroveň vynaloženého úsilí), která vede k zahřátí organismu a lehce ztíženému dýchání (Biddle et al., 1998). V regionální databázi kanceláře Světové zdravotnické organizace pro západní Pacifik (2009) je uvedena příklady „svižná chůze, aqua-aerobik, jízda na kole běžnou rychlostí po rovině, čtyřhra v tenise, výstup do schodů, zametání“.

pohybovým aktivitám, tím je i tělesně zdatnější. To je důsledkem adaptace fyziologických systémů, zejména nervosvalového systému pro koordinaci pohybu, kardiopulmonárního systému pro účinnější distribuci kyslíku a živin v těle a metabolických procesů, zejména těch, které regulují metabolismus glukózy a mastných kyselin, což dohromady zvyšuje celkovou aerobní a svalovou zdatnost. Trajektorii směrem ke křehkosti lze tedy přímo měnit prostřednictvím návyků v oblasti pohybové aktivity (Tak et al., 2013).

Z průzkumu provedeného v Anglii s více než 92 000 osob vyplývá, že účast na cvičení (participace) i chuť účastnit se cvičení se v průběhu dospělého života postupně snižuje (McPhee et al., 2016). Což dokládají i tyto údaje: pouze asi polovina všech dospělých a pouhá čtvrtina osob starších 65 let se věnuje alespoň *minimální*<sup>4</sup> doporučené míře pohybové aktivity, která je potřebná pro udržení zdraví (Ministerstvo zdravotnictví Spojeného království, 2011). Inaktivita (pohybová nedostatečnost) je hlavní příčinou nízké tělesné zdatnosti a nemocnosti v pokročilejším věku a svými následky se vyrovná přinejmenším kouření, nadměrnému požívání alkoholických nápojů a obezitě (Booth et al., 2000; Lee et al., 2012). Při zohlednění celé řady rizikových faktorů (včetně věku a socioekonomické situace) vykazovaly osoby se sedavým způsobem života ve věku 50 let a více dvojnásobné riziko úmrtí oproti osobám, které byly nejvíce pohybově aktivní (Nazroo et al., 2008). Například u osob, které odejdou ze zaměstnání do důchodu, je větší pravděpodobnost než u těch, které zůstanou v práci, že se jejich vysoká i střední pohybová aktivita sníží, a u osob ve věku 70–79 let je oproti osobám ve věku 50–59 let poloviční pravděpodobnost, že se budou věnovat pohybovým aktivitám (Matthews et al., 2014). U osob starších 80 let je oproti čerstvým padesátníkům o 50 % méně pravděpodobné, že se budou věnovat kompetitivním pohybovým aktivitám nebo budou chtít zvýšit úroveň pohybové aktivity (obr. 2).

---

<sup>4</sup> WHO (2010) doporučuje pro udržení zdraví dospělým ve věku 65+ alespoň 30 minut středně intenzivní aerobní pohybové aktivity 5× týdně (chůze, jízda na kole, domácí práce, aktivity v rámci denních, rodinných a komunitních aktivit).



Obr. 2 Participace na pohybových aktivitách populace ve Spojeném království  
Zdroj: Upraveno z McPhee et al. (2016)

Z obrázku 2 je patrné, že s postupujícím věkem se participace na pohybových aktivitách postupně snižuje. Chůze pro zdraví nebo pro radost je mezi mladými dospělými a osobami středního věku relativně stálá, ale s postupujícím věkem klesá. Mezi lidmi, kteří vedou sedavý způsob života, mají větší zájem o pohybovou aktivitu mladší dospělí spíše než lidé středního věku a senioři. Údaje pocházejí z dotazníkových šetření týkajících se návyků v oblasti pohybové aktivity u více než 92 000 osob v Anglii v letech 2005–2009 (McPhee et al., 2016).

Snižování podílu pohybových aktivit s přibývajícím věkem dokládají studie i v České republice. Výzkum Mudráka et al. (2011) ukazuje, že účast seniorů v programu pravidelného cvičení je relativně nízká a hlavním zdrojem pohybové aktivity jsou pro většinu seniorů běžné každodenní aktivity jako například chůze či práce na zahradě a na chalupě. Podobné výsledky zjistili též Pelclová et al. (2008). Z jejich šetření vyplývá, že středně zatěžující pohybová aktivita se snižovala se stoupajícím věkem a opačně se zvyšujícím se věkem narůstal čas strávený sezením. Autoři Frömel, Mitáš a Kerr (2009) upozorňují, že téměř 55 % dospělých obyvatel České republiky nedosahuje doporučení k realizaci pohybové aktivity pro podporu zdraví.

Osoby s vyšší úrovní pohybové aktivity a vyšší úrovní tělesné zdatnosti mají nižší riziko mortality (Feldman et al., 2015). Udržení pohybově aktivního životního stylu ve středním a starším věku vede k lepšímu zdraví v pokročilém věku (Hamer et al., 2014) a k dlouhověkosti (Manini et al., 2006; Stessman et al., 2009). Začít s pravidelnou pohybovou aktivitou ve středním věku vede ke zdravému stárnutí (Sun et al., 2010; Sabia et al., 2012). Nikdy však

není pozdě ani pro ty, kteří vedli ve středním věku relativně sedavý způsob života, protože začít s pohybovou aktivitou v pokročilém věku vede k významnému zlepšení zdraví (Hamer et al., 2014) a kognitivních funkcí (Lautenschlager et al., 2008). Existuje přímá úměra mezi pohybovou aktivitou a sníženým rizikem rozvoje kardiovaskulárních a metabolických onemocnění díky lepší kontrole krevního tlaku, cholesterolu a obvodu pasu: čím více aktivity, tím menší je riziko kardiovaskulárních a metabolických onemocnění (Earnest et al., 2013). Metabolický přínos zvýšené oxidace mastných kyselin v kosterním svalstvu namísto ukládání intramuskulární a tukové tkáně okolo největších orgánů a nižší krevní tlak přispívají ke snižování rizika rozvoje diabetu mellitus 2. typu a kardiovaskulárních onemocnění (Roberts et al., 2013). Pravidelná pohybová aktivita má pozitivní vliv i na nervový systém, konkrétně na kognitivní funkce (Lautenschlager et al., 2008) a pravděpodobně též na počet periferních motoneuronů kontrolujících svaly dolních končetin (Power et al., 2012) a celkově zlepšuje stabilitu a koordinaci, čímž se snižuje riziko pádů (Franco et al., 2014). Při pádu u pravidelně cvičících osob (zejména cviky se zátěží a s vyššími dopady na zem) je nižší pravděpodobnost, že dojde k fraktuře kosti, protože jejich kosti jsou silnější a mají vyšší minerální denzitu (Ireland et al., 2014).

### **2.2.1 Obecná doporučení pohybových programů**

Národní institut pro zdraví a kvalitu péče (2009) doporučuje pravidelnou pohybovou aktivitu jako primární péči, ale objevit způsob, jak k pohybové aktivitě přilákat širší veřejnost, je problém, protože každý potřebuje pohybovou aktivitu přizpůsobenou individuálním potřebám. Intenzita pohybové aktivity by měla být upravena tak, aby odpovídala zkušenostem a tělesné zdatnosti konkrétního jedince, viz obr. 1 (McPhee et al., 2016). Aby byly pohybové programy co neúčinnější, musí být vhodně nastavené a musí se zaměřovat na celou řadu cílů, nejen na snížení tělesné hmotnosti, protože pravidelná pohybová aktivita může u seniorů zlepšit zdraví i mobilitu bez ohledu na změnu body mass indexu (BMI) (Bruce et al., 2008). Středně intenzivní aerobní pohybová aktivita v délce alespoň 150 minut týdně, např. chůze či jiná aerobní aktivita střední intenzity, snižuje o 30 % riziko nemoci, mortality a nesoběstačnosti oproti osobám, které nejsou aktivní (Chou et al., 2014). Desetiminutová pravidelná chůze střední intenzity 5–7× týdně o 50–80 % snižuje riziko zhoršení mobility (Roh & Park 2013) a prodlužuje délku života přibližně o 4 roky a délku života bez disability přibližně o dva roky (Ferrucci et al., 1999). Studie Hellera, Vodičky a Kinkorové (2009) posuzovala fyziologické účinky rekreační cyklistiky u 424 rekreačních cyklistů (ženy: n = 57, muži: n = 367) ve věku 11 až 66 let, s tréninkovým objemem cca 2 až 4 tisíce km za rok.



Autoři prokázali příznivé efekty v oblasti tělesného složení, plicních funkcí a aerobní zdatnosti. Podle autorů se potvrzuje předpoklad, že pokles fyziologických funkcí, respektive tělesné zdatnosti s věkem je u rekreačně sportujících značně pomalejší než u běžné nespportující populace. Dále je prokázáno, že lidem se sedavým způsobem života prospívají i krátkodobé nárazové aktivity, při kterých se zvednou, byť na 1 minutu (Healy et al., 2008) nebo 10 minut (Powell et al., 2011), než se opět posadí či položí.

Ačkoli starším lidem se sedavým způsobem života nelze doporučit intenzivní pohybové aktivity, prospektivní studie zabývající se mírou úrazovosti výkonnostních atletů v kategorii masters ( $n = 3\ 154$ ; věk  $53,2 \pm 12,3$  roků) prokázala, že jsou při soutěžích starší atleti vystaveni obdobnému riziku nežádoucích příhod jako mladší atleti (Ganse et al., 2014). U starších lidí, kteří pravidelně běhali, se nástup disability dostavil až o téměř 9 let později a bylo u nich třikrát nižší riziko mortality oproti těm, kteří nikdy nebyli členem klubu běžců (Wang et al., 2002). Osoby, které se pravidelně věnují vysoce intenzivní pohybové aktivitě, jsou vystaveny též nižšímu riziku vzniku kardiovaskulárních onemocnění než lidé, kteří se věnují pohybové aktivitě střední intenzity (Swain & Franklin, 2006). Zdá se tedy, že existuje přímá úměra mezi intenzitou pohybové aktivity a přínosem pro zdraví (Bruce et al., 2008), ale je třeba připomenout, že starší lidé musí mít pro intenzivnější pohybové aktivity odpovídající tělesnou zdatnost, a v tomto vztahu se tedy možná spíše projevuje pohybová aktivita v průběhu celého dosavadního života (McPhee et al., 2016).

Starším lidem lze doporučit, aby se věnovali pohybovým aktivitám, jejichž cílem je udržení svalové hmoty a posílení svalů končetin, aby předešli následkům sarkopenie a úbytku svalové hmoty v důsledku stárnutí (Maden-Wilkinson et al., 2013). Posilování střední a vysoké intenzity (při použití odporu 60–80 % maximální síly) zvyšuje svalovou hmotu, svalovou sílu<sup>5</sup> a svalovou vytrvalost<sup>6</sup> i u velice starých a křehkých lidí (Harridge et al., 1999). To je důležité proto, že s nízkým množstvím svalové hmoty a svalové síly souvisí zhoršení mobility v pokročilém věku (Maden-Wilkinson et al., 2015). Existuje zde vztah přímé úměry, tj. intenzivnější pohybové aktivity obvykle vedou k většímu nárůstu svalové hmoty a svalové síly než méně intenzivní pohybové aktivity (Steib et al., 2010). Dalo by se očekávat, že nárůst svalové síly zlepší chůzi, vstávání ze židle a zdolávání schodů, ale existuje několik studií, které tento předpoklad neprokázaly (Paterson & Warburton, 2010; Beijersbergen et al., 2013).

---

<sup>5</sup> Svalová síla: síla generovaná svalem nebo svalovou skupinou, schopnost svalu vykonávat práci nebo odolávat odporu a zajistit kontrolu pohybu v jeho plném rozsahu (Vágner, 2016).

<sup>6</sup> Svalová vytrvalost: schopnost svalu nebo svalové skupiny opakovaně pracovat submaximální silou (Vágner, 2016).

Avšak řada studií týkajících se odporového (silového) cvičení byla zaměřena na čtyřhlavý sval stehenní a svaly horní poloviny těla, a je tudíž možné, že motorické testy nebyly citlivé natolik, aby prokázaly účinky na celkovou mobilitu. Dále je důležité procvičovat plantární flexory v kotníku (lýtkové svaly), protože ztráta síly v této svalové skupině vede k pomalejší chůzi (Beijersbergen et al., 2013; Stenroth et al., 2015) a svalstvo posílené cvičením zlepšuje stabilitu (Orr et al., 2006) a mobilitu (Pereira et al., 2012).

Pohybové aktivity pro křehké starší osoby je třeba přizpůsobit jejich individuálním potřebám. Z dostupné literatury vyplývá doporučení, že křehcí starší lidé by měli mírně posilovat svaly dolních končetin a věnovat se funkčnímu tréninku<sup>7</sup> včetně chůze, vstávání ze židle, udržování stability a herních aktivit, a to dvakrát až třikrát týdně cca po 45 minutách. To odpovídá domněnce, že kombinace odporového (silového) a vytrvalostního tréninku má možná pro zlepšení chůze, stability, flexibility, snížení rizika pádů a rizika rozvoje metabolických a kardiovaskulárních onemocnění u seniorů s mírnými obtížemi nebo křehkostí větší přínos než kterýkoli z těchto druhů cvičení samostatně (Buchner et al., 1997; Davidson et al., 2009). Kombinace silového a vytrvalostního tréninku zlepšovala svalové, kardiorespirační a metabolické parametry, což ve svém souhrnu zlepšovalo kvalitu života (Sillanpää et al., 2012; Holviala et al., 2012). U mužů a žen ve věku 70–89 let, kteří vedli sedavý způsob života, ale měli chronická onemocnění (hypertenze, diabetes mellitus, ischemická choroba srdeční) a vysoké riziko disability, zlepšil 12měsíční kombinovaný trénink mobilitu výrazně více než osvětový program o zdravém stárnutí (Pahor et al., 2006). Navíc 12měsíční kombinovaný trénink (program zahrnoval aerobní, posilovací, balanční a protahovací cvičení) byl u křehkých starších jedinců pro zlepšení celkové aktivity (Molino-Lova et al., 2013) a mobility (Fielding et al., 2007) účinnější než aerobní trénink sám o sobě a vedl ke snížení rozvoje disability přibližně o 30 % (Pahor et al., 2014).

### **2.2.2 Rizika a nežádoucí vlivy pohybových aktivit**

Řada oficiálních doporučení mezinárodních organizací, např. Ministerstva zdravotnictví Spojeného království (2011), Americké společnosti sportovní medicíny (1998), Světové zdravotnické organizace (2010), uvádějí, že pohybová aktivita je pro seniory v zásadě bezpečná, a nemusí se tedy před zvýšením pohybové aktivity radit se svým lékařem. Nicméně vzhledem k tomu, že se v souvislosti s pohybovou aktivitou lidé obávají kardiovaskulárních rizik, např. zvýšeného krevního tlaku, arytmie nebo infarktu myokardu, doporučuje Americká

kardiologická asociace (American Heart Association, AHA) nejprve vyplnit stručný dotazník, na jehož základě si lidé sami určí, zda potřebují vyhledat radu zdravotnického pracovníka (Borjesson et al., 2011). Ve většině případů se jedná pouze o preventivní opatření a zdravotnický pracovník těmto lidem pohybovou aktivitu střední intenzity schválí. Intenzita zatížení nebo délka cvičení by měly být zvyšovány pomalu, maximálně jednou za 4 týdny (Huang et al., 2005).

Pohybové programy zaměřené na zlepšení stability nezvyšují riziko nežádoucích příhod. Ovšem intenzivnější cvičení zaměřené na prevenci pádů může pro osoby se sedavým způsobem života, které nejsou na cvičení zvyklé, představovat vyšší riziko bolavých svalů nebo oteklých kloubů (Gillespie et al., 2012). U seniorů, kteří jsou křehcí nebo vedou sedavý způsob života a jsou v péči jiných lidí, nelze těsně po cvičení zaměřeného na prevenci pádů vyloučit zvýšené riziko pádů pravděpodobně v důsledku tělesné či psychické únavy, ale neexistují žádné důkazy o závažných nepříznivých důsledcích, zraněních ani kardiovaskulárních příhodách (Crocker et al., 2013). Pohybové programy zaměřené na zlepšení stability u lidí s demencí mají velký přínos bez většího rizika nepříznivých důsledků (Forbes et al., 2013).

Rizika spojená s odporovým (silovým) cvičením byly předmětem dvou zpráv (Liu & Latham, 2009, 2010). Valná většina klinických studií neuváděla žádné nežádoucí příhody po cvičení. Nevíme, zda to bylo proto, že k žádným nežádoucím příhodám nedošlo, nebo zda jen nebyly nahlášeny. Ve studiích, kde nežádoucí příhody hlášeny byly, se zpravidla jednalo o méně závažné muskuloskeletální problémy, např. o bolest kloubů, modřiny nebo podvrtnutí. Kardiovaskulární příhody se objevovaly méně často, a to s četností pouze jedna příhoda na 58 sledovaných studií, jichž se účastnily osoby starší 60 let a kde nežádoucí příhody byly hlášeny (Liu & Latham, 2010). Existovalo vyšší riziko nežádoucí příhody po intenzivním cvičení u těch starších osob, které měly již předtím zdravotní problémy, funkční omezení nebo vedly sedavý způsob života (Liu & Latham, 2010). Aerobní pohybové aktivity nízké a střední intenzity představují pro seniory nízké riziko a dokonce i intenzivnější aerobní aktivity představují relativně nízké riziko. Z několika studií vyplývá, že u osob, které se věnují pohybovým aktivitám střední intenzity, neexistuje vyšší riziko nežádoucích příhod než u osob, které nevykazují žádnou pohybovou aktivitu (King et al., 2002a; Church et al., 2007). Ve studii zahrnující 1 635 seniorů se středně těžkou poruchou motorických funkcí se ukázal

---

<sup>7</sup> Funkční trénink zahrnuje nácvik přesunů v rámci aktivit denního života (mobilita na lůžku, kontrolovaný sed na židli, vstávání ze židle, stoj a chůze) (Hoskovcová, 2012).

8% nárůst závažných příhod v souvislosti s pohybovým programem zahrnující aerobní, posilovací a balanční cvičení oproti vzdělávacímu zdravotnímu programu (Pahor et al., 2014). U aerobního pohybového programu v podobě 60 minut intenzivní jízdy na kole, chůze, běhu a veslování 6 dní v týdnu po dobu 12 měsíců u mužů (n = 102) a žen (n = 100) ve věku 40–75 let, kteří do té doby vedli sedavý způsob života, nebylo zjištěno zvýšené riziko zranění nebo nežádoucí příhody. V kontrolní skupině necvičících se zranění vyskytlo ve 27 % případů, zatímco u cvičící skupiny ve 28 % případů (Campbell et al., 2012).

Odhaduje se, že kardiovaskulární příhody (např. srdeční arytmie, infarkt myokardu) při vysoce intenzivní pohybové aktivitě se vyskytují v míře cca 1 příhoda na 100 let intenzivní pohybové aktivity (Powell et al., 2011). Riziko je zpravidla nejvyšší několik prvních týdnů po začátku intenzivní pohybové aktivity (Mann et al., 1969). Ovšem u seniorů, kteří jsou na intenzivní pohybové aktivity adaptováni, nepředstavuje účast na výkonnostních soutěžích vyšší riziko než u mladších dospělých (Ganse et al., 2014). Extrémní vytrvalostní běh typu maraton představoval pouze 0,0005% riziko náhlé srdeční zástavy u všech běžců, včetně starších běžců, což odpovídá přibližně pěti příhodám na jeden milion běžců (Kim et al., 2012). Vzhledem k tomu, že pravidelná pohybová aktivita má řadu pozitivních účinků, snížilo se celkové riziko nežádoucích příhod (u všech aktivit v průběhu dne) přibližně na polovinu u lidí, kteří vyvíjeli více než 140 hodin intenzivní pohybové aktivity týdně, oproti lidem se sedavým způsobem života (Siscovick et al., 1984), což dokazuje jasné snížení výskytu nežádoucích příhod u zdravých a aktivních lidí oproti lidem se sedavým způsobem života.

### **2.2.3 Sociální, demografické a psychologické determinanty**

Návyk na pravidelnou pohybovou aktivitu se liší podle výše příjmu, pohlaví, věku, etnického původu a disability (Ministerstvo zdravotnictví Spojeného království, 2011). Je pravděpodobnější, že se senioři z vyšší socioekonomické vrstvy budou pohybové aktivitě věnovat ve větší míře. U seniorů z nižší socioekonomické vrstvy je pravděpodobnější, že nebudou ani nadále aktivní nebo že svou pohybovou aktivitu z vysoké a střední úrovně sníží na nízkou úroveň (Matthews et al., 2014). Tyto údaje podporují i jiné studie, z nichž vyplývá jasný vliv sociálních a demografických faktorů k pohybovým návykům (Salas, 2002; Menec et al., 2010). Vývoj směrem k tělesné disabilitě a křehkosti se zvyšuje po odchodu do důchodu (Stenholm et al., 2014) a z důkazů ze Spojených států amerických a z Evropy vyplývá, že mezi chudobou (Wahrendorf et al., 2013) a základním onemocněním na straně jedné a rizikem rozvoje tělesné disability na straně druhé existuje vztah přímé úměry

(Stenholm et al., 2015). U osob z movitějšího prostředí je oproti lidem z chudšího prostředí téměř třikrát vyšší pravděpodobnost, že budou ve starším věku zdraví (Hamer et al., 2014), a existuje silná vazba mezi socioekonomickým postavením a zdravím v pozdějším věku (tělesnou, psychickou a celkovou křehkostí) (Marmot et al., 2003). Ačkoli se síla této vazby s věkem snižuje, zdá se, že se převážně jedná o důsledek vyšší mortality u nejzranitelnějších osob v nižších socioekonomických skupinách (McMunn et al., 2009). Což potvrzují i longitudinální studie nástupu nemocí a/nebo mortality u původně zdravých seniorů, které poukazují na výrazný nárůst rizika v závislosti na snižujícím se socioekonomickém postavení (McMunn et al., 2009).

Kromě sociálních a demografických faktorů jsou pro návyky podporující zdraví důležité i psychologické faktory. Vnitřní motivací starších lidí pro pravidelnou pohybovou aktivitu je zdraví a společenský, psychický a emoční přínos, který přispívá k udržení tělesné nezávislosti (McPhee et al., 2016). Externí motivace přichází z médií, od lékařů, partnerů, přátel a/nebo rodiny. Pomáhá i dostatek příležitostí v daném místě a „partáček“ na cvičení. Nejčastějšími překážkami cvičení jsou náklady, nedostatek času a tělesná omezení. Jinými limitujícími faktory jsou například kulturní „normy“, jazyková bariéra a nutnost nosit oblečení, které se může zdát nevhodné. Z vyjádření seniorů vyplývá, že nejlepší způsob, jak zvýšit účast na pohybových aktivitách, by byly nízké finanční náklady, větší zábavnost lekcí, ujištění, že jsou dané aktivity bezpečné, a lepší propagace příležitostí k pohybovým aktivitám (zvyšování povědomí o pohybových kurzech v daném místě) (McPhee et al., 2016).

Zda se určitá osoba začne věnovat pohybovým aktivitám nebo v nich bude pokračovat, lze předpovědět i na základě jiných méně ovlivnitelných individuálních faktorů. Například pokud se daná osoba těší lepšímu fyzickému a psychickému zdraví, má lepší kognitivní funkce, nižší věk a vyšší míru výchozí pohybové aktivity, je pravděpodobnější, že u pohybové aktivity vytrvá (van Stralen et al., 2010; Koeneman et al., 2011). Ze zkoumaných individuálních faktorů se jako nejkonzistentnější ukazatel toho, zda se určitá osoba pustí do volnočasové pohybové aktivity (což není to samé jako pohybová aktivita na výkonnostní úrovni) a vytrvá v ní, ukázala sebedůvěra ve vlastní schopnosti (*self-efficacy*) (French, 2013; Koeneman et al., 2011). Sebedůvěru ve vlastní schopnosti v oblasti pohybové aktivity si lze představit jako víru ve vlastní schopnosti tuto činnost zorganizovat a provádět nebo jako víru, že budu pohybovou aktivitu provádět pod vlastní kontrolou a že je to snadné (Bandura, 1997). Sebedůvěru ve vlastní schopnosti lze u lidí zvýšit tím, že je požádáme, aby úspěšně provedli určitou činnost v bezpečném prostředí, že jim připomínáme, že tuto činnost již dříve úspěšně

provedli, a tím, že uvidí ostatní okolo sebe, jak tuto činnost provádějí (Darker et al., 2010; French et al., 2014). Dalším důležitým faktorem je, aby při zahájení pohybové aktivity daná osoba očekávala, že tato aktivita přinese pozitivní výsledky (van Stralen et al., 2010). Tato očekávání se mohou týkat zdraví, společenského postavení nebo jiných kýžených výsledků. Lidé, pro něž je důležitá spíše společenská oblast, si pravděpodobně budou vybírat aktivity typu skupinová chůze, zatímco lidé, kteří se obávají pádů, si asi spíše vyberou strukturovanější programy zaměřené přímo na stabilitu. Důležité je, že pokud jsou lidé spokojeni s výsledkem, který si původně přáli, je větší pravděpodobnost, že se pohybovým aktivitám budou pravidelně věnovat i nadále (Kassavou et al., 2014).

S postupujícím věkem ztrácejí lidé zájem o zlepšování zdraví, ale jde jim spíše o udržení zdraví a schopností, které v danou chvíli mají (Lockenhoff & Carstensen, 2004). S ohledem na tuto skutečnost je u programů zaměřených na pohybovou aktivitu důležité, aby se potenciálním účastníkům dostalo ujištění, že není pravděpodobné, že se zraní nebo že si jinak ublíží. Proto řadu lidí spíše než zlepšení zdravotního stavu přiláká k pohybové aktivitě to, že danou činnost považují samu o sobě za zábavnou, např. tím, že slibuje interakci s ostatními lidmi, kteří se dané činnosti také účastní (Devereux-Fitzgerald et al., 2016). Tyto aktivity jim budou pravděpodobně přinášet uspokojení a díky opakování se z nich stane zvyk (Lally & Gardner, 2013). Ženy se spíše zapojují do skupin věnujících se chůzi (Kassavou et al., 2013), naopak muži spíše kompetitivní pohybové aktivity, zejména pokud nějak souvisí s týmem, kterému fandí (Hunt et al., 2014). Kromě těchto individuálních faktorů je účast na pohybové aktivitě pravděpodobnější tam, kde ji podporují rodinní příslušníci, kde jsou lidé součástí širší sociální skupiny a kde je mezi vrstevníky pohybová aktivita společenskou normou (Koeneman et al., 2011; van Stralen et al., 2010). Obdobně na širší společenské úrovni platí pravděpodobnost, že lidé budou více pohybově aktivní, pokud budou finanční náklady nízké a pokud bude k dispozici široká nabídka pohybových aktivit (Sallis & Owen, 1998). A konečně platí, že pohybovou aktivitu lze stimulovat uměle vytvořeným prostředím, např. bezpečnými stezkami pro pěší či pro cyklisty a parky, a sociálními normami a zvyky, které přispívají ke zvýšení pohybové aktivity (Sallis & Owen, 1998).

Existují důkazy, že individuálně vhodná pohybová aktivita je bezpečná pro zdravé i pro křehké seniory a že rizika rozvoje závažnějších kardiovaskulárních a metabolických onemocnění, obezity, pádů, úbytek kognitivních funkcí, osteoporózy a svalové slabosti jsou snižována pravidelnými aktivitami od chůze nízké intenzity po intenzivnější pohybové aktivity a posilovací cvičení. I přesto je i nadále účast na pohybových aktivitách v seniorské

populaci nízká, zejména mezi lidmi, kteří pocházejí z chudšího prostředí. Seniors lze motivovat k vyšší aktivitě, pokud je povzbudí kliničtí lékaři, rodina nebo přátelé, pokud se finanční náklady drží na nízké úrovni a pokud je daná aktivita zábavná a dále pokud mají snadný přístup ke skupinovým aktivitám a pokud těmto lidem pomáháme zvyšovat jejich sebedůvěru, že cvičení zvládnou.

### 2.3 Tělesná zdatnost a její pojetí

V současné době neexistuje obecně přijímaná definice tělesné zdatnosti. Světová zdravotnická organizace (1968) ji definovala jako „schopnost uspokojivě provádět svalovou činnost“. Tato definice nestanoví způsoby, jak lze pro stanovení toho, co je uspokojivé, měnit fyzické, sociální a psychologické podmínky, ani nebere v potaz skutečnost, že zdatnost zahrnuje různé schopnosti, a nikoli jen jedinou celkovou schopnost (Dishman et al, 2013). Rubín et al. (2018) na základě literatury definují tělesnou zdatnost jako „stav organismu umožňující provádět denní činnosti bez nepřiměřené únavy a s dostatečnou rezervou pro příjemné strávení volného času“. Neuls a Frömel (2016) uvádějí, že tělesná zdatnost představuje soubor vrozených a získaných vlastností, které tvoří předpoklad pro vykonávání pohybové aktivity.

Tělesná zdatnost má genetický základ, ale citlivě reaguje též na změnu druhu a množství pohybové aktivity, zejména s postupujícím věkem. Zdatnost je třeba měřit jako výsledek pohybové aktivity, ale i jako prostředek a zprostředkovatele vlivu pohybové aktivity na nemocnost, mortalitu a zranění. Měření zdatnosti by mělo být důležitou součástí systémů dohledu, které sledují pohybovou aktivitu a rizika vzniku onemocnění nebo zranění (Dishman et al, 2013). Tělesnou zdatnost lze lépe pochopit, pokud můžeme její jednotlivé komponenty změřit a pokud jsou vymezeny okolnosti, za kterých se tyto komponenty vztahují k tělesným funkcím a ke zdraví nebo nemoci (Chang, 2009).

V současné době je tělesná zdatnost koncepčně dělena na výkonnostně orientovanou tělesnou zdatnost (angl. *performance-related physical fitness*) vztahující se k výkonu a zdravotně orientovanou tělesnou zdatnost (angl. *health-related physical fitness*) vztahující se ke zdraví (Bouchard & Shepard, 1994; Dobrý, 1993; Bunc, 1995; Suchomel, 2003, Chang, 2009).

Vědci se na Druhé mezinárodní konferenci na téma pohybové aktivity, zdatnosti a zdraví (*Second International Conference on Physical Activity, Fitness, and Health*) shodli na tom, že složky zdravotně orientované tělesné zdatnosti uvedené v tabulce 1 lze rozdělit na morfologické, svalové, motorické, kardiopulmonální a metabolické (Bouchard, Shepard &

Stephens, 1994). Úroveň těchto pěti uvedených zdravotně orientovaných složek se nemusí nutně měnit stejně: např. určitá osoba může mít vysokou úroveň svalové síly, ale přitom nemusí mít dostatečnou míru kloubní flexibility nebo může mít vysokou úroveň aerobní vytrvalosti, ale nízkou úroveň svalové síly (Kennedy-Armbruster & Yoke, 2014). Zdravotně orientovaná tělesná zdatnost se týká těch složek zdatnosti, na něž má příznivý či nepříznivý vliv obvyklá pohybová aktivita, a souvisí se zdravotním stavem. Byla definována jako stav charakterizovaný a) schopností provádět každodenní činnosti s dostatkem energie a b) projevem znaků a schopností, které jsou spojeny s nízkým rizikem předčasného rozvoje hypokinetických onemocnění a stavů (Chang, 2009).

Tabulka 1 Složky zdravotně orientované tělesné zdatnosti podle autorů Boucharda, Shepharda a Stephensa (1994)

Složka	Parametry
Morfologická	Hmotnostně-výškový index (body mass index, BMI) Tělesné složení Distribuce podkožního tuku Viscerální abdominální tuk Denzita kostního minerálu Flexibilita
Svalová	Maximální síla Vytrvalostní síla Rychlostní síla
Motorická	Hbitost (mrštnost) Posturální stabilita Koordínace Rychlost pohybu
Kardiorespirační	Maximální aerobní kapacita Pracovní kapacita při submaximálním zatížení Funkce srdce Funkce plic Krevní tlak
Metabolická	Glukózová tolerance Inzulinová senzitivita Hladina lipidů a lipoproteinů v krevní plazmě Energetický výdej

Zdatnost lze klasifikovat jako výkonnostně orientovanou tělesnou zdatnost, pokud se zohledňuje schopnost podat výkon (např. výkonnostní sport, vojenská cvičení nebo profesní činnost). Testy výkonnostně orientované tělesné zdatnosti jsou určeny pro měření psychomotorických schopností, submaximální a maximální kardiorespirační kapacity, svalové síly a vytrvalosti končetin a trupu při překonávání odporu, tělesných rozměrů a složení těla. Dosažení vysokého skóre v těchto testech je dáno geneticky a dále závisí na dobré výživě a vysoké motivaci k tréninku a maximálním výkonu při testu. Měření výkonnostně orientované tělesné zdatnosti poskytuje pouze omezené ukazatele zdraví s výjimkou kardiorespirační



kapacity a složení těla (Dishman et al, 2013). A to i přes to, že dobrý zdravotní stav musí být předpokladem zejména pro výkon manuální práce. Tělesnou zdatnost pro podávání optimálních výkonů v běžném životě u starších osob lze též definovat jako výkonnostně orientovanou tělesnou zdatnost (Chang, 2009).

## 2.4 Specifika tělesné zdatnosti v seniorském věku

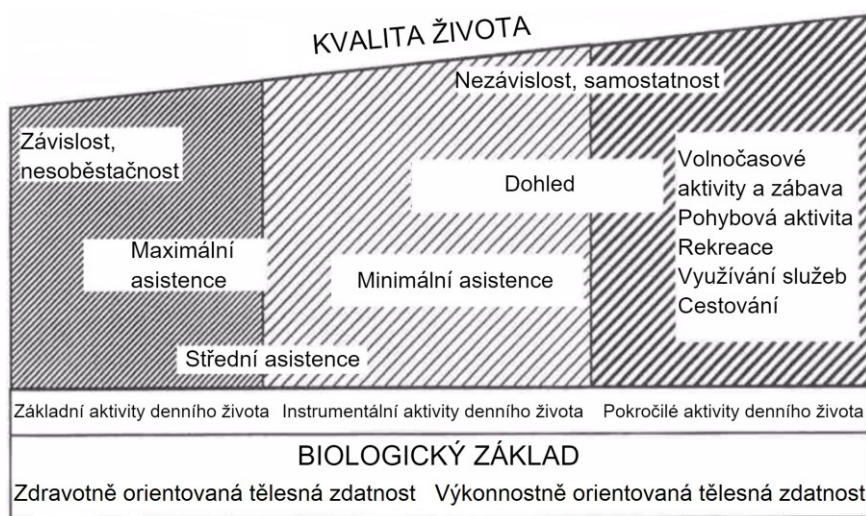
Tělesnou zdatností v souvislosti s věkem a zdravotním stavem se zabýval Lemmink (1996). U mladých zdravých osob vykonávající běžnou denní pracovní a pohybovou aktivitu je tělesná zdatnost spojena s výkonem, zatímco u osob ve středním věku se sedavým způsobem života a zdravotními problémy je spojena se zdravím.

U seniorů je tělesná zdatnost spojená s dostatečným prováděním a udržováním aktivit denního života a se zdravím. Aktivity denního života se dělí na základní aktivity (angl. *basic activities of daily living*, bADL), které tvoří základ každodenního fungování, např. oblékání, osobní hygiena, vstávání ze židle, přesun na krátké vzdálenosti, stravování a na tzv. instrumentální aktivity (angl. *instrumental activities of daily living*, iADL), které jsou složitější než bADL a jsou prováděny ve vztahu k okolnímu prostředí, např. nakupování, práce na zahradě, jízda na kole a používání prostředků městské hromadné dopravy. Schopnost vykonávat aktivity denního života a zdraví se vzájemně ovlivňují a obojí má značný význam pro míru nezávislosti a kvalitu života seniorů (Chang, 2009).

V tomto kontextu zavedl Lemmink (1996) pojem „motorická zdatnost seniorů“, který se týká motorické přiměřenosti nebo schopnosti provádět a udržovat pohybovou aktivitu, což je důležité pro nezávislé fungování v denním životě. Motorickou zdatnost (schopnost řešit a realizovat různé pohybové úkoly) seniorů definoval Lemmink (1996) jako „míru, v jaké senioři tyto motorické vlastnosti ovládají (motorické schopnosti), která je potřeba pro provádění a udržení aktivit v denním životě.“ Použil stejné dělení, jako je uvedeno v tab. 1, a vybral koordinaci, reakční dobu a stabilitu jako složky motorické oblasti, sílu jako složku svalové oblasti, flexibilitu jako složku morfologické oblasti a aerobní zdatnost jako složku kardiopulmonální oblasti. Koordinace, reakční doba, stabilita a flexibilita primárně ovlivňují schopnost provádět pohybové aktivity, zatímco síla a aerobní zdatnost souvisejí též se schopností zachovat aktivity v denním životě.

DiPietro (1996) se zabýval souvislostmi mezi složkami tělesné zdatnosti (flexibilitou a svalovou silou) a základními aktivitami denního života (chůze, osobní hygiena, oblékání,

stravování). Je zřejmé, že jednotlivé aktivity denního života významně závisí na úrovni kloubního rozsahu (např. holení, oblékání a svlékání ponožek, koupel bez asistence). Na obr. 3 je znázorněn integrovaný hierarchický vztah mezi tělesnou zdatností, aktivitami denního života, mírou požadované asistence a kvalitou života. Každá ze složek zdravotně a výkonnostně orientované tělesné zdatnosti by měla být považována za biologický předpoklad a základ pro realizaci základních aktivit denního života – bADL (sebeobslužné úkony, např. osobní hygiena, stravování, přesuny), instrumentálních aktivit denního života – iADL (např. starost o domácnost, vaření, nakupování, zacházení s financemi, jízda dopravními prostředky) nebo pokročilých (rozšířených) aktivit denního života (např. zapojení do komunitního života v obci, zaměstnání, věnovat se koníčkům) (Reuben et al, 1990). Na základě tří uvedených úrovní aktivit denního života (základní, instrumentální, pokročilé) byly rozlišeny klasifikace míry závislosti/nezávislosti seniorské populace. Z funkčního hlediska se jedná o odstupňované spektrum, a jakmile dojde k narušení kterékoli ze základních složek tělesné zdatnosti, některá z funkcí aktivit denního života je oslabena. Například určitá osoba sice uvede u všech položek instrumentálních aktivit denního života „ano“, ale ve skutečnosti některé z těchto funkcí jsou velice okrajové a jsou vykonávány méně efektivně v důsledku úbytku síly a vytrvalosti svalů dolních končetin nebo flexibility v ramenou. Ohledně kritické úrovně nebo prahů komponent zdravotně i výkonnostně orientované tělesné zdatnosti, které zohledňují vliv degenerace v důsledku stárnutí a nepoužívání, bude ještě potřeba provést další průzkum. Z tohoto integrovaného modelu jasně vyplývá, že s narůstající úrovní aktivit denního života je zapotřebí více kognitivních, afektivních a psychomotorických schopností (Holland et al., 2002).



Obr. 3 Integrovaný hierarchický vztah mezi tělesnou zdatností, aktivitami denního života, mírou požadované asistence a kvalitou života podle autorů Hollanda et al. (2002)

## 2.4.1 Změny tělesného složení

### Změny ukazatelů tělesné adipozity

Tělesná hmotnost a hmotnostně-výškový index (body mass index – BMI = hmotnost v kg/výška v m<sup>2</sup>) se zpravidla od mládí do věku 70–80 let zvyšují, pak dosahují určité stabilní úrovně a poté postupně klesají (Drøyvold et al., 2006). Hmotnostně-výškový index (BMI) však neumožňuje postihnout proměnlivost a změny v zastoupení základních tělesných složek, a proto se mohou informace o výskytu nadváhy a obezity dle BMI významně odlišovat od údajů vycházejících z procentuálního zastoupení tělesného tuku (Gába et al., 2014). Jak se tělesná výška s věkem snižuje, BMI se zvýší, i když se tělesná hmotnost dotyčné osoby nemění. Proto může být indexu BMI ve starším věku přikládán přílišný význam. Nadhodnocení BMI převažuje zpravidla u žen ve věku 85 a více let o 0,9 kg/m<sup>2</sup> (směrodatná odchylka činí 0,7). Trajektorie tělesné hmotnosti a hodnoty BMI vykazují v seniorské populaci výrazné individuální rozdíly a běžně dochází k opakovaným (cyklickým) změnám hmotnosti (Lee et al., 2005; Arnold et al., 2010). Ze studií dále vyplývá i rozdílná trajektorie BMI v čase mezi pacienty, kteří přežili (tzv. *survivors*), a pacienty, kteří zemřeli (tzv. *non-survivors*); BMI pacientů, kteří přežili, postupně roste, zatímco BMI pacientů, kteří zemřeli, je stabilnější nebo klesá (He, 2011).

Procento tělesného tuku u mužů a žen se zvyšuje přibližně do věku 80 let a poté se zdá, že se toto procento ustálí. Nárůst je způsoben zvyšováním tukové tělesné hmoty a snižováním svalové hmoty; po 80. roce života je pozorován pokles množství tělesného tuku (Ding et al., 2007). I u seniorů, jejichž tělesná hmotnost je stabilní, lze pozorovat s postupujícím věkem zvyšování tukové tělesné hmoty a procenta tělesného tuku v důsledku úbytku množství kosterní svaloviny (Gallegher et al., 2000; Zamboni et al., 2003). V důsledku epidemie obezity v západním světě mají senioři narození později v porovnání se skupinami seniorů narozených dříve vyšší BMI a vyšší procento tělesného tuku (Visser et al., 2005; Stenholm et al., 2010). Z výzkumu vyplývá, že tělesný tuk u lidí narozených v různých skupinách sleduje s postupujícím věkem stejný vzorec a že rozdíly v adipozitě mezi jednotlivými skupinami jsou zřetelné až do posledního roku před smrtí (Stenholm et al., 2010).

Množství tukové tělesné hmoty ve stáří a změny tělesné hmotnosti, k nimž dochází ve starším věku, mohou mít též vliv na pozdější s věkem související změny složení těla. Například vyšší množství tělesného tuku ve starším věku je spojováno s rychlejším úbytkem svaloviny (Koster et al., 2011). Navíc při úbytku tělesné hmotnosti se ztratí výrazně více svalové hmoty,

než kolik jí daná osoba získá, pokud přibere; to platí zejména u starších mužů (Newman et al., 2005). Tyto příklady ilustrují dynamiku tělesné hmotnosti a tuku v pokročilém věku a individuální rozdíly mezi změnami souvisejícími s věkem.

Z prospektivních studií soustavně vyplývá, že obezita u seniorské populace stanovená na základě vysokého BMI výrazně souvisí s budoucím poklesem funkčního stavu pohybového systému a rozvojem disability (Jensen & Hsiao, 2010; Vincent et al., 2010). Například v rámci následného sledování 2 982 osob tmavé i světlé pleti ve věku 70–79 let v průběhu 6,5 roku bylo zjištěno, že BMI  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> znamenalo 60% nárůst rizika omezení mobility, které sledované osoby samy nahlásily (Koster et al., 2008). Zvýšené riziko bylo v seniorské populaci soustavně pozorováno bez ohledu na míru pohybové aktivity těchto osob (Koster et al., 2008), z čehož vyplývá, že obezita je důležitým rozhodujícím činitelem funkčního stavu pohybového systému a nikoli ukazatelem nedostatku pohybové aktivity. Funkční stav pohybového systému seniorské populace není určen pouze mírou adipozity ve vyšším věku, ale také na základě výskytu nadměrné tělesné hmotnosti nebo obezity v průběhu celého života. U mužů a žen ve věku 70–79 let, u kterých byla zaznamenána nadměrná tělesná hmotnost nebo obezita od věku 25 let, mají téměř třikrát vyšší pravděpodobnost rozvoje omezení mobility (obtíže při chůzi na vzdálenost 400 m nebo při 10 krocích) oproti těm, kteří si udrželi normální tělesnou hmotnost po celý život (Houston et al., 2009).

### **Distribuce tělesného tuku**

Distribuce tělesného tuku se s postupujícím věkem mění, což zahrnuje i celkové snížení množství tuku na končetinách (zejména podkožního tuku) a zvýšení množství trunkálního tuku (zejména břišního tuku). Z prospektivních údajů vyplývá, že se s postupujícím věkem tloušťka kožní rasy zmenšuje, což znamená, že ubývá podkožního tuku (Hughes et al., 2004). Pokles množství podkožní tukové tkáně potvrzují i údaje výpočetní tomografie (CT) provedené v polovině stehenního svalu i celotělová magnetická rezonance (MRI) (Song et al., 2004; Delmonico et al., 2009). Zvýšení množství břišního tuku bylo pozorováno za použití antropometrických metod, např. obvod pasu (Hughes et al., 2004), a za použití zobrazovacích metod, např. CT a MRI, které umožňují pozorovat zvýšení množství viscerálního tuku v oblasti pasu, které souvisí s věkem (Song et al., 2004; Rossi et al., 2011).

Kromě redistribuce tělesného tuku lze v pokročilejším věku pozorovat i zvýšenou infiltraci tuku do netukové tkáně. Změny ektopického tuku byly sledovány zejména u stárnoucí svaloviny. Na základě údajů celotělové magnetické rezonance provedené u starších žen se

odhaduje, že celkové množství mezisvalové tukové tkáně v těle činí 1,08 kg (Song et al., 2004). Tato tuková tkáň a celotělová viscerální tuková tkáň (1,87 kg) představují významné úložiště tukové tkáně. S postupujícím věkem množství mezisvalové tukové tkáně narůstá poměrně rychle: u starších mužů je to +9,7 % ročně a u starších žen je to +5,8 až +6,5 % ročně (Song et al., 2004; Delmonico et al., 2009). Akumulace tuku v kosterním svalu byla zjištěna u osob se stabilní tělesnou hmotností, ale i osob, kteří zaznamenali ztrátu tělesné hmotnosti (Delmonico et al., 2009).

Z několika průřezových studií provedených na starších mužích a ženách, nikoli však ze všech těchto studií (Okoro et al., 2006), vyplývá, že větší obvod pasu souvisí s omezením mobility a omezením instrumentálních aktivit denního života (Ramsay et al., 2006; Chen & Guo, 2008). Ze studie, jíž se účastnilo 904 seniorů, vyplynulo, že na výkon v oblasti mobility má vliv větší obvod pasu, nikoli větší množství trunkálního tuku naměřeného prostřednictvím duální rentgenové absorpciometrie (DXA) (Bouchard et al., 2011). Senioři s abdominální obezitou (obvod pasu > 102 cm u mužů a > 88 cm u žen) mají zvýšené riziko omezení mobility (Bannerman et al., 2002).

### **Ztráta objemu hmoty kosterního svalstva**

Forbes & Reina (1970) byli mezi prvními, kteří na základě výsledků měření draslíku vytvořili prospektivní data prokazující snižování množství svalové hmoty, které souvisí s věkem. Udávané snižování činilo u 13 mužů a žen ve věku 22–48 let –0,41 kg ročně. V roce 1997 získal úbytek svalové hmoty související s věkem název sarkopenie z řeckého slova sarx (maso) a penia (úbytek) (Rosenberg, 1997). V posledních letech prošla definice mnoha revizemi a kromě úbytku celkového množství svalové hmoty se zdůrazňuje i zhoršená kvalita svalové tkáně projevující se sníženou funkcí ve smyslu snížené svalové síly prokazované dynamometricky (např. síla stisku ruky) nebo motorickými testy, zahrnující například rychlost chůze (Michálková et al., 2017). Evropská pracovní skupina zabývající se problematikou sarkopenie definuje sarkopenii jako ztrátu hmoty kosterního svalstva, nízkou svalovou sílu (např. stisk ruky) a nízký motorický výkon (např. pomalá chůze) (Cruz-Jentoft et al., 2018). Clark a Manini (2008) zdůrazňují, že snížení svalové zdatnosti přispívá ke zhoršení zdravotního stavu a soběstačnosti více než ztráta svalové hmoty. Proto sledování svalové zdatnosti má větší proveditelnost a nabízí méně omezení než hodnocení hmoty kosterního svalu v každodenní praxi. Autoři dále argumentují, že termín dynapenie je vhodnější pro popis úbytku svalové zdatnosti v závislosti na věku (Clark a Manini, 2008). Většina vědců

však dnes dochází k závěru, že sarkopenie je existence úbytku hmoty kosterního svalstva. Ohledně konkrétní hodnoty, která by stanovila, co v seniorské populaci představuje nízké množství kosterní svaloviny, nebylo dosud dosaženo žádného konsenzu (Visser, 2009).

V prospektivních studiích byl přesně měřen úbytek množství kosterní svaloviny v seniorské populaci, konkrétně úbytek množství apendikulární svalové hmoty pomocí metody DXA (Gallagher et al., 2000; Koster et al., 2011; Song et al., 2004; Fantin et al., 2007), úbytek celotělového množství kosterní svaloviny s využitím exkrece kreatininu v moči v průběhu 24 hodin (Hughes et al., 2001) a úbytek na příčném průřezu svalového vlákna s pomocí CT (Delmonico et al., 2009; Frontera et al., 2008) (tab. 2). Tyto studie podávají přesný odhad úbytku množství kosterní svaloviny, protože do odhadu svaloviny nejsou započítávány jiné tukuprosté tkáně, např. vnitřní orgány a kosti. Na základě těchto studií se odhaduje, že u starších mužů činí relativní roční úbytek kosterní svaloviny  $-0,64$  až  $-1,29$  % ročně a u starších žen činí  $-0,53$  až  $-0,84$  % ročně. V seniorské populaci je absolutní i relativní úbytek množství kosterní svaloviny s postupujícím věkem markantnější u mužů než u žen. Nedávná přehledová studie ukázala, že v průběhu života dochází k průměrnému poklesu svalové hmoty o  $0,37$  % ročně u žen a o  $0,47$  % ročně u mužů (Mitchell et al., 2012).

Kombinace nízkého množství svalové hmoty spolu s nadměrným množstvím tělesného tuku se označuje jako sarkopenická obezita (Zamboni et al., 2008; Stenholm et al., 2008).

Některé studie prokázaly, že mezi úbytkem kosterní svaloviny a funkčním stavem pohybového systému není žádný, nebo pouze velmi slabý vztah (Lebrun et al., 2006; Rolland et al., 2009; Hairi et al., 2010; Jankowski et al., 2012). Zajímavé jsou výsledky prospektivních studií, které neprokázaly vztah mezi plochou průřezu svalového vlákna v oblasti dolních končetin hodnocenou pomocí CT a mortalitou seniorské populace (Newman et al., 2006; Cesari et al., 2009b).

Tabulka 2 Přehled výsledků prospektivních studií zaměřených na úbytek hmoty kosterního svalstva seniorské populace

Autoři a rok	Počet a pohlaví	Průměrný věk (SD) nebo rozmezí (roky)	Průměrná délka sledování (roky)	Metoda stanovení tělesného složení	Měřené svalové skupiny	Roční úbytek hmoty kosterního svalstva (%)
Frontera et al. (2008)	12 M	71,1 (5,4)	8,9	CT	Příčný průřez přední strany stehna	-0,64
Delmonico et al. (2009)	813 M 865 Ž	70–79	5	CT	Příčný průřez stehenního svalu	-0,98 -0,64
Song et al. (2004)	26 Ž	75,5 (5,1)	2,04	DXA	Svaly bérce	-0,84
Koster et al. (2011)	1 129 M 1 178 Ž	70–90	5	DXA	Svaly bérce	-0,84 -0,71
Gallagher et al. (2000)	24 M 54 Ž	60–90	4,7	DXA	Apendikulární svalová hmota	-0,80 -0,61
Fantin et al. (2007)	62 M 97 Ž	71,6 (2,2) 71,4 (2,2)	5,5	DXA	Apendikulární svalová hmota	-1,11 -0,60
Hughes et al. (2001)	52 M 68 Ž	60,4 (7,9) 60,4 (7,4)	9,7	dU- Kreatinin	Celková hmota kosterního svalstva	-1,29 -0,53

Legenda: M muži; Ž ženy; SD směrodatná odchylka (standard deviation); CT výpočetní tomografie (computed tomography); DXA duální rentgenová absorpciometrie (dual-energy x-ray absorptiometry); dU-Kreatinin hodnota kreatininu v moči za 24 h

Seniorská populace je v důsledku zvyšování množství tělesného tuku a úbytku svalové hmoty s postupujícím věkem vystavena vyššímu riziku vzniku sarkopenické obezity. S věkem související změny složení těla jsou zásadní a až do věku 75–80 let jsou pro rozvoj sarkopenické obezity určující. Po tomto věku je pozorován celkový úbytek tělesné hmotnosti, který je způsoben úbytkem tělesného tuku i množství kosterní svaloviny. Je třeba vzít na vědomí, že složení těla a jeho změny v pokročilém věku mají výrazný vliv na změny tělesné hmotnosti. Různé studie opakovaně prokázaly, že obezita u seniorů zvyšuje riziko omezení mobility, vzniku disability a mortality. Větší obvod pasu a větší množství viscerálního tuku tato rizika také zvyšují (nezávisle na celkovém tělesném tuku) a zvyšují je též nedobrovolné hmotnostní úbytky a cyklické změny hmotnosti. Úloha nízkého množství kosterní svaloviny v rozvoji omezení mobility a v rozvoji disability je i nadále sporná, je však daleko menší než úloha velkého množství tělesného tuku. Zdá se, že nízké množství svalové hmoty nezvyšuje v seniorské populaci riziko mortality.

Studie by se měly zaměřovat na to, jak tyto změny složení těla souvisí se zdravým stárnutím. Na základě těchto studií lze vytvořit potenciální intervence za účelem pozitivních změn složení těla v pokročilém věku na podporu zdravějšího stárnutí.

## Změny poměru extracelulární a intracelulární hmoty

Novější metody hodnocení tělesného složení umožňují stanovit nejen množství tukové a tukuprosté<sup>8</sup> hmoty, ale dokážou současně posoudit i "kvalitu" svalové hmoty (Bunc & Štílec 2007, Heyward & Wagner 2004). Tuto kvalitu je potom možné hodnotit pomocí molekulárního modelu tělesného složení. Rozhodující je velikost poměru extracelulární (extracellular mass, ECM) a intracelulární (body cell mass, BCM) hmoty (dále jen ECM/BCM). Extracelulární hmota je složena z extracelulární tekutiny (veškerá voda, která není v buňkách) a extracelulárních pevných látek (vlákna a základní substance). Intracelulární (buněčná) hmota je složena ze specifických buněk (svalových, epiteliálních, nervových, adipocytů aj.).

Poměr ECM/BCM lze využít jako jeden z ukazatelů efektivity pohybové intervence nebo stavu nutriční (Bunc, 2005). Optimální stav nutriční odpovídá hodnotě poměru 0,7–0,8. Čím je tento poměr nižší, tím větší množství tukuprosté hmoty využitelné pro pohybovou aktivitu jedinec má. Muži mají tento podíl nižší než ženy. Podobně trénovaní jedinci disponují nižší hodnotou tohoto poměru než netréovaní. Pokud dosahuje poměr hodnoty vyšší než 1,0 je využitelnost tukuprosté hmoty pro svalovou práci nízká (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006). Poměr ECM/BCM je u trénovaných jedinců vždy menší než 1. Za vynikající se považují hodnoty menší než 0,74 u mužů a 0,79 u žen (Formánek & Horčic, 2003). Hodnota poměru vyšší než 1,2 je spojena s nižším množstvím tukuprosté hmoty a/nebo se zvýšeným množstvím tělesné vody projevující se jako otoky (Rodrigues et al., 2014). Pomocí tohoto poměru můžeme také charakterizovat biologický věk a stejně tak je možné hodnotit efekt pohybového režimu, který byl aplikován u daného jedince (Bunc, 2013).

Hodnota poměru ECM/BCM je závislá na věku a realizovaném pohybovém zatížení. S nastupujícím seniorským věkem vzrůstá hodnota tohoto poměru a zhoršují se předpoklady pro pohybové zatížení. Ve věkovém období 20 až 60 let zůstává tento poměr u jedinců se stejným pohybovým režimem prakticky nezávislý na věku (Bunc, 2013).

Podstatné je množství hmoty mimo buňku (ECM) a uvnitř buňky (BCM). Jejich součet tvoří tukuprostou hmotu (fat-free mass, FFM). Protože tukuprostá hmota je ve vztahu s celkovou hmotností jedince, je výhodné pro porovnání osob s různou hmotností, využívat poměr ECM/BCM. Obecně platí, že čím je tato hodnota nižší, tím větší je množství BCM a tím lepší jsou předpoklady pro svalovou práci (Bunc & Štílec, 2007). Lepší předpoklady pro svalovou



práci, větší množství BCM a hlavně následně nižší hodnoty poměru ECM/BCM, jsou potvrzeny i významně vyšší motorickou výkonností pohybově aktivních žen ve věku nad 60 let (Bunc & Štilec, 2007).

#### 2.4.2 Změny flexibility

Snižování rozsahu kloubního pohybu (flexibility), který je definován jako celkový rozsah vychýlení možný v kloubu od začátku pohybu do jeho skončení, je s postupujícím věkem nevyhnutelné, ale zdá se, že jeho míra je u každého kloubu jiná (Bell & Hoshizaki, 1981). Například pohyblivost páteře se mezi druhou a sedmou dekádu snižuje v průměru o 50 procent (Einkauf et al., 1987), zatímco pohyblivost kyčelního kloubu se v tom samém období v průměru snižuje jen o 20 procent a flexe kolene jen o 2 procenta. Snižování rozsahu kloubního pohybu je také celkově nápadnější na kloubech dolní poloviny těla než na kloubech horní poloviny těla, což odpovídá úbytku svalové síly. Omezená flexibilita kloubů dolní poloviny těla má významné důsledky pro celkovou mobilitu. Flexibilita svalů zadní strany stehů se u obou pohlaví snižuje cca o 14,5 %, resp. o 2,5 cm každých deset let (Golding & Lindsay, 1989), s tím, že u kyčelního kloubu se udává snížení kloubního rozsahu ve výši 15 procent (zevní rotace) a 11 procent (abdukce). Pokud není oblast svalů zadní strany stehů flexibilní, objevují se bolesti v oblasti dolních zad, zhoršuje se držení těla, dochází k omezením při chůzi, hrozí pády a zvyšuje se náchylnost ke zranění svalů a kostí (Erkula et al., 2002). V seniorské populaci mohou mít zkrácené svaly zadní strany stehů za následek zejména kratší krok a pomalejší chůzi, což může naopak vést k problémům v oblasti dynamické stability (Kerrigan et al., 2001; Kerrigan et al., 2003). U rozsahu kloubního pohybu při dorziflexi kotníku byly udávány malé avšak významné s věkem související změny. Byly pozorovány malé změny rozsahu kloubního pohybu, které byly nezávislé na větším úbytku svalové síly (Nigg et al., 1992), a bylo prokázáno, že se síla dorziflexe kotníku snižuje mezi obdobím středního věku a pokročilého věku přibližně o 30 procent (Vandervoort et al., 1992). Čím více se snižuje rozsah kloubního pohybu v kotníku a síla, tím větší je pravděpodobnost, že daná osoba ve švihové fázi chůze, zakopne a upadne.

S postupujícím věkem všechny kloubní a svalové tkáně tuhnou. Ztuhlost je definována jako síla potřebná pro pohyb kloubu v určitém rozsahu pohybu (Holland et al., 2002). Žádná z tkání souvisejících s mobilitou, tj. šlachy, vazy, fascie, kloubní pouzdra, ani rychlá a pomalá svalová vlákna, nejsou k postupujícímu věku odolné. Dokonce i u svalů, které používáme

---

<sup>8</sup> Tukuprostá hmota je definována jako rozdíl mezi celkovou hmotností a hmotností tělesného tuku

běžně (např. lýtkové svaly), se projevuje zvýšená ztuhlost (Buckwalter et al, 1993; Lung et al., 1996). Na zvýšenou ztuhlost si seniorská populace stěžuje patrně nejvíce a jejím důsledkem je snížení rozsahu pohybu u většiny velkých kloubních celků (Vandervoort et al., 1992). Zdá se, že ke zvýšené ztuhlosti svalů a sníženému rozsahu kloubního pohybu, k nimž s postupujícím věkem dochází, přispívá řada biologických faktorů. Mezi tyto faktory patří nárůst mezisvalové a nitrosvalové pojivové tkáně, změna chemického složení kolagenních vláken a rozklad kloubní chrupavky, který umocňuje artritidu velkých kloubních celků. Radiografie dokonce prokázala, že kolem 75 let věku jsou u 85 % seniorské populace patrné osteoartritické změny na kloubech, které nesou hmotnost těla (Moskowitz, 1989). S postupujícím věkem ubývá svalové hmoty v důsledku snižování skutečného počtu svalových vláken (Sjöström et al., 1992). V důsledku této skutečnosti narůstá množství pojivové tkáně okolo i uvnitř svalů (Eddinger et al., 1986). Vzhledem k tomu, že pojivovou tkáň tvoří převážně kolagen, je méně pružná než kosterní sval. Proto kolagen uvnitř svalů a okolo nich působí snížení rozsahu pohybu. S postupujícím věkem se kolagenní vlákna mění tak, že se vytvářejí více propojení mezi vlákny, a kolagen se proto nemůže tolik prodlužovat, resp. je odolnější vůči deformaci (Cetta et al., 1982). Pojivovou tkáň dále tvoří želatinová hmota, která zadržuje vodu a propůjčuje pojivové tkáni pružnost. Chemické složení kolagenu se též ve všech pojivových tkáních mění a to tak, že materiálu odpovědného za zadržování vody (chondroitin sulfát) s postupujícím věkem ubývá. Ztráta vody přispívá dále k tomu, že se pojivová tkáň nemůže již tolik prodlužovat, resp. je odolnější vůči deformaci. V důsledku těchto změn pojivové tkáně je neomezený pohyb ve starším věku bezesporu obtížnější (Buckwalter et al, 1993). Průvodním jevem narůstající ztuhlosti je i úbytek svalové síly. V důsledku toho musí senioři vynaložit pro vznik pohybu více svalové síly (Jones & Rose, 2005). Například funkční aktivity jako je vstávání z postele po ránu, oblékání, osobní hygiena a vstávání z nízké židle se s postupujícím věkem stává těžší a těžší. Vzhledem k tomu, že se pohyb začíná pojit s větší námahou a v některých případech začíná být i bolestivý, řada seniorů rozsah pohybu omezuje, a využívá tak stále méně kloubní flexibility. V důsledku tohoto nepoužívání je kloub stále méně schopen dosáhnout toho, co se považuje za normální koncový rozsah pohybu. V praxi tak není výjimkou, že řada mužů a žen, kteří žijí doma a starají se o sebe sami, nejsou schopni provádět základní každodenní úkony, např. nejsou při parkování schopni otočit hlavou dozadu, aby viděli za sebe, nejsou schopni se obléct, pokud by u toho měli zdvihnout paže nad hlavu, nebo nejsou schopni vstát z nízké židle, protože rozsah jejich pohybu není dostatečný. Ačkoli s věkem související změna flexibility je nevyhnutelná, rozsah jejího snížení lze výrazně ovlivnit. Pohybová inaktivita hraje

významnou roli zejména v úbytku flexibility s postupujícím věkem a pravděpodobně přispívá k omezení pohybu více než normální s věkem související změny a patologické procesy. Proto by důležitou složku jakéhokoli vyváženého programu pohybové aktivity pro seniorskou populaci měl tvořit trénink flexibility (Jones & Rose, 2005).

### **2.4.3 Změny svalové zdatnosti**

Jako nezávislý rizikový faktor vysoké úmrtnosti v seniorské populaci se dlouhodobě udává pokles svalové síly (Metter et al., 2002; Newman et al., 2006). Vzhledem k tomu, že se zdá, že svalová síla je klíčová i pro zachování funkcí pohybového aparátu, mobility a vitality v pokročilém věku, je velmi důležité zjistit, které faktory k úbytku síly u seniorů přispívají (Goodpaster et al., 2006). Bylo zjištěno, že významným faktorem úbytku svalové síly v důsledku stárnutí je sarkopenie (Roubenoff & Hughes, 2000; Newman et al., 2003). Sarkopenie je v seniorské populaci navíc spojena se zhoršenou zdatností pohybového systému (Visser et al., 2009), disabilitou (Rantanen, 2003), pády (Lord, Clark & Webster 1991) a ztrátou nezávislosti (Rantanen et al., 2002).

Tříletá longitudinální studie ukázala, že byl úbytek svalové síly u seniorů obou pohlaví daleko rychlejší než průvodní úbytek svalové hmoty, což ukazuje na významné zhoršení kvality svalů. Navíc osoby, které si sice dokázaly svou svalovou hmotu udržet nebo její množství dokonce zvýšily, stejně nebyly schopné významně zabránit úbytku sil. I když zachování svalové hmoty může být pro prevenci úbytku sil v pokročilém věku důležité, výrazný úbytek sil v důsledku stárnutí nelze vysvětlit pouhým úbytkem množství svaloviny. Kromě množství svaloviny může být důležitým faktorem pro úbytek sil v důsledku stárnutí i její kvalita (Goodpaster et al., 2006). Člověk je na vrcholu své svalové zdatnosti mezi 20. a 30. rokem života (Zatsiorsky & Kreamer, 2008). Mezi 30. a 50. rokem života dochází jen k malým změnám svalové hmoty a svalové síly (Deschenes, 2004; Zatsiorsky & Kreamer, 2008). Výrazné změny v důsledku stárnutí nastávají po 50. roce života, kdy dochází každých deset let k 15% úbytku sil (Surakka, 2005; Buonocore et al., 2011). Německá studie však ukázala, že zrychlený úbytek svalové hmoty a svalové síly začíná již kolem 40. roku života (Keller & Engelhardt, 2013). Z hlediska zachování mobility je důležitá svalová síla extenzorů kolenního kloubu (Doherty, 2003). V průměru se maximum svalové síly kolenního kloubu mezi 20. a 70. či 80. rokem života snižuje o 20 až 40 % (Larsson, Grimby & Karlsson 1979; Murray et al., 1985; Young et al., 1985). Obdobné výsledky lze sledovat i u jiných svalových skupin, např. u flexorů ramene a zápěstí (McDonagh et al., 1984; Basse & Harries 1993). Ještě větší

úbytek (50%) je udáván u osob starších 90 let (Murray et al., 1980; Murray et al., 1985). Zdá se, že úbytek svalové síly se zrychluje především mezi 60 a 70 lety. Že tomu tak opravdu je, dokládají longitudinální studie, z nichž vyplývá, že mezi 60 a 70 lety dochází k úbytku maximální síly extenzorů kolenního a ramenního kloubu o 30 až 40 % (Aniansson et al., 1986; Frontera et al., 2000; Hughes et al., 2001).

S věkem související zhoršení svalové síly a mechanismů pro ovládní rovnováhy je spojováno s omezením kapacity tělesné práce a pohybové aktivity (Bottaro et al., 2007; Melzer, Kurz & Oddsson, 2010). Na základě získaných informací je 18 % populace starší 65 let závislé při vykonávání jedné nebo více každodenních činností na jiných lidech (King et al., 2002b) a přibližně u 30 % osob ve věku 60 let a starších dojde v průběhu jakýchkoli 12 měsíců k pádu (Voukelatos et al., 2007). Změny, které souvisejí s věkem, lze u aktivních zdravých dospělých pozorovat obvykle po 50. roce života (Thompson, 2009). Ze sledování izometrické síly stejné svalové skupiny u mužů a u žen vyplývá, že k úbytku síly dochází dříve u žen než u mužů (Kamel, 2003). Udává se, že pokud jde o absolutní sílu různých svalových skupin ve všech stádiích života, jsou ženy slabší než muži. Z toho vyplývá, že by ženy tedy měly být první cílovou skupinou při hodnocení a rehabilitaci pohybového aparátu (Macaluso & De Vito, 2004). Ačkoli se ženy dožívají vyššího věku, výskyt disabilit je u žen vyšší než u mužů a s postupujícím věkem je stále výraznější (Puggaard, 2003).

Při ovládní a udržování rovnováhy a vnímání polohy těla se uplatňují důležité faktory včetně využívání smyslových vjemů (vizuálních, somatosenzorických, vestibulárních). Stimulují posturální svaly tím, že vhodně aktivují konsolidovanou synergii tak, aby byla daná osoba schopna vyrovnávat faktory, které ji vychylují z rovnováhy (Woollacott, 1993). Rizikovým faktorem pro vznik pádů je svalová slabost a z některých studií vyplývá, že slabost v dolních končetinách představuje klinicky důležitý a statisticky významný rizikový faktor pro vznik pádů (Moreland et al., 2004). Zdá se, že aby odborní pracovníci v oblasti podpory zdraví a primární prevence byli schopni zlepšovat kvalitu života, musí si být vědomi vlivu stárnutí na složky pohybového aparátu (Cayley, 2008). Udává se, že cvičení (včetně tréninku rovnováhy) může napomáhat při prevenci pádů, ačkoli neexistují žádné důkazy, které by byly vyloženě nezvratné (Logghe et al., 2009). Studie prokázaly význam dostatečné úrovně síly dolních končetin seniorské populace pro zachování běžných aktivit denního života a udržení nezávislosti (Christensen et al., 2006). Proximální svaly dolních končetin jsou postiženy úbytkem síly ve větší míře než proximální svaly horních končetin, což je u seniorů připisováno stále menšímu využívání svalů dolních končetin oproti svalům horních končetin

(Macaluso & De Vito, 2004). Proto by pro zlepšení kvality života měla být větší pozornost věnována vlivu stárnutí na svalovou sílu, zejména u svalů dolních končetin, a na vhodné pohybové programy.

Patofyziologie úbytku svalové síly a množství svaloviny v důsledku stárnutí je složitá a komplexní (Bauer, Kaiser & Sieber, 2008). Pokles svalové hmoty souvisí jednak s postupným úbytkem svalových vláken a motorických jednotek a jednak s poklesem objemu svalových vláken (Doherty, 2003; Dreyer et al., 2006). Klesne-li objem svalového vlákna pod určitou mezní hodnotu, spustí se jeho apoptóza (Zatsiorsky & Kremer, 2008). Mezi další příčiny apoptózy v souvislosti s procesem stárnutí patří svalová denervace a ztráta neuronů (Deschenes, 2004; Özkaya et al., 2005). Redukce počtu svalových vláken má za následek pokles svalové síly, pokles svalového metabolismu a vyšší riziko svalového poškození (Zatsiorsky & Kremer, 2008). S postupujícím věkem se snižuje schopnost nově tvořit svalové bílkoviny (Lin et al., 2008; Jones et al., 2009). Jsou tím omezeny regenerační kapacity svalu (Raggi & Berardi, 2012).

Svalová vlákna atrofují nerovnoměrně, přičemž rychleji atrofují vlákna typu IIa (tzv. rychlá vlákna) (Doherty, 2003; Jones et al., 2009). Mezi 20. a 75. rokem dochází k úbytku až 50 % rychlých svalových vláken (Zatsiorsky & Kremer, 2008). Jedním z důležitých faktorů, v jejichž důsledku dochází ke svalové atrofii, je pokles produkce hormonů s anabolickým účinkem (Deschenes, 2004; Jones et al., 2009). Po 50. roce je patrný postupný pokles hladiny testosteronu, dehydroepiandrosteronu, růstového hormonu a inzulinu podobného růstového faktoru 1 (IGF-1) (Morley et al., 2001; Jones et al., 2009). Kromě nedostatečného množství hormonů (růstových hormonů, estrogenu, androgenu), a nedostatku pohybové aktivity by k poklesu svalové hmoty a síly mohly přispívat proinflamační cytokiny (Doherty, 2003; Deschenes, 2004). Pokles svalové hmoty podporují zejména interleukin 1 beta (IL-1 $\beta$ ), tumor nekrotizující faktor alfa (TNF $\alpha$ ) a interleukin-6 (IL-6) (Bauer, Kaiser & Sieber, 2008). Koncentrace IL-6 se s věkem zvyšuje a byla prokázána korelace mezi vysokou hodnotou IL-6 a sníženou pohybovou aktivitou, poklesem svalové síly a mortalitou (Baylis et al., 2013; Legrand et al., 2014). Ke ztrátě svalové hmoty a síly dochází v důsledku nárůstu chronických onemocnění s věkem, např. zhoubné nádory, chronická obstrukční plicní nemoc, městnavá srdeční slabost, zánětlivá onemocnění trávicí trubice a revmatoidní artritida (Rocha et al., 2009; Evans, 2010). K riziku úbytku svalové hmoty a síly u seniorů přispívají i jiná onemocnění a zdravotní komplikace, s nimiž je spojeno určité období disability, např. hluboká

žilní trombóza, plicní embolie, infarkt myokardu, zápal plic nebo chirurgické zákroky (Keller & Engelhardt, 2013).

Klíčovým faktorem pro nástup úbytku svalové hmoty a síly je omezení pohybové aktivity v důsledku stárnutí (Jones et al., 2009). Nedostatek pohybové aktivity vede k atrofii svalů (Doherty, 2003). Dalším problémem je u seniorů ztráta chuti k jídlu, protože k úbytku svalové hmoty může přispívat i nedostatečný příjem živin (Jones et al., 2009). K sarkopenii, která je vázána na míru pohybové aktivity, může docházet v důsledku dlouhodobého pobytu na lůžku, sedavého způsobu života a disability (Cruz-Jentoft et al., 2018). Během dlouhodobé svalové inaktivity se atrofie kosterního svalstva výrazně urychluje. Výzkumy zabývající se hospitalizací seniorů v nemocniční péči ukazují, že dochází k úbytku svalové hmoty o 1 kg za 10 dní (English & Paddon-Jones, 2010; Wall, Dirks & van Loon, 2013; Wall et al., 2014). Tato výrazná ztráta kosterní svalové hmoty je doprovázena poklesem svalové síly, který se pohybuje mezi 0,3 % (Paddon-Jones et al., 2004) až 4,2 % za den (Thom et al., 2001). Ze studií vyplývá, že dlouhodobá svalová inaktivita, včetně pobytu na lůžku při onemocnění nebo úrazu, vede u člověka (na rozdíl např. od hibernujícího hnědého medvěda) ke změnám v proteosyntéze a degradaci bílkovin ústících ve svalovou atrofii (Deutz et al., 2014). Již dvoutýdenní pohybová inaktivita indukuje anaboličnou rezistenci s poklesem svalové proteosyntézy, inzulinové senzitivity a poklesem svalové hmoty na dolních končetinách (Breen et al., 2013). Proto je snaha o omezení úbytku svalové hmoty a svalové síly jedním z největších problémů stárnutí. Jedním z významných nástrojů pro boj s tímto problémem je řízený silový trénink.

#### **2.4.4 Změny aerobní zdatnosti**

Posouzení kardiorespirační zdatnosti přináší důležité objektivní informace o schopnosti seniorů provádět základní a instrumentální aktivity denního života (Morey, Pieper & Cornoni-Huntley, 1998; Fleg et al., 2000). Vzhledem k tomu, že významné snížení tolerance zátěže může předznamenat vznik potíží v oblasti mobility, zejména u seniorů se sedavým způsobem života (Cress & Meyer, 2003), může také posouzení kardiorespirační zdatnosti sloužit v klinické praxi a pro výzkumné účely jako včasný indikátor hrozícího funkčního omezení (Simonsick, Fan & Fleg, 2006).

Za nejvíce validní parametr charakterizující úroveň kardiorespirační zdatnosti vyšetřovaného se pokládá přímo změřená hodnota  $VO_{2max}$  (nejvyšší příjem kyslíku), resp. její přepočtená hodnota na kg tělesné hmotnosti  $VO_{2max}/kg$ , dosažená v průběhu stupňovaného zátěžového testu na

bicyklovém nebo běžeckém ergometru (Fleg, 2012). U kardiologicky nemocných a u osob vyššího věku stanovujeme vrcholovou spotřebu kyslíku (peak  $VO_2$ , označovaná někdy zkratkou  $pVO_2$ ), což je  $VO_2$  dosažená při maximálně tolerované zátěži (Morrison, 2001). Skutečnost, že hodnotit kardiorepirační zdatnost seniorské populace, zejména osob starších 75 let, pomocí testů submaximální a maximální intenzity na běžeckém pásu je v praxi neproveditelné, je dobře známá (Huggett, Connelly & Overend 2005). Jako alternativa pro posouzení kardiorepirační zdatnosti a odhad vrcholové spotřeby kyslíku ( $pVO_2$ ) byla vyvinuta řada protokolů pro testy chůze, kde si zkoumaná osoba sama stanoví tempo (např. chodecký test na vzdálenost 400 m, 1 600 m, 5minutový chodecký test) (Simonsick et al., 2001).

Na základě epidemiologických kohortových studií se ukázalo, že u osob starších 65 let existuje vztah mezi rychlostí chůze a mírou přežití (Rosano et al., 2008; Cesari et al., 2009a), a dále se ukázalo, že rychlost chůze odráží zdravotní a funkční stav (Abellan van Kan et al., 2009). Rychlost chůze je uváděna jako potenciálně užitečný klinický indikátor životní pohody tzv. *well-being* seniorů (Hall, 2006). Ačkoli se zdá, že vztah mezi rychlostí chůze a mírou přežití je kontinuální, při jeho interpretaci mohou pomoci určité referenční body (Studenski et al., 2011). Různí autoři uvádějí, že chůze rychlejší než 1,0 m/s ukazuje na zdravější stárnutí a vyšší naději dožití, zatímco u chůze pomalejší než 0,6 m/s je vyšší pravděpodobnost zdravotních problémů (Studenski et al., 2003; Cesari et al., 2005). Jiní autoři uvádějí jediný referenční bod na hodnotě přibližně 0,8 m/s (Abellan van Kan et al., 2009).

Současné studie ukazují, že ve vyšších věkových skupinách starších mužů a žen energetické nároky chůze preferovanou rychlostí s vyšším věkem narůstají, při tom rychlost chůze postupně klesá (Fiser et al., 2010; Richardson et al., 2015). Jedním z možných vysvětlení je, že se pomalá chůze vyvíjí jako adaptivní reakce, jejímž cílem je zachování energie a omezení námahy spojené s chůzí (Richardson et al., 2015). Jak s postupujícím věkem vrcholová spotřeba kyslíku klesá, energetická potřeba chůze určitou rychlostí vůči vrcholové  $VO_2$  stoupá, takže i běžná chůze je čím dál intenzivnější (Fleg et al., 2005). To může naopak způsobit větší únavu v důsledku chůze a kompenzační zpomalení preferované rychlosti chůze za účelem snížení energetické potřeby chůze a míry únavy (Alexander et al., 2010). To dokládá i rostoucí množství důkazů o tom, že energetická potřeba při chůzi hraje ústřední úlohu při rozvoji omezení mobility v seniorské populaci (Fiser et al., 2010; Schrack et al., 2012). Richardson et al. (2015) pozorovali, že osoby chodící pomalu měly snížené vrcholové

VO<sub>2</sub> a chůze pro ně byla energeticky náročnější. V důsledku toho vynakládaly pomalu chodící osoby v porovnání s rychle chodícími osobami větší úsilí a snadněji se unavily.

Zhoršení kardiopulmonální zdatnosti v důsledku stárnutí má řadu příčin, mezi něž patří biologické stárnutí, změna životního stylu, rozvoj chronických onemocnění a užívání léků, nebo kombinace různých příčin (Katzel, Sorkin & Fleg, 2001). Typickými změnami v důsledku stárnutí je snížení maximální srdeční frekvence, maximálního tepového objemu, a tudíž i maximálního minutového srdečního objemu, úbytek tukuprosté tělesné hmoty, zvýšení množství tukové hmoty a případně i změny oxidativní kapacity svalu (Ogawa et al, 1992; Conley, Jubrias & Esselman, 2000; Hawkins & Wiswell, 2003).

Z průřezových studií vyplývá, že vrcholová spotřeba kyslíku (VO<sub>2</sub>) se u zdravých mužů a žen každých deset let zpravidla snižuje o 8 až 10 % (Fleg et al., 1988; Talbot et al., 2000). Nicméně senioři zahrnutí do těchto studií představují vybrané pacienty, kteří přežili určitý kritický stav (tzv. *survivors*), a ti nemusí být zrovna typickými představiteli své věkové kategorie. Z výsledků prospektivních kohortových studií vyplývá, že u zdravých seniorů starších 70 let se snižuje vrcholová spotřeba kyslíku (VO<sub>2</sub>) každých deset let o 20 až 25 % a toto tempo může být u mužů ještě rychlejší než u žen (Fleg et al., 2005; Hollenberg et al., 2006; Jackson et al., 2009).

Ačkoli omezená pohybová aktivita v důsledku stárnutí přispívá k omezené aerobní kapacitě, lze obdobné zhoršení v důsledku stárnutí sledovat i osob, které jsou velice pohybově aktivní. Vrcholová spotřeba kyslíku těchto sportovců je však výrazně vyšší než u jejich vrstevníků (Fleg et al., 1994).

Studie, jichž se účastní zdraví dospělí, bezesporu představují neoptimističtější scénář, protože nezahrnují osoby s kardiovaskulárním onemocněním, plicními a jinými chorobami, o nichž je známo, že omezují výkon při zátěži (Fleg, 2012). Například průměrná hodnota vrcholové spotřeby kyslíku u 2 331 ambulantních pacientů ve věku v průměru 59 let, kteří trpěli chronickým srdečním selháním, činila 14,5 ml/kg/min (O'Connor et al., 2009), což se blíží hodnotám zdravého osmdesátáctníka (Fleg, 2012). Pak bychom se mohli právem ptát, jaký význam mají laboratorní měření aerobní kapacity pro běžný život. Ze vzorku 161 osob ve věku 65 až 90 let, které žijí doma a starají se o sebe samy, představovaly hodnoty vrcholové VO<sub>2</sub> na úrovni přibližně 18 ml/kg/min optimální hranici pro odlišení nízké a vysoké fyzické funkce (Morey et al., 1998). Pokud je energetická potřeba u určité činnosti vyšší než aerobní kapacita dotyčné osoby, není tato osoba již schopna tuto činnost vykonávat. Proto je u seniorů



schopnost udržet vysokou aerobní kapacitu hlavním určujícím faktorem pro jejich funkční nezávislost (Fleg, 2012).

Řada observačních studií prokázala, že vytrvalostní sportovci, dokonce i šedesátníci či starší, si udržují vrcholovou spotřebu kyslíku na daleko vyšší úrovni než jejich méně aktivní vrstevníci. Například v Baltimorské longitudinální studii stárnutí byla vrcholová spotřeba kyslíku u běžců na dlouhou trať ve věku 60 až 80 let o 30 až 40 % vyšší než u jejich netrénovaných leč aktivních vrstevníků; jejich aerobní kapacita byla ve skutečnosti podobná aerobní kapacitě účastníků Baltimorské longitudinální studie, kteří byli o dvacet i třicet let mladší (Fleg et al., 1994).

Jak bylo uvedeno výše, schopnost provádět každodenní činnosti obecně vyžaduje aerobní kapacitu více než 18 ml/kg/min. Vzhledem k tomu, že obvyklá vrcholová spotřeba kyslíku u osmdesátnic se pohybuje v rozmezí 12 až 15 ml/kg/min, mnoho z nich se nebezpečně blíží hranici, kdy ztratí nezávislost (Fleg, 2012). U těchto starších osob může pravidelný aerobní trénink zabránit tomu, aby překročily „hranici nezávislosti“, resp. tento okamžik významně oddálit. Probíhající klinické studie důkladně zkoumají účinky pravidelného cvičení na zachování nezávislosti a na omezení nemocnosti a úmrtnosti (Fleg, 2012).

#### **2.4.5 Změny posturální stability**

Zvládání každodenních činností, např. předklonit se a sebrat předmět ze země, vyžaduje dostatečné ovládání postoje tak, aby bylo těžiště stále v opěrné bázi (Remaud, Thuong-Cong & Bilodeau, 2016). Za tímto účelem musí centrální nervový systém neustále integrovat smyslové podněty přicházející z různých zdrojů (zejména ze zrakových, vestibulárních a somatosenzorických systémů) a přitom vysílat vhodné motorické pokyny pro úpravu rovnovážného stavu (Horak, 2006). Za dynamických podmínek hrozí narušení rovnovážného stavu v důsledku vnitřního a/nebo vnějšího vychýlení. Tato vychýlení jsou předvídatelná, nebo nepředvídatelná a podle toho na ně tělo reaguje anticipační (proaktivní), nebo kompenzační posturální strategií (Shumway-Cook & Woollacott, 2001; Alexandrov et al., 2005). Pokud je tělo v klidu (nemění opěrnou bázi), definují Shumway-Cook a Woollacott (2011) posturální stabilitu jako statickou. Je-li tělo v pohybu, při kterém dochází ke změně opěrné báze, jedná se o stabilitu dynamickou.

Důsledkem procesu „normálního“ stárnutí jsou změny uvedených sensorických systémů (Sturnieks et al., 2008) a ty zase mají vliv na posturální kontrolu, a tak může docházet k

pádům a těžkým zraněním (Ambrose, Paul & Hausdorff, 2013). Při stárnutí zraku se mění zraková ostrost, orientace v šeru a ve tmě, je snížena tolerance k prudkému světlu, zhoršuje se rozlišování kontrastu a prostorové vidění, což zvyšuje instabilitu a riziko pádů (Lord, 2006). Na změnách ve vestibulárním systému se podílejí degenerativní změny vláskových buněk, snížení senzitivity semicirkulárních kanálků a funkce otolitů (Agrawal et al., 2012). U osob starších 70 let dochází ke 40% úbytku smyslových buněk vestibulárního systému (Woollacott, 1993). Při involučních změnách nervového systému je snížený reakční čas, jsou porušeny reflexy, nutné pro změnu polohy, vznikají pomalé pohyby a flekční postura (Shupert & Horak, 1999). Autoři Baloh, Ying a Jacobson (2003) uvádějí, že s věkem souvisí ztráta senzitivity vibračního čítí hlezenního kloubu a chodidla. Z různých studií vyplývá, že u seniorů dochází ke zhoršenému vnímání polohy kloubu a pohybu (Goble et al., 2009), pravděpodobně z důvodu úbytku velkých myelinizovaných sensorických vláken a receptorů na periférii (Shaffer & Harrison, 2007). Stárnutí je doprovázeno též mnoha změnami neurosvalových struktur a funkcí, zejména úbytkem spinálních motoneuronů a úbytkem množství a velikosti svalových vláken, což zhoršuje motorický výkon (Aagaard et al., 2010) a vede k nedostatečné adaptaci na změnu v charakteru opory a snížené detekci instability (Bugnariu & Sveistrup, 2006).

Z většiny průřezových studií vyplývá, že v důsledku stárnutí se zpomaluje švihová fáze pohybu, chůze má širší základnu a prodlužuje se délka stojné fáze, kdy jsou obě dolní končetiny v opoře, zkracuje se délka kroku, snižuje se rotace trupu a zvyšuje se míra bolesti a diskomfortu, které omezují pohyb (Skelton, 2001). Dále je známo, že senioři se sedavým způsobem života se oproti svým aktivnějším vrstevníkům při chůzi pohybují opatrněji, dělají kratší kroky a chodí pomaleji. Pokud je potřeba při chůzi zrychlit, mají senioři oproti mladším lidem tendenci zvýšit krokovou frekvenci, nikoli prodloužit krok. Ke změně chůze dochází i v důsledku onemocnění jako jsou periferní neuropatie, artritida a osteoporóza (Skelton, 2001). Jedna průřezová studie u žen po menopauze ukazuje úzký vztah mezi množstvím udávané pohybové aktivity a posturální stabilitou (Brooke-Wavell et al., 1998). Zdá se, že význam má i skutečnost, v jakém období života je daná osoba pohybově aktivní a sportuje (Perrin et al., 1999). Pokud byli nyníšší šedesátníci pohybově aktivní relativně nedávno, má to pro jejich posturální stabilitu větší přínos, než pokud byli pohybově aktivní pouze v mladším věku (30 až 40 let). Reakce osob, které začaly být aktivní teprve po odchodu do důchodu, byly podobné jako u osob, které byly vždycky aktivní, ale byly lepší než u osob, které vedly sedavý způsob

života už jako třicátníci nebo čtyřicátníci, nebo u těch, které nebyly nikdy obzvláště aktivní (Perrin et al., 1999).

## 2.5 Specifika kvality života v seniorském věku

Kvalita života nabývá na důležitosti zejména v naší stárnoucí společnosti a mnoho vědců tvrdí, že je lepší vést kvalitní život než jen dlouhý život bez kvalitní náplně (Gems, 2003). Udržení kvality života po co nejdéle dobu začíná být jeden z hlavních cílů v oblasti veřejného zdraví a z klinického hlediska je problémem i snaha o zlepšení ztracené kvality života u pacientů s chronickým onemocněním (Megari, 2013). Samotný pokles kvality života se projeví závislostí na jiných, ztrátou soběstačnosti a v absenci smyslu vlastního života (Hudáková, Majerníková, 2013). Mollon a Cabedo (2013) tvrdí, že nízká kvalita života znamená zároveň větší výdaje na zdravotní i sociální služby.

Pojem kvalita života není jednotně definován pro svoji multidimenzionalitu a oborovou různorodost. Většina definic kvality života vychází z koncepce zdraví podle Světové zdravotnické organizace (WHO) a kvalitu života charakterizují jako multidimenzionální koncept zahrnující údaje o fyzickém, psychickém, sociálním a spirituálním stavu jedince (Namjoshi & Buesching, 2001). Problémem takové definice je to, že je na jedné straně příliš obecná a používá se jako zastřešující pojem pro mnoho významů, a na druhé straně je nedostatečně komplexní, když v ní absentuje například propojení s hodnotovou orientací a smyslem života osoby (Kováč, 2004). Dalším problematickým bodem uvedené definice je to, že je vytvořena na bázi dohody expertů Světové zdravotnické organizace a chybí jí odpovídající teorie. Z tohoto důvodu část autorů pro hodnocení v oblasti kvality života používá raději pojmy, jako jsou subjektivní pohoda či spokojenost, které jsou konkrétnější a lépe propojené s teorií (Babinčák, 2013).

Navzdory výše zmíněným nedostatkům se termín kvalita života ujal zejména v medicínských vědách, kde je zdůrazňována vazba kvality života na zdraví. Koncept kvality života související se zdravím (*Health-Related Quality of Life*, dále HRQoL) představuje spokojenost se životem ve čtyřech oblastech: zdraví, tělesný stav, psychický stav a sociální vztahy (Saavedra et al., 2007). HRQoL je determinována řadou faktorů. Těmi jsou pohybová aktivita (Devereux, Robertson & Briffa, 2005; Vuillemin et al., 2005; Ko, Tsang & Chan, 2006), věk (Laforge et al., 1999; Brown et al., 2003), pohlaví (Morimoto et al., 2006), vzdělání (Vuillemin et al., 2005), velikost místa bydliště (Vuillemin et al., 2005), polymorbidita (Tyack et al., 2018).

Některé studie uvádějí silné asociace mezi objektivním zdravotním stavem a subjektivně vnímanou kvalitou života. Mooreová et al. (1993) vypracovali metaanalýzu a zjistili, že v jedenácti ze sedmnácti studií byl mezi těmito dvěma proměnnými silný pozitivní vztah. Raphael et al. (1997) též udávali pozitivní vztah mezi kvalitou života a zdravotním stavem seniorů. V současné době je jedním z nejpoužívanějších generických nástrojů pro posouzení kvality života ve vztahu ke zdraví (tzn. že dané koncepty nejsou striktně vázány na konkrétní věk, onemocnění nebo způsob léčby) dotazník SF-36 (*Medical Outcomes Study 36-Item Short Form*).

Při hodnocení kvality života jsou obvykle sledovány tři hlavní domény: fyzická, psychosociální a životní podmínky. Neexistuje jasná shoda ohledně proměnných, které by byly u osob ve vyšším věku považovány za důležité, neexistuje žádná teorie kvality života pro seniory a existuje jen velmi málo výzkumů, které by se zabývaly porovnáváním jednotlivých zemí a/nebo kultur.

Borglinová, Edbergová a Rahm Hallberg (2005) se zabývali otázkou vnímání kvality života a realizovali 11 detailních rozhovorů s 6 ženami a 5 muži ve věku nad 80 let, žijících ve vlastním domě. Na základě interpretativní fenomenologické analýzy zjistili, že kvalita života v seniorském věku znamená zachování si vlastního "já" (*preserved self*) a smyslu života. Zachování vlastního sebeobrazu (*self-image*) znamená, že starší lidé přežili koherentní život s neporušeným smyslem. Posouzení kvality života záviselo na tom, jakou důležitost připisovali starší lidé zkoumané oblasti, a také na tom, jak ji subjektivně interpretovali. Význam bydlení (domova), názory na život, myšlenky o smrti a umírání a vyprávění vlastního životního příběhu se prokázaly jako oblasti důležité pro posouzení jejich kvality života.

Bowlingová (2011) uvádí závěry předchozích výzkumů, ve kterých respondenti ve věku nad 65 let v souvislosti s kvalitou života upozorňují na důležitost bydlení v laskavém a bezpečném prostředí s dobrým vybavením, také na přítomnost přátelských a vstřícných vztahů s jinými lidmi, včetně sousedů. Tyto skutečnosti popisují jako: mít někoho, "kdo jim bude dělat společnost", "kdo s nimi půjde ven", "kdo jim pomůže udělat život snesitelným". Smysluplný kontakt, buď přímý nebo přes telefon, s dcerami nebo syny je významný pro většinu respondentů, zejména kvůli nabývání pocitů radosti, pomoci a bezpečí. Kontakt s vnoučaty (hrát si s nimi a jít s nimi ven) je často zmiňován, protože se cítí být užiteční a hodnotní. Mnoho respondentů dále uvádělo důležitost společenských nebo dobrovolných aktivit ve významu "být zaneprázdněn" - za účelem omezit jejich trápení a pocitů osamělosti.

Podle Xaviera et al. (2003) k determinantům, které přispívají k lepší kvalitě života seniorů, patří na prvním místě zdraví, poté rodina, finanční zabezpečení, práce, přátelé. Mnoho autorů se shoduje v tom, že senioři při definování kvality života používají popisy jako: mít dobré lidi ve svém životě (rodina, přátelé, sousedé, osoby zajišťující pomoc v domácnosti), být schopen zajistit si každodenní potřeby, udržovat si zdraví, žít dál navzdory ztrátám, vidět budoucnost a ztotožnit se s věkem, ve kterém se nacházím (Gabriel & Bowling, 2004; Wilhelmson et al., 2005; Hambleton, Keeling & McKenzie, 2008).

Kvalita života z pohledu gerontologie zahrnuje důležité ukazatele, jako jsou fyzická soběstačnost, nepřítomnost disability a bolesti, zachování smyslových schopností na adekvátní úrovni, sociální zapojení, pocit štěstí a užitečnosti pro další osoby (Rizzoli et al., 2013). Za determinující faktor ovlivňující kvalitu života seniorské populace je považována fyzická soběstačnost. Soběstačnost má pro seniora velký význam ve vztahu k sobě samému, jako zdroj určité sebeúcty (Hudáková & Majerníková, 2013). Ve výzkumu Sýkorové a Chytila (2004) senioři vnímají fyzickou soběstačnost jako pozitivní jev, který je chápán jak s naprostou samozřejmostí – aktivní senioři –, tak s rezignací – nesoběstační jedinci s vážnými zdravotními problémy. Míra spokojenosti s tělesnou zdatností souvisí s úrovní soběstačnosti. Snížená nebo narušená schopnost mobility vede k deficitu soběstačnosti, což je významný faktor ovlivňující kvalitu života v seniorském věku. Výzkum Hudákové a Derňárové (2011) potvrzuje závislost úrovně soběstačnosti a kvality života seniorské populace. Studie provedená na Strathclydeské univerzitě ve skotském Glasgow prokázala významnou korelaci mezi kvalitou života související se zdravím a svalovou silou dolních končetin u zdravé seniorské kohorty (41 mužů a 43 žen, věk  $73,2 \pm 7,3$  roků). Autoři studie konstatují, že svalová síla extenzorů kolenního a kyčelního kloubu je důležitá pro vytvoření odpovídajících momentů síly, které umožní provádět aktivity denního života (např. bipedální stoj, základní lokomoci). S poklesem svalové síly dochází ke zhoršení pohybové koordinace, což negativně ovlivňuje kvalitu života. Také v pilotních analýzách Kramperové (2017) byl zjištěn vztah mezi kvalitou života související se zdravím a svalovou vytrvalostí dolních končetin, dále mezi silou stisku ruky, flexibilitou svalů v oblasti bederní páteře a zadní strany stehen a aerobní zdatností u 46 žen ve věku nad 60 let (věk  $69,0 \pm 5,8$  roků).

Několik studií se zabývalo vztahem mezi pohybovou aktivitou a různými aspekty kvality života. Ve vzorku 315 osob ve věku nad 60 let byl nalezen signifikantní vztah mezi vnímaným fyzickým a psychickým zdravím a pohybovou aktivitou (Mudrák, Slepíčka & Slepíčková, 2014). Ve výzkumu Hornákové & Martínkové (2012) bylo zjištěno, že pohybová

aktivita nepřináší pozitiva pouze ve vztahu ke kompenzaci chronických onemocnění. Až 53 % seniorů uvedlo, že pohybová aktivita zlepšuje sociální status a 31 % seniorů uvedlo zlepšení paměti a myšlení, což v konečném důsledku přispívá k aktivnímu prožívání stáří. Pohybově aktivní jedinci vnímají určité složky kvality života lépe než jedinci se sedavým způsobem života (Chai et al., 2010). Dlouhodobá a především pravidelná pohybová aktivita se vedle zlepšování tělesného stavu kladně podílí i na zlepšení psychického stavu. Vzhledem k této skutečnosti může pohybová aktivita vést k pozitivním změnám i v oblasti depresí a úzkosti, které jsou časté u seniorské populace, a tím zlepšit jejich duševní zdraví a kvalitu života (Antunes et al., 2005).

Na základě výše uvedeného lze konstatovat, že při chápání a definování kvality života seniory má podstatný význam sociální zázemí a vztahy s nejbližšími příbuznými či přáteli, důležitou roli má i subjektivní posouzení zdravotního stavu, od kterého se zároveň odvíjí další možnosti, či naopak omezení. K nejpodstatnějším z nich patří: možnost participace na různých aktivitách a činnostech (samostatně nebo ve společnosti jiných osob), soběstačnost a schopnost sebeobsluhy, též hmotné a finanční zabezpečení. Pravidelná pohybová aktivita zlepšuje celkový zdravotní stav, který přispívá k udržení nebo dokonce ke zlepšení kvality života v pokročilém věku.

## **2.6 Aerobní pohybový program ve vodě**

Kromě plavání, které vyžaduje specifické a pokročilé motorické dovednosti, se vodní prostředí využívá pro různé druhy cvičení vykonávané ve vzpřímeném postoji v mělké nebo hluboké vodě. Mezi oblíbené pohybové programy ve vodě patří tradiční aerobní program aqua-aerobik (lekce může nebo nemusí zahrnovat choreografii), chůze/běh ve vodě, jízda na kole (tzv. *hydrobike*), vysoce intenzivní intervalový trénink, odporový (silový) trénink se specializovaným vybavením (např. činky, rukavice, manžety, plavecký tubus) a programy protahovacího a relaxačního charakteru (např. jóga, Ai Chi). Pohybové programy často využívají hudební doprovod, který udává počet opakování, tempo cvičení a navozuje atmosféru.

Urbanová a Labudová (2010) se zabývaly motivačními faktory ovlivňující participaci na pohybovém programu ve vodě u 37 slovenských žen ve věkovém rozmezí 15–60 let. Jako klíčové faktory ovlivňující zahájení a setrvání v pohybovém programu ve vodě se prokázaly udržení nebo zlepšení úrovně tělesné zdatnosti, odstranění stresu a únavy, zlepšení rozsahu

pohybu v kloubech končetin a páteře, zmírnění bolesti zad, redukce tělesné hmotnosti, zpevnění těla a zlepšení životní pohody (*well-being*).

V této práci je intervenční pohybový program založen na aqua-aerobiku v mělké vodě (hladina vody dosahuje úrovně střední části hrudní kosti). Tento program zahrnuje lokomoční pohyby (chůze, běh), odrazy, poskoky, rotační pohyby. Polohy a pohyby dolních a horních končetin se obměňují v rozsahu, směru a jejich rychlosti. Program může zahrnovat posilovací část s použitím specializovaných pomůcek.

Jednou z výhod těchto druhů cvičení oproti cvičení na souši je snížení reakčních sil země, a tudíž i zatížení pohybového aparátu (Silva & Krueel, 2008). To usnadňuje použití a vývoj různých pohybových programů ve vztahu k takovým skupinám populace, jako jsou senioři, těhotné ženy a pacienti s onemocněním svalů, osteoartritidou nebo jinými degenerativními poruchami. Cvičení ve vodě je proto mezi cvičícími stále populárnější, protože jeho přínos je z literatury dobře znám (Barbosa, Garrido & Bragada, 2007).

V minulých desetiletích bylo cvičení ve vodě prováděné ve vzpřímeném postoji uznáno jako důležitý druh pohybové aktivity využívaný při prevenci nemocí a bylo považováno za alternativní prostředek pro rozvoj a udržení tělesné zdatnosti a pro léčebné a rehabilitační účely. Účinek tohoto druhu cvičení na zdravotní parametry byl předmětem výzkumu, jehož se účastnily různé skupiny populace (Barbosa et al., 2009), a především kvůli nižšímu riziku poranění kloubů se toto cvičení považuje za ideální pro obézní pacienty, seniory a pacienty s artrózou (Meredith-Jones et al., 2011).

### **2.6.1 Vliv fyzikálních vlastností vody na organismus**

Vzhledem k tomu, že pravidelné cvičení ve vodě je velmi rozšířenou formou pohybové aktivity, roste i zájem o lepší pochopení fungování lidského organismu při vodní imerzi. Aby bylo cvičení ve vodě předepsáno správným způsobem, je třeba vzít v úvahu fyzikální vlastnosti vody, protože se značně liší od vlastností vzduchu, což se projevuje v odlišných fyziologických reakcích těla v těchto dvou prostředích. Hlavními fyzikálními vlastnostmi souvisejícími s fyziologickými změnami při ponoření do vody je zvýšená výměna tepla mezi organismem a okolním prostředím; vztlak, který působí proti gravitační síle; a hydrostatický tlak, který má vliv na kardiovaskulární parametry ve fázi cvičení i odpočinku. Jedním z důležitých bodů, který je třeba vzít v úvahu, je skutečnost, že míra fyziologických změn v

reakci na ponoření do vody závisí na hloubce ponoření (Houdová & Čechovská, 2012; Delevatti, Marson & Krueel, 2015).

Druhý Newtonův pohybový zákon praví, že „zrychlení tělesa je přímo úměrné použité síle“. Se zvyšující se rychlostí pohybu ve vodě se zvyšuje i odporová síla vody, a voda proto klade pohybu izokinetický odpor (Pöyhönen et al., 2002). Cvičení ve vodě může být užitečné u osob na všech úrovních tělesné zdatnosti, protože rychlost pohybu a odpor si může každý cvičící nastavit individuálně podle jeho stupně tolerované zátěže (Kuether, 1998).

U cvičení ve vodě jsou nejvíce studovány ty fyziologické změny, které mají vliv na kardiovaskulární systém. To může být způsobeno přímým vlivem fyzikálních vlastností vody na oběhovou soustavu, zejména hydrostatickým tlakem. Ponořením do vody vzniká hydrostatický tlakový gradient, který působí na všechny cévy organismu a vyvíjí tlak na celý povrch těla, který je ponořen. Zvýšený žilní návrat zvyšuje objem krve v srdci a prokrvení hrudníku (Delevatti, Marson & Krueel, 2015). Zvýšený tok krve z dolních končetin do středu těla, který může dosahovat hodnot až  $700 \text{ ml/min}^{-1}$ , vede ke zvýšenému tlaku v hrudníku, v centrálních žilách, v plicích a v pravé síni srdeční (Pendergast & Lundgren, 2009). Tato změna toku krve zvyšuje i konečný diastolický objem a ve svém důsledku i systolický objem. Ačkoli se snižuje srdeční frekvence, což lze chápat jako kompenzační mechanismus, lze pozorovat i zvýšený minutový srdeční objem. Významná část tohoto nárůstu (32 až 62 %) minutového srdečního objemu je vysvětlována převahou zvětšeného systolického objemu nad sníženou srdeční frekvencí. Přitom střední arteriální krevní tlak zůstává na stejné úrovni, takže se snižuje celkový periferní odpor. V termoneutralní zóně se systémová spotřeba kyslíku nemění. Na rozdíl od suchého prostředí však není regulována metabolickou potřebou periferních tkání, protože regulaci krevního průtoku ovlivňuje ponoření do vody. V důsledku toho stoupá dodávka kyslíku do tkání a často i překračuje jejich potřeby (Pendergast & Lundgren, 2009).

Cvičení ve vodě má i své nevýhody. Ve výjimečných případech mohou některé osoby vykazovat strach a úzkostné pocity z vodního prostředí, což negativně ovlivňuje participaci na cvičení ve vodě. Další nevýhodou cvičení ve vodě pro některé seniory je snížené zatížení. Senioři ztrácí kostní hmotu tempem až 8 % ročně v závislosti na pohlaví a druhu kosti, která je úbytkem postižena, a mohou být vystaveni riziku rozvoje osteoporózy. Proto pro ně může být přínosnější cvičení, jehož součástí je plné zatížení (Kuether & Smith, 1998).



## 2.6.2 Vliv aerobního pohybového programu ve vodě na tělesnou zdatnost

V posledních letech se výrazně zvýšil zájem o přínos pohybové aktivity u seniorů a důkazy o přínosu pravidelného cvičení a pohybové aktivity pro seniory vyplývají i ze stanoviska Americké společnosti sportovní medicíny (*American College of Sports Medicine*, dále ACSM) vydaného pod názvem „Cvičení a pohybová aktivita seniorů“ (*Exercise and physical activity for older adults*) a ze stanoviska Americké asociace pro kardiologii (*American Heart Association*, dále AHA) pod názvem „Doporučení týkající se pohybové aktivity seniorů“ (*Physical activity recommendations for older adults*) (Nelson et al., 2007). Podle doporučení organizací ACSM/AHA se cvičení ve vodě považuje za přínosné, zejména u osob, které snášejí cviky se zátěží jen do jisté míry. U seniorů je voda jako médium obzvláště užitečná, protože snižuje pravděpodobnost akutního zranění a zmenšuje strach z pádu a navíc pohybové aktivity ve vodě zvyšují míru adherence než cvičení na suchu (Hauer et al., 2002).

Pozitivní účinky pohybové intervence ve vodě u postmenopauzálních žen byly prokázány v různých studiích. Bylo zjištěno, že aerobní pohybový program ve vodě vede ke zlepšení aerobní zdatnosti, svalové síly a svalové vytrvalosti, a ke snížení tělesného tuku a hladiny cholesterolu (Rýzková, 2018; Meredith-Jones et al., 2011; Colado et al., 2009; Bocalini et al., 2008). na určité zdravotní problémy a nezabývá se

Výzkumy v oblasti pohybových programů ve vodním prostředí se často zaměřují na určité zdravotní problémy, především na revmatické poruchy (Ortega et al., 2009; Bosomworth, 2009; Kamioka et al., 2010) a kardiovaskulární onemocnění (Volaklis, Spassis & Tokmakidis, 2006; Chu et al., 2004) a nezabývají se efektivitou cvičení u populace bez objektivních zdravotních potíží. V České republice nebyl dosud podobný výzkum realizován. V tabulce 3 uvádíme přehled studií zabývajících se účinky pohybové intervence ve vodě na složky zdravotně orientované tělesné zdatnosti starších žen. Kritérii pro zařazení studií do přehledu byly: pouze ženy bez objektivních zdravotních potíží (bez ortopedických, kardiovaskulárních a onkologických patologií), věk 60 roků a více, intervenční pohybový program založený na aqua-aerobiku v mělké vodě.

Tabulka 3 Přehled výsledků studií zabývajících se účinky aerobního pohybového programu v mělké vodě na složky zdravotně orientované tělesné zdatnosti žen ve věku nad 60 let

Autor a rok	Průměrný věk (roky ± SD)	Délka intervence (týdny)	Charakteristika intervence	Design studie	N	Sledované parametry	Výsledky intervence
Vale et al. (2017)	67,3 ± 3,9	12	aqua-aerobik vs. silový trénink na suchu s využitím přístrojů 50 min, 3× týdně 10 min zahřívací část s využitím běžecké lokomoce 35 min intervalový trénink s využitím pěnových činek, manžet kolem kotníku a rukavic	RKS	ES I = 10 ES II = 10 KS = 10	svalová zdatnost	↑ síly horní poloviny těla o 63,4 % u ES II, u ES II ↑ síly DK o 60,8 % a u ES I o 38,7 %, 0 v KS
Sandersová et al. (2016)	70,5 ± 3,6	12	aqua-aerobik vs. KS 60 min, 3× týdně 15 min aerobní zatížení 15 min specifické cvičení zaměřené na ADL intervalovou metodou 10 min silový trénink s využitím plaveckých rukavic	NKS	ES = 13 KS = 13	flexibilita svalová zdatnost aerobní zdatnost dynamická stabilita	↑ flexibility bederní páteře a hamstringů o 50 %, ↑ svalové vytrvalosti HK o 22 %, ↑ svalové vytrvalosti DK o 21 %, ↑ aerobní zdatnosti o 15 %, ↑ dynamické stability o 13 %
Bento et al. (2015)	65,6 ± 4,3	12	aqua-aerobik vs. KS 60 min, 3× týdně	RKS	ES = 18 KS = 18	dynamická stabilita	↑ dynamické stability o 8 % u ES
Martínezová et al. (2014)	67,5 ± 5,1	12	aqua-aerobik vs. KS 50 min, 5× týdně 10 min zahřívací část 30 min aerobní část	RKS	ES = 16 KS = 10	tělesné složení	↓ podkožního tuku v kožní řase o 5,6 %, ↑ FFM o 3,8 %
Bocalini et al. (2008)	64 ± 1	12	aqua-aerobik (aerobní a silový trénink s pomůckami) vs. chodecký program na suchu vs. KS 60 min, 3× týdně	RKS	ES I = 25 ES II = 15 KS = 10	tělesná hmotnost flexibilita svalová zdatnost aerobní zdatnost	tělesná hmotnost = 0, ↑ flexibility ramenních kloubů u ES I o 40 %, bederní páteře a hamstringů o 50 % a významně vyšší vs. ES II, ↑ svalové vytrvalosti HK u ES I o 47 % a významně vyšší vs. ES II, ↓ klidové SF o 10 % u ES I, ↑ pVO <sub>2</sub> o 42 % u ES I a významně vyšší vs. ES II
Cancela Carral a Ayán Pérez (2007)	68,4 ± 3,4	22	aqua-aerobik a silový trénink na suchu s využitím přístrojů vs. aqua-aerobik a posilování s využitím hmotnosti vlastního těla (tzv. kalistenika) 45 min, 2× týdně cvičení ve vodě + 3× týdně cvičení na suchu	RNS	ES I = 27 ES II = 29	flexibilita svalová zdatnost aerobní zdatnost	ES I a ES II ↑ flexibility bederní páteře a hamstringů o 6,9 %, ES I vykazuje ↑ síly stisku v pravé o 13,1 % a v levé ruce o 10,5 %, ↑ síly DK o 19,6 %, ↑ svalové vytrvalosti břišních svalů o 12,1 %, ES I dosáhla významného ↓ SF v submaximálním testu o 8,5 %, 0 ve VO <sub>2max</sub> a 2km chodeckém testu

Tabulka 3 Pokračování

Autor a rok	Průměrný věk (roky ± SD)	Délka intervence (týdny)	Charakteristika intervence	Design studie	N	Sledované parametry	Výsledky intervence
Tsourlou et al. (2006)	68 ± 7	24	aqua-aerobik vs. KS 60 min, 3× týdně 25 min aerobní zatížení 20–25 min silový trénink s využitím plaveckého tubusu (tzv. nudle) a pěnových manžet kolem kotníku	RKS	ES = 12 KS = 10	tělesné složení flexibilita svalová zdatnost dynamická stabilita	tělesná hmotnost = 0, ↑ FFM o 3,4 %, ↑ flexibility bederní páteře a hamstringů o 11,6 %, ↑ izokinetické síly flexorů o 13,4 % a extenzorů kolenního kloubu o 10,5 %, ↑ síly kvadricepsů o 29 %, ↑ síly horní poloviny těla o 25,7 %, ↑ síly stisku dominantní ruky o 12,8 %, ↑ dynamické stability o 19,8 %
Devereuxová, Robertsonová a Briffaová (2005)	73,3 ± 3,9	10	aqua-aerobik vs. KS 50 min, 2× týdně program zahrnoval cvičení Tai Chi aplikované ve vodě	RKS	ES = 23 KS = 24	dynamická stabilita	↑ dynamické stability o 19,4 % u ES
Takeshima et al. (2002)	69 ± 5	12	aqua-aerobik vs. KS 70 min, 3× týdně 30 min aerobní zatížení 10 min silový trénink s využitím pěnových činek a manžet kolem kotníku	RKS	ES = 15 KS = 15	tělesné složení cholesterol flexibilita svalová zdatnost aerobní zdatnost	↓ podkožního tuku v kožní řase o 7,9 %, žádné změny v tělesné hmotnosti, ↓ hladiny LDL-cholesterolu v krvi o 17 % a celkového cholesterolu o 11 %, žádné změny ve flexibilitě trupu, ↑ izokinetické síly flexorů o 12,7 % a extenzorů kolenního kloubu o 8,4 %, ↑ síly horní poloviny těla o 7,2 %, žádné změny v klidové SF, ↑ pVO <sub>2</sub> o 12 %
Taunton et al. (1996)	70 ± 3,2	12	aqua-aerobik vs. cvičení na suchu 50 min, 3× týdně 20 min aerobní zatížení 8 min silový trénink 7 min protahovací a balanční cvičení	RNS	ES I = 19 ES II = 16	tělesné složení flexibilita svalová zdatnost aerobní zdatnost	0 v hodnotách kožních řas, 0 ve flexibilitě bederní páteře a hamstringů, 0 v síle stisku ruky, ↑ svalové vytrvalosti břišních svalů o 65 % u ES II, ↑ pVO <sub>2</sub> o 12,2 % u ES I, ↑ pVO <sub>2</sub> o 13,6 % u ES II

Legenda: *NKS* nerandomizovaná kontrolovaná studie; *RKS* randomizovaná kontrolovaná studie; *RNS* randomizovaná nekontrolovaná studie; *ES* experimentální skupina, *KS* kontrolní skupina; ↑ zvýšení, ↓ snížení; *HK* horní končetiny; *DK* dolní končetiny; *SF* srdeční frekvence; *pVO<sub>2</sub>* vrcholová spotřeba kyslíku; *FFM* tukuprostá hmota (fat-free mass); *LDL* nízkodenzitní lipoprotein (low density lipoprotein); 0 žádné změny; *ADL* aktivity denního života

## *Tělesné složení*

Výsledky studií, zkoumajících účinnost cvičení ve vodě na změny tělesného složení, se liší. Někteří autoři nezaznamenali žádnou změnu tělesné hmotnosti, procenta tělesného tuku nebo vrstvy podkožního tuku po absolvování programu aqua-aerobiku v mělké vodě (Bocalini et al., 2008; Taunton et al., 1996). Martínezová et al. (2014) zjistili úbytek hmotnosti podkožního tuku o 5,6 % a nárůst tukuprosté hmoty o 3,8 %, ale výsledky nebyly statisticky významné. Pouze dvě studie zjistily významné změny v tělesném složení. Tsourlou et al. (2006) u tukuprosté hmoty (+3,4 %) a Takeshima et al. (2002) u podkožního tuku v kožní řase (-7,9 %).

Vzhledem k tomu, že tři studie nevykázaly žádné výsledky a že dvě studie vykazující pozitivní výsledky používaly různé diagnostické metody, nelze považovat účinnost cvičebního programu aqua-aerobiku v mělké vodě jako metody pro zlepšení tělesného složení žen ve věku nad 60 let za prokázanou.

## *Flexibilita*

Šest studií se zabývalo flexibilitou; pět z nich pro zhodnocení dolních partií těla využilo test hloubky předklonu v sedu (tzv. *Sit and Reach Test*) (Taunton et al., 1996; Tsourlou et al., 2006; Cancela Carral & Ayán Pérez, 2007; Bocalini et al., 2008; Sanders et al., 2016), zatímco Bocalini et al. (2008) prováděli pro měření flexibility horní části těla test dotyku prstů za zády (tzv. *Back Scratch Test*); naopak Takeshima et al. (2002) využívali při měření extenze a flexe trupu jako výchozí polohu vzpřímený postoj. Studie provedená autory Bocalini et al. (2008) ukázala, že u skupiny žen cvičících ve vodě došlo k významnému zlepšení flexibility horní (+40 %) a dolní části těla (+50 %) při porovnání v rámci skupiny a mezi skupinami navzájem. Tsourlou et al. (2006) zaznamenali 12% nárůst a Sandersová et al. (2016) 50% nárůst flexibility v oblasti bederní páteře a hamstringů u skupiny žen cvičících ve vodě. Pozitivní vliv uvádějí i Cancela Carral a Ayán Pérez (2007) u obou sledovaných skupin (+7 % a +14 %). Naopak ve dvou studiích nebyly po 12 týdnech programu aqua-aerobiku zjištěny žádné statisticky významné změny flexibility (Takeshima et al., 2002; Taunton et al., 1996).

Lze tedy shrnout, že na základě výsledků, ve kterých jedna kvalitní randomizovaná kontrolovaná studie a jedna randomizovaná nekontrolovaná studie udává nulové účinky (a čtyři studie udávají pozitivní výsledky, tj. pozitivní výsledky u méně než 75 %, Proper et al., 2002), lze účinky cvičení ve vodě na zlepšení flexibility klasifikovat jako mírné.

## *Svalová zdatnost*

Z jedné kvalitní randomizované kontrolované studie vyplývá, že po absolvování 12týdenního řízeného programu ve vodě došlo ke statisticky významnému nárůstu svalové vytrvalosti horních končetin (hodnocené pomocí počtu flexí v loketním kloubu za 30 s, tzv. *Arm Curl Test*) při porovnání v rámci skupiny a mezi skupinami navzájem (Bocalini et al., 2008). Dvě randomizované kontrolované studie uvádějí statisticky významné zlepšení téměř u všech zkoumaných proměnných při izokinetickém a izometrickém dynamometrickém vyšetření: vyšší hodnoty síly flexorů (+13,4 %, +12,7 %) a extenzorů kolenního kloubu (+10,5 %, +8,4 %) (Tsourlou et al., 2006; Takeshima et al., 2002), vyšší hodnoty jednoho opakovacího maxima (1-RM, one repetition maximum, tzn. maximální zátěž, kterou je jedinec schopný jednou bez pomoci překonat) při extenzi kolenního kloubu (+29,4 %) (Tsourlou et al., 2006) a při extenzi v loketním kloubu (tzv. *bench press*) (+25,7 %, +7,2 %) (Tsourlou et al., 2006; Takeshima et al., 2002), vyšší hodnoty v síle stisku ruky (tzv. *hand grip*) (+12,8 %) (Tsourlou et al., 2006), naopak nižší hodnoty byly v maximální síle horní poloviny těla (1-RM) při zevní rotaci ramen a flexi v loketním kloubu (tzv. *lat pull down*) (-1,7 %) (Tsourlou et al., 2006) a v maximální síle břišních svalů (-3,7 %) (Takeshima et al., 2002). Sandersová et al. (2016) v nerandomizované kontrolované studii prokázali nárůst svalové vytrvalosti horních končetin v motorickém testu *Arm Curl Test* o 22 % a nárůst svalové vytrvalosti dolních končetin v motorickém testu *Chair Stand Test* o 21 % po 12 týdnech pohybového programu ve vodě. Cancela Carral a Ayán Pérez (2007) také udávají významné zlepšení u všech zkoumaných proměnných hodnotící svalovou zdatnost (síla stisku v pravé ruce +13,1 %, síla stisku v levé ruce +10,5 %, maximální síla kvadricepsů +19,6 % a svalová vytrvalost břišních svalů +12,1 %). Dvě studie nezjistili žádnou statisticky významnou změnu maximální síly horních končetin při izometrické kontrakci (Taunton et al., 1996; Vale et al., 2017).

Obecně lze říci, že některé výzkumné studie přinášejí důkazy, že aerobní pohybový program ve vodě je spojen se zvýšením svalové zdatnosti žen ve věku nad 60 let.

## *Aerobní zdatnost*

Z pěti studií vyplývá statisticky významné zlepšení aerobní zdatnosti. Takeshima et al. (2002) uvádějí, že v jejich randomizované kontrolované studii došlo po 12 týdnech intervence k 12% nárůstu vrcholové spotřeby kyslíku ( $pVO_2$ ) u starších žen se sedavým způsobem života. Podobné zlepšení bylo zaznamenáno v nekontrolované studii Tauntona et al. (1996), kteří

zjistili nárůst hodnoty  $pVO_2$  o 12,2 % ve skupině starších žen. Výraznější zlepšení hodnoty  $pVO_2$  zaznamenali Bocalini et al. (2008), a to o 42 % po 12 týdnech. V randomizované nekонтроlované studii, kterou provedli Cancela Carral a Ayán Pérez (2007) zjistili pokles SF v submaximálním testu o 8,5 %, nezjistili ale žádné statisticky významné změny hodnot  $VO_{2max}$  a času potřebného pro překonání vzdálenosti 2 000 m chůzí. Sandersová et al. (2016) zjistili ve 12minutovém chodeckém testu zlepšení z 941,2 metrů na 1062,5 metrů.

Z dostupné literatury a kritérií stanovených v tomto přehledu se zdá, že aerobní pohybový program ve vodě je spojen se zvýšením aerobní zdatnosti žen ve věku nad 60 let.

#### *Dynamická posturální stabilita*

Čtyři studie se zabývaly dynamickou stabilitou; tři z nich použily 3metrový test chůze (tzv. *Timed Up & Go Test*) (Tsourlou et al., 2006; Bento et al., 2015; Sanders et al., 2016), zatímco Devereuxová et al. (2005) použily střídavý výstup na schůdek, tzv. step test. Po absolvování aerobního pohybového programu ve vodě zaznamenali u testu „Timed up and go“ autoři Tsourlou et al. (2006) průměrné zlepšení z 6,35 sekund na 5,09 sekund, Bento et al. (2015) zjistili zlepšení z 5,61 sekund na 5,18 sekund a Sandersová et al. (2016) uvádějí zlepšení z 5,3 sekund na 4,6 sekund. Pozitivní vliv aerobního pohybového programu ve vodě na dynamickou stabilitu uvádí i studie Devereuxové, Robertsonové a Briffaové (2005). U 23 žen, které absolvovaly 10týdenní program ve vodě, byl zjištěn nárůst v počtu výstupů na schůdek průměrně o dva výstupy.

Lze shrnout, že uvedené studie ukázaly účinnost aerobního pohybového programu ve vodě na zvýšení dynamické posturální stability u žen ve věku nad 60 let.

### **2.6.3 Vliv aerobního pohybového programu ve vodě na kvalitu života**

Podle výsledků výzkumů může aerobní pohybový program ve vodě pozitivně ovlivnit různé aspekty kvality života populace starších dospělých (Devereux, Robertson & Briffa, 2005; Bocalini et al., 2010; Rica et al., 2013; Vécseyné Kovách et al., 2013; Oh et al., 2015; Schuch et al., 2014). Studie provedená autory Bocalini et al. (2010) ukázala, že po 12 týdnech u skupiny 30 žen cvičících ve vodě 3× týdně, došlo k významnému zlepšení o 20–28% v různých doménách hodnotících kvalitu života (Fyzické zdraví, Prožívání, Sociální vztahy a Prostředí). Také ve studii Rica et al. (2013) autoři zjistili, že po 12 týdnech aerobního programu ve vodě při frekvenci 3× týdně došlo u skupiny 28 obézních žen se sedavým způsobem života k významnému zlepšení ve všech doménách kvality života (Fyzické zdraví +28 %, Prožívání +32 %, Sociální vztahy +30 % a Prostředí +22 %). Autoři Schuch et al.

(2014) rovněž udávají zlepšení ve Fyzickém zdraví (+8 %) a v doméně Prožívání (+5 %) po 12týdenním aerobním programu ve vodě při frekvenci 2× týdně u skupiny 26 mladších a 21 postmenopauzálních žen. V této studii nebyly však nalezeny žádné významné změny v oblastech Sociální vztahy a Prostředí. Ve výše uvedených výzkumech byla kvalita života měřena standardizovaným dotazníkem Světové zdravotnické organizace (*World Health Organization Quality of Life Assessment, WHOQOL*). Z výsledků studií Schucha et al. (2014) a Rica et al. (2013) vyplývá, že u mladších a postmenopauzálních žen byl přírůstek v kvalitě života nižší než u obézních starších žen. Tato skutečnost může souviset s tím, že byly pozorovány různé populace. Obézní starší ženy vykazují ve srovnání s neobézními staršími ženami nižší kvalitu života v doménách Fyzické funkce, Fyzické omezení rolí, Vitalita, Bolest a Všeobecné vnímání vlastního zdraví (Fjeldstad et al., 2008).

V randomizované kontrolované studii Vécseyné Kováčové et al. (2013) autoři porovnávali účinek pohybového programu Pilates a aerobního programu ve vodě po 24 týdnech při frekvenci 3× týdně 60 minut u skupiny žen a mužů ve věku  $66,4 \pm 6,2$  roků. Ukázalo se, že vnímání kvality života v oblasti Fungování smyslů a Nezávislosti byly subjektivně vnímány lépe u skupiny cvičící program Pilates a oblast Sociálního zapojení byla hodnocena lépe u skupiny cvičící ve vodě. V uvedené studii byl použit standardizovaný dotazník Světové zdravotnické organizace pro seniorskou populaci (*World Health Organization Quality of Life Assessment for Older Adults, WHOQOL-OLD*).

Randomizovaná kontrolovaná studie Devereuxové, Robertsonové & Briffaové (2005) hodnotila účinnost 10týdenního aerobního pohybového programu ve vodě při frekvenci 2× týdně 60 minut u skupiny žen ve věku  $73,3 \pm 3,9$  roků. Autorky zjistily, že oproti kontrolní skupině, která neabsolvovala pohybový program ve vodě, vykazovala skupina žen cvičící ve vodě značné zlepšení kvality života související se zdravím v doménách Fyzické funkce, Vitalita, Sociální fungování a Duševní zdraví. Autoři Oh et al. (2015) zaznamenali vyšší skóre kvality života související se zdravím v doméně Fyzické omezení rolí a Bolest po absolvování aerobního pohybového programu ve vodě u osob s rizikem pádu. Ve výše uvedených studiích byla kvalita života měřena standardizovaným dotazníkem SF-36.

Výzkumy ukazují, že pravidelný aerobní program ve vodě může zlepšit vnímanou kvalitu života u populace starších dospělých.

### 3 Cíl, hypotézy a úkoly práce

Cílem této práce byl návrh aerobního pohybového programu ve vodě a posouzení jeho vlivu na změny úrovně složek zdravotně orientované tělesné zdatnosti a kvality života související se zdravím u vybrané skupiny seniorek.

Byly položeny dvě výzkumné otázky:

1. Jak přispívá aerobní pohybová intervence ve vodě k úrovni zdravotně orientované tělesné zdatnosti žen ve věku nad 60 let?
2. Jak přispívá aerobní pohybová intervence ve vodě k úrovni vnímaného fyzického a psychického zdraví žen ve věku nad 60 let?

Vliv aerobní pohybové intervence ve vodě byl ověřován srovnáním výsledků úrovně složek zdravotně orientované tělesné zdatnosti a vnímané kvality života související se zdravím mezi intervenční a porovnávací skupinou, přičemž na základě teoretické části byly stanoveny následující hypotézy:

- Hypotéza 1: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě nezvyšuje úroveň procenta tělesného tuku.
- Hypotéza 2: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě zvyšuje množství tukuprosté hmoty.
- Hypotéza 3: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě snižuje poměr extracelulární a intracelulární hmoty.
- Hypotéza 4: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě zvyšuje úroveň flexibility v oblasti bederní páteře a svalů zadní skupiny stehna (hamstrings).
- Hypotéza 5: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě zvyšuje úroveň statické síly horních končetin.
- Hypotéza 6: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě zvyšuje úroveň svalové vytrvalosti horních končetin.
- Hypotéza 7: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě zvyšuje úroveň svalové vytrvalosti dolních končetin.
- Hypotéza 8: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě zvyšuje úroveň aerobní zdatnosti.



Hypotéza 9: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě zvyšuje úroveň dynamické posturální stability.

Hypotéza 10: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě zvyšuje úroveň vnímaného fyzického zdraví.

Hypotéza 11: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě zvyšuje úroveň vnímaného psychického zdraví.

Pro naplnění cíle disertační práce byly stanoveny následující dílčí úkoly:

1. Sumarizovat současný stav výzkumů
2. Navrhnout aerobní pohybový program ve vodě
3. Zajistit výzkumný soubor
4. Změřit sledované parametry před zahájením pohybové intervence
5. Realizovat půlroční pohybový program ve vodě
6. Změřit sledované parametry po skončení pohybové intervence
7. Zpracovat a interpretovat výsledky

## 4 Metodika práce

### 4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor této studie tvořily postmenopauzální ženy ve věku nad 60 let, které byly bez objektivních zdravotních potíží. Jednalo se o skupinu žen, které navštěvovaly seniorský klub ve Středisku sociálních služeb na Praze 13. V klubu se ženy účastnily besed a skupinové chůze 1× týdně.

Základními parametry, které určovaly výběr subjektů do našeho výzkumu, byl věk a ženské pohlaví. Do výzkumu byly na základě vstupních kritérií hledány ženy starší 60 let. Probandky se dle anamnézy neléčily s žádným závažným onemocněním CNS, nebo jiným neurologickým, psychiatrickým, ortopedickým, kardiovaskulárním, interním nebo onkologickým onemocněním. Vylučovacími kritérii pro zařazení osob do výzkumu bylo také nesplnění bezpečnostních předpokladů pro možnost vyšetření bioimpedanční metodou (např. kardiostimulátor) a diagnóza močové inkontinence. Osoby zařazené do studie nesměly na základě strukturovaného rozhovoru vedeném při vstupním vyšetření provozovat v současné době program pohybových aktivit ve vodě.

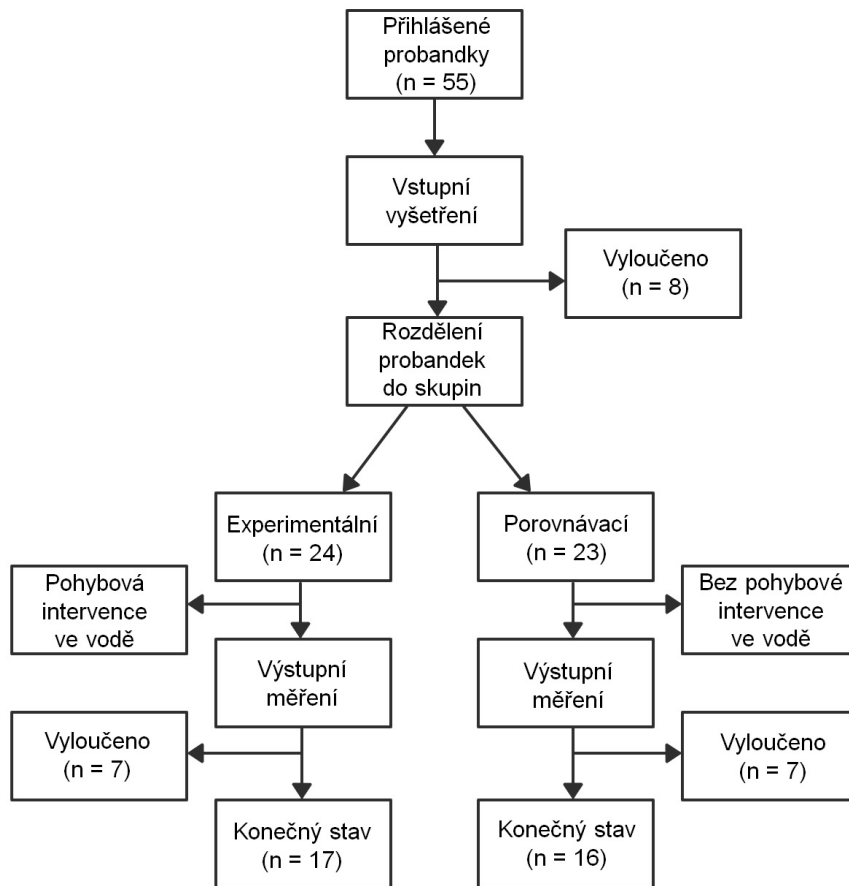
Výzkumný soubor byl sestaven na základě dobrovolné účasti zájemců, která poskytuje potenciaální motivovanost a je tak základním předpokladem pro kompletní participaci v intervenčních studiích. Výběr subjektů byl vzhledem k pravidelné dlouhodobé participaci (půlroční intervence) vázán na místo trvalého bydliště probandek (Praha 13 a okolí), jelikož z hlediska kvality studie bylo prioritní minimalizovat riziko experimentální mortality a zajistit tak optimální podmínky pro možné dokončení celé studie.

Probandky byly oslovovány autorkou výzkumu, buď osobně ve zmíněném zařízení, nebo telefonicky. Následně pak byly další probandky nabírány metodou sněhové koule, prostřednictvím již oslovených účastnic. Motivací pro všechny probandky byl zejména samotný intervenční program, ale i diagnostické vyšetření tělesné zdatnosti a kvality života.

Probandky vybrány na základě vstupních kritérií byly nerandomizovaně rozděleny do intervenční a porovnávací skupiny. Zatímco intervenční skupina po dobu následujících šesti měsíců podstoupila aerobní pohybový program ve vodě, porovnávací skupina pokračovala v běžném životě jako doposud. Všechny účastnice studie byly informovány o účelu a průběhu studie a následně podepsaly informovaný souhlas schválený etickou komisí Karlovy

univerzity (Příloha 2). Probandky byly mimo jiné ujštěné o možnosti kdykoliv odstoupit ze studie bez udání důvodu.

Z 55 přihlášených žen, které souhlasily s účastí ve výzkumu, 8 žen bylo vyloučeno pro neúplné diagnostické vyšetření tělesné zdatnosti. Soubor 47 žen byl rozdělen podle preferencí účastnic na experimentální (n = 24) a porovnávací (n = 23) skupinu. Na obr. 4 je znázorněn průběh náboru a experimentální mortalita probandek.



Obr. 4 Průběh náboru a experimentální mortalita

## 4.2 Design studie

Výzkum byl realizován jako kvaziexperimentální studie bez randomizace při rozřazování probandek do jednotlivých skupin. Design studie byl sestaven za účelem posouzení vlivu aerobního pohybového programu ve vodě na somatické, motorické a psychosociální parametry zdraví u žen ve věku nad 60 let.

U obou skupin byla provedena vstupní diagnostika před zahájením intervenčního programu a výstupní diagnostika po skončení intervenčního programu. Experimentální skupina probandek absolvovala 1× týdně po dobu 6 měsíců intervenční program ve vodě. Kontrolní skupina probandek se nezúčastnila intervenčního programu. Po skončení intervence jsme porovnali výsledky somatických a motorických testů a skóre kvality života související se zdravím před zahájením a po ukončení intervenčního programu („pre-test“ a „post-test“).

Efekt byl hodnocen na základě ověření statistických hypotéz a na věcné (klinické) významnosti zaznamenaných změn.

## 4.3 Pohybová intervence

Intervenční pohybový program byl realizován autorkou výzkumu. K realizaci intervence byly využity prostory Základní školy Weberova 1/1090 v Praze 5. Základní škola disponuje vlastním bazénem o velikosti 25 × 10 m. Teplota vody se pohybovala kolem 29 °C. Probandky absolvovaly skupinové cvičení v mělké vodě (hloubka bazénu 1,2 m, hladina vody dosahuje úrovně střední části hrudní kosti) pod vedením lektorky v časovém rozsahu 60 minut jednou týdně po dobu 6 měsíců. Snahou bylo vytvořit co nejpestřejší náplň programu pro docílení dostatečné intenzity stimulace subjektů. Intenzita pohybového zatížení hodnocená pomocí srdeční frekvence se pohybovala v rozmezí 107–122 tepů.min<sup>-1</sup> (70–80 % SF<sub>max</sub>) v hlavní části lekce. Pro kontrolu srdeční frekvence (SF) probandky využívaly monitor srdeční frekvence Polar S610i. Hudební doprovod byl zvolen v tempu 120–130 BPM. V tabulce 4 uvádíme obsah a strukturu cvičebního programu ve vodě. Inventář vybraných cviků hlavní části lekce je uveden v příloze 4.

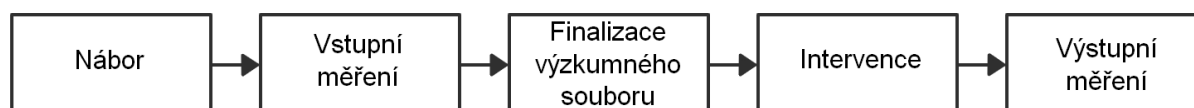
Tabulka 4 Obsah a struktura pohybové intervence ve vodě

Část tréninkové jednotky	Obsah tréninkové jednotky
Zahřátí (10 min)	Plavecká lokomoce (4× 10 m) Běžecká lokomoce se změnou směru Poskoky odrazem obounož a jednoož
Hlavní část (40 min)	Aerobní část založená na střídavých poskocích pravou a levou DK nebo obounož se zapojováním HK: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extenze v kolenním kloubu, střídavě (tzv. předkopávání)</li> <li>• Abdukce v kyčelním kloubu, střídavě (tzv. kyvadlo)</li> <li>• Poskok ze stoje spojného do podřepu rozkročného (tzv. jumping jack)</li> <li>• Poskoky snožmo s rotací trupu (tzv. twist)</li> <li>• Flexe v kolenním kloubu s rotací trupu (tzv. knee up)</li> <li>• Extenze v kolenním kloubu s rotací trupu, střídavě</li> <li>• Poskokem mírný podřep rozkročný pravou vpřed a výměna DK (tzv. nůžky)</li> <li>• Flexe kolenního kloubu v abdukci kyčelního kloubu, střídavě (tzv. kozáček)</li> <li>• Flexe kolenního kloubu v extenzi kyčelního kloubu, střídavě (tzv. zakopávání)</li> </ul> Posilovací a balanční cviky s využitím plaveckého tubusu (tzv. plavecká nudle) v různých polohách těla (ve vzpřímeném stoji, vsedě s podporou pomůcky, na boku)
Závěrečná část (10 min)	Mobilizační cvičení, protažení s využitím okraje bazénu, vyplavání

Legenda: *DK* dolní končetina; *HK* horní končetina

#### 4.4 Sběr dat

Výzkum probíhal v období od listopadu 2013 do dubna 2014. Studie probíhala za finanční podpory Městské části Prahy 13. Výzkum zahrnoval pět fází (obr. 5).



Obr. 5 Nástin procesu výzkumu

Vstupní a výstupní měření byla metodicky shodná, byly použity stejné nástroje, aby bylo možné sledovat změnu ve dvou měřeních. Protokol měření zahrnoval diagnostické vyšetření složek zdravotně orientované tělesné zdatnosti pomocí motorických testů, měření tělesného složení pomocí bioimpedanční metody a diagnostiku kvality života související se zdravím. Měření probíhala v prostorách Karlovy univerzity, a to na Fakultě tělesné výchovy a sportu v Biomedicínské laboratoři a Laboratoři sportovní motoriky.

#### 4.4.1 Pohybová anamnéza

Množství pohybové aktivity bylo stanoveno na základě Freiburského dotazníku (Frey et al., 1999). Freiburský dotazník každodenních pohybových aktivit hodnotí úroveň habituální (např. chůze, práce na zahradě, chůze do schodů) a volnočasové pohybové aktivity (např. tanec, bowling, severská chůze, plavání) u osob ve věku v rozmezí 18–90 let. Výsledkem je souhrn počtu hodin za týden strávené pohybovou aktivitou.

#### 4.4.2 Diagnostika tělesného složení

Při analýze tělesného složení bylo sledováno procentuální zastoupení tělesného tuku, tukuprostá hmota a vzájemný poměr extracelulární a intracelulární hmoty. K měření těchto parametrů byla využita multifrekvenční bioelektrická impedanční analýza pomocí zařízení BIA 2000M (Německo), které měří celkovou impedanci při frekvencích 1, 5, 50 a 100 kHz. Jedná se o neinvazivní metodu s prokázanou vysokou validitou u sledované věkové kategorie (Nunez et al., 1997).

Měření bylo provedeno vleže na zádech, končetiny v supinační poloze. Měřicí elektrody byly umístěny na přesně definovaná místa na zápěstí a na nártu (dominantní končetiny, mezi 2. a 3. metakarp/metatars a nad zápěstní/zánártní kůstky) (Kyle et al., 2004). Na základě změřené rezistence (R), reaktance (Xc) a fázového úhlu byly přístrojem pomocí implementovaných predikčních rovnic (software Nutri 4, Německo) stanoveny parametry složení těla. Vzhledem k tomu, že tyto predikční rovnice byly sestaveny na základě měření zdravých jedinců s BMI 19–25 z oblasti Frankfurtu nad Mohanem, byly naměřené hodnoty R při 50 kHz dosazeny do vzorců pro výpočet procenta tělesného tuku a množství tukuprosté hmoty v naší populaci, které zohledňují věk, pohlaví a BMI, a jejichž validita byla ověřena metodou DEXA na Fakultě tělesné výchovy a sportu UK (Bunc et al., 1997).

Diagnostice tělesného složení předcházelo měření tělesné výšky (cm) realizované prostřednictvím digitálního výškoměru Seca 274 (Německo) s přesností na 0,1 cm a měření tělesné hmotnosti (kg) pomocí kalibrované digitální váhy Soehnle 7801 (Německo) s přesností na 0,1 kg. Byl stanoven index BMI ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ), který byl vypočten jako tělesná hmotnost dělená druhou mocninou tělesné výšky.

#### 4.4.3 Diagnostika flexibility

K posouzení úrovně kloubní pohyblivosti byl vybrán standardizovaný motorický test hloubka předklonu v sedu (angl. *Sit and Reach Test*) s cílem zhodnotit rozsah pohyblivosti v lumbální

části páteře, kyčelního kloubu a svalové pružnosti bedrokyčlostehenních flexorů. Tento test je tradiční součástí testových baterií zdravotně orientované tělesné zdatnosti (Kabešová, 2011). Test byl proveden podle metodiky testové baterie Eurofit pro dospělé (Oja & Tuxworth, 1997). Vyšetřovaná osoba sedí na podlaze, nohy jsou napjaté a snaží se dosáhnout oběma rukama co nejdále dopředu. Měření se provádí pomocí speciálního měřicího zařízení. Nezbytné je předchozí rozcvičení, např. několik hlubokých předklonů vykonaných bez maximálního úsilí. Test je prováděn bez obuvi. Je předvedena názorná ukázka testu. Vyšetřovaná osoba provádí dva pokusy s maximálním úsilím. Přitom je zapotřebí kontrolovat, zda obě nohy jsou v průběhu maximálního předklonu nataženy. Hloubka (vzdálenost) dosahu obou rukou se měří na centimetrovém měřítku. Rozhodující po záznam výsledku je nejdelší dosah konečky prstů obou ruku, přičemž maximální předklon by měl být proveden pozvolna, s výdechem a s výdrží v délce 2–3 sekundy. Ze dvou pokusů byl započítáván ten lepší, který vykazoval vyšší hodnotu (přesnost měření na 1 cm). Podle studie Shaulise, Goldinga a Tandyho (1994) vykazuje tento test vysokou reliabilitu ( $r = 0,97$  u mužů,  $r = 0,98$  u žen) u osob starších 60 let.

#### 4.4.4 Diagnostika svalové zdatnosti

Úroveň statické síly horních končetin byla zjišťována pomocí přenosného ručního dynamometru s nastavitelnou polohou rukojetí (Takei A5401, Japonsko), tzv. handgrip testem (Bohannon, 1998). Přístrojem byla měřena síla stisku ruky v kg. Vzdušenost rukojeti byla předem nastavena pro každou vyšetřovanou osobu tak, že rozteč dynamometru odpovídala rozměrům ruky testované osoby. Měření probíhalo v uvolněném stoji, paže byla svěšena. Při samotném maximálním stisku dynamometru bylo dbáno na omezení nadbytečných souhybů a doprovodných pohybů ostatních částí těla. První byla měřena dominantní, poté nedominantní ruka. Vyšetřovaná osoba vyvinula maximální stisk ruky, který netrval déle jak 2 sekundy. Následoval odpočinek 10 sekund a poté další měření na opačné končetině. Tento postup měření se opakoval celkem 3krát na každé horní končetině. Celková statická síla stisku ruky byla vypočtena jako součet nejlepšího výkonu levé a pravé ruky, který byl vydělen dvěma (síla stisku levé ruky + síla stisku pravé ruky  $\div$  2). Tento test vykazuje vysokou reliabilitu ( $r = 0,91$ ) (Kennedy, Jerosch-Herold & Hickson 2010).

Úroveň svalové vytrvalosti horních končetin byla zjišťována pomocí opakovaných flexí a extenzí v loketním kloubu se zátěží za 30 sekund (angl. *30-Second Arm Curl Test*) (Rikli & Jones, 2013). Vyšetřovaná osoba byla požádána, aby seděla na okraji židle tak, aby byl zajištěn plný rozsah pohybu v loketním kloubu. Vyšetřovaná osoba opakovala co nejrychleji

flexi a extenzi v loketním kloubu v supinačním postavení předloktí (předloktí směřuje vzhůru) a s držením činky o hmotnosti 2 kg po dobu 30 sekund. Test byl proveden jedenkrát, zvlášť pro pravou a levou horní končetinou. Celková dynamická síla horních končetin byla vypočtena jako součet výkonu levé a pravé horní končetiny, který byl vydělen dvěma (počet flexí levého loketního kloubu + počet flexí pravého loketního kloubu  $\div$  2). Tento test vykazuje dobrou reliabilitu ( $r = 0,88$ ) (Boneth et al., 2012).

Úroveň svalové vytrvalosti dolních končetin byla zjišťována pomocí motorického testu sed-vztyk ze židle za 30 sekund (angl. *30-Second Chair Stand Test*) (Rikli & Jones, 2013). Vyšetřovaná osoba seděla na židli (výška cca 17 cm), s chodidly na šířku ramen, paže byly překřížené na prsou a byla instruována, aby se během testu neopírala zády o židli. Vyšetřovaná osoba opakovala co nejrychleji vztyk ze sedu na židli po dobu 30 sekund. Test byl proveden jedenkrát a započítával se celkový počet vzpřímených stojů za 30 sekund. Tato metoda vykazuje vysokou reliabilitu ( $r = 0,84$  u mužů,  $r = 0,92$  u žen) (Jones, Rikli & Beam, 1999). Dobrou reliabilitu tohoto testu ( $r = 0,78$ ) zaznamenali i autoři Bonethová et al. (2012).

#### **4.4.5 Diagnostika aerobní zdatnosti**

Aerobní zdatnost byla měřena pomocí chodeckého testu na vzdálenost 1 600 m (angl. *1-Mile Walk Test*) (Noonan & Dean, 2000). Test byl proveden na venkovním atletickém oválu. Cílem vyšetřované osoby bylo ujít co nejrychleji po vnitřní dráze oválu vzdálenost 1 600 m. Základní instrukcí pro test bylo: „Jdi, jak nejrychleji můžeš, avšak neriskuj své zdraví. Používej normálního způsobu chůze, jdi ustáleným tempem“. Měřil se čas, za který vyšetřovaná osoba úsek urazila. Doba trvání testu závisí na věku, pohlaví a trénovanosti, lze očekávat trvání 13 až 20 minut (Warren et al., 1993). Tento test vykazuje vysokou reliabilitu ( $r = 0,97$ ) (Rintala et al., 1992).

#### **4.4.6 Diagnostika dynamické posturální stability**

K posouzení úrovně dynamické posturální stability byl využit modifikovaný střídavý step test (Tiedemann et al., 2008). Vyšetřovaná osoba z paralelního postavení nohou na šíři ramen prováděla co nejrychleji opakované výstupy na schůdek o výšce 10 cm a sestupy celou plochou chodidla (tj. cyklus nahoru pravá noha, nahoru levá noha, dolů pravá noha, dolů levá noha) po dobu 30 sekund. Test byl prováděn bez opory, přičemž examinátor stál v blízkosti vyšetřované osoby kvůli bezpečnosti. Byl zaznamenán celkový počet cyklů dokončených za 30 sekund. Test byl proveden jedenkrát, zvlášť pro levou a pravou stojnou nohu. Celková dynamická posturální stabilita byla vypočtena jako součet dvou cyklů (počet cyklů pravé



stojné nohy + počet cyklů levé stojné nohy ÷ 2). Step test vykazuje vysokou reliabilitu ( $r = 0,90$ ) (Hill et al., 1996).

#### **4.4.7 Diagnostika kvality života související se zdravím**

Subjektivní vnímání kvality života bylo hodnoceno pomocí standardizovaného dotazníku SF-36 (36 – item Short – Form Health Survey). Dotazník SF-36 (McHorney et al., 1993) je často používaný standardizovaný nástroj mapující 8 dimenzí kvality života pomocí celkem 36 otázek. Jednotlivá otázka obsahuje několik navržených odpovědí na principu Likertovy škály (např. Do jaké míry Vás omezuje Vaše zdraví v chůzi na více než jeden a půl kilometru? Ano, omezuje hodně – 1; Ano, omezuje trochu – 2; Ne, neomezuje vůbec – 3. Jak velké bolesti jste měl(a) v posledních 4 týdnech? Žádné – 1; Velmi mírné – 2; Mírné – 3; Střední – 4; Silné – 5; Velmi silné – 6). Mezi sledované dimenze patří fyzický stav (základní aktivity denního života, včetně hygieny, oblékání až po volnočasové pohybové aktivity), celková fyzická schopnost (omezení průčeschnosti a denních aktivit), tělesná bolest, celkové zdraví (subjektivní pocit celkového zdraví), vitalita (únava, či pocit energie a elánu), společenský život (vliv onemocnění na společenské aktivity), emoční stav (problémy s prací nebo jinými denními aktivitami v důsledku emočních problémů) a duševní zdraví (pocit nervozity a deprese vs. pocit štěstí a klidu). Výsledné hodnocení každé dimenze je transformováno na skóre 0–100, kde vyšší skóre reprezentuje lepší zdraví a funkci. Jednotlivá skóre také mohou být sumarizována do indikátorů, podle kterých lze posuzovat celkové fyzické zdraví (Physical Component Summary, PCS) a celkové duševní zdraví (Mental Component Summary, MCS). Součtem těchto dvou indikátorů (PCS a MCS) se vypočítává index kvality života, který je hodnocen skórem od 0–100 bodů (Ware & Sherbourne, 1992). Hodnoty skóre pod 50 může signalizovat horší zdravotní stav populace a skóre nad 100 značí lepší kvalitu života.

#### **4.5 Statistická analýza dat**

Ke statistickému vyhodnocení dat byl použit software STATISTICA verze 12 (USA). K hodnocení úrovně sledovaných parametrů byly použity základní popisné statistiky (aritmetický průměr, směrodatná odchylka, minimální a maximální hodnota). Testování normality pomocí Kolmogorov-Smirnova testu neprokázalo normalitu rozložení ve všech případech. Rozdíly ve sledovaných parametrech před a po intervenci u závislých skupin byly posouzeny pomocí Wilcoxonova párového testu a rozdíly mezi nezávislými skupinami byly posouzeny pomocí Mann-Whitney U testu. Hladina významnosti byla stanovena na úrovni  $p < 0,05$ . Pro posouzení praktické významnosti statisticky testovaných rozdílů byl využit

koeficient „effect size“  $r (= Z/\sqrt{N})$  (Coolican, 2019). Míra efektu intervence, vyjádřená hodnotou koeficientu, byla interpretována následovně: malý efekt  $r = 0,1-0,30$ , střední efekt  $r = 0,30-0,50$ , velký efekt  $r = 0,50$  a více (Lenhard & Lenhard, 2016). Za významný účinek intervence byl považován střední efekt. Kromě výpočtu koeficientu  $r$  bylo provedeno ještě testování velikosti efektu pomocí binominálního zobrazení velikosti efektu (Binomial Effect Size Display, BESD) mezi experimentální a porovnávací skupinou. Jedná se o kontingenční tabulku, v níž jsou zobrazeny pravděpodobnosti úspěchu intervence (zlepšení, dosažení požadovaného pozitivního výsledku) (Randolph & Edmondson, 2005). Grafické znázornění rozdílů před a po intervenci bylo provedeno pomocí krabicových grafů (angl. Boxplots) uvedených v příloze 5.

## 5 Výsledky

### 5.1 Charakteristika zkoumaných skupin

Celkový počet probandek, které dokončily výzkum, činil 33 žen. V experimentální skupině celkem dokončilo celý intervenční pohybový program ve vodě 17 probandek a porovnávací skupinu tvořilo 16 probandek. Průměrný věk celého souboru byl  $67 \pm 5,2$  roků (věkové rozmezí 59–78 let). Základní charakteristika obou souborů žen je sumarizována v tabulce 5.

Na základě anamnestických údajů byl utvořen přehled o výskytu chronických onemocnění. V experimentální skupině byly pouze 3 (17,7 %) ženy, které neměly v anamnéze uvedené žádné onemocnění. Nejvíce žen (8; 47,1 %) trpělo onemocněním štítné žlázy. Dále byl zjištěn výskyt hypertenze (7; 41,2 %) a hyperlipoproteinémie (5; 29,4 %). Porovnávací skupina obsahovala celkem 5 (31,3 %) žen, které se s ničím neléčily. Nejvíce se ženy léčily s hypertenzí (6; 37,5 %), hyperlipoproteinémií (4, 25 %) a hypothyreózou (2; 12,5 %).

Ženy v experimentální skupině uvedly v průměru 5,4 hodin pohybové aktivity týdně. Ženy v porovnávací skupině uvedly v průměru 5,7 hodin pohybové aktivity týdně. Nejčastěji uváděnou pohybovou aktivitou u obou skupin byla chůze formou procházek, dále zdravotní cvičení a práce na zahradě.

Statistickým porovnáním zjišťovaných parametrů, mezi které jsme zařadili: průměrný věk, tělesná hmotnost, tělesná výška, BMI, množství týdenní pohybové aktivity, se oba soubory žen nelišily.

Tabulka 5 Základní charakteristiky experimentálního a porovnávacího souboru žen

Parametr	Experimentální (n = 17)		Porovnávací (n = 16)		p
	Průměr ± SD	Rozmezí	Průměr ± SD	Rozmezí	
Věk (roky)	66,9 ± 5,8	59–78	67,1 ± 4,6	61–75	0,82
Tělesná hmotnost (kg)	69 ± 8,6	51,5–86,2	71,5 ± 11,6	49–89,5	0,54
Tělesná výška (cm)	159,1 ± 4,4	152,2–168,5	161,3 ± 6,4	150–175,1	0,30
BMI (kg.m <sup>-2</sup> )	27,3 ± 3,7	21,9–35	27,4 ± 4	20,6–33,3	0,82
Týdenní PA (počet hodin)	5,4 ± 1,3	3,1–8	5,7 ± 2,1	2–10,5	0,90
Výskyt onemocnění	Žádné 3 (17,7 %) Hypothyreóza 8 (47,1 %) Hypertenze 7 (41,2 %) Hyperlipoproteinémie 5 (29,4 %)		Žádné 5 (31,3 %) Hypertenze 6 (37,5 %) Hyperlipoproteinémie 4 (25 %) Hypothyreóza 2 (12,5 %)		

Legenda: n celkový počet žen v jednotlivých skupinách; SD směrodatná odchylka; BMI hmotnostně-výškový index (body mass index); PA pohybová aktivita; čísla ve výskytu onemocnění udávají počet žen s jednotlivými diagnózami (v závorce je uvedeno procentuální zastoupení); ve sledovaných parametrech nebyl mezi skupinami statisticky významný rozdíl ( $p < 0,05$ )

## 5.2 Analýza změn parametrů tělesného složení

Tělesná hmotnost (kg), hmotnostně-výškový index (BMI), procento tělesného tuku, množství tukuprosté hmoty (kg) a poměr extracelulární a intracelulární hmoty (ECM/BCM) zjišťovaný před pohybovou intervencí se mezi experimentální a kontrolní skupinou významně neodlišovaly. Tabulka 6 zobrazuje změny parametrů tělesného složení před a po intervenci u obou skupin.

### *Tělesná hmotnost*

V experimentální skupině jsme po aplikování aerobního pohybového programu ve vodě zaznamenali statisticky významné zvýšení tělesné hmotnosti,  $p = 0,02$ ;  $r = 0,40$  (střední úroveň efektu). Bylo pozorováno průměrné zvýšení hodnot tělesné hmotnosti o 0,9 kg ve srovnání s výchozí hodnotou. Obdobný trend nárůstu tělesné hmotnosti byl zaznamenán také v porovnávací skupině bez pravidelného aerobního programu ve vodě. U porovnávací skupiny nebyl tento rozdíl v parametru tělesné hmotnosti statisticky významný,  $p = 0,56$ ;  $r = 0,10$  (malý efekt).

Mezi skupinami nedošlo ke statisticky významným rozdílům hodnot tělesné hmotnosti po experimentálním období,  $p = 0,72$ ;  $r = 0,06$  (malý efekt). Při porovnání rozdílu mezi skupinami po experimentálním období bylo zjištěno, že vlivem aerobního pohybového programu ve vodě může dojít k nárůstu tělesné hmotnosti o 3,3 %. Tento efekt lze vysvětlit tím, že v experimentální skupině došlo u 9 probandek k mírné redukci nebo udržení úrovně tělesné hmotnosti a 8 probandek zaznamenalo zvýšení tělesné hmotnosti po aplikaci intervence. Redukce nebo udržení úrovně tělesné hmotnosti byla zaznamenána rovněž u 9 probandek v porovnávací skupině, zatímco 7 probandek v této skupině vykázalo zvýšení tělesné hmotnosti po experimentálním období.

### *Hmotnostně-výškový index (BMI)*

V experimentální skupině jsme po aplikování aerobního pohybového programu ve vodě zaznamenali statisticky významnou změnu v hodnotách BMI,  $p = 0,01$ ;  $r = 0,42$  (střední úroveň efektu). U experimentální skupiny bylo zjištěno průměrné zvýšení hodnot BMI o  $0,4 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  ve srovnání s výchozí hodnotou. V porovnávací skupině jsme po období bez pravidelného aerobního pohybového programu ve vodě nezaznamenali statisticky významnou změnu BMI,  $p = 0,16$ ;  $r = 0,25$  (malý efekt).

Mezi skupinami nedošlo ke statisticky významným rozdílům hodnot BMI před a po experimentálním období,  $p = 0,99$ ;  $r = 0,003$  (žádný efekt). Při porovnání rozdílu mezi skupinami po experimentálním období bylo zjištěno, že vlivem aerobního pohybového programu ve vodě může dojít k nárůstu hodnot BMI o 2,2 %.

#### *Procentuální podíl tělesného tuku*

Po absolvování intervence došlo k poklesu procentuálního podílu tuku v těle průměrně o 1,8 % u experimentální skupiny ( $p = 0,65$ ;  $r = 0,08$ ). U porovnávací skupiny byl pokles procentuálního podílu tuku v těle mírnější (o 0,6 %) oproti experimentální skupině ( $p = 0,76$ ;  $r = 0,06$ ). U obou skupin nebyla tato změna statisticky významná.

Mezi skupinami nedošlo ke statisticky významným rozdílům procentuálního podílu tělesného tuku po experimentálním období,  $p = 0,36$ ;  $r = 0,16$  (malý efekt). Při porovnání rozdílu mezi skupinami po experimentálním období bylo zjištěno, že vlivem aerobního pohybového programu ve vodě může dojít ke snížení procentuálního podílu tělesného tuku o 2,9 %.

#### *Množství tukuprosté hmoty*

Obě skupiny vykazovaly zlepšení v množství tukuprosté hmoty. U experimentální skupiny byl zaznamenán nárůst tukuprosté hmoty v průměru o 0,5 kg ( $p = 0,06$ ,  $r = 0,33$ ) po aplikaci intervence. Tento vliv lze hodnotit z hlediska praktické významnosti jako středně silný. Obdobný nárůst, o 0,4 kg ( $p = 0,49$ ;  $r = 0,12$ ), byl zjištěn i u porovnávací skupiny. Rozdíly u obou skupin nebyly statisticky významné.

Mezi skupinami nedošlo ke statisticky významným rozdílům hodnot tukuprosté hmoty po experimentálním období,  $p = 0,17$ ;  $r = 0,24$  (malý efekt). Při porovnání rozdílu mezi skupinami po experimentálním období bylo zjištěno, že vlivem aerobního pohybového programu ve vodě může dojít ke zvýšení množství tukuprosté hmoty až o 25,7 %.

#### *Poměr extracelulární a intracelulární hmoty (ECM/BCM)*

Při výstupním měření došlo ke staticky významným změnám v parametru hodnotící kvalitu svalové hmoty u obou skupin. Ve srovnání se vstupním měření bylo zaznamenáno průměrné zhoršení hodnot poměru extracelulární a intracelulární hmoty (zvýšení koeficientu ECM/BCM) o 3,6 % u experimentální skupiny ( $p = 0,02$ ;  $r = 0,38$ ). U porovnávací skupiny nastalo výraznější zhoršení v tomto parametru, a to o 7,9 % ( $p = 0,01$ ;  $r = 0,47$ ).

Mezi skupinami nedošlo ke statisticky významným rozdílům poměru extracelulární a intracelulární hmoty po experimentálním období,  $p = 0,09$ ;  $r = 0,30$  (malý efekt). Při porovnání rozdílu mezi skupinami po experimentálním období bylo zjištěno, že vlivem aerobního pohybového programu ve vodě může dojít ke zhoršení kvality svalové hmoty o 10,3 %. I přes tyto změny se ukazuje, že aerobní pohybový program ve vodě mohl zpomalit růst poměru ECM/BCM. Po experimentálním období zaznamenala porovnávací skupina vyšší hodnoty poměru ECM/BCM oproti experimentální skupině.

Tabulka 6 Změna vybraných parametrů tělesného složení

	Experimentální (n = 17)				Porovnávací (n = 16)				
	Pre	Post	$\Delta\%$	$p$ ( $r$ )	Pre	Post	$\Delta\%$	$p$ ( $r$ )	BESD (%)
Tělesná hmotnost (kg)	69 ± 8,6	69,9 ± 8	+1,3	0,02* (0,40)*	71,5 ± 11,6	72,4 ± 12,3	+1,3	0,56 (0,10)	-3,3
BMI (kg.m <sup>-2</sup> )	27,3 ± 3,7	27,7 ± 3,5	+1,5	0,01* (0,42)*	27,4 ± 4	27,8 ± 4,4	+1,5	0,16 (0,25)	-2,2
Tělesný tuk (%)	33,8 ± 4	33,2 ± 6,1	-1,8	0,65 (0,08)	32,1 ± 6,6	31,9 ± 6,4	-0,6	0,76 (0,06)	+2,9
FFM (kg)	45,4 ± 3,9	45,9 ± 4,2	+1,1	0,06 (0,33)*	47,8 ± 4,7	48,2 ± 5,2	+0,8	0,49 (0,12)	+25,7
ECM/BCM	1,12 ± 0,1	1,16 ± 0,1	+3,6	0,02* (0,38)*	1,01 ± 0,2	1,09 ± 0,2	+7,9	0,01* (0,47)*	-10,3

Legenda:  $\Delta\%$  procentuální rozdíl průměrných hodnot mezi vstupním a výstupním měřením; *BMI* hmotnostně-výškový index (body mass index); *FFM* tukuprostá hmota (fat-free mass); *ECM/BCM* poměr extracelulární (ECM) a intracelulární (BCM) hmoty; \* statisticky významný rozdíl ( $p < 0,05$ );  $r$  velikost efektu v rámci skupiny; \* střední úroveň efektu; *BESD* binominální velikost efektu mezi experimentální a porovnávací skupinou po intervenci (kladné hodnoty znamenají pravděpodobné zlepšení oproti vstupním hodnotám, záporné hodnoty zhoršení)

### 5.3 Analýza změn v oblasti flexibility

Meziskupinovým srovnáním experimentální a porovnávací skupiny při vstupním měření nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v motorickém testu hodnotící flexibilitu v oblasti bederní páteře a svalů zadní skupiny stehna.

Po experimentálním období nebyly zaznamenány statisticky významné změny v hodnotách dosahu v předklonu v sedu u obou skupin. Experimentální skupina zaznamenala z hlediska praktické významnosti zlepšení o 7,9 % ( $p = 0,08$ ;  $r = 0,31$ ). Zajímavé je, že tento trend byl zaznamenán i u porovnávací skupiny, která vykázala zlepšení o 7,5 % ( $p = 0,07$ ;  $r = 0,32$ ). Obě skupiny vykázaly shodné zlepšení v dosahu o 1,7 cm ve srovnání s výchozí hodnotou (tab. 7).

Mezi skupinami nedošlo ke statisticky významným rozdílům hodnot flexibility v oblasti bederní páteře a svalů zadní skupiny stehna po experimentálním období,  $p = 0,58$ ;  $r = 0,10$

(malý efekt). Při porovnání rozdílu mezi skupinami po experimentálním období bylo zjištěno, že vlivem aerobního pohybového programu ve vodě může dojít ke zlepšení tohoto parametru pouze o 1,5 %. Tento efekt lze vysvětlit tím, že v experimentální skupině došlo u 13 probandek ke zlepšení nebo udržení úrovně flexibility a 4 probandky zaznamenaly zhoršení po aplikaci intervence. Zlepšení nebo udržení úrovně flexibility byla zaznamenána rovněž u 12 probandek v porovnávací skupině, zatímco 4 probandky v této skupině vykázaly zhoršení flexibility po experimentálním období.

Tabulka 7 Změna v oblasti flexibility

	Experimentální (n = 17)				Porovnávací (n = 16)				
	Pre	Post	$\Delta\%$	$p$ ( $r$ )	Pre	Post	$\Delta\%$	$p$ ( $r$ )	BESD (%)
Sit and Reach Test (cm)	21,4 ± 6,1	23,1 ± 6,1	+7,9	0,08 (0,31)*	22,8 ± 7,2	24,5 ± 6,4	+7,5	0,07 (0,32)*	+1,5

Legenda:  $\Delta\%$  procentuální rozdíl průměrných hodnot mezi vstupním a výstupním měřením; \* střední úroveň efektu; *BESD* binominální velikost efektu mezi experimentální a porovnávací skupinou po intervenci (kladné hodnoty znamenají pravděpodobné zlepšení oproti vstupním hodnotám, záporné hodnoty zhoršení)

## 5.4 Analýza změn parametrů svalové zdatnosti

### *Úroveň statické síly horních končetin*

Úroveň statické síly horních končetin (kg) před zahájením intervenčního programu byla u experimentální a porovnávací skupiny odlišná. Ženy v porovnávací skupině vykazovaly vyšší úroveň statické síly horních končetin než ženy v experimentální skupině ( $p < 0,05$ ).

V testu hodnotící statickou sílu horních končetin (Handgrip Test) došlo po experimentálním období u obou skupin k mírnému zhoršení hodnot (ES  $-0,9$  kg; PS  $-0,7$  kg) (tab. 8). Tyto rozdíly nebyly statisticky významné.

Mezi skupinami došlo ke statisticky významným rozdílům hodnot statické síly horních končetin po experimentálním období,  $p = 0,01$ ;  $r = 0,45$  (střední efekt). Tento efekt lze vysvětlit tím, že porovnávací skupina vykazovala významně vyšší hodnoty statické síly horních končetin na začátku experimentálního období oproti experimentální skupině.

I přesto, že experimentální skupina vykazovala trend zhoršení oproti vstupním hodnotám, ukázalo se, že aerobní pohybový program může přispět ke zlepšení tohoto parametru až o 9,6 %. Tento efekt lze vysvětlit tím, že v experimentální skupině se zlepšilo celkem 8 probandek, zatímco v porovnávací skupině vykazovalo zlepšení 6 probandek.

### *Úroveň svalové vytrvalosti horních končetin*

Úroveň svalové vytrvalosti horních končetin při vstupním měření byla u experimentální a porovnávací skupiny srovnatelná.

Po experimentálním období obě skupiny vykázaly statisticky významné změny v úrovni svalové vytrvalosti horních. V testu hodnotící počet flexí a extenzí v loketním kloubu za 30 sekund (Arm Curl Test) došlo u experimentální skupiny ke zvýšení hodnot o 3,5 flexí v loketním kloubu ( $p = 0,001$ ;  $r = 0,62$ ). Tento vliv lze hodnotit z hlediska praktické významnosti jako velmi silný. U porovnávací skupiny jsme zaznamenali zvýšení hodnot o 2 flexe v loketním kloubu ( $p = 0,01$ ;  $r = 0,46$ ). Experimentální skupina vykázala podstatně větší zlepšení svalové vytrvalosti horních končetin oproti porovnávací skupině (ES o 18,8 % vs. PS o 9,6 %) (tab. 8). I když byly nalezeny statisticky významné změny v úrovni svalové vytrvalosti v návaznosti na realizovanou pohybovou intervenci, je nutné upozornit, že k pozitivním změnám došlo také u porovnávací skupiny, a z tohoto důvodu nebyl výsledný efekt intervence považován za významný.

Mezi skupinami nedošlo ke statisticky významným rozdílům hodnot svalové vytrvalosti horních končetin po experimentálním období,  $p = 0,64$ ;  $r = 0,08$  (malý efekt). Při porovnání rozdílů mezi skupinami po experimentálním období bylo zjištěno, že vlivem aerobního pohybového programu ve vodě může dojít ke zlepšení tohoto parametru až o 25 %. Tento vysoký efekt lze vysvětlit tím, že v experimentální skupině dosáhly všechny probandky zlepšení ( $n = 17$ ), zatímco v porovnávací skupině dosáhlo zlepšení 12 probandek a 4 probandky se zhoršily.

### *Úroveň svalové vytrvalosti dolních končetin*

Úroveň svalové vytrvalosti dolních končetin při vstupním měření byla u experimentální a porovnávací skupiny srovnatelná.

V experimentální skupině jsme po aplikování aerobního pohybového programu ve vodě zaznamenali statisticky významné zlepšení hodnot svalové vytrvalosti dolních končetin,  $p = 0,001$ ;  $r = 0,61$  (velmi velký efekt). V testu hodnotící počet vztyků a sedů ze židle za 30 sekund (Chair Stand Test) došlo u experimentální skupiny ke zlepšení hodnot o 4,3 vztyků ve srovnání s výchozí hodnotou. Překvapujícím zjištěním je, že v porovnávací skupině po období bez intervence došlo ke statisticky významným změnám v tomto parametru,  $p = 0,01$ ;  $r = 0,45$  (střední efekt). U porovnávací skupiny bylo zjištěno průměrné zlepšení hodnot o 3,7 vztyků ve srovnání s výchozí hodnotou (tab. 8).



Zlepšení svalové vytrvalosti dolních končetin bylo u experimentální skupiny po aplikaci intervence výraznější než u skupiny porovnávací (ES o 26,1 % vs. PS o 20,7 %).

Mezi skupinami nedošlo ke statisticky významným rozdílům svalové vytrvalosti dolních končetin po experimentálním období,  $p = 0,33$ ;  $r = 0,17$  (malý efekt). Při porovnání rozdílu mezi skupinami po experimentálním období bylo zjištěno, že vlivem aerobního pohybového programu ve vodě může dojít ke zlepšení tohoto parametru o 12,5 %.

Tabulka 8 Změna vybraných parametrů svalové zdatnosti

	Experimentální (n = 17)				Porovnávací (n = 16)				
	Pre	Post	$\Delta\%$	$p$ ( $r$ )	Pre	Post	$\Delta\%$	$p$ ( $r$ )	BESD (%)
Handgrip Test (kg)	23,2 ± 3,9	22,3 ± 4	-3,9	0,20 (0,22)	27,2 ± 4,4	26,5 ± 4,6	-2,6	0,15 (0,26)	+9,6
Arm Curl Test (počet)	18,6 ± 2,3	22,1 ± 2,9	+18,8	0,001* (0,62)#	20,8 ± 4,8	22,8 ± 4,2	+9,6	0,01* (0,46)*	+25
Chair Stand Test (počet)	16,5 ± 2,5	20,8 ± 4,3	+26,1	0,001* (0,61)#	17,9 ± 3,2	21,6 ± 4,4	+20,7	0,01* (0,45)*	+12,5

Legenda:  $\Delta\%$  procentuální rozdíl průměrných hodnot mezi vstupním a výstupním měřením; \* statisticky významný rozdíl ( $p < 0,05$ ); # vysoká úroveň efektu; \* střední úroveň efektu; *BESD* binominální velikost efektu mezi experimentální a porovnávací skupinou po intervenci (kladné hodnoty znamenají pravděpodobné zlepšení oproti vstupním hodnotám, záporné hodnoty zhoršení)

## 5.5 Analýza změn v oblasti aerobní zdatnosti

Úroveň aerobní zdatnosti mezi experimentální a porovnávací skupinou se před intervencí zásadně neodlišovala.

Po absolvování intervence došlo ke zvýšení průměrné rychlosti v chodeckém testu na vzdálenost 1 600 m. Statisticky významné zlepšení se projevilo pouze u experimentální skupiny ( $p = 0,01$ ;  $r = 0,62$ ). Vstupní průměrný čas 17,2 min klesl na 15,5 min (tj. -1,7 min) (tab. 9).

Mezi skupinami došlo ke statisticky významným rozdílům v úrovni aerobní zdatnosti po experimentálním období,  $p = 0,004$ ;  $r = 0,49$ . Po absolvování pohybového programu nastalo statisticky významné zlepšení aerobní zdatnosti v experimentální skupině ve srovnání s porovnávací skupinou. Hodnoty koeficientu  $r$  ukazují na střední efekt aerobního pohybového programu ve vodě. Při porovnání rozdílu mezi skupinami po experimentálním období bylo zjištěno, že vlivem aerobního pohybového programu ve vodě může dojít ke zlepšení aerobní zdatnosti až o 68,8 %.

Tabulka 9 Změna v oblasti aerobní zdatnosti

	Experimentální (n = 17)				Porovnávací (n = 16)				
	Pre	Post	$\Delta\%$	$p(r)$	Pre	Post	$\Delta\%$	$p(r)$	BESD (%)
1-Mile Walk Test (min)	17,2 ± 2,5	15,5 ± 1,9	-9,9	0,01* (0,62) <sup>#</sup>	16,4 ± 2,9	16,1 ± 3,5	-1,8	0,61 (0,09)	+68,8

Legenda:  $\Delta\%$  procentuální rozdíl průměrných hodnot mezi vstupním a výstupním měřením; \* statisticky významný rozdíl ( $p < 0,05$ ); <sup>#</sup> vysoká úroveň efektu; *BESD* binominální velikost efektu mezi experimentální a porovnávací skupinou po intervenci (kladné hodnoty znamenají pravděpodobné zlepšení oproti vstupním hodnotám, záporné hodnoty zhoršení)

## 5.6 Analýza změn v oblasti dynamické posturální stability

Úroveň dynamické posturální stability mezi experimentální a porovnávací skupinou se před intervencí zásadně neodlišovala.

Po experimentálním období obě skupiny vykázaly statisticky významné změny v úrovni dynamické posturální stability hodnocené pomocí modifikovaného Step Testu. U experimentální skupiny došlo k průměrnému zlepšení o 2,5 výstupů, přičemž v porovnávací skupině došlo ke zlepšení o 1,9 výstupů ( $p < 0,05$ ) (tab. 10). I když byly nalezeny statisticky významné změny v dynamické posturální stabilitě v návaznosti na realizovanou pohybovou intervenci, je nutné upozornit, že k pozitivním změnám došlo také u porovnávací skupiny, a z tohoto důvodu nebyl výsledný efekt intervence považován za významný ( $p = 0,86$ ;  $r = 0,03$ ). Při porovnání rozdílů mezi skupinami po experimentálním období bylo zjištěno, že vlivem aerobního pohybového programu ve vodě může dojít ke zlepšení úrovně dynamické posturální stability pouze o 0,4 %. Počet probandek v experimentální skupině, které se zlepšily v úrovni flexibility, činil 16 a v porovnávací skupině se zlepšilo 15 probandek po experimentálním období. V obou skupinách pouze 1 probandka vykazovala zhoršení v úrovni dynamické posturální stability.

Tabulka 10 Změna v oblasti dynamické posturální stability

	Experimentální (n = 17)				Porovnávací (n = 16)				
	Pre	Post	$\Delta\%$	$p(r)$	Pre	Post	$\Delta\%$	$p(r)$	BESD (%)
Step Test (počet)	17,9 ± 2,8	20,4 ± 3,3	+14	0,01* (0,60) <sup>#</sup>	18,8 ± 2,9	20,7 ± 3,6	+10,1	0,01* (0,56) <sup>#</sup>	+0,4

Legenda:  $\Delta\%$  procentuální rozdíl průměrných hodnot mezi vstupním a výstupním měřením; \* statisticky významný rozdíl ( $p < 0,05$ ); <sup>#</sup> vysoká úroveň efektu; *BESD* binominální velikost efektu mezi experimentální a porovnávací skupinou po intervenci (kladné hodnoty znamenají pravděpodobné zlepšení oproti vstupním hodnotám, záporné hodnoty zhoršení)

## 5.7 Analýza změn parametrů kvality života související se zdravím

Analýza vnímané kvality života související se zdravím je založena na hodnocení dle dotazníku SF-36. V tabulce 11 jsou uvedena srovnání výsledků experimentální a porovnávací skupiny a intraskupinové rozdíly mezi vstupním a výstupním měřením. Jednotlivé výsledkové části dotazníku jsou rozděleny do 8 subkategorií a do 2 hlavních kategorií, tj. fyzická a psychická složka zdraví. Osmi subkategoriemi jsou: Fyzické fungování, Fyzické omezení, Tělesná bolest, Celkové zdraví, Vitalita, Sociální fungování, Emoční problémy a Duševní zdraví.

Meziskupinovým srovnáním experimentální a porovnávací skupiny při vstupním měření nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl ve většině výše uvedených subkategoriích. Statisticky významný rozdíl mezi experimentální a porovnávací skupinou při vstupním měření byl zjištěn pouze v subkategorii Celkové zdraví. Ženy v porovnávací skupině vykazovaly vyšší úroveň vnímaného celkového zdraví než ženy v experimentální skupině ( $p < 0,05$ ).

Výsledky uvedené v tabulce ukazují, že byly zjištěny statisticky významné změny pouze v subkategorii Celkové zdraví u experimentální skupiny ( $p = 0,04$ ;  $r = 0,36$ ). U porovnávací skupiny došlo v některých doménách k snížení kvality života, především ve Fyzickém fungování a Fyzickém omezení, dále v Celkovém zdraví, ale i ve Vitalitě a sníženo bylo také Duševní zdraví. Toto snížení nebylo statisticky významné po experimentálním období.

Překvapujícím zjištěním je, že po aplikaci pohybové intervence nedošlo k významným změnám v úrovni psychického zdraví.

Meziskupinovým srovnáním experimentální a porovnávací skupiny u hodnot při výstupním měření nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl u žádného z hodnocených parametrů kvality života související se zdravím.

Tabulka 11 Změna parametrů kvality života související se zdravím

Oblast	Subkategorie	Experimentální (n = 17)				Porovnávací (n = 16)				
		Pre	Post	$\Delta\%$	$p$ ( $r$ )	Pre	Post	$\Delta\%$	$p$ ( $r$ )	BESD (%)
Fyzické zdraví	Fyzické fungování	80,6 ± 14	83,2 ± 12,5	+3,2	0,33 (0,17)	88,4 ± 13	80,3 ± 25,4	-9,2	0,06 (0,34)*	+20,6
	Fyzické omezení	67,6 ± 39,3	80,9 ± 28,7	+19,7	0,23 (0,21)	85,9 ± 27,3	84,4 ± 27,2	-1,8	0,80 (0,04)	+25,7
	Tělesná bolest	69,0 ± 21	72,9 ± 18	+5,7	0,48 (0,12)	79,1 ± 19,7	82,3 ± 17,8	+4,1	0,41 (0,15)	+1,5
	Celkové zdraví	52,1 ± 15,7	57,1 ± 11,5	+9,6	0,04* (0,36)*	70 ± 11,3	67,5 ± 15,2	-3,6	0,48 (0,13)	+25,7
Psychické zdraví	Vitalita	57,6 ± 17	59,7 ± 13,9	+3,7	0,56 (0,10)	67,5 ± 8	65 ± 11,4	-3,7	0,94 (0,01)	+1,8
	Sociální fungování	80,9 ± 16	83,8 ± 17	+3,6	0,37 (0,15)	82,8 ± 15,7	85,2 ± 13,9	+2,9	0,51 (0,12)	+1,5
	Emoční problémy	70,6 ± 37,1	74,5 ± 32,3	+5,5	0,72 (0,06)	60,4 ± 38,9	75 ± 39,4	+24	0,31 (0,18)	+1,5
	Duševní zdraví	72,7 ± 11,3	75,1 ± 13,5	+3,3	0,28 (0,19)	73 ± 13,3	70,3 ± 15,4	-3,7	0,27 (0,20)	+26,5

Legenda:  $\Delta\%$  procentuální rozdíl průměrných hodnot mezi vstupním a výstupním měřením; \* statisticky významný rozdíl ( $p < 0,05$ ); \* střední úroveň efektu; † malá úroveň efektu, *BESD* binominální velikost efektu mezi experimentální a porovnávací skupinou po intervenci (kladné hodnoty znamenají pravděpodobné zlepšení oproti vstupním hodnotám, záporné hodnoty zhoršení)

## 6 Diskuse

### 6.1 Změny tělesného složení

Zvýšená celková tělesná adipozita a vysoké procento tělesného tuku jsou spojeny s nástupem a nárůstem rizikových faktorů pro kardiovaskulární a metabolické choroby (Alpert, Omran & Mehra, 2014). Obecně platí, že zvýšená úroveň aerobní pohybové aktivity je spojena s udržováním zdravé úrovně tělesné hmotnosti a adipozity (Friedenreich et al., 2015).

Po experimentálním období byl zaznamenán u obou skupin shodný nárůst hodnot tělesné hmotnosti a BMI. Tyto výsledky jsou v souladu s další studií, v rámci které byl aplikován 12týdenní aerobní pohybový program ve vodě 3× týdně (Bocalini et al., 2008). Možným vysvětlením nárůstu tělesné hmotnosti je vliv chladové expozice, která je spojena se zvýšeným energetickým příjmem po pobytu ve vodním prostředí. Zvýšený příjem energie po cvičení v termoneutrální teplotě vody (33 °C) prokázala studie Halse, Wallmana a Guelfiho (2011).

Výsledky naší práce ukazují, že půlroční pohybový program ve vodě vedl k snížení procentuálního podílu tuku v těle průměrně o 1,8 % u experimentální skupiny. U porovnávací skupiny byl zaznamenán mírnější pokles o 0,6 %. I přesto, že změny procentuálního zastoupení tělesného tuku nebyly statisticky významné, lze konstatovat, že u experimentální skupiny byl pokles výraznější než u porovnávací skupiny. Tyto výsledky potvrzují i další autoři, kteří posuzovali množství tukové tkáně metodou kaliperace (Takeshima et al., 2002; Martínez et al., 2014). Takeshima et al. (2002) prokázal v randomizované studii úbytek podkožního tuku v kožní řase o 7,9 % u 15 žen, které absolvovaly 12týdenní program aqua-aerobiku v mělké vodě při frekvenci 3× týdně. Obdobné výsledky publikují Martínezová et al. (2014), kteří zaznamenali úbytek podkožního tuku o 5,6 % u 16 žen ve věku nad 60 let, které absolvovaly 12týdenní program při frekvenci 5× týdně. Naopak v práci Tauntona et al. (1996), kde byl aplikován 12týdenní program 3× týdně, nebyla nalezena žádná změna v hodnotě podkožního tuku.

Dále bylo zjištěno, že u obou skupin došlo ke zvýšení množství tukuprosté hmoty, s tím, že po intervenci vykazovala experimentální skupina nepatrně vyšší hodnoty (+0,5 kg) než porovnávací skupina (+0,4 kg). Tyto změny nebyly statisticky významné. Zvýšení množství tukuprosté hmoty po aplikaci intervence ve vodě uvádějí i jiní autoři (Tsourlou et al., 2006; Martínez et al., 2014). Tsourlou et al. (2006) prokázali zvýšení hodnot tukuprosté hmoty o 3,4 % po absolvování půlročního programu ve vodě při frekvenci 3× týdně u 12 žen ve věku

nad 60 let. Podobný přínos intervence zaznamenali také Martínezová et al. (2014). Pokles množství tukuprosté hmoty má významný podíl na snížení soběstačnosti seniorů a rozvoji sarkopenie (Cruz-Jentoft et al., 2018).

Překvapujícím zjištěním bylo, že po absolvování intervence došlo k významnému zhoršení hodnot poměru extracelulární a intracelulární hmoty (ECM/BCM) u experimentální skupiny o 9,1 % ( $p < 0,05$ ). Porovnávací skupina vykázala o něco vyšší zhoršení, a to o 10 % ( $p < 0,05$ ). Lze tedy konstatovat, že nepatrný efekt byl ve zpomalení progresu koeficientu ECM/BCM u experimentální skupiny oproti skupině porovnávací. Zjištěné výsledky jsou v rozporu s prací Bunce a Štilce (2007), kteří prokázali významné snížení koeficientu ECM/BCM u žen po aplikaci programu na suchu založeného na organizované chůzi. Nepodařilo se nám nalézt žádné výzkumy, které by se zabývaly vlivem intervence ve vodě na parametr ECM/BCM.

Ukazuje se, že pohybová intervence ve vodě je jedním z prostředků, které mohou významným způsobem ovlivnit úbytek svalové hmoty (Kantyka et al., 2015). Většina autorů uvádí, že je zapotřebí minimálně 8 týdnů intervence ve vodě, aby se projevil pozitivní vliv na parametry tělesného složení (Takeshima et al., 2002). Někteří autoři naopak uvádějí, že 12týdenní pohybové programy ve vodě nejsou dostatečně účinné k pozitivnímu ovlivnění množství tělesného tuku a tukuprosté hmoty (Hall-López et al., 2014). Rozdílné výsledky výzkumů mohou být způsobeny odlišnostmi v délce trvání a intenzitě pohybové intervence a ve výchozích antropometrických charakteristikách probandů (např. hodnoty BMI). Úbytek tukové tkáně po absolvování intervence ve vodě může být výraznější u osob s nadváhou (Meredith-Jones et al., 2011). Dalším faktorem ovlivňující tělesné složení je kalorický příjem. Bocalini et al. (2008) uvádějí, že energetický výdej při cvičení ve vodě může být kompenzován zvýšeným energetickým příjmem po cvičení. Podle Gappmaiera et al. (2006) k významnému úbytku tělesné hmotnosti dochází při regulovaném energetickém příjmu během pohybového programu ve vodě. Autoři zdůrazňují, že pohybové programy ve vodě bez zásahu do stravovacích zvyklostí mají pouze slabý účinek na redukci tělesné hmotnosti. Efektivita pohybových intervenčních programů ve vodě na tělesné složení není zcela jednoznačná.

Účinnost pohybových intervencí je závislá na pěti základních parametrech: doba trvání intervenčního programu; typ pohybové intervence (pohybový obsah); doba trvání vlastní pohybové intervence; frekvence vykonávání pohybové intervence a intenzita pohybové intervence. Na sestavení optimálního intervenčního programu, což představuje manipulaci s uvedenými pěti faktory, jsou kladeny rozličné požadavky. Zatímco na jedné straně je

maximalizace intervenčního působení na jedince, na straně druhé stojí jeho praktická aplikovatelnost v reálných podmínkách a akceptovatelnost intervenujících osob. Někteří autoři upozorňují, že pokud je frekvence a intenzita tréninkového programu příliš vysoká, může dojít k svalovému poškození, což může negativně ovlivnit adherenci k pohybovým programům (de Lacy-Vawdon et al., 2018).

## **6.2 Změny v oblasti flexibility**

V důsledku stárnutí může docházet k ztuhlosti axiálního systému, což vede k ztrátě flexibility a pružnosti svalů v oblasti krční páteře a hrudníku a vzniká tak svalová dysbalance vedoucí k patologickému držení těla. Tyto změny zvyšují riziko pádů. Doporučení pro seniory obsahuje i cvičení pro udržení a rozvoj flexibility pro prevenci pádů. Tato cvičení jsou doporučována pro udržení rozsahu pohybu nezbytného pro běžné denní aktivity a pohybovou aktivitu. V praxi se tato cvičení často zanedbávají (Chodzko-Zajko, Schwingel & Park, 2009).

Výsledky naší práce ukazují, že půlroční pohybový program ve vodě vedl k zvýšení flexibility bederní páteře a svalů zadní skupiny stehna u experimentální skupiny. U porovnávací skupiny byl zaznamenán shodný nárůst. U obou skupin představoval nárůst dosahu o 1,7 cm ve srovnání s výchozí hodnotou. Efekt změny u parametru flexibility proto nelze přiřadit realizované intervenci, ale jiným latentním faktorům. Změny u obou skupin nebyly statisticky významné.

Naše zjištění jsou ve shodě se studii Takeshimi et al. (2002) a Tauntona et al. (1996), které nepotvrdily statisticky významné změny v oblasti flexibility po absolvování 12týdenního programu aqua-aerobiku. V jiných studiích bylo naopak prokázáno významné zlepšení flexibility (Tsourlou et al., 2006; Cancela Carral & Ayán Pérez, 2007; Bocalini et al., 2008; Sanders et al., 2016).

## **6.3 Změny svalové zdatnosti**

Zlepšení svalové zdatnosti po aplikaci pohybových programů ve vodě lze vysvětlit působením fyzikálních vlastností vody a hydrodynamickými principy při pohybu. Jedná se zejména o působení velikosti odporu vody při pohybu v závislosti na rychlosti a velikosti záběrových ploch horních a dolních končetin. Ukazuje se, že při cvičení ve vodním prostředí jsou aktivovány agonistické a antagonistické svalové skupiny současně (Meredith-Jones et al., 2011).

Do popředí se dostává význam svalové síly m. quadriceps femoris. Ten zajišťuje stabilitu kyčelního a kolenního kloubu, která je potřebná pro vzpřímené držení těla a chůzi. Práce m. quadriceps femoris je spojena s řadou běžných pohybových úkolů, jako je například chůze ze/do schodů nebo sed/stoj ze židle (Kostka et al., 2000).

V naší práci bylo zjištěno, že po experimentálním období nastalo u obou skupin mírné zhoršení hodnot statické síly horních končetin (ES -3,9 %; PS -2,6 %). Tyto rozdíly nebyly statisticky významné. Naše výsledky jsou v rozporu se studii Tsourloua et al. (2006) a Cancela Carrala a Ayána Pérezy (2007), kteří zjistili významné zlepšení síly stisku ruky po aplikaci půlročního pohybového programu ve vodě. V uvedených studiích byla frekvence pohybového programu 2–3× týdně. Domníváme se tedy, že námi zvolená frekvence 1× týdně nebyla dostatečně senzitivní pro ovlivnění tohoto parametru. Dále náš pohybový program ve vodě nezahrnoval specifické cvičení pro rozvoj statické síly horních končetin. Test síly stisku ruky (tzv. handgrip test) někteří autoři považují za významný prediktor funkční deteriorace, včetně rizika pádů (Bohannon, 2008).

Po experimentálním období obě skupiny vykázaly statisticky významné změny v úrovni svalové vytrvalosti horních končetin, s tím, že u experimentální skupiny bylo zvýšení výraznější oproti porovnávací skupině (ES o 18,8 % vs. PS o 9,6 %). Tyto výsledky jsou v souladu s výsledky z jiných intervenčních studií (Bocalini et al., 2008; Sanders et al., 2016). K hodnocení svalové vytrvalosti dolních končetin byl podobně použit *30-Second Arm Curl Test*.

Dále byly zjištěny statisticky významné změny v úrovni svalové vytrvalosti dolních končetin u obou skupin. Zlepšení tohoto parametru bylo u experimentální skupiny po aplikaci intervence o něco výraznější než u skupiny porovnávací (ES o 26,1 % vs. PS o 20,7 %). Naše výsledky jsou v souladu s výsledky studie autorů Sandersové et al. (2016). V jejich studii zaznamenali nárůst svalové vytrvalosti dolních končetin o 21 % po aplikaci 12týdenního programu ve vodě při frekvenci 3× týdně. K hodnocení svalové vytrvalosti dolních končetin byl podobně použit *30-Second Chair Stand Test*.

## **6.4 Změny aerobní zdatnosti**

Nízká úroveň aerobní zdatnosti je rizikovým faktorem zvýšené kardiovaskulární mortality. Navíc nižší hodnoty parametrů aerobní zdatnosti jsou spojené s rozvojem metabolických chorob. Ukazuje se, že i mírné zvýšení úrovně aerobní zdatnosti snižuje negativní vliv



metabolického onemocnění na mortalitu. Důležitým parametrem je také rychlost chůze. Metaanalýza hodnotící 9 studií (v období let 1986–2000) zahrnujících 35 485 osob s průměrným věkem 74 let a celkem 17 582 úmrtí ukázala, že rychlost chůze pacientů byla přímo spojena s dobou přežití ve všech studiích. Riziko úmrtí bylo při rychlosti vyšší o 0,1 m/s ročně signifikantně sníženo o 12 % (Studenski et al., 2011).

Naše práce prokázala, že pravidelný aerobní pohybový program ve vodě aplikovaný pouze 1× týdně zvyšuje signifikantně úroveň aerobní zdatnosti. Pozitivní efekt pohybové intervence ve vodě na parametry aerobní zdatnosti prokázaly i jiné studie (Takeshima et al., 2002; Taunton et al., 1996; Bocalini et al., 2008; Cancela Carral & Ayán Pérez, 2007; Sanders et al., 2016).

## **6.5 Změny dynamické posturální stability**

Na význam posturální stability je poukazováno v seniorském věku v souvislosti se zvyšujícím se rizikem pádů. K rozvoji posturální stability jako prevence rizika pádů se doporučuje provádět specificky zaměřená cvičení s využitím různých balančních pomůcek nebo využití i běžných denních aktivit.

Výsledky naší práce ukazují, že půlroční pohybový program ve vodě vedl k významnému zlepšení dynamické posturální stability. Zvýšenou úroveň dynamické posturální stability po experimentální období však vykazovala i porovnávací skupina. U experimentální skupiny bylo zlepšení o něco výraznější ve srovnání s porovnávací skupinou (ES o 2,5 výstupů vs. PS o 1,9 výstupů). K obdobným výsledkům dospěly i autorky Devereuxová, Robertsonová a Briffaová (2005), které zjistily u 23 žen nárůst v počtu výstupů na schůdek průměrně o dva výstupy po aplikaci 10týdenní pohybové intervence ve vodě. Podobné pozitivní účinky prokázaly i další studie, které posuzovaly úroveň dynamické posturální stability pomocí 3metrového testu chůze (tzv. *Timed Up & Go Test*) (Tsourlou et al., 2006; Bento et al., 2015; Sanders et al., 2016).

## **6.6 Změny kvality života související se zdravím**

Někteří autoři považují efekt pohybových aktivit na psychologické parametry za významnější než na parametry fyziologické (Schulz, Meyer & Langguth (2012). Pozitivní efekt pohybové aktivity na psychické zdraví, kvalitu života a životní spokojenost u žen po menopauze je v odborné literatuře opakovaně prokazován. Pro pozitivní ovlivnění psychické pohody se doporučují pohybové aktivity nízké až střední intenzity v délce trvání 45 minut a frekvenci 2×

týdně. Zlepšení úrovně kvality života byl ve většině případů po delší intervenci (6–12 měsíců) (Windle et al., 2010). U seniorské populace více let prožitých v dobrém zdravotním stavu znamená vyšší úroveň kvality života, větší nezávislost a možnost být aktivní. Proto je důležitá tvorba pohybových programů vedoucích k podpoře zdravého stárnutí populace.

V této práci bylo prokázáno, že u žen absolvujících půlroční pohybový program ve vodě došlo k významným změnám pouze u jednoho dílčího parametru kvality života související se zdravím, a to v případě Celkového zdraví ( $p = 0,04$ ;  $r = 0,36$ ). Celkové zdraví představuje subkategorii pro oblast Fyzického zdraví. Námi zjištěné výsledky jsou v souladu se závěry většiny zahraničních studií, které zaznamenaly pozitivní vliv pohybové intervence ve vodě na úroveň Fyzického zdraví (Bocalini et al., 2010; Rica et al., 2013, Schuch et al., 2014, Oh et al., 2015).

Naše práce ale neprokázala pozitivní vliv pohybové intervence ve vodě na zvýšení úrovně vnímaného psychického zdraví. Naše zjištění je v rozporu s randomizovanou studií Devereuxové, Robertsonové a Briffaové (2005), ve které sledovaly skupinu žen s průměrným věkem 73 let. Výsledky studie prokázaly pozitivní efekt 10týdenní pohybové intervence ve vodě při frekvenci 2× týdně v doménách Vitalita a Sociální fungování.

## 6.7 Celkové vyhodnocení studie

Základními východisky této práce jsou dva významné trendy pozorované v České republice i v zahraničí. Za první z nich považujeme vývoj sedavého způsobu života jako formy pohybové inaktivity. Druhým trendem je stárnutí populace v České republice i v jiných zemích. Podkladem pro realizaci práce je skutečnost, že se pozorované nebo očekávané dopady těchto jevů výrazně podílejí na kvalitě života jedince v pozdním věku, a to jak v rovině sociální, zdravotní, tak i ekonomické.

Záměrem práce bylo formou kvaziexperimentu ověřit význam začlenění pravidelného aerobního pohybového programu ve vodě do týdenního režimu senierek. Na jeho význam bylo usuzováno prostřednictvím šesti parametrů, které jsou v úzké vazbě ke zdraví jedince a kvalitě života ve stáří. Monitorována a posuzována byla změna tělesného složení, flexibility v oblasti bederní páteře a svalů zadní skupiny stehna, aerobní zdatnosti, svalové zdatnosti, dynamické posturální stability a kvality života související se zdravím. Pohybová intervence byla realizována 1× týdně po dobu 6 měsíců.

Většina studií byla realizována na základě vnější platnosti, s vysokou frekvencí pohybového programu za týden (3–5× týdně), která nepředstavují reálné životní situace. Domníváme se, že

absolvování organizovaného pohybového programu ve vodě při frekvenci 3× týdně by bylo v reálném životě pro seniorskou populaci velmi finančně nákladné a námi zvolený pohybový program při frekvenci 1× týdně více reflektuje reálné podmínky v České republice.

Existuje řada faktorů ovlivňující motivaci a adherenci k pohybové aktivitě v seniorském věku (Aro, Agbo & Omole, 2018). Jedním z faktorů je zdravotní stav. Lidé se zdravotními problémy jsou častěji inaktivní (Knight, 2012). Nezanedbatelné jsou i další negativní faktory plynoucí z běžného života: nedostatek času, nedostatečná podpora okolí, nepřízeň počasí, nedostupnost příslušného zařízení či prostoru, nedostatek financí nebo nechuť k pohybu vůbec. Pro překonání těchto skutečností je třeba nalézt argumenty s pozitivní motivací - povzbuzení, pozitivní hodnocení i malých úspěchů (např. v redukci hmotnosti), zdůraznění delšího časového úseku, kdy se příznivé změny projeví. K udržení motivace jsou vhodné pravidelné kontroly efektu. Řada lidí vítá možnost organizovaného (skupinového) cvičení k udržení motivace (Svačinová, 2007). Prevence zdravotních problémů, cítit se dobře a redukce hmotnosti představují tři hlavní motivační faktory k pohybovým aktivitám australských žen a mužů ve věkovém rozmezí 60–67 let (van Uffelen, Khan & Burton, 2017). Autoři dále zjistili genderové rozdíly v motivaci k pohybové aktivitě. Ženy byly více než muži motivovány zlepšením vzhledu, trávením času s ostatními, setkáním s přáteli nebo redukcí hmotnosti. Ženy častěji než muži upřednostňovaly pohybové aktivity, které jsou s lidmi stejného pohlaví, pod dohledem, s lidmi stejného věku a v pevně stanoveném čase. Muži častěji než ženy preferovali kompetitivní pohybové aktivity, pohybové aktivity s vyšší intenzitou zatížení a pohybové aktivity realizované ve venkovním prostředí (van Uffelen, Khan & Burton, 2017). Burkeová, Carron a Eys (2006) zjistili, že muži více než ženy preferovali individuální cvičení nebo s někým, ale ne skupinové cvičení. Ženy více než muži inklinovaly ke cvičení s někým nebo ke skupinovým cvičením.

Řada studií zaznamenala vyšší participaci žen než mužů v intervenčních pohybových programech ve vodě (Schuch et al., 2014; Sanders et al., 2016). Tuto skutečnost můžeme potvrdit nejen ze zde získaných dat, ale i z vlastní praxe autorky. Většina skupinových cvičení je realizována v souladu pohybu s hudbou ovlivňující pohybový rytmus. Domníváme se, že smysl pro pohybový rytmus může být jedním z faktorů ovlivňující participaci mužů na skupinových cvičeních. Někteří muži mohou vykazovat obavy ze souhry pohybů s hudbou. Tento faktor však není podložený výzkumem.

Jedním z pozitivních výsledků této disertační práce bylo, že se nejednalo o jednorázový pohybový program v rámci výzkumného šetření, ale tento pohybový program pokračoval

další dvě období (tj. 2× 6 měsíců). Účastnice výzkumu projevily velký zájem v pokračování ve cvičení. Zájem byl i na straně Městské části Prahy 13, která financovala pronájem bazénu i v dalších obdobích. Z osobních rozhovorů účastnic cvičení vyplynulo, že po cvičení vnímaly svou celkovou pohyblivost na lepší úrovni než před vstupem do pohybového programu. Zlepšení spatřovaly nejčastěji např. při výstupech do schodů v dopravních prostředcích. Ženy uváděly, že se jim po cvičení mnohem lépe nastupuje do tramvaje nebo autobusu. Dále vyplynulo, že určitou motivací účasti na programu byla osobnost instruktorky díky její vstřícnosti a porozumění ve vztahu k seniorskému věku a vysoké plavecké odbornosti. Námí navržený pohybový program se jeví jako akceptovatelný pro vybrané ženy v tomto výzkumu.

Dílní výsledky disertační práce byly publikovány v tuzemských a zahraničních časopisech v letech 2016–2017 (Příloha 7).

## 7 Limity práce

Významným limitem této práce je rozřazení souboru do skupin bez randomizace. Reálná situace umožňovala pouze rozřazení osob do skupin na základě jejich preferencí. To do jisté míry vymezuje charakteristiku výzkumného souboru žen v experimentální skupině. Pravděpodobně se jedná převážně o ženy, které jsou proaktivní ve vztahu k pohybovým programům a s aktivním přístupem k životu. Zjištěné poznatky tak není možné zobecnit na skupinu žen ve věku 60 let a starších, které jsou méně pohybově aktivní, nejsou přístupny změnám a nejsou tolik orientovány na zdravotní přínos pravidelné pohybové aktivity. Tuto skupinu však vnímáme z hlediska aktuálních i budoucích zdravotních rizik či komplikací za nejvýznamnější.

Ve vztahu k výsledkům práce se jako významný limit ukazuje posouzení svalové zdatnosti pomocí ručního dynamometru. Tato metoda se jeví jako problematická ve vztahu k možným zdravotním omezením (artrotické změny na kloubech ruky, otoky a ztuhlost prstů).

Některé posuzované parametry patrně nejsou dostatečně senzitivní vůči stanové frekvenci intervence. Jedná se zejména o parametry tělesného složení. Pro zaznamenání změny by bylo zřejmě vhodné zvýšit frekvenci intervence (např. 2× týdně). Dále v této práci nebyly monitorovány ani řízeny stravovací návyky probandek. Domníváme se, že zásahy do stravovacího režimu probandek by mohly významně ovlivnit výsledky naší práce. Do úvahy je nutno vzít i metabolickou adaptaci na chladovou expozici probandek při pobytu ve vodním prostředí. Může jít o vyvolání pocitu hladu, na který mohly probandky reagovat zvýšeným příjmem potravy.

Dalším limitujícím faktorem je, že byly zkoumány pouze ženy určité věkové kategorie a výsledky této práce nelze zobecňovat na muže a populaci v dalších věkových kategoriích.

## 8 Závěr

Pohybový program realizovaný ve vodním prostředí byl vytvořen jako pohybová aktivita pro ženy ve věku nad 60 let, s cílem udržet nebo zvýšit úroveň zdravotně orientované tělesné zdatnosti cvičenek a přispět k pozitivnímu ovlivnění kvality jejich života. Cílem práce bylo ověření účinnosti půlročního intervenčního programu při aplikaci 1× týdně. Provedením kvaziexperimentu se nám podařilo získat odpovědi na níže uvedené hypotézy.

### Vyhodnocení hypotéz

*H 1: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě nezvyšuje úroveň procenta tělesného tuku.*

Bylo zjištěno, že po aplikaci pohybové intervence došlo k poklesu procentuálního podílu tuku v těle průměrně o 1,8 % u experimentální skupiny ( $p = 0,65$ ;  $r = 0,08$ ). U porovnávací skupiny byl pokles procentuálního podílu tuku v těle mírnější (o 0,6 %) oproti experimentální skupině ( $p = 0,76$ ;  $r = 0,06$ ). U obou skupin nebyla tato změna statisticky významná. Hypotéza č. 1 byla potvrzena a odpovídá zjištěním v jiných studiích (Taunton et al., 1996; Martínez et al., 2014).

*H 2: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě zvyšuje množství tukuprosté hmoty.*

U experimentální skupiny byl zaznamenán nárůst tukuprosté hmoty v průměru o 0,5 kg ( $p = 0,06$ ,  $r = 0,33$ ) po aplikaci intervence. Tento vliv lze hodnotit z hlediska praktické významnosti jako středně silný. Obdobný nárůst, o 0,4 kg ( $p = 0,49$ ;  $r = 0,12$ ), byl zjištěn i u porovnávací skupiny. Rozdíly u obou skupin nebyly statisticky významné. Hypotéza č. 2 byla zamítnuta a neodpovídá zjištěním v jiné studii, ve které autoři prokázali statisticky významný nárůst tukuprosté hmoty po půlroční intervenci ve vodním prostředí (Tsourlou et al., 2006).

*H 3: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě snižuje poměr extracelulární a intracelulární hmoty.*

Po absolvování pohybového programu bylo zjištěno průměrné zhoršení hodnot poměru extracelulární a intracelulární hmoty (zvýšení koeficientu ECM/BCM) o 3,6 % u experimentální skupiny ( $p = 0,02$ ;  $r = 0,38$ ). U porovnávací skupiny nastalo výraznější zhoršení v tomto parametru, a to o 7,9 % ( $p = 0,01$ ;  $r = 0,47$ ). Hypotéza č. 3 byla zamítnuta a neodpovídá zjištěním v jiné studii, ve které autoři prokázali statisticky významné snížení koeficientu ECM/BCM po aplikaci chodeckého programu na suchu (Bunc & Štilec, 2007).

*H 4: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě zvyšuje úroveň flexibility v oblasti bederní páteře a svalů zadní skupiny stehna (hamstrings).*

Po experimentálním období nebyly zaznamenány statisticky významné změny v hodnotách dosahu v předklonu v sedu u obou skupin. Experimentální skupina zaznamenala z hlediska praktické významnosti zlepšení o 7,9 % ( $p = 0,08$ ;  $r = 0,31$ ). Zajímavé je, že tento trend byl zaznamenán i u porovnávací skupiny, která vykázala zlepšení o 7,5 % ( $p = 0,07$ ;  $r = 0,32$ ). Hypotéza č. 4 byla zamítnuta a neodpovídá zjištěním v jiných studiích, ve kterých byl prokázán významný vliv pohybové intervence ve vodě na úroveň flexibility v oblasti bederní páteře a svalů zadní skupiny stehna (Tsourlou et al., 2006, Sanders et al., 2016).

*H 5: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě zvyšuje úroveň statické síly horních končetin.*

Po experimentálním období bylo zaznamenáno mírné zhoršení v úrovni síly stisku ruky u obou skupin (ES  $-0,9$  kg; PS  $-0,7$  kg). Tyto rozdíly nebyly statisticky významné. Hypotéza č. 5 byla zamítnuta a neodpovídá zjištěním v jiné studii, ve které byl prokázán významný vliv pohybové intervence ve vodě na úroveň statické síly horních končetin (Tsourlou et al., 2006).

*H 6: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě zvyšuje úroveň svalové vytrvalosti horních končetin.*

Po experimentálním období obě skupiny vykázaly statisticky významné změny v úrovni svalové vytrvalosti horních. V testu hodnotící počet flexí a extenzí v loketním kloubu za 30 sekund (Arm Curl Test) došlo u experimentální skupiny ke zvýšení hodnot o 3,5 flexí v loketním kloubu ( $p = 0,001$ ;  $r = 0,62$ ). U porovnávací skupiny bylo zaznamenáno zvýšení hodnot o 2 flexe v loketním kloubu ( $p = 0,01$ ;  $r = 0,46$ ). I když byly nalezeny statisticky významné změny v úrovni svalové vytrvalosti horních končetin v návaznosti na realizovanou pohybovou intervenci, je nutné upozornit, že k pozitivním změnám došlo také u porovnávací skupiny, a z tohoto důvodu nebyl výsledný efekt intervence považován za významný. Hypotézu č. 6 tedy zamítáme.

*H 7: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě zvyšuje úroveň svalové vytrvalosti dolních končetin.*

V experimentální skupině jsme po aplikování aerobního pohybového programu ve vodě zaznamenali statisticky významné zlepšení hodnot svalové vytrvalosti dolních končetin,  $p = 0,001$ ;  $r = 0,61$  (velmi velký efekt). Překvapujícím zjištěním je, že v porovnávací skupině

po období bez intervence došlo rovněž ke statisticky významným změnám v tomto parametru,  $p = 0,01$ ;  $r = 0,45$  (střední efekt). I když byly nalezeny statisticky významné změny v úrovni svalové vytrvalosti dolních končetin v návaznosti na realizovanou pohybovou intervenci, je nutné upozornit, že k pozitivním změnám došlo také u porovnávací skupiny, a z tohoto důvodu nebyl výsledný efekt intervence považován za významný. Hypotézu č. 7 tedy zamítáme.

*H 8: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě zvyšuje úroveň aerobní zdatnosti.*

Výsledky práce ukázaly, že aerobní pohybový program v mělké vodě aplikovaný pouze 1× týdně může vést ke zvýšení aerobní zdatnosti. Měření prokázalo u experimentální skupiny statisticky prokazatelné změny v chodeckém testu na vzdálenost 1 600 m a navíc i hodnoty koeficientu věcné významnosti ukázaly, že intervenční program má na výsledky značný vliv ( $r = 0,62$ ). Hypotéza č. 8 byla potvrzena a odpovídá zjištěním v jiných studiích (Takeshima et al., 2002; Sanders et al., 2016).

*H 9: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě zvyšuje úroveň dynamické posturální stability.*

V experimentální skupině jsme po aplikování aerobního pohybového programu ve vodě zaznamenali statisticky významné zlepšení hodnot dynamické posturální stability,  $p = 0,01$ ;  $r = 0,60$  (velmi velký efekt). Překvapujícím zjištěním je, že v porovnávací skupině po období bez intervence došlo rovněž ke statisticky významným změnám v tomto parametru,  $p = 0,01$ ;  $r = 0,56$  (velmi velký efekt). I když byly nalezeny statisticky významné změny v úrovni dynamické posturální stability v návaznosti na realizovanou pohybovou intervenci, je nutné upozornit, že k pozitivním změnám došlo také u porovnávací skupiny, a z tohoto důvodu nebyl výsledný efekt intervence považován za významný. Hypotézu č. 9 tedy zamítáme.

*H 10: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě zvyšuje úroveň vnímaného fyzického zdraví.*

Po aplikaci pohybové intervence bylo statisticky významně zvýšeno všeobecné vnímání vlastního zdraví u experimentální skupiny ( $p = 0,04$ ;  $r = 0,36$ ). U porovnávací skupiny došlo v této doméně ke snížení kvality života související se zdravím. Hypotéza č. 10 byla potvrzena.



*H 11: Pravidelný aerobní pohybový program ve vodě zvyšuje úroveň vnímaného psychického zdraví.*

Nepodařilo se nám prokázat, že aplikace aerobního pohybového programu ve vodě vede statisticky významně ke zvýšení vnímaného psychického zdraví. Hypotéza č. 11 byla zamítnuta.

### **Klíčová sdělení**

- Aerobní pohybový program v mělké vodě aplikovaný pouze 1× týdně může vést k zvýšení aerobní zdatnosti.
- Aerobní pohybový program v mělké vodě má pozitivní vliv na úroveň vnímaného fyzického zdraví.
- Pohybový program pokračoval další dvě období (tj. celkem 3× 6 měsíců).
- V průběhu výzkumu došlo k 29,8% úbytku účastnic.

### **Doporučení pro praxi a vědní obor**

Ukázalo se, že takto koncipovaný aerobní pohybový program v mělké vodě může být využíván v prevenci zdravotních komplikací pozorovaných ve stáří. Byl zjištěn příznivý nebo přepokládaný účinek pravidelného cvičení ve vodě na úroveň aerobní zdatnosti a všeobecného vnímání vlastního zdraví. Význam účinku se zvyšuje především ve spojitosti s faktem, že zvýšená úroveň aerobní zdatnosti přispívá k redukci rizika kardiovaskulárních onemocnění.

Námi navržené obsahy cvičebních jednotek jsou vhodné pro skupiny žen ve věku nad 60 let a lze je v praxi aplikovat jako východisko při optimalizaci plánování a řízení pohybového programu ve vodě.

Nebyl zjištěn významný pozitivní vliv aerobního pohybového programu ve vodě na parametry v oblasti tělesného složení, svalové zdatnosti a dynamické posturální stability. Jedná se o parametry podílející se na redukci rizika pádů, které je řazeno mezi jedny nejzávažnějších rizik ve stáří. Na základě výsledků naší práce doporučujeme zařazovat do pohybového režimu v seniorském věku pravidelné cvičení na suchu. Jako optimální se nám jeví kombinace pohybového programu ve vodě a na suchu v celkové dotaci 2× týdně 60 minut.

Pro snížení finančních nákladů spojené s realizací pohybového programu ve vodě se nám osvědčila spolupráce s Městskou částí Prahy 13, která tento program dotovala. Ukazuje se, že

podobné pohybové aktivity jsou dotovány i ze strany jiných Městských částí na území Prahy, což hodnotíme velmi pozitivně. Otázkou však zůstává, jakým způsobem motivovat k pravidelné pohybové aktivitě seniorskou populaci se sedavým způsobem života.

V rámci dalšího zkoumání v dané problematice doporučujeme rozšířit poznatky účinnosti pohybových programů ve vodním prostředí s různými metodami zatížení u seniorské populace se sedavým způsobem života. Právě u této skupiny osob dochází ke kumulaci faktorů, které zvyšují rizikovitost výskytu bezprostředních nebo budoucích zdravotních komplikací. Bylo by dále zajímavé zaměřit se na porovnání účinku cvičení v mělké a hluboké vodě (cvičení realizované bez kontaktu se dnem). Pro další výzkum doporučujeme rozšířit sledování o další somatické a psychologické parametry.

## Seznam použité literatury

- Abellan, van Kan G., Rolland, Y., Andrieu, S., et al. (2009). Gait speed at usual pace as a predictor of adverse outcomes in community-dwelling older people. *Journal of Nutrition, Health & Aging*, 13(10), 881–889.
- Agrawal, Y., Zuniga, M. G., Davalos-Bichara, M., Schubert, M. C., et al. (2012). Decline in semicircular canal and otolith function with age. *Otology & Neurotology*, 33(5), 832–839.
- Gába, A., Přidalová, M., & Zając-Gawlak, I. (2014). Posouzení objektivitu hodnocení výskytu obezity na základě bodymass indexu vzhledem k procentuálnímu zastoupení tělesného tuku u žen ve věku 55–84 let. *Časopis lékařů českých*, 1(153), 22–27.
- Alexander, N. B., Taffet, G. E., Horne, F. M., et al. (2010). Bedside-to-Bench conference: research agenda for idiopathic fatigue and aging. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(5), 967–975.
- Alexandrov, A. V., Frolov, A. A., Horak, F. B., Carlson-Kuhta, P., & Park, S. (2005). Feedback equilibrium control during human standing. *Biological Cybernetics*, 93(5), 309–322.
- Alpert, M. A., Omran, J., Mehra, A., & Ardhanari, S. (2014). Impact of obesity and weight loss on cardiac performance and morphology in adults. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 56(4), 391–400.
- Ambrose, A. F., Paul, G., & Hausdorff, J. M. (2013). Risk factors for falls among older adults: a review of the literature. *Maturitas*, 75(1), 51–61.
- Americká společnost sportovní medicíny (American College of Sports Medicine, ACSM). (1998). American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(6), 992–1008.
- Aniansson, A., Hedberg, M., Henning, G. B., & Grimby G. (1986). Muscle morphology, enzymatic activity, and muscle strength in elderly men: A follow-up study. *Muscle & Nerve*, 9(7), 585–591.
- Antunes, H. K., Stella, S. G., Santos, R. F., Bueno, O. F., & de Mello, M. T. (2005). Depression, anxiety and quality of life scores in seniors after an endurance exercise program. *Revista Brasileira Psiquiatria*, 27(4), 266–271.
- Arnold, A. M., Newman, A. B., Cushman, M., Ding, J., & Kritchevsky, S. (2010). Body weight dynamics and their association with physical function and mortality in older adults: the Cardiovascular Health Study. *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 65(1), 63–70.
- Azagba, S., & Sharaf, M. F. (2014). Physical inactivity among older Canadian adults. *Journal of Physical Activity and Health*, 11(1), 99–108.
- Babinčák, P. (2013). Meranie kvality života: analýza prehľadových štúdií vo vybraných databázách. *Československá psychologie*, 57(4), 358–371.

- Bakalová, J., Boháček, R., & Münich, D. (2015). Komparativní studie věku odchodu do důchodu v České republice. *IDEA at CERGE*. Dostupné z [http://praha.vupsv.cz//fulltext/ul\\_1947.pdf](http://praha.vupsv.cz//fulltext/ul_1947.pdf).
- Baloh, R. W., Ying, S. H., & Jacobson, K. M. (2003). A longitudinal study of gait and balance dysfunction in normal older people. *Archives of Neurology*, *60*(6), 835–839.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: the exercise of control*. New York: Freeman.
- Bannerman, E., Miller, M. D., Daniels, L. A., Cobiac, L., et al. (2002). Anthropometric indices predict physical function and mobility in older Australians: the Australian Longitudinal Study of Ageing. *Public Health Nutrition*, *5*(5), 655–662.
- Barbosa, T. M., Garrido, M. F., & Bragada J. (2007). Physiological adaptations to head-out aquatic exercises with different levels of body immersion. *Journal of Strength & Conditioning Research*, *21*(4), 1255–1259.
- Barbosa, T. M., Marinho, D. M., Reis, V. M., et al. (2009). Bragada Physiological assessment of head-out aquatic exercises in healthy subjects: a qualitative review. *Journal of Sports Science and Medicine*, *8*(2), 179–189.
- Barnett, T. A., Gauvin, L., Craig, C. L., & Katzmarzyk, P. T. (2007). Modifying effects of sex, age, and education on 22-year trajectory of leisure-time physical activity in a Canadian cohort. *Journal of Physical Activity and Health*, *4*(2), 153–166.
- Bassey, E. J., & Harries, U. J. (1993). Normal values for handgrip strength in 920 men and women aged over 65 years, and longitudinal changes over 4 years in 620 survivors. *Clinical Science*, *84*(3), 331–337.
- Bauer, J. M., Kaiser, M. J., Sieber, C. C. (2008). Sarcopenia in nursing home residents. *Journal of the American Medical Directors Association*, *9*(8), 545–551.
- Baylis, D., Bartlett, D. B., Syddall, H. E., Ntani G., et al. (2013). Immune-endocrine biomarkers as predictors of frailty and mortality: a 10-year longitudinal study in community-dwelling older people. *Age*, *35*(3), 963–971.
- Beijersbergen, C. M., Granacher, U., Vandervoort, A. A., DeVita, P., & Hortobagyi, T. (2013). The biomechanical mechanism of how strength and power training improves walking speed in old adults remains unknown. *Ageing Research Review*, *12*(2), 618–627.
- Bento, P. C., Lopes, M. F. A., Cebolla, E. C., Wolf, R., & Rodacki, A. L. (2015). Effects of Water-Based Training on Static and Dynamic Balance of Older Women. *Rejuvenation Research*, *18*(4), 326–331.
- Biddle, S. J. H., Sallis, J. F., & Cavill, N. (1998). *Young and active? Young people and health-enhancing physical activity: Evidence and implications*. London: Health Education Authority.
- Bocalini, D. S., Serra, A. J., Murad, N., & Levy, R. F. (2008). Water-versus land-based exercise effects on physical fitness in older women. *Geriatrics and Gerontology International*, *8*(4), 265–271.

- Bocalini, D. S., Serra, A. J., Rica, R. L., Dos Santos, L. (2010). Repercussions of training and detraining by water-based exercise on functional fitness and quality of life: a short-term follow-up in healthy older women. *Clinics*, 65(12), 1305–1309.
- Bohannon, R. W. (1998). Hand-grip dynamometry provides a valid indication of upper extremity strength impairment in home care patients. *Journal of Hand Therapy*, 11(4), 258–260.
- Bohannon R. W. (2008). Hand-grip dynamometry predicts future outcomes in aging adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 31(1), 3–10.
- Boneth, M., Ariza, C. L., Angarita, A., Parra, J., Monsalve, A., & Gómez, E. (2012). Reliability of Arm Curl and Chair Stand tests for assessing muscular endurance in older people. *Revista Ciencias de la Salud*, 10(2), 179–193.
- Borglin, G., Edberg, A-K., Rahm Hallberg, I. (2005). The experience of quality of life among older people. *Journal of Aging Studies*, 19(2), 201–220.
- Borjesson, M., Urhausen, A., Kouidi, E., Dugmore, D., Sharma, S., et al. (2011). Cardiovascular evaluation of middle-aged/senior individuals engaged in leisure-time sport activities: position stand from the sections of exercise physiology and sports cardiology of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, 18(3), 446–458.
- Bosomworth, N. J. (2009). Exercise and knee osteoarthritis: benefit or hazard? *Canadian Family Physician*, 55(9), 871–878.
- Bottaro, M., Machado, S. N., Nogueira, W., Scales, R., & Veloso, J. (2007). Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *European Journal of Applied Physiology*, 99(3), 257–264.
- Bouchard, C., Shephard, R. J., & Stephens, T. (1994). *Physical activity, fitness, and health: international proceedings and consensus statement*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Boulton, E. R., Horne, M., & Todd, C. (2018). Multiple influences on participating in physical activity in older age: Developing a social ecological approach. *Health Expectations*, 21(1), 239–248.
- Bowling, A. (2011). *Good neighbours. Measuring quality of life in older age*. London: The International Longevity Centre.
- Breen, L., Stokes, K. A., Churchward-Venne, T. A., Moore, D. R., et al. (2013). Two weeks of reduced activity decreases leg lean mass and induces “anabolic resistance” of myofibrillar protein synthesis in healthy elderly. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 98(6), 2604–2612.
- Brooke-Wavell, K., Athersmith, L., Jones, P. R. M., & Masud, T. (1998). Brisk walking and postural stability: a cross-sectional study in postmenopausal women. *Gerontology*, 44(5), 288–292.

- Brown, D. W., Balluz, L. S., Heath, G. W., Moriarty, D. G., Ford, E. S., et al. (2003). Associations between recommended levels of physical activity and health-related quality of life. Findings from the 2001 Behavior Risk Factor Surveillance System (BRFSS) survey. *Preventive Medicine*, 37(5), 520–528.
- Bruce, B., Fries, J. F., & Hubert, H. (2008). Regular vigorous physical activity and disability development in healthy overweight and normal-weight seniors: a 13-year study. *American Journal of Public Health*, 98(7), 1294–1299.
- Buchman, A. S., Wilson, R. S., Yu, L., James, B. D., Boyle, P. A., & Bennett, D. A. (2014). Total daily activity declines more rapidly with increasing age in older adults. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 58(1), 74–79.
- Buchner, D. M., Cress, M. E., de Lateur, B. J., Esselman, P. C., et al. (1997). The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 52(4), M218–M224.
- Buckwalter, J. A., Woo, S. L., Goldberg, V. M., Hadley, E. C., et al. (1993). Soft-tissue aging and musculoskeletal function. *Journal of Bone and Joint Surgery. American volume*, 75(10), 15337–15348.
- Bugnariu, N., & Sveistrup, H. (2006). Age-related changes in postural responses to externally- and self-triggered continuous perturbations. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 42(1), 73–89.
- Bunc, V. (1995). Pojetí tělesné zdatnosti a jejích složek. *Tělesná výchova a sport mládeže*, 61(5), 6–9.
- Bunc, V. (2005). Aerobic fitness, body composition, and physical performance in the Czech children. *Acta Universitatis Carolinae Kinantropologica*, 41(2), 7–18.
- Bunc, V. (2013). Pohyb jako prostředek ovlivňování člověka. In: V. Hošek, & P. Tilinger (Eds.), *Wellness, zdraví a kvalita života* (pp. 21–31). Praha: Vysoká škola tělesné výchovy a sportu Palestra.
- Bunc, V., & Štilec, M. (2007). Tělesné složení jako indikátor aktivního životního stylu seniorek. *Česká Kinatropologie*, 11(3), 17–23.
- Bunc, V., Dlouhá, R., Heller, J. et al. (1997). *Inovace predikčních rovnic pro stanovení složení těla bioimpedanční metodou a měřením tloušťky kožních řas: Dílčí zpráva GAUK 316/97/C*. Praha: UK FTVS.
- Buonocore, D., Rucci, S., Vandoni, M., Negro, M., & Marzatico, F. (2011). Oxidative system in aged skeletal muscle. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 1(3), 85–90.
- Bürkle, A., Moreno-Villanueva, M., Bernhard, J., et al. (2015). MARK-AGE biomarkers of ageing. *Mechanismus of Ageing and Development*, 151, 2–12.

- Campbell, K., Foster-Schubert, K., Xiao, L., Alfano, C., et al. (2012). Injuries in sedentary individuals enrolled in a 12-month, randomized, controlled, exercise trial. *Journal of Physical Activity & Health, 9*(2), 198–207.
- Cancela Carral, J. M., & Ayán Pérez, C. (2007). Effects of high-intensity combined training on women over 65. *Gerontology, 53*(6), 340–346.
- Caspersen, C. J., Pereira, M. A., & Curran, K. M. (2000). Changes in physical activity patterns in the United States, by sex and cross-sectional age. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 32*(9), 1601–1609.
- Cayley, P. (2008). Functional exercise for older adults. *Heart, Lung & Circulation, 4*(17), S70–72.
- Cesari, M., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., et al. (2009a). Health, Aging and Body Composition Study. Added value of physical performance measures in predicting adverse health-related events. *Journal of the American Geriatrics Society, 57*(2), 251–259.
- Cesari, M., Kritchevsky S. B., Penninx, B. W., et al. (2005). Prognostic value of usual gait speed in well-functioning older people. *Journal of the American Geriatrics Society, 53*(10), 1675–1680.
- Cesari, M., Pahor, M., Lauretani, F., et al. (2009b). Skeletal muscle and mortality results from the InCHIANTI Study. *Journal of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 64*(3), 377–384.
- Chai, W., Nigg, C., Pagano, I., Motl, R., Horwath, C., & Dishman, R. (2010). Associations of quality of life with physical activity, fruit and vegetable consumption, and physical inactivity in a free living, multiethnic population in Hawaii: A longitudinal study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 7*, 83.
- Chang, C. M. S. (2009). *Ageing with joy; the effect of a physical education programme on the well-being of older people* (Disertační práce, Univerzita v Groningenu, Nizozemí). Dostupné z <https://www.rug.nl/research/portal/files/14650846/03-c2.pdf>.
- Chen, H., & Guo, X. (2008). Obesity and functional disability in elderly Americans. *Journal of the American Geriatrics Society, 56*(4), 689–694.
- Chou, W. T., Tomata, Y., Watanabe, T., Sugawara, Y., Kakizaki, M., & Tsuji, I. (2014). Relationships between changes in time spent walking since middle age and incident functional disability. *Preventive Medicine, 59*, 68–72.
- Christensen, U., Stovring, N., Schultz-Larsen, K., Schroll, M., & Avlund, K. (2006). Functional ability at age 75: is there an impact of physical inactivity from middle age to early old age? *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports, 16*(4), 245–251.
- Chu, K. S., Eng, J. J., Dawson, A. S., Harris, J. E., Ozkaplan, A., & Gylfadottir, S. (2004). Water-based exercise for cardiovascular fitness in people with chronic stroke: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation, 85*(6), 870–874.

- Church, T. S., Earnest, C. P., Skinner, J. S., & Blair, S. N. (2007). Effects of different doses of physical activity on cardiorespiratory fitness among sedentary, overweight or obese postmenopausal women with elevated blood pressure: a randomized controlled trial. *Journal of American Medical Association*, 297(19), 2081–2091.
- Clark, B. C., & Manini, T. M. (2008). Sarcopenia  $\neq$  dynapenia. *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 63(8), 829–834.
- Colado, J. C., Triplett, N. T., Tella, V., Saucedo, P., & Abellán, J. (2009). Effects of aquatic resistance training on health and fitness in postmenopausal women. *European Journal of Applied Physiology*, 106, 113–122.
- Conley, K. E., Jubrias, S. A., & Esselman, P. C. (2000). Oxidative capacity and ageing in human muscle. *Journal of Physiology*, 526(1), 203–210.
- Coolican, H. (2019). *Research Methods and Statistics in Psychology*. New York: Routledge.
- Cress, M. E., & Meyer, M. (2003). Maximal voluntary and functional performance levels needed for independence in adults aged 65 to 97 years. *Physical Therapy*, 83(1), 37–48.
- Crocker, T., Forster, A., Young, J., Brown, L., Ozer, S., Smith, J., et al. (2013). Physical rehabilitation for older people in long-term care. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2), CD004294.
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., et al. (2018). Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16–31.
- Český statistický úřad. (2013). *Stárnutí se nevyhneme*. Český statistický úřad. Dostupné z <https://www.czso.cz/csu/czso/ea002b5947>.
- Český statistický úřad. (2018a). *Projekce obyvatelstva České republiky - 2018 - 2100*. Dostupné z <https://www.czso.cz/csu/czso/projekce-obyvatelstva-ceske-republiky-2018-2100>.
- Český statistický úřad. (2018b). *Zpráva o očekávaném vývoji úmrtnosti, plodnosti a migrace v České republice*. Dostupné z <https://www.czso.cz/csu/czso/informace-na-zaklade-zvlastnich-zakonu>.
- Darker, C. D., French, D. P., Eves, F. F., & Sniehotta F. F. (2010). An intervention to promote walking amongst the general population based on an ‘extended’ theory of planned behaviour: a waiting list randomised controlled trial. *Psychology & Health*, 25(1), 71–88.
- Davidson, L. E., Hudson, R., Kilpatrick, K., Kuk, J. L., McMillan, K., et al. (2009). Effects of exercise modality on insulin resistance and functional limitation in older adults: a randomized controlled trial. *Archives of Internal Medicine*, 169(2), 122–131.
- de Lacy-Vawdon, C. J., Klein, R., Schwarzman, J., Nolan, G., de Silva, R., Menzies, D., & Smith, B. J. (2018). Facilitators of attendance and adherence to group-based physical activity for older adults: a literature synthesis. *Journal of Aging and Physical Activity*, 26(1), 155–167.



- Delevatti, R., Marson, E., & Krueel, L. F. M. (2015). Effect of aquatic exercise training on lipids profile and glycaemia: a systematic review. *La Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 8(4), 163–170.
- Delmonico, M. J., Harris, T. B., Visser, M., Park, S. W., Conroy, M. B., et al. (2009). Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *American Journal of Clinical Nutrition*, 90(6), 1579–1585.
- Deschenes, M. R. (2004). Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Medicine*, 34(12), 809–824.
- Deutz, N. E. P., Bauer, J. M., Barazzoni, R., Biolo, G., Boirie, Y., et al. (2014). Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: Recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clinical Nutrition*, 33(6), 929–936.
- Devereux, K., Robertson, D., & Briffa, N. K. (2005). Effects of a water-based program on women 65 years and over: a randomised controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy*, 51(2), 102–108.
- Devereux-Fitzgerald, A., Powell, R., Dewhurst, A., French, D. (2016). The acceptability of physical activity interventions to older adults: a systematic review and meta-synthesis. *Social Science & Medicine*, 158, 14–23.
- DiFrancisco-Donoghue, J., Werner, W., & Douris, P. C. (2007). Comparison of once-weekly and twice-weekly strength training in older adults. *British Journal of Sports Medicine*, 41(1), 19–22.
- Ding, J., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., Taaffe, D. R., Nicklas, B. J., et al. (2007). Effects of birth cohort and age on body composition in a sample of community-based elderly. *American Journal of Clinical Nutrition*, 85(2), 405–410.
- DiPietro, L. (1996). The epidemiology of physical activity and physical function in older people. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28(5), 596–600.
- Dishman, R. K., Heath, G. W., & Lee, I-M. (2013). *Physical activity epidemiology*, Champaign: Human Kinetics.
- Dobry, L. Zdravotně orientovaná tělesná zdatnost. (1993). *Tělesná výchova a sport mládeže*, 59(4), 1–11.
- Doherty, T. J. (2003). Invited review: Aging and sarcopenia. *Journal of applied physiology*, 95(4), 1717–1727.
- Dreyer, H. C., Fujita, S., Cadenas, J. G., Chinkes, D. L., Volpi, E., & Rasmussen, B. B. (2006). Resistance exercise increases AMPK activity and reduces 4E-BP1 phosphorylation and protein synthesis in human skeletal muscle. *Journal of Physiology*, 576(2), 613–624.
- Drøyvold, W. B., Nilsen, T. I., Krüger, O., Holmen, T. L., et al. (2006). Change in height, weight and body mass index: Longitudinal data from the HUNT Study in Norway. *International Journal of Obesity*, 30(6), 935–939.

- Silva, E. M., & Kruehl, L. F. M. (2008). Caminhada em ambiente aquático e terrestre: revisão de literatura sobre a comparação das respostas neuromusculares e cardiorrespiratórias. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 14(6), 553–556.
- Eddinger, T. J., Cassens, R. G., Moss, R. L. (1986). Mechanical and histochemical characterization of skeletal muscles from senescent rats. *American Journal of Physiology*, 251(3), C421–430.
- English, K. L., Paddon-Jones, D. (2010). Protecting muscle mass and function in older adults during bed rest. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 13(1), 34–39.
- Erkula, G., Demirkan, F., Kilic, B.A., & Kiter, E. (2002). Hamstring shortening in healthy adults. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 16(2), 77–81.
- Eurobarometer. (2012). *Active ageing. Report (Special Eurobarometer 378)*. Dostupné z [https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs\\_378\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_378_en.pdf).
- Eurostat. (2018). *Struktura a stárnutí obyvateľstva. Extrakce údajů z databáze*. Dostupné z <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/64791.pdf>.
- Evans, W. J. (2010). Skeletal muscle loss: Cachexia, sarcopenia, and inactivity. *American Journal of Clinical Nutrition*, 91(4), 1123S–1127S.
- Fantin, F., Di Francesco, V., Fontana, G., Zivelonghi, A., Bissoli, L., et al. (2007). Longitudinal body composition changes in old men and women: interrelationships with worsening disability. *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 62(12), 1375–1381.
- Ferrucci, L., Izmirlian, G., Leveille, S., Phillips, C. L., et al. (1999). Smoking, physical activity, and active life expectancy. *American Journal of Epidemiology*, 149(7), 645–653.
- Fielding, R. A., Katula, J., Miller, M. E., Abbott-Pillola, K., Jordan, A., et al. (2007). Activity adherence and physical function in older adults with functional limitations. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(11), 1997–2004.
- Fiser, W. M., Hays, N. P., Rogers, S. C., Kajkenova, O., Williams, A. E., Evans, C. M., & Evans, W. J. (2010). Energetics of walking in elderly people: Factors related to gait speed. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 65(12), 1332–1337.
- Fjeldstad, C., Fjeldstad, A. S., Acree, L. S., Nickel, K. J., & Gardner, A. W. (2008). The Influence of Obesity on Falls and Quality of Life. *Dynamic Medicine*, 7, 4.
- Fleg, J. L., & Lakatta, E. G. (1988). Role of muscle loss in the age-associated reduction in VO<sub>2</sub>max. *Journal of Applied Physiology*, 65(3), 1147–1151.
- Fleg, J. L., Morrell, C. H., Bos, A. G., Brant, L. J., Talbot, L. A., Wright, J. G., Lakatta, E. G. (2005). Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. *Circulation*, 112(5), 674–682.

- Fleg, J. L., Piña, I. L., Balady, G. J., et al. (2000). Assessment of functional capacity in clinical and research applications: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation*, *102*(13), 1591–1597.
- Fleg, J. L., Schulman, S., O'Connor, F. C., Gerstenblith, G., Becker, L. C., et al. (1994). Cardiovascular responses to exhaustive upright cycle exercise in highly trained older men. *Journal of Applied Physiology*, *77*(3), 1500–1506.
- Fleg, J. L. (2012). Aerobic exercise in the elderly: a key to successful aging. *Discovery Medicine*, *13*(70), 223–228.
- Forbes, D., Thiessen, E. J., Blake, C. M., Forbes, S. C., & Forbes, S. (2013). Exercise programs for people with dementia. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (12), CD006489.
- Forbes, G. B., & Reina, J. C. (1970). Adult lean body mass declines with age: some longitudinal observations. *Metabolism: Clinical and Experimental*, *19*(9), 653–663.
- Formánek, J., & Horčic, J. (2003). *Triatlon – historie, trénink, výsledky*. Praha: Olympia.
- Franco, M. R., Pereira, L. S., & Ferreira, P. H. (2014). Exercise interventions for preventing falls in older people living in the community. *British Journal of Sports Medicine*, *48*(10), 867–868.
- French, D. P., Olander, E. K., Chisholm, A., Mc Sharry, J. (2014). Which behaviour change techniques are most effective at increasing older adults' self-efficacy and physical activity behaviour? A systematic review. *Annals of Behavioral Medicine*, *48*(2), 225–234.
- French, D. P. (2013). The role of self-efficacy in changing health-related behaviour: cause, effect or spurious association? *British Journal of Health Psychology*, *18*(2), 237–243.
- Friedenreich, C. M., Neilson, H. K., O'Reilly, R., Duha, A., Yasui, Y., et al. (2015). Effects of a High vs Moderate Volume of Aerobic Exercise on Adiposity Outcomes in Postmenopausal Women: A Randomized Clinical Trial. *Journal of the American Medical Association Oncology*, *1*(6), 766–776.
- Frömel, K., Mitáš, J., & Kerr, J. (2009). The associations between active lifestyle, the size of a community and SES of the adult population in Czech Republic. *Health and Place*, *15*(2), 447–454.
- Frontera, W. R., Reid, K. F., Phillips, E. M., Krivickas, L. S., et al. (2008). Muscle fiber size and function in elderly humans: a longitudinal study. *Journal of Applied Physiology*, *105*(2), 637–642.
- Frontera, W., & Hughes, V. (2000). Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *Journal of Applied Physiology*, *88*(4), 1321–1326.
- Gabriel, Z., & Bowling, A. (2004). Quality of life from the perspectives of older people. *Ageing and Society*, *24*, 675–691.

- Gallagher, D., Ruts, E., Visser, M., Heshka, S., Baumgartner, R. N., Wang, J., et al. (2000). Weight stability masks sarcopenia in elderly men and women. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 279(2), E366–375.
- Ganse, B., Degens, H., Drey, M., Korhonen, M. T., McPhee J., et al. (2014). Impact of age, performance and athletic event on injury rates in master athletics - first results from an ongoing prospective study. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 14(2), 148–154.
- Gappmaier, E., Lake, W., Nelson, A. G., Fisher, & A. G. (2006). Aerobic exercise in water versus walking on land: effects on indices of fat reduction and weight loss of obese women. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(4), 564–569.
- Gems, D. (2003) Is more life always better? The new biology of aging and the meaning of life. *Hastings Center Report*, 33(4), 31–39.
- Gillespie, L. D., Robertson, M. C., Gillespie, W. J., Sherrington, C., Gates, S., et al. (2012). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 9, CD007146.
- Goble, D. J., Coxon, J. P., Wenderoth, N., Van Impe, A., & Swinnen S. P. (2009). Proprioceptive sensibility in the elderly: degeneration, functional consequences and plastic-adaptive processes. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33(3), 271–278.
- Goll, M. (2010). Ageing in the European Union: Where exactly? *Eurostat statistics in focus. Eurostat*. Dostupné z [https://ec.europa.eu/eip/ageing/library/ageing-european-union-where-exactly-rural-areas-are-losing-young-generation-quicker-urban\\_en](https://ec.europa.eu/eip/ageing/library/ageing-european-union-where-exactly-rural-areas-are-losing-young-generation-quicker-urban_en).
- Golding, L. A., & Lindsay, A. (1989). Flexibility and age. *Perspective*, 15, 28–30.
- Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., et al. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(10), 1059–1064.
- Hall, W. J. (2006). Update in geriatrics. *Annals of Internal Medicine*, 145(7), 538–543.
- Hall-López, J. A., Ochoa-Martínez, P. Y., Alarcón-Meza, E. I., Anaya-Jaramillo, F. I., et al. (2014). Effect of a hydrogymnastics program on the serum levels of high sensitivity C-reactive protein amongst elderly women. *Health*, 6(1), 80–85.
- Halse, R. E., Wallman, K. E., & Guelfi, K. J. (2011). Postexercise water immersion increases short-term food intake in trained men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(4), 632–638.
- Hambleton, P., Keeling, S., & McKenzie, M. (2008). Quality of life: The views of older recipients of low-level home support. *Social Policy Journal of New Zealand*, 33, 146–162.
- Hamer, M., Kivimäki, M., & Steptoe, A. (2012). Longitudinal patterns in physical activity and sedentary behaviour from mid-life to early old age: a substudy of the Whitehall II cohort. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 66(12), 1110–1115.

- Hamer, M., Lavoie, K. L., & Bacon, S. L. (2014). Taking up physical activity in later life and healthy ageing: the English longitudinal study of ageing. *British Journal of Sports Medicine*, *48*(3), 239–243.
- Hansen, B. H., Kolle, E., Dyrstad, S. M., Holme, I., & Anderssen, S. A. (2012). Accelerometer-determined physical activity in adults and older people. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *44*(2), 266–272.
- Harridge, S. D., Kryger, A., & Stensgaard, A. (1999). Knee extensor strength, activation, and size in very elderly people following strength training. *Muscle & Nerve*, *22*(7), 831–839.
- Hauer, K., Specht, N., Schuler, M., Bärtsch, P., & Oster, P. (2002). Intensive physical training in geriatric patients after severe falls and hip surgery. *Age and Ageing*, *31*(1), 49–57.
- Hawkins, S., & Wiswell, R. (2003). Rate and mechanism of maximal oxygen consumption decline with aging: implications for exercise training. *Sports Medicine*, *33*(12), 877–888.
- He, J. (2011). Modeling the dynamic association of BMI and mortality in the Framingham Heart Study. *Annals of Epidemiology*, *21*(7), 517–25.
- Healy, G. N., Dunstan, D. W., Salmon, J., Cerin, E., et al. (2008). Breaks in sedentary time: beneficial associations with metabolic risk. *Diabetes Care*, *31*(4), 661–666.
- Heller, J., Vodička, P., & Kinkorová, I. (2009). Aktivní životní styl a rekreační cyklistika: Zdravotní přínost a fyziologický profil cyklistů ve věku 11–66 let. *Česká kinantropologie*, *13*(3), 86–94.
- Hill, K., Bernhardt, J., Gann, A. M., Maltese, D., & Berkovits, D. (1996). A new test of dynamic standing balance for stroke patients: Reliability, validity and comparison with healthy elderly. *Physiotherapy Canada*, *48*, 257–262.
- Holland, G. J., Tanaka K., Shigematsu, R., & Nakagaichi, M. (2002). Flexibility and physical functions of older adults: A review. *Journal of Aging and Physical Activity*, *10*(2), 169–206.
- Hollenberg, M., Yang, J., Haight, T. J., Tager, I. B. (2006). Longitudinal changes in aerobic capacity: implications for concepts of aging. *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *61*(8), 851–858.
- Holmerová, I., Vaňková, H., Wija, P., & Štefl, M. (2014). Pohled na geriatrického pacienta, demence a některé další geriatrické syndromy. In: H. Štěpánková, C. Höschl, L. Vidovičová, et al. (Eds.), *Gerontologie. Současné odážky z pohledu biomedicinských a společenských věd* (pp. 77–92). Praha: Univerzita Karlova.
- Holviala, J., Kraemer, W. J., Sillanpaa, E., Karppinen, H., Avela, J., et al. (2012). Effects of strength, endurance and combined training on muscle strength, walking speed and dynamic balance in aging men. *European Journal of Applied Physiology*, *112*(4), 1335–1347.
- Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*, *35*(2), 7–11.

- Hornáková, M., Martínková, V. (2012). Aktivní život seniorů. *Sestra*, 19(11), 39–40.
- Hoskovcová, M. (2012). *Parkinsonova nemoc a možnosti fyzioterapie* [Powerpointová prezentace]. Dostupné z <https://docplayer.cz/12727250-Parkinsonova-nemoc-a-moznosti-fyzioterapie-as-mudr-martina-hoskovcova.html>.
- Houdová, V., & Čechovská, I. (2012). Srdeční frekvence jako indikátor pohybového zatížení ve vodě. *Česká kinantropologie*, 16(3), 11–25.
- Houston, D. K., Ding, J., Nicklas, B. J., Harris, T. B., Lee, J. S., et al. (2009). Overweight and obesity over the adult life course and incident mobility limitation in older adults: the health, aging and body composition study. *American Journal of Epidemiology*, 169(8), 927–936.
- Huang, G., Gibson, C. A., Tran, Z. V., & Osness, W. H. (2005). Controlled endurance exercise training and VO<sub>2</sub>max changes in older adults: a meta-analysis. *Preventive Cardiology*, 8(4), 217–225.
- Hudáková, A., & Derňárová, L. (2011). *Sebestačnosť ako významný aspekt kvality života seniorov*. Martin: Univerzita Komenského Bratislava, Jesseniova lekárska fakulta, Ústav ošetrovateľstva.
- Hudáková, A., Majerníková, L. (2013). *Kvalita života seniorů v kontextu ošetrovatelství*. Praha: Grada.
- Huggett, D. L., Connelly, D. M., & Overend, T. J. (2005). Maximal aerobic capacity testing of older adults: A critical review. *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(1), M57–M66.
- Hughes, V. A., Roubenoff, R., Wood, M., Frontera, W. R., Evans, W. J., & Singh, M. A. F. (2004). Anthropometric assessment of 10-y changes in body composition in the elderly. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 80(2), 475–482.
- Hughes, V. A., Frontera, W. R., Wood, M., Evans, W. J., Dallal, G. E., et al. (2001). Longitudinal muscle strength changes in older adults: influence of muscle mass, physical activity, and health. *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(5), B209–B217.
- Hunt, K., Wyke, S., Gray, C. M., Anderson, A. S., Brady, A., Bunn, C., et al. (2014). A gender-sensitised weight loss and healthy living programme for overweight and obese men delivered by Scottish Premier League football clubs (FFIT): a pragmatic randomised controlled trial. *Lancet*, 383(9924), 1211–1221.
- Chodzko-Zajko, W., Schwingel, A., & Park, C. H. (2009). Successful aging: the role of physical activity. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 3(1), 20–28.
- Ireland, A., Maden-Wilkinson, T., Ganse, B., Degens, H., & Rittweger, J. (2014). Effects of age and starting age upon side asymmetry in the arms of veteran tennis players: a cross-sectional study. *Osteoporosis International*, 25(4), 1389–1400.

- Jackson, A. S., Sui, X., Hebert, J. R., Church, T. S., & Blair, S. N. (2009). Role of lifestyle and aging on the longitudinal change in cardiorespiratory fitness. *Archives of Internal Medicine*, *169*(19), 1781–1787.
- Jefferis, B. J., Sartini, C., Lee, I. M., Choi, M., Amuzu, et al. (2014). Adherence to physical activity guidelines in older adults, using objectively measured physical activity in a population-based study. *BioMed Central Public Health*, *14*, 382.
- Jensen, G. L., & Hsiao, P. Y. (2010). Obesity in older adults: relationship to functional limitation. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, *13*(1), 46–51.
- Jones, C. J., Rikli, R. E., & Beam, W. C. (1999). A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *70*(2), 113–119.
- Jones, C. J., & Rose, D. (2005). *Physical Activity Instruction of Older Adults*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Jones, T. E., Stephenson, K. W., King, J. G., Knight, K. R., Marshall, T. L., & Scott W. B. (2009). Sarcopenia: mechanisms and treatments. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, *32*(2), 83–89.
- Kamel, H. K. (2003). Sarcopenia and aging. *Nutrition Reviews*, *61*(5), 157–167.
- Kantyka, J., Herman, D., Rocznik, R., Kuba, L. (2015). Effects of aqua aerobics on body composition, body mass, lipid profile, and blood count in middle-aged sedentary women. *Human Movement*, *1*(16), 9–14.
- Kassavou, A., Turner, A., & French, D. P. (2013). Do interventions to promote walking in groups increase physical activity? A meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *10*, 18.
- Kassavou, A., Turner, A., Hamborg, T., & French, D. P. (2014). Predicting maintenance of attendance at walking groups: testing constructs from three leading maintenance theories. *Health Psychology*, *33*(7), 752–756.
- Katzel, L. I., Sorkin, J. D., & Fleg, J. L. (2001). A comparison of longitudinal changes in aerobic fitness in older endurance athletes and sedentary men. *Journal of the American Geriatrics Society*, *49*(12), 1657–1664.
- Kážmér, L., & Gregorová, E. (2015). Subjektivní zdraví a jeho sociálně-prostorová podmíněnost: případová studie bydlení seniorské populace města Brna. *Geografie*, *120*(4), 603–629.
- Keller, K., & Engelhardt, M. (2013). Strength and muscle mass loss with aging process. Age and strength loss. *Muscles Ligaments Tendons Journal*, *3*(4), 346–350.
- Kennedy, D., Jerosch-Herold, C., & Hickson, M. (2010). The reliability of one vs. three trials of pain-free grip strength in subjects with rheumatoid arthritis. *Journal of Hand Therapy*, *23*(4), 384–390.

- Kennedy-Armbruster, C., & Yoke, M. (2014). *Methods of Group Exercise Instruction*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kerrigan, D. C., Lee, L. W., Collins, J. J., Riley, P. O., & Lipsitz, L. A. (2001). Reduce hipextension during walking: healthy elderly and fallers versus youngadults. *Archive of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(1), 26–30.
- Kerrigan, D. C., Xenopoulos-Oddsson, A., Sullivan, M. J., Lelas, J. J., & Riley, P. O. (2003). Effect of a hip flexor-stretching program on gait in the elderly. *Archive of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(1), 1–6.
- Kim, J. H., Malhotra, R., Chiampas, G., d’Hemecourt, P., Troyanos, C., Cianca, J., et al. (2012). Cardiac arrest during long-distance running races. *New England Journal of Medicine*, 366(2), 130–140.
- King, M. B., Whipple, R. H., Gruman, C. A., Judge, J. O., Schmidt, J. A., & Wolfson L. I. (2002b). The Performance Enhancement Project: improving physical performance in older persons. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(8), 1060–1069.
- King, A. C., Baumann, K., O’Sullivan, P., Wilcox, S., & Castro, C. (2002a). Effects of moderate-intensity exercise on physiological, behavioral, and emotional responses to family caregiving: a randomized controlled trial. *Journal of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 57(1), M26–M36.
- Ko, G. T. C., Tsang, P. C. C., & Chan, H. C. K. (2006). A 10-week Tai-chi program improved the blood pressure, lipid profile and SF-36 scores in Hong-Kong Chinese women. *Medical Science Monitor*, 12(5), 196–199.
- Koeneman, M. A., Verheijden, M. W., Chinapaw, M. J., & Hopman-Rock, M. (2011). Determinants of physical activity and exercise in healthy older adults: a systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8, 142.
- Koster, A., Patel, K. V., Visser, M., van Eijk, J. T., Kanaya, A. M., et al. (2008). Joint effects of adiposity and physical activity on incident mobility limitation in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(4), 636–643.
- Koster A, Ding J, Stenholm S, Caserotti P, Houston DK, Nicklas BJ, et al. (2011). Does the amount of fat mass predict age-related loss of lean mass, muscle strength, and muscle quality in older adults? *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 66(8), 888–895.
- Kostka, T., Rahmani, A., Berthouze, S. E., et al. (2000). Quadriceps muscle function in relation to habitual physical activity and V<sub>O2</sub>max in men and women aged more than 65 years. *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(10), B481–B488.
- Kováč, D. (2004). K pojmo-logike kvality života. *Československá psychologie*, 48(5), 460–464.



- Kuether, C. S. (1998). *A Comparison of the Effects of an Aquatic Therapy Program Versus a Combined Aquatic/Land Program on Functional Reach Measurements in the Elderly* (Diplomová práce). Grand Valley State University, USA. Dostupné z <http://scholarworks.gvsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1374&context=theses>.
- Kulmala, J. P., Korhonen, M. T., Kuitunen, S., Suominen, H., et al. (2014). Which muscles compromise human locomotor performance with age? *Journal of the Royal Society, Interface*, *11*(100), 20140858.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I, De Lorenzo, A. D., et al. (2004). Bioelectrical impedance analysis – part II: utilization in clinical practice (ESPEN Guidelines). *Clinical Nutrition*, *23*(6), 1430–1453.
- Lally, P., & Gardner, B. (2013). Promoting habit formation. *Health Psychology Review*, *7*(1), S137–S158.
- Larsson, L., Grimby, G., & Karlsson, J. (1979). Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, *46*(3), 451–456.
- Laforge, R. G., Rossi, J. S., Prochaska, J. O., Velicer, W. F., Levesque, D. A., McHorney, C. A. (1999). Stage of regular exercise and health-related quality of life. *Preventive Medicine*, *28*(4), 349–360.
- Langhammer, B., Bergland, A., & Rydwick, E. (2018). The Importance of Physical Activity Exercise among Older People. *BioMed Research International*, *6*, 1–3.
- Lautenschlager, N. T., Cox, K. L., Flicker, L., Foster, J. K., van Bockxmeer, F. M., et al. (2008). Effect of physical activity on cognitive function in older adults at risk for Alzheimer disease: a randomized trial. *Journal of the American Medical Association*, *300*(9), 1027–1037.
- Lee, J. S., Kritchevsky, S. B., Tylavsky, F., Harris, T., et al. (2005). Weight change, weight change intention, and the incidence of mobility limitation in well-functioning community-dwelling older adults. *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *60*(8), 1007–1012.
- Legrand, D., Vaes, B., Mathei, C., Adriaensen, W., Van Pottelbergh, G., & Degryse, J. M. (2014). Muscle strength and physical performance as predictors of mortality, hospitalization, and disability in the oldest old. *Journal of the American Geriatrics Society*, *62*(6), 1030–1038.
- Lemmink, K. A. P. M. (1996). *The Groningen Fitness Test for the Elderly: Development of a measuring instrument* (Diplomová práce, Univerzita v Groningenu, Nizozemi). Dostupné z <https://core.ac.uk/download/pdf/148293476.pdf>.
- Lenhard, W., & Lenhard, A. (2016). *Calculation of Effect Sizes*. Dettelbach: Psychometrica.
- Lin, J., Lopez E. F., Jin, Y., Van Remmen, H., Bauch, T., Han, H. C., & Lindsey, M. L. (2008). Age-related cardiac muscle sarcopenia: Combining experimental and mathematical modeling to identify mechanisms. *Experimental gerontology*, *43*(4), 296–306.

- Liu, C. J., & Latham, N. (2010). Adverse events reported in progressive resistance strength training trials in older adults: 2 sides of a coin. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *91*(9), 1471–1473.
- Liu, C. J., & Latham, N. K. (2009). Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *3*, CD002759.
- Lockenhoff, C. E., & Carstensen, L. L. (2004). Socioemotional selectivity theory, aging, and health: the increasingly delicate balance between regulating emotions and making tough choices. *Journal of Personality*, *72*(6), 1395–1424.
- Logghe, I. H., Zeeuwe, P. E., Verhagen, A. P., Wijnen-Sponselee, R. M., et al. (2009). Lack of effect of Tai Chi Chuan in preventing falls in elderly people living at home: a randomized clinical trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, *57*(1), 70–75.
- Lord, S. R. (2006). Visual risk factors for falls in older people. *Age and Ageing*, *35*(2), ii42–ii45.
- Lord, S. R., Clark, R. D., & Webster, I. W. (1991). Physiological factors associated with falls in an elderly population. *Journal of the American Geriatrics Society*, *39*(12), 1194–200.
- Lung, M. W., Hartsell, H. D., & Vandervoort, A. A. (1996). Effects of aging on joint stiffness: Implications for exercise. *Physiotherapy Canada*, *48*(2), 96–106.
- Macaluso, A., & De Vito, G. (2004). Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *European Journal of Applied Physiology*, *91*(4), 450–472.
- Maden-Wilkinson, T. M., McPhee, J. S., Jones, D. A., & Degens, H. (2015). Age related loss of muscle mass, Strength and power and their association with mobility in recreationally active UK older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, *23*(3), 352–360.
- Maden-Wilkinson, T. M., McPhee, J. S., Rittweger, J., Jones, D. A., & Degens, H. (2013). Thigh muscle volume in relation to age, sex and femur volume. *Age*, *36*(1), 383–393.
- Manini, T. M., Everhart, J. E., Patel, K. V., Schoeller, D. A., Colbert, L. H., Visser, M., et al. (2006). Daily activity energy expenditure and mortality among older adults. *Journal of the American Medical Association*, *296*(2), 171–179.
- Mann, G. V., Garrett, H. L., Farhi, A., Murray, H., & Billings, F. T. (1969). Exercise to prevent coronary heart disease. An experimental study of the effects of training on risk factors for coronary disease in men. *American Journal of Medicine*, *46*(1), 12–27.
- Marmot, M., Banks, J., Blundell, R., Lessof, C., & Nazroo J. (2003). *Health, wealth and lifestyles of the older population in England: the 2002 English longitudinal study of ageing*. London: The Institute for Fiscal Studies.
- Martínez, P. Y. O., Lopéz, J. A. H., Meza, E. I. A., Díaz, D. P., Henríque, M. D. E. (2014). Effect of 3-month water-exercise program on body composition in elderly women. *International Journal of Morphology*, *32*(4), 1248–1253.

- Matthews, K., Demakakos, P., Nazroo, J., & Shankar, A. (2014). The evolution of lifestyles in older age in England. In: J. Banks, J. Nazroo, & A. Steptoe (Eds.), *The dynamics of ageing: evidence from the English longitudinal study of ageing 2002–2012* (pp. 51–93). London: The Institute for Fiscal Studies.
- McDonagh, M. J. N., White, M. J., & Davies, C. T. M. (1984). Different Effects of Ageing on the Mechanical Properties of Human Arm and Leg Muscles. *Gerontology*, *30*(1), 49–54.
- McHorney, C. A., Ware, J. E., & Raczek, A. E. (1993). The MOS 36–Item Short-Form Health Survey (SF–36): II. Psychometric and clinical tests of validity in measuring physical and mental health constructs. *Medical Care*, *31*(3), 247–263.
- McMunn, A., Nazroo, J., & Breeze, E. (2009). Inequalities in health at older ages: a longitudinal investigation of the onset of illness and survival effects in England. *Age and Ageing*, *38*(2), 181–187.
- McPhee JS, French, DP, Jackson D, Nazroo J, Pendleton N, Degens H, et al. (2016). Physical activity in older age: perspectives for healthy ageing and frailty. *Biogerontology*, *17*(3), 567–580.
- Megari, K. (2013). Quality of Life in Chronic Disease Patients. *Health Psychology Research*, *1*(3), 141–148.
- Melzer, I., Kurz, I., & Oddsson, L. I. (2010). A retrospective analysis of balance control parameters in elderly fallers and non-fallers. *Clinical Biomechanics*, *25*(10), 984–988.
- Menec, V. H., Shooshtari, S., Nowicki, S., & Fournier, S. (2010). Does the relationship between neighborhood socioeconomic status and health outcomes persist into very old age? A population-based study. *Journal of Aging and Health*, *22*(1), 27–47.
- Meredith-Jones, K., Waters, D., Legge, M., & Jones, L. (2011). Upright water-based exercise to improve cardiovascular and metabolic health: a qualitative review. *Complement Therapies in Medicine*, *19*(2), 93–103.
- Metter, E. J., Talbot, L. A., Schrager, M., & Conwit, R. (2002). Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *57*(10), B359–B365.
- Micháľková, H., Rýznarová, I., Seget, J., & Topinková, E. (2017). Hodnocení kvality života u pacientů vyššího věku se sarkopenií: vývoj a validace české verze dotazníku SarQoL<sup>®</sup>. *Geriatric a Gerontologie*, *6*(1), 28–37.
- Ministerstvo zdravotnictví Spojeného království (Department of Health UK). (2011). *Start active, stay active: UK Physical Activity Guidelines*. Dostupné z <https://www.gov.uk/>
- Mitchell, W. K., Williams, J., Atherton, P., Larvin, M., Lund, J., & Narici, M. (2012). Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Frontiers in Physiology*, *3*, 260.

- Molino-Lova, R., Pasquini, G., Vannetti, F., Paperini, A., Forconi, T., et al. (2013). Effects of a structured physical activity intervention on measures of physical performance in frail elderly patients after cardiac rehabilitation: a pilot study with 1-year follow-up. *Internal and Emergency Medicine*, 8(7), 581–589.
- Mollon, P. E., & Cabedo, S. (2013). *Education and Quality of Life in Senior Citizens*. Castellón: Jaume I University.
- Moore, B. S., Newsome, J. A., Payne, P. L., & Tianswald, S. (1993). Nursing research: Quality of life and perceived health in the elderly. *Journal of Gerontological Nursing*, 19(11), 7–14.
- Moreland, J. D., Richardson, J. A., Goldsmith, C. H., Clase, C. M. (2004). Muscle weakness and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(7), 1121–1129.
- Morey, M. C., Pieper, C. F., Corroni-Huntley, J. (1998). Is there a threshold between peak oxygen uptake and self-reported physical functioning in older adults? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(8), 1223–1229.
- Morimoto, T., Oguma, Y., Yamazaki, S., Sokejima, S., Nakayama, T., et al. (2006). Gender differences in effects of physical activity on quality of life and resource utilization. *Quality of Life Research*, 15(3), 537–546.
- Morley, J. E., Baumgartner R. N., Roubenoff R., Mayer J., & Nair K. S. (2001). Sarcopenia. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 137(4), 231–243.
- Morrison, C. A. (2001). Using the exercise test to create the exercise prescription. *Primary Care*, 28(1), 137–158.
- Moskowitz, R. W. (1989). Clinical and laboratory findings in osteoarthritis. In D. J. McCartney (Ed.), *Arthritis and Allied Conditions* (pp. 1605–1630). Philadelphia: Lea & Febiger.
- Mudrák, J., Slepíčka, P., Harbichová, I., & Pěkný, M. (2011). Pohybová aktivita a subjektivní vnímání zdraví u seniorů. *Česká kinantropologie*, 15(3), 117–129.
- Mudrák, J., Slepíčka, P., & Slepíčková, I. (2014). Vnímané zdraví a motivace k pohybové aktivitě u seniorů. *Kontakt*, 16(1), 50–57.
- Murray, M. P., et al. (1980). Strength of Isometric and Isokinetic Contractions: Knee Muscles of Men Aged 20 to 86. *Physical Therapy*, 60(4), 412–419.
- Murray, M. P., et al. (1985). Age-Related Differences in Knee Muscle Strength in Normal Women. *Journal of Gerontology*, 40(3), 275–280.
- Murtagh, K. N., & Hubert, H. B. (2004). Gender differences in physical disability among an elderly cohort. *American Journal of Public Health*, 94(8), 1406–1411.
- Namjoshi, M. A., & Buesching, D. P. (2001). A review of the health-related quality of life literature in bipolar disorder. *Quality of Life Research*, 10(2), 105–115.

- Národní institut pro zdraví a kvalitu péče (National Institute for Health and Care Excellence). (2009). *Rehabilitation after critical illness: NICE guideline National Institute for Health and Clinical Excellence*. Dostupné z <http://guidance.nice.org.uk/CG83/Guidance/pdf/English>.
- Nazroo, J., Zaninotto, P., & Gjonça, E. (2008). Mortality and healthy life expectancy. In: J. Banks, E. Breeze, C. Lessof, & J. Nazroo (Eds.), *Living in the 21st century: older people in England. The 2006 English longitudinal study of ageing* (pp. 253–288). London: The Institute for Fiscal Studies.
- Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., et al. (2007). Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, *116*(9), 1094–1105.
- Neuls, F., & Frömel, K. (2016). *Pohybová aktivita a sportovní preference adolescentek*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Newman, A. B., Kupelian, V., Visser, M., et al. (2006). Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the Health, Aging and Body Composition Study cohort. *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *61*(1), 72–77.
- Newman, A. B., Haggerty, C. L., Goodpaster, B., et al. (2003). Strength and muscle quality in a well-functioning cohort of older adults: the Health, Aging and Body Composition study. *Journal of the American Geriatrics Society*, *51*(3), 323–330.
- Newman, A. B., Lee, J. S., Visser, M., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., et al. (2005). Weight change and the conservation of lean mass in old age: the Health, Aging and Body Composition Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, *82*(4), 872–878.
- Nigg, B. M., Fisher, V. Allinger, T. L., Ronsky, J. R., & Engsberg, J. R. (1992). Range of motion of the foot as a function of age. *Foot and Ankle*, *13*(6), 336–343.
- Noonan, V., & Dean, E. (2000). Submaximal exercise testing: clinical application and interpretation. *Physical Therapy*, *80*(8), 782–807.
- O'Connor CM, Whellan DJ, Lee KL, Keteyian SJ, Cooper LS., et al. (2009). HF-ACTION Investigators. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *Journal of American Medical Association*, *301*(14), 1439–1450.
- Oh, S., Lim, J. M., Kim, Y., Kim, M., Song, W., & Yoon, B. (2015). Comparison of the effects of water- and land-based exercises on the physical function and quality of life in community-dwelling elderly people with history of falling: a single-blind, randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, *60*(2), 288–293.
- Ogawa, T., Spina, R. J., Martin, W. H., Kohrt, W. M., Schechtman, K. B., et al. (1992). Effects of aging, sex, and physical training on cardiovascular responses to exercise. *Circulation*, *86*(2), 494–503.

- Okoro, C. A., Zhong, Y., Ford, E. S., Balluz, L.S., Strine, T. W., & Mokdad A. H. (2006). Association between the metabolic syndrome and its components and gait speed among U.S. adults aged 50 years and older: a cross-sectional analysis. *BioMed Central Public Health*, 6, 282.
- Ondráková, J., Tauchmanová, V., Janiš, K., Pavlíková, S., & Jehlička, V. (2012). *Vzdělávání seniorů a jeho specifika*. Červený Kostelec: Pavel Mervart.
- Ondrušová, J. (2011). *Stáří a smysl života*. Praha: Karolinum.
- Organizace pro ekonomickou spolupráci a rozvoj (The Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD). (2015). *Ageing and Employment Policies - Statistics on average effective age of retirement*. Dostupné z <http://www.oecd.org/els/emp/average-effective-age-of-retirement.htm>.
- Orr, R., de Vos, N. J., Singh, N. A., Ross, D. A., Stavrinou, T. M., & Fiatarone-Singh, M. A. (2006). Power training improves balance in healthy older adults. *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(1), 78–85.
- Ortega, E., García, J. J., Bote, M. E., Martín-Cordero, L., Escalante Y., et al. (2009). Exercise in fibromyalgia and related inflammatory disorders: known effects and unknown chances. *Exercise Immunology Review*, 15, 42–65.
- Oyetunde, M. O., Ojo, O. O., & Ojewale, L. Y. (2013). Nurses' attitude towards the care of the elderly: Implications for gerontological nursing training. *Journal of Nursing Education and Practice*, 3(7), 150–158.
- Özkaya, G. Y., Aydin, H., Toraman, F. N., Kizilay, F., Ozdemir, Ö., & Cetinkaya, V. (2005). Effect of strength and endurance training on cognition in older people. *Journal of Sport Science and Medicine*, 4(3), 300–313.
- Paddon-Jones, D., Sheffield-Moore, M., Urban, R., et al. (2004). Essential amino acid and carbohydrate supplementation ameliorates muscle protein loss in humans during 28 days bedrest. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 89(9), 4351–4358.
- Pahor, M., Blair, S. N., Espeland, M., Fielding, R., Gill, T. M., Guralnik, J. M., et al. (2006). Effects of a physical activity intervention on measures of physical performance: results of the lifestyle interventions and independence for Elders Pilot (LIFE-P) study. *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(11), 1157–1165.
- Pahor, M., Guralnik, J. M., Ambrosius, W. T., Blair, S., et al. (2014). Effect of structured physical activity on prevention of major mobility disability in older adults: the LIFE study randomized clinical trial. *Journal of American Medical Association*, 311(23), 2387–2396.
- Palacios-Cena, D., Alonso-Blanco, C., Jimenez-Garcia, R., Hernandez-Barrera, V., et al. (2011). Time trends in leisure time physical activity and physical fitness in elderly people: 20 year follow-up of the Spanish population national health survey (1987-2006). *BioMed Central Public Health*, 11(1), 799.

- Panagiotakos, D. B., Pitsavos, C., Lentzas, Y., Skoumas, Y., & Papadimitriou, L. (2008). Determinants of physical inactivity among men and women from Greece: a 5-year follow-up of the ATTICA study. *Annals of Epidemiology*, 18(5), 387–394.
- Paterson, D. H., & Warburton, D. E. (2010). Physical activity and functional limitations in older adults: a systematic review related to Canada's physical activity guidelines. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7, 38.
- Pelclová, J., Vašíčková, J., Frömel, K., Bláha, L., Feltlová, D., Fojtík, I. et al. (2008). Vliv vybraných faktorů na pohybovou aktivitu a sezení u zaměstnaných a osob v důchodu ve věku 55-69 let. *Česká kinantropologie*, 12(4), 49-59.
- Pendergast, D. R., & Lundgren C. E. G. (2009). The underwater environment: cardiopulmonary, thermal, and energetic demands. *Journal of Applied Physiology*, 106(1), 276–283.
- Pereira, A., Izquierdo, M., Silva, A. J., Costa, A. M., Bastos, E., Gonzalez-Badillo, J. J., & Marques, M. C. (2012). Effects of high-speed power training on functional capacity and muscle performance in older women. *Experimental Gerontology*, 47(3), 250–255.
- Perrin, P. P., Gauchard, G. C., Perrot, C., & Jeandel, C. (1999). Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people. *British Journal of Sports Medicine*, 33(2), 121–126.
- Powell, K. E., Paluch, A. E., & Blair, S. N. (2011). Physical activity for health: what kind? How much? How intense? On top of what? *Annual Review of Public Health*, 32, 349–365.
- Power, G. A., Dalton, B. H., Behm, D. G., Doherty, T. J., Vandervoort, A. A., & Rice, C. L. (2012). Motor unit survival in life-long runners is muscle-dependent. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(7), 1235–1242.
- Pöyhönen, T., Sipilä, S., Keskinen, K. L., Hautala, A., Savolainen, J., & Mälkiä, E. (2002). Effects of aquatic resistance training on neuromuscular performance in healthy women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(12), 2103–2109.
- Proper, K. I., Staal, B. J., Hildebrandt, V. H., van der Beek, A. J., & van Mechelen, W. (2002). Effectiveness of physical activity programs at worksites with respect to work-related outcomes. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 28(2), 75–84.
- Puggaard, L. (2003). Effects of training on functional performance in 65, 75 and 85 year-old women: experiences deriving from community based studies in Odense, Denmark. *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports*, 13(1), 70–76.
- Vale, R. G. S., Ferrão, M. L. D., Nunes, R. A. M., Silva, J. B., et al. (2017). Muscle strength, gh and igf-1 in older women submitted to land and aquatic resistance training. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 23(4), 274–279.
- Rabušic, L. (1998). Časové aspekty českého důchodového věku. *Sociologický časopis*, 34(3), 267–283.

- Raggi, C., & Berardi, A. C. (2012). Mesenchymal stem cells, aging and regenerative medicine. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 2(3), 239–242.
- Rahl, R. L. (2010). *Physical Activity and Health Guidelines: Recommendations for Various Ages, Fitness Levels, and Conditions from 57 Authoritative Sources*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Ramsay, S. E., Whincup, P. H., Shaper, A. G., & Wannamethee, S. G. (2006). The relations of body composition and adiposity measures to ill health and physical disability in elderly men. *American Journal of Epidemiology*, 164(5), 459–469.
- Randolph, J. J., & Edmondson, R. S. (2005). Using the Binomial Effect Size Display (BESD) to Present the Magnitude of Effect Sizes to the Evaluation Audience. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 10(14), 1–7.
- Raphael, D., Brown, I., Renwick, R., Cava, M., Rein, N., & Heathcote, K. (1997) Measuring of quality of life of older persons: A model with implications for community and public health nursing. *International Journal of Nursing Studies*, 34(3), 231–239.
- Regionální databáze kanceláře Světové zdravotnické organizace pro západní Pacifik (World Health Organization for the Western Pacific Region, WPRO). (2009). *Pacific Physical Activity Guidelines for Adults: Framework for Accelerating the Communication of Physical Activity Guidelines*. Dostupné z [https://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/pacific\\_pa\\_guidelines.pdf](https://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/pacific_pa_guidelines.pdf).
- Remaud, A., Thuong-Cong, C., & Bilodeau, M. (2016). Age-Related Changes in Dynamic Postural Control and Attentional Demands are Minimally Affected by Local Muscle Fatigue. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 7, 257.
- Rica, R. L., Carneiro, R. M., Serra, A. J., Rodriguez, D., Pontes Junior, F. L., & Bocalini, D. S. (2013). Effects of water-based exercise in obese older women: impact of short-term follow-up study on anthropometric, functional fitness and quality of life parameters. *Geriatrics & Gerontology International*, 13(1), 209–214.
- Richardson, C. A., Glynn, N. W., Ferrucci, L. G., & Mackey, D. C. (2015). Walking energetics, fatigability, and fatigue in older adults: the study of energy and aging pilot. *Journal of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 70(4), 487–494.
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2013). *Senior Fitness Test Manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Rintala, P., Dunn, J. M., McCubbin, J. A., Quinn, C. (1992). Validity of a cardiorespiratory fitness test for men with mental retardation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 24(8), 941–945.
- Rizzoli, R., Reginster, J. Y., Arnal, J. F., et al. (2013). Quality of life in sarcopenia and frailty. *Calcified Tissue International*, 93(2), 101–120.



- Roberts, C. K., Hevener, A. L., & Barnard, R. J. (2013). Metabolic syndrome and insulin resistance: underlying causes and modification by exercise training. *Comprehensive Physiology*, 3(1), 1–58.
- Rocha, R., Santana, G. O., Almeida, N., & Lyra, A. C. (2009). Analysis of fat and muscle mass in patients with inflammatory bowel disease during remission and active phase. *British Journal of Nutrition*, 101(5), 676–679.
- Rodrigues, R., Oliveira, B., Pedroso, S., Azevedo, J. N., Azevedo, P., et al. (2014). Predictive value of bioelectrical impedance analysis parameters in the mortality of patients on hemodialysis. *Portuguese Journal of Nephrology & Hypertension*, 28(4), 309–317.
- Rosano, C., Newman, A. B., Katz, R., Hirsch, C. H., & Kuller, L. H. (2008). Association between lower digit symbol substitution test score and slower gait and greater risk of mortality and of developing incident disability in well-functioning older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(9), 1618–1625.
- Rosenberg, I. H. (1997). Sarcopenia: origins and clinical relevance. *Journal of Nutrition*, 127(5), 990S–991S.
- Rossi, A. P., Watson, N. L., Newman, A. B., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., et al. (2011). Effects of body composition and adipose tissue distribution on respiratory function in elderly men and women: the health, aging, and body composition study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 66(7), 801–808.
- Roubenoff, R., & Hughes, V. A. (2000). Sarcopenia: current concepts. *Journal of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(12), M716–M724.
- Rubín, L., Mitáš, J., Dygrýn, J., Vorlíček, M., Nykodým, J. et al. (2018). *Pohybová aktivita a tělesná zdatnost českých adolescentů v kontextu zastavěného prostředí*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Rýzková, E. (2018). *Vplyv pohybového zaťaženia vo vodnom prostredí na vybrané biologické a motorické parametre žien* (Nepublikovaná disertační práce). Univerzita Komenského, Bratislava, Slovensko.
- Saavedra, J. M., De La Cruz, E., Escalante, Y., & Rodríguez, F. A. (2007). Influence of a medium-impact aquaerobic program on health-related quality of life and fitness level in healthy adult females. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 47(4), 468–474.
- Sabia, S., Singh-Manoux, A., Hagger-Johnson, G., Cambois, E., et al. (2012). Influence of individual and combined healthy behaviours on successful aging. *Canadian Medical Association Journal*, 184(18), 1985–1992.
- Salas, C. (2002). On the empirical association between poor health and low socioeconomic status at old age. *Health Economics*, 11(3), 207–220.
- Sallis, J., & Owen, N. (1998). *Physical activity and behavioral medicine*. Thousand Oaks, CA: Sage.

- Sallis, J. F. (2000). Age-related decline in physical activity: a synthesis of human and animal studies. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(9), 1598–1600.
- Sanders, M., Islam, M. M., Naruse, A., Takeshima, N., & Rogers, M. (2016) Aquatic Exercise for Better Living on Land: Impact of Shallow-Water Exercise on Older Japanese Women for Performance of Activities of Daily Living (ADL), *International Journal of Aquatic Research and Education*, 10(1), 1–22.
- Schrack, J. A., Simonsick, E. M., Chaves, P. H., & Ferrucci, L. (2012). The role of energetic cost in the age-related slowing of gait speed. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60(10), 1811–1816.
- Shaulis, D., Golding, L. A., & Tandy, R. D. (1994). Reliability of the AAHPERD functional fitness assessment across multiple practice sessions in older men and women. *Journal of Aging and Physical Activity*, 2(3), 273–279.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. (2001). *Motor Control: Theory and practical applications*. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Shupert, C. L., & Horak, F. (1999). Adaptation of postural control in normal and pathologic aging: Implications for fall prevention programs. *Journal of Applied Biomechanics*, 15(1), 64–74.
- Schulz, K. H., Meyer, A., Langguth, N. (2012). Exercise and psychological well-being. *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz*, 55(1), 55–65.
- Schuch, F. B., Pinto, S. S., Bagatini, N. C., Zaffari, P., et al. (2014). Water-based exercise and quality of life in women: the role of depressive symptoms. *Women & Health*, 54(2), 161–175.
- Sillanpää, E., Häkkinen, K., Holviala, J., & Häkkinen, A. (2012). Combined strength and endurance training improves health-related quality of life in healthy middle-aged and older adults. *International Journal of Sports Medicine*, 33(12), 981–986.
- Simonsick, E. M., Montgomery, P. S., Newman, A. B., et al. (2001). Measuring fitness in healthy older adults: The Health ABC Long Distance Corridor Walk. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49(11), 1544–1548.
- Simonsick, E. M., Fan, E., & Fleg, J. L. (2006). Estimating cardiorespiratory fitness in well-functioning older adults: treadmill validation of the long distance corridor walk. *Journal of the American Geriatrics Society*, 54(1), 127–132.
- Sjöström, M., Lexell, J., & Downham, D. Y. (1992). Differences in fiber number and fiber type proportion within fascicles. A quantitative morphological study of whole vastus lateralis muscle from childhood to old age. *The Anatomical Record*, 234(2), 183–189.
- Skelton, D. A. (2001). Effects of physical activity on postural stability. *Age and Ageing*, 30(4), 33–39.

- Song, M. Y., Ruts, E., Kim, J., Janumala, I., Heymsfield, S., & Gallagher, D. (2004). Sarcopenia and increased adipose tissue infiltration of muscle in elderly African American women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 874–80.
- Steib, S., Schoene, D., & Pfeifer, K. (2010). Dose-response relationship of resistance training in older adults: a meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(5), 902–914.
- Stenholm, S., Simonsick, E.M., & Ferrucci, L. (2010). Secular Trends in Body Weight in Older Men Born Between 1877 and 1941: The Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Journal of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 65(1), 105–110.
- Stenholm, S., Westerlund, H., Head, J., Hyde, M., Kawachi, I., et al. (2015). Comorbidity and functional trajectories from midlife to old age: the health and retirement study. *Journal of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 70(3), 332–8.
- Stenholm, S., Westerlund, H., Salo, P., Hyde, M., Pentti, J., et al. (2014). Age-related trajectories of physical functioning in work and retirement: the role of sociodemographic factors, lifestyle and disease. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 68(6), 503–509.
- Stenholm, S., Harris, T. B., Rantanen, T., Visser, M., Kritchevsky, S. B., & Ferrucci, L. (2008). Sarcopenic obesity: definition, cause and consequences. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 11(6), 693–700.
- Stessman, J., Hammerman-Rozenberg, R., Cohen, A., Ein-Mor, E., & Jacobs, J. M. (2009). Physical activity, function, and longevity among the very old. *Archives of Internal Medicine*, 169(16), 1476–1483.
- Studenski, S., Perera, S., Wallace, D., et al. (2003). Physical performance measures in the clinical setting. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(3), 314–322.
- Studenski, S., Perera, S., Patel, K., Rosano, C., Faulkner, K., et al. (2011). Gait speed and survival in older adults. *Journal of American Medical Association*, 305(1), 50–58.
- Suchomel, A. (2003). Současné přístupy k hodnocení tělesné zdatnosti u dětí a mládeže (FITNESSGRAM). *Česká kinantropologie*, 7(1), 83–100.
- Sun, Q., Townsend, M. K., Okereke, O. I., Franco, O. H., Hu, F. B., & Grodstein, F. (2010). Physical activity at midlife in relation to successful survival in women at age 70 years or older. *Archives of Internal Medicine*, 170(2), 194–201.
- Surakka, J. 2005. Power-type strength training in middle-aged men and women. *Journal of Sports Science and Medicine*, 4(9), 1–35.
- Světová zdravotnická organizace (World Health Organization). (2011). *Definition of an Older or Elderly Person*. Dostupné z [http://www.who.int/healthinfo/survey/ageing\\_defnolder/en/index.html](http://www.who.int/healthinfo/survey/ageing_defnolder/en/index.html).

- Světová zdravotnická organizace (World Health Organization). (2015). *World Report on Ageing and Health*. Dostupné z <https://www.who.int/ageing/events/world-report-2015-launch/en/>.
- Světová zdravotnická organizace (World Health Organization). (2010). *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. Dostupné z <https://www.who.int/dietphysicalactivity/global-PA-recs-2010.pdf>.
- Světová zdravotnická organizace. 1968. World Health Organization exercise tests in relation to cardiovascular function: Report of a WHO meeting.
- Swain, D. P., & Franklin, B. A. (2006). Comparison of cardioprotective benefits of vigorous versus moderate intensity aerobic exercise. *American Journal of Cardiology*, 97(1), 141–147.
- Sýkorová, D., & Chytil, O. (2004). *Autonomie ve stáří: strategie jejího zachování*. Ostrava: Zdravotně sociální fakulta Ostravské univerzity.
- Taaffe, D. R., Duret, C., Wheeler, S., & Marcus, R. (1999). Once-weekly resistance exercise improves muscle strength and neuromuscular performance in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 47(10), 1208–1214.
- Tak, E., Kuiper, R., Chorus, A., & Hopman-Rock, M. (2013). Prevention of onset and progression of basic ADL disability by physical activity in community dwelling older adults: a meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 12(1), 329–338.
- Takeshima, N., Rogers, M. E., Watanabe, E., Brechue, W. F., Okada A., et al. (2002). Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(3)544–551.
- Talbot, L. A., Metter, E. J., & Fleg, J. L. (2000). Leisure-time physical activities and their relationship to cardiorespiratory fitness in healthy men and women 18-95 years old. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(2), 417–425.
- Taunton, J. E., Rhodes, E. C., Wolski, L. A., Donnelly, M., Warren, J., Elliot, J., et al. (1996). Effect of land-based and water-based fitness programs on the cardiovascular fitness, strength and flexibility of women aged 65–75. *Gerontology*, 42(4), 204–210.
- Thom, J., Thompson, M., Ruell, P., et al. (2001). Effect of 10-day cast immobilization on sarcoplasmic reticulum calcium regulation in humans. *Acta Physiologica Scandinavica*, 172(2), 141–147.
- Thompson, P. D., Buchner, D., Pina, I. L., Balady, G. J., Williams, M. A., et al. (2003). Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease. *Circulation*, 107(24), 3109–3116.
- Thompson, L. V. (2009). Age-related muscle dysfunction. *Experimental gerontology*, 44(1–2), 106–111.

- Tiedemann, A., Shimada, H., Sherrington, C., Murray, S., & Lord, S. (2008). The comparative ability of eight functional mobility tests for predicting falls in community-dwelling older people. *Age and Ageing*, 37(4), 430–435.
- Trusinová, R. (2011). Kdo je mladý/střední/starý? *Data a výzkum*, 5(2), 171–184.
- Tsourlou, T., Benik, A., Dipla, K., Zafeiridis, A., & Kellis, S. (2006). The effects of a twenty-four week aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 811–818.
- Tyack, Z., Kuys, S., Cornwell, P., Frakes, K. A., McPhail S. (2018). Health-related quality of life of people with multimorbidity at a community-based, interprofessional student-assisted clinic: Implications for assessment and intervention. *Chronic Illness*, 14(3), 169–181.
- Urbanová, M., & Labudová, J. (2010). The Main Motivational Factors for Doing Aqua Fitness of Slovak Women. *Sport Science Review*, 19(3–4), 209–216.
- Vágner, M. (2016). *Kondiční trénink pro tenis*. Praha: Grada.
- Vágnerová, M. (2007). *Vývojová psychologie II. Dospělost a stáří*. Praha: Karolinum.
- van Stralen, M. M., Lechner, L., Mudde, A. N., de Vries, H., & Bolman, C. (2010). Determinants of awareness, initiation and maintenance of physical activity among the over-fifties: a Delphi study. *Health Education Research*, 25(2), 233–247.
- Vandervoort, A. A., Chesworth, B. M., Cunningham, D. A., Patterson, D. H., et al. (1992). Age and sex effects on mobility of the human ankle. *Journal of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 47(1), M17–M21.
- Vécseyne Kovách, M., Kopkáné Plachy, J., Bognár, J., Olvasztóné B., & Barthalos, I. (2013). Effects of Pilates and aqua fitness training on older adults' physical functioning and quality of life. *Biomedical Human Kinetics*, 5(1), 22–27.
- Vincent, H. K., Vincent, K. R., & Lamb, K. M. (2010). Obesity and mobility disability in the older adult. *Obesity Reviews*, 11(8), 568–579.
- Visser, M., Pluijm, S. M., van der Horst, M. H., Poppelaars, J. L., & Deeg, D. J. (2005). Lifestyle of Dutch people aged 55-64 years less healthy in 2002/'03 than in 1992/'93. *Dutch Journal of Medicine*, 149(53), 2973–2978.
- Visser, M. (2009). Towards a definition of sarcopenia - results from epidemiologic studies. *Journal of Nutrition, Health & Aging*, 13(8), 713–716.
- Volaklis, K., Spassis, A., & Tokmakidis, S. P. (2006). Land versus water exercise in patients with coronary artery disease: effects on body composition, blood lipids, and physical fitness. *American Heart Journal*, 154(3), 560–566.
- Voukelatos, A., Cumming, R. G., Lord, S. R., & Rissel, C. (2007). A randomized, controlled trial of tai chi for the prevention of falls: the Central Sydney tai chi trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 55, 1185–1191.

- Vuillemin, A., Boini, S., Bertrais, S., Tessier, S., et al. (2005). Leisure time physical activity and health-related quality of life. *Preventive Medicine, 41*(2), 562–569.
- Wahrendorf, M., Reinhardt, J. D., & Siegrist, J. (2013). Relationships of disability with age among adults aged 50 to 85: evidence from the United States, England and continental Europe. *Public Library of Science ONE, 8*(8), e71893.
- Wall, B. T., Dirks, M. L., Snijders, T., et al. (2014). Substantial skeletal muscle loss occurs during only 5 days of disuse. *Acta Physiologica, 210*(3), 600–611.
- Wall, B. T., Dirks, M. L., van Loon, L. J. (2013). Skeletal muscle atrophy during short-term disuse: implications for age-related sarcopenia. *Ageing Research Reviews, 12*(4), 898–906.
- Wang, B. W., Ramey, D. R., Schettler, J. D., Hubert, H. B., & Fries, J. F. (2002). Postponed development of disability in elderly runners: a 13-year longitudinal study. *Archives of Internal Medicine, 162*(20), 2285–2294.
- Warburton, D. E., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *Canadian Medical Association Journal, 174*(6), 801–809.
- Ware, J. E., & Sherbourne, C. D. (1992). The MOS 36–item short-form health survey (SF–36). I. Conceptual framework and item selection. *Medical Care, 30*(6), 473–483.
- Wen, C. P., Wai, J. P., Tsai, M. K., Yang, Y. C., Cheng, T. Y., Lee, M. C., et al. (2011). Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *Lancet, 378*(9798), 1244–1253.
- Wilhelmson, K., Andersson, C., Waern, M., & Allebeck, P. (2005). Elderly people's perspectives on quality of life. *Ageing and Society, 25*(4), 585–600.
- Windle, G., Hughes, D., Linck, P., Russell, I., & Woods, B. (2010). Is exercise effective in promoting mental well-being in older age? A systematic review. *Ageing & Mental Health, 14*(6), 652–669.
- Woollacott, M. H. (1993). Age-related changes in posture and movement. *Journal of Gerontology, 48*, 56–60.
- Xavier, F. M. F., Ferraz, M. P. T., Marc, N., Escosteguy, N. U., & Moriguchi, E. H. (2003). Elderly people's definition of quality of life. *Revista Brasileira de Psiquiatria, 25*(1), 31–39.
- Young, A., Stokes, M. & Crowe, M. (1985). The size and strength of the quadriceps muscles of old and young men. *Clinical Physiology, 5*(2), 145–154.
- Zamboni, M., Zoico E., Scartezzini, T., Mazzali, G., Tosoni, P., et al. (2003). Body composition changes in stable-weight elderly subjects: the effect of sex. *Ageing Clinical and Experimental Research, 15*(4), 321–327.
- Zamboni, M., Mazzali, G., Fantin, F., Rossi, A., & Di Francesco, V. (2008). Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases, 18*(5), 388–395.

Zatsiorsky, V. M., & Kremer W. J. (2008). *Krafttraining: Praxis und Wissenschaft*. Aachen: Meyer & Meyer.

## Seznam obrázků a tabulek

Obr. č. 1	Schematické znázornění trajektorií stárnutí a individuálních cílů pohybových aktivit.....	8
Obr. č. 2	Participace na pohybových aktivitách populace ve spojeném království .....	12
Obr. č. 3	Integrovaný hierarchický vztah mezi tělesnou zdatností, aktivitami denního života, mírou požadované asistence a kvalitou života.....	23
Obr. č. 4	Průběh nábory a experimentální mortalita.....	56
Obr. č. 5	Nástin procesu výzkumu .....	58
Tab. č. 1	Složky zdravotně orientované tělesné zdatnosti .....	21
Tab. č. 2	Přehled výsledků prospektivních studií zaměřených na úbytek hmoty kosterního svalstva seniorské populace .....	28
Tab. č. 3	Přehled výsledků studií zabývajících se účinky aerobního pohybového programu v mělké vodě na složky zdravotně orientované tělesné zdatnosti žen ve věku nad 60 let.....	47,48
Tab. č. 4	Obsah a struktura pohybové intervence ve vodě .....	58
Tab. č. 5	Základní charakteristiky experimentální a porovnávacího souboru žen .....	64
Tab. č. 6	Změna vybraných parametrů tělesného složení .....	67
Tab. č. 7	Změna v oblasti flexibility.....	68
Tab. č. 8	Změna vybraných parametrů svalové zdatnosti.....	70
Tab. č. 9	Změna v oblasti aerobní zdatnosti.....	71
Tab. č. 10	Změna v oblasti dynamické posturální stability .....	71
Tab. č. 11	Změna parametrů kvality života související se zdravím.....	73



## **Seznam příloh**

Příloha č. 1: Vyjádření etické komise

Příloha č. 2: Informovaný souhlas

Příloha č. 3: Dotazník pro zjištění úrovně pohybové aktivity

Příloha č. 4: Dotazník pro zjištění úrovně vnímané kvality života související se zdravím

Příloha č. 5: Inventář vybraných cviků hlavní části lekce

Příloha č. 6: Krabicové grafy

Příloha č. 7: Publikované výsledky disertační práce

# Přílohy

Příloha č. 1 Vyjádření etické komise



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU  
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešleslavin  
tel.: 220 171 111  
<http://www.ftvs.cuni.cz/>

## Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné práce, zahrnující lidské účastníky

**Název:** Hodnocení efektu pohybové intervence ve vodě u seniorů

**Forma projektu:** výzkum  
**Autor (hlavní řešitel):** Mgr. Veronika Houdová  
**spoluřešitelé:** Doc. MUDr. Jan Heller, CSc., PaedDr. Irena Čechovská, CSc.,  
Mgr. Petr Česák, Mgr. Michal Štefl

### Popis projektu

Cílem projektu bude hodnotit vliv intervenčního pohybového programu ve vodě na vybrané složky tělesné zdatnosti a kvalitu života u seniorů. Intervenční pohybový program ve vodě bude probíhat ve Sportovním klubu Juklík na Praze 5. Bude realizován 3 × týdně 60 minut, po dobu 12 týdnů, ve formě organizovaného skupinového cvičení v mělké vodě (hladina vody dosahuje úrovně prsou).

### Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky:

Nebudou použity invazivní metody.

### Etické aspekty výzkumu

Osobní data ani výsledky nebudou zneužity.

Informovaný souhlas (přiložen)

V Praze dne 5. listopadu 2012

Podpis autora:

## Vyjádření etické komise UK FTVS

**Složení komise:** Doc. MUDr. Staša Bartůňková, CSc.  
Prof. Ing. Václav Bunc, CSc.  
Prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.  
Doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: ..... 0172/2012 .....

dne: ..... 6. 11. 2012 .....

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a neshledala žádné rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici pro provádění biomedicínského výzkumu, zahrnujícího lidské účastníky.

**Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.**

UNIVERZITA KARLOVA v Praze  
ředitel školy  
Fakulta tělesné výchovy a sportu  
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6

.....  
podpis předsedy EK

## Příloha č. 2 Informovaný souhlas

Vážená paní, vážený pane,

děkuji, že jste se rozhodl/a zúčastnit se našeho výzkumu, který si klade za cíl hlouběji prozkoumat vliv intervenčního pohybového programu ve vodě na vybrané složky tělesné zdatnosti a kvalitu života související se zdravím.

Organizované skupinové cvičení bude probíhat ve Sportovním klubu Juklík, U Jezera 2031/34, 155 00 Praha 5. Program bude realizován **2× týdně 60 minut** po dobu **12 týdnů**.

Intenzita pohybového zatížení bude monitorována pomocí monitoru srdeční frekvence. Součástí výzkumu bude úvodní vyšetření před vstupem do intervenčního pohybového programu. Vstupní vyšetření bude zahrnovat následující neinvazivní metody:

- Metoda multifrekvenční bioimpedance s tetrapolárním uspořádáním elektrod (přístroj BIA 2000M (spolupráce s Laboratoří sportovní motoriky UK FTVS)
- Motorické testy zjišťující úroveň složek zdravotně orientované tělesné zdatnosti (chůze na vzdálenost 1 600 m, síla stisku ruky, svalová vytrvalost horních a dolních končetin, flexibilita v oblasti bederní páteře a zadní strany stehen)
- Standardizovaný dotazník SF-36 (Short Form 36)

Po skončení intervenčního pohybového programu bude probíhat výstupní vyšetření na základě výše uvedených neinvazivních metod. Výsledky budou prezentovány anonymně, sdělené osobní údaje jsou uchovány pouze po dobu nezbytnou ke zpracování výsledků. Jakékoliv dotazy ohledně výzkumu směřujte na Mgr. Veroniku Houdovou (řešitelku výzkumu), tel. 721 482 834, e-mail: houdovav@seznam.cz.

Já níže podepsaný/á, jsem porozuměl/a uvedeným informacím a dobrovolně souhlasím s mou účastí ve výzkumu.

V Praze dne \_\_\_\_\_ 2013

Podpis: \_\_\_\_\_ Podpis: \_\_\_\_\_ Podpis: \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_ Podpis: \_\_\_\_\_ Podpis: \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_ Podpis: \_\_\_\_\_ Podpis: \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_ Podpis: \_\_\_\_\_ Podpis: \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_ Podpis: \_\_\_\_\_ Podpis: \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_ Podpis: \_\_\_\_\_ Podpis: \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_ Podpis: \_\_\_\_\_ Podpis: \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_ Podpis: \_\_\_\_\_ Podpis: \_\_\_\_\_

Příloha č. 3 Dotazník pro zjištění úrovně pohybové aktivity

Jméno:..... Datum narození: .....

Zdravotní problémy:.....

Léky:.....

<p><b>1. Šla jste v posledním týdnu pěšky?</b> (Odpověď zakroužkujte)</p> <p>a) <b>na nákup</b>      Ne    Ano pokud ano, jak dlouho Vám přibližně trvala cesta na nákup.....minuty/hodiny</p> <p>b) <b>na procházku</b>    Ne    Ano pokud ano, jak dlouho přibližně trvala Vaše procházka.....minuty/hodiny</p>
<p><b>2. Jela jste v posledním týdnu na kole?</b> (Odpověď zakroužkujte)</p> <p>a) <b>na nákup, pro zábavu</b>    Ne    Ano pokud ano, jak dlouho Vám přibližně trvala cesta na kole.....minuty/hodiny</p> <p>b) <b>na rotopedu doma, ve fitness centru</b> pokud ano, kolik času jste strávila jízdou na rotopedu.....minuty/hodiny</p>
<p><b>3. Máte zahradu?</b> (Odpověď zakroužkujte)</p> <p>Ne    Ano    pokud ano, kolik času trávíte prací na zahradě za den.....minuty/hodiny a kolik času trávíte na zahradě odpočinkem za den.....minuty/hodiny</p>
<p><b>4. Chodíte pravidelně pěšky po schodech?</b> (Odpověď zakroužkujte)</p> <p>Ne    Ano    pokud ano, kolik pater.....(počet pater).....krát denně (např. 2krát denně)</p>
<p><b>5. Věnovala jste se poslední měsíc nějaké organizované pohybové aktivitě?</b> (např. kondiční cvičení na velkých míčích, zdravotní cvičení, pohybová aktivita v Sokole, plavání, volejbal, tenis, stolní tenis)</p> <p>Ne    Ano    pokud ano, o jakou pohybovou aktivitu se jednalo Příklad: 1. Zdravotní cvičení    1krát za týden    60 minut 2. Volejbal                            2krát za týden    50 minut</p> <p>1. ....krát za týden    .....minut/hodin 2.....krát za týden    .....minut/hodin 3.....krát za týden    .....minut/hodin</p>
<p><b>6. Navštěvujete pravidelně taneční kroužek nebo chodíte na bowling či pétanque?</b></p> <p>Tanec    Ne    Ano    .....krát za týden    .....minut/hodin Pétanque    Ne    Ano    .....krát za týden    .....minut/hodin</p>

Příloha č. 4 Dotazník pro zjištění úrovně vnímané kvality života související se zdravím (SF-36)

1. Řekl/a/ byste, že Vaše zdraví je celkově:

Výtečné  Velmi dobré  Dobré  Docela dobré  Špatné

2. Jak byste hodnotil/a/ své zdraví dnes ve srovnání se stavem před půl rokem?

Mnohem lepší než před půl rokem   
 Poněkud lepší než před půl rokem   
 Poněkud horší než před půl rokem   
 Mnohem horší než před půl rokem

3. Následující otázky se týkají činností, které někdy děláte během svého typického dne. Omezují Vaše zdraví nyní tyto činnosti? Jestliže ano, do jaké míry?

	Ano hodně omezuje	Ano omezuje trochu	Ne vůbec neomezuje
a Usilovné činnosti jako je běh, zvedání těžkých předmětů, provozování náročných sportů.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b Středně namáhavé činnosti jako posunování stolu, luxování, hraní kuželek, jízda na kole.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c Zvedání nebo nošení běžného nákupu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d Vyjít po schodech několik pater.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e Vyjít po schodech jedno patro.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f Předklon, shýbání, poklek.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g Chůze asi jeden kilometr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h Chůze po ulici několik set metrů.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i Chůze po ulici sto metrů.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j Koupání doma nebo oblékání bez cizí pomoci.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Trpěl/a jste některým z dále uvedených problémů při práci nebo při běžné denní činnosti v posledních 4 týdnech kvůli zdravotním potížím?

	Ano	Ne
a Zkrátil se čas, který jste věnoval/a práci nebo jiné činnosti?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b Udělal/a jste méně, než jste chtěl/a?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c Byl/a jste omezen/a v druhu práce nebo jiných činností?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d Měl/a jste potíže při práci nebo jiných činnostech (např. jste musel/a vynaložit zvláštní úsilí)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Trpěl/a jste některým z dále uvedených problémů při práci nebo při běžné denní činnosti v posledních 4 týdnech kvůli nějakým emocionálním potížím (např. pocit deprese či úzkosti)?

	Ano	Ne
a Zkrátil se čas, který jste věnoval/a práci nebo jiné činnosti?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b Udělal/a jste méně, než jste chtěl/a?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c Byl/a jste při práci nebo jiných činnostech méně pozorný/á než obvykle?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Uvedte, do jaké míry bránily Vaše zdravotní nebo emocionální potíže Vašemu normálnímu společenskému životu v rodině, mezi přáteli, sousedy nebo v širší společnosti v posledních 4 týdnech?

vůbec ne  trochu  mírně  poměrně dost  velmi silně

7. Jak velké bolesti jste měl/a v posledních 4 týdnech?

žádné       velmi mírné       mírné       střední       silné       velmi silné

8. Do jaké míry Vám bolesti bránily v práci (v zaměstnání i doma) v posledních 4 týdnech?

vůbec ne       trochu       mírně       poměrně dost       velmi silně

9. Následující otázky se týkají Vašich pocitů a toho, jak se Vám dařilo v posledních 4 týdnech. U každé otázky označte prosím takovou odpověď, která nejlépe vystihuje, jak jste se cítil/a. Jak často v posledních 4 týdnech...

		pořád	většinou	dost často	občas	málokdy	nikdy
a	jste se cítil/a pln/a elánu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b	jste byl/a velmi nervózní?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c	jste měl/a takovou depresi, že Vás nic nemohlo rozveselit?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d	jste pociťoval/a klid a pohodu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e	jste byl/a pln/a energie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f	jste pociťoval/a pesimismus a smutek?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g	jste se cítil/a vyčerpán/a?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h	jste byl/a šťastný/á?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i	jste se cítil/a unaven/a?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Uveďte, jak často v posledních 4 týdnech bránily Vaše zdravotní nebo emocionální obtíže Vašemu společenskému životu (jako např. návštěvy přátel, příbuzných atd.)?

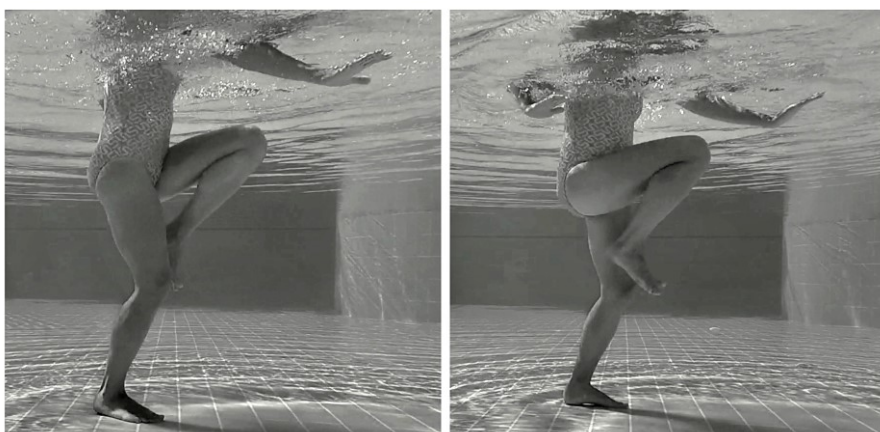
pořád       většinu času       občas       málokdy       nikdy

11. Zvolte, prosím takovou odpověď, která nejlépe vystihuje, do jaké míry pro Vás platí každé z následujících prohlášení.

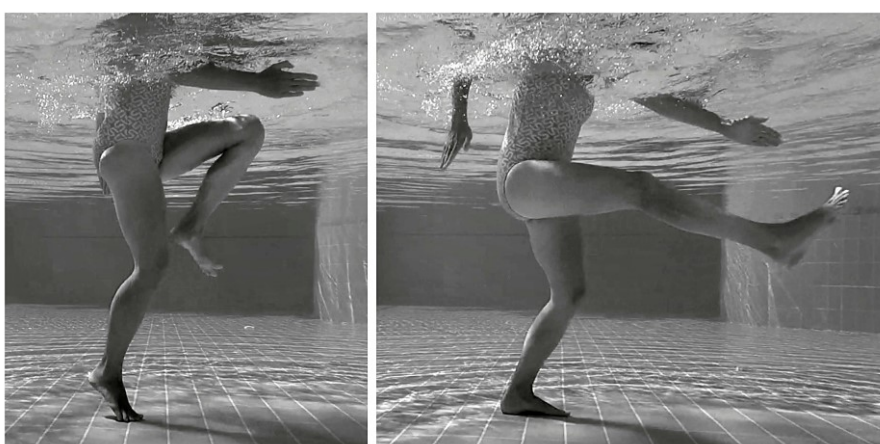
		určitě ano	většinou ano	nejsem si jist	většinou ne	určitě ne
a	zdá se, že onemocním (jakoukoliv nemocí) poněkud snadněji než ostatní lidé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b	jsem stejně zdrav/a jako kdokoliv jiný	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c	očekávám, že se mé zdraví zhorší	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d	mé zdraví je perfektní	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



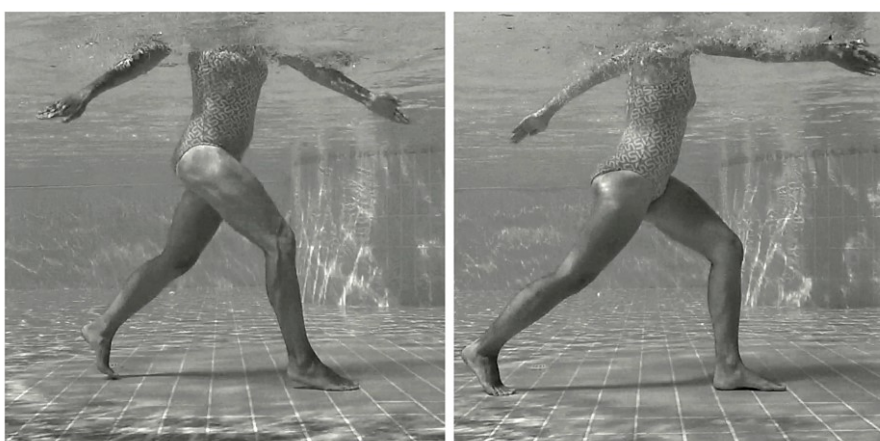
č. 4 Inventář vybraných cviků hlavní části lekce (autorky vlastní fotodokumentace)



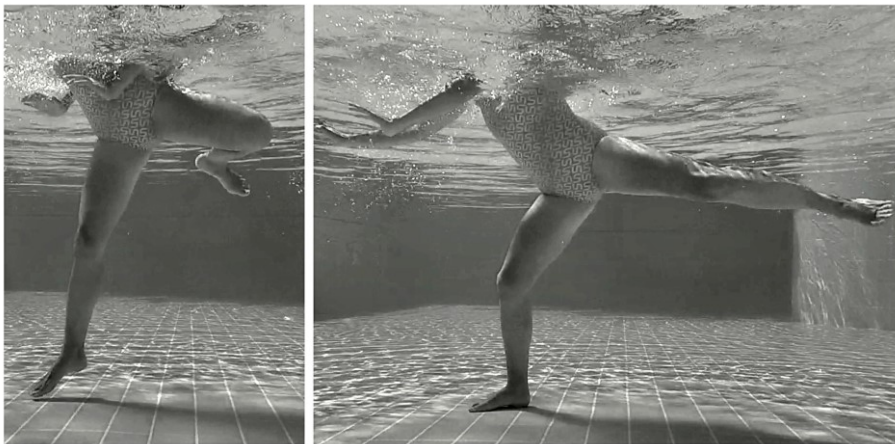
Obr. 6 Běh



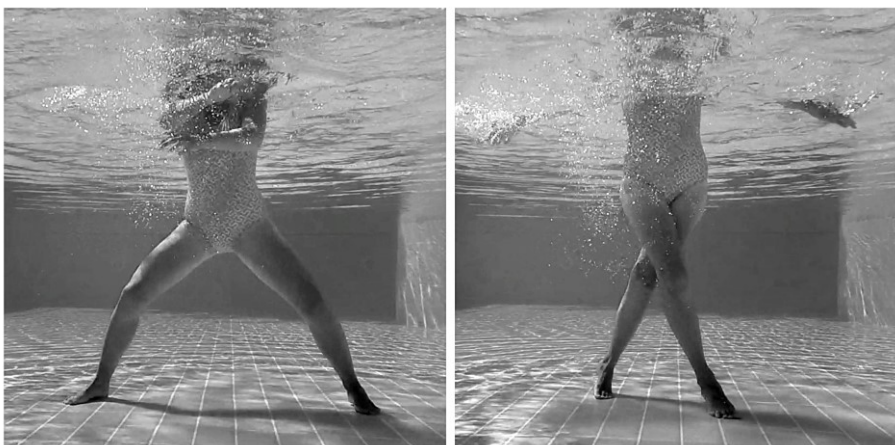
Obr. 7 Předkopávání



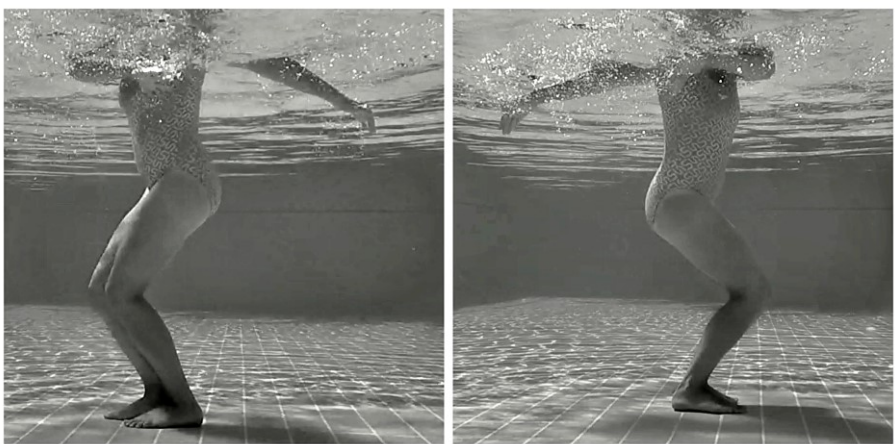
Obr. 8 „Nůžky“



Obr. 9 „Kyvadlo“

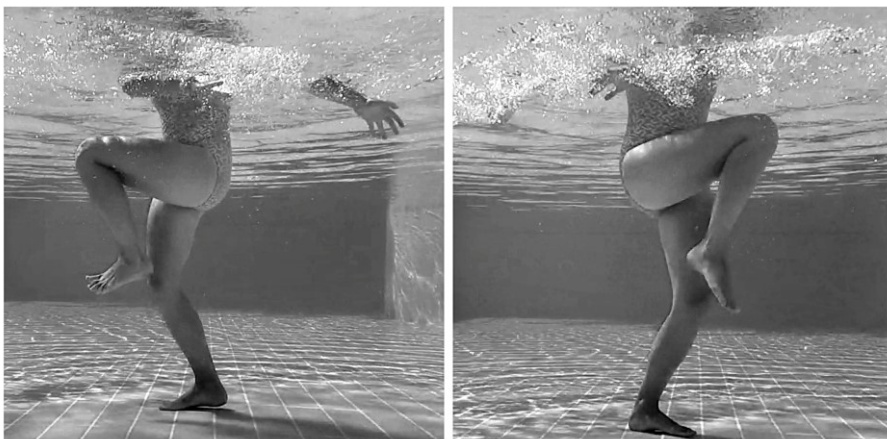


Obr. 10 „Jumping jack“ s překřížením nohou

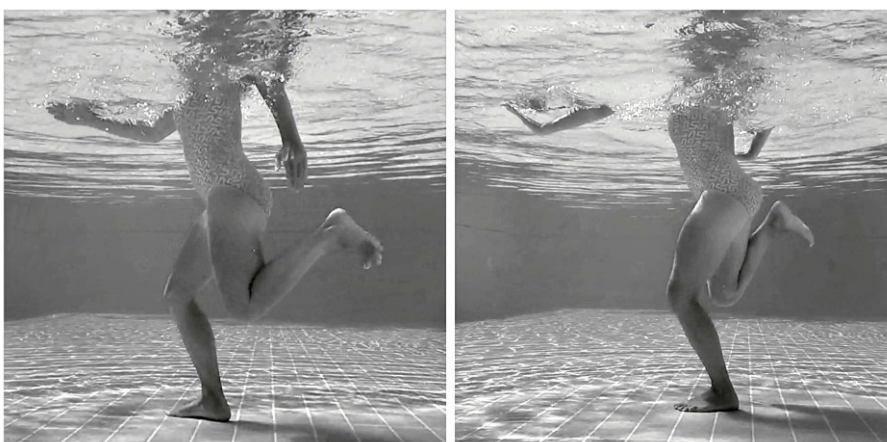


Obr. 11 „Twist“

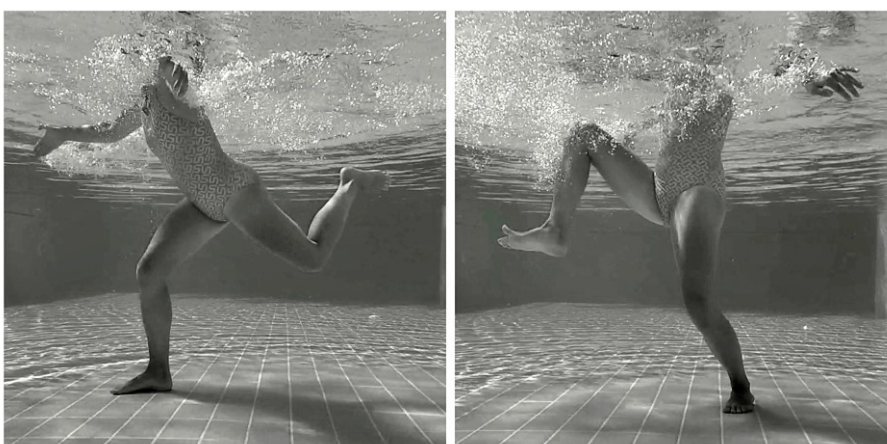




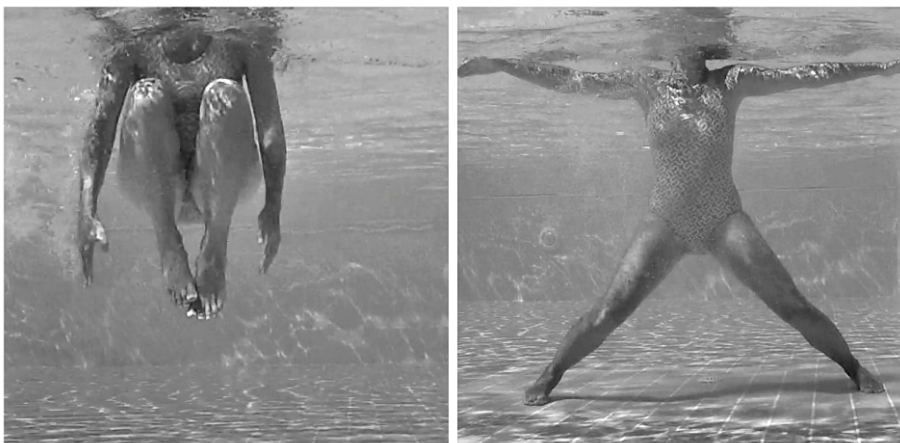
Obr. 12 „Knee up“ s rotací trupu



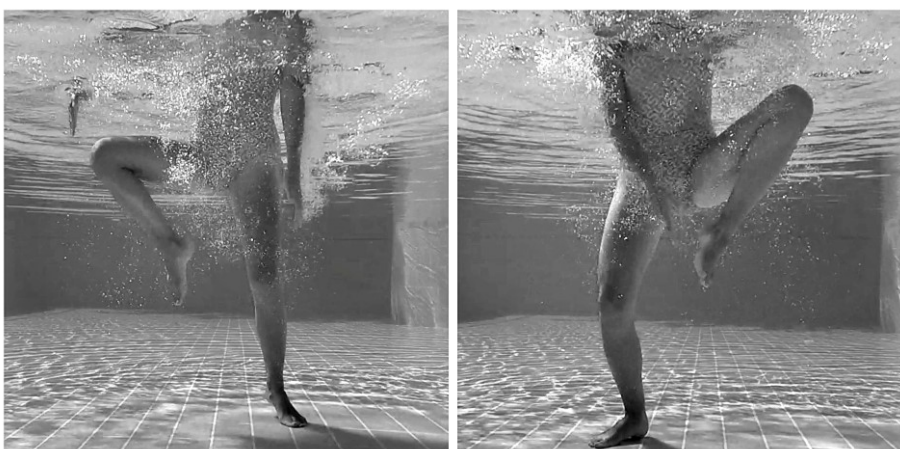
Obr. 13 Zakopávání



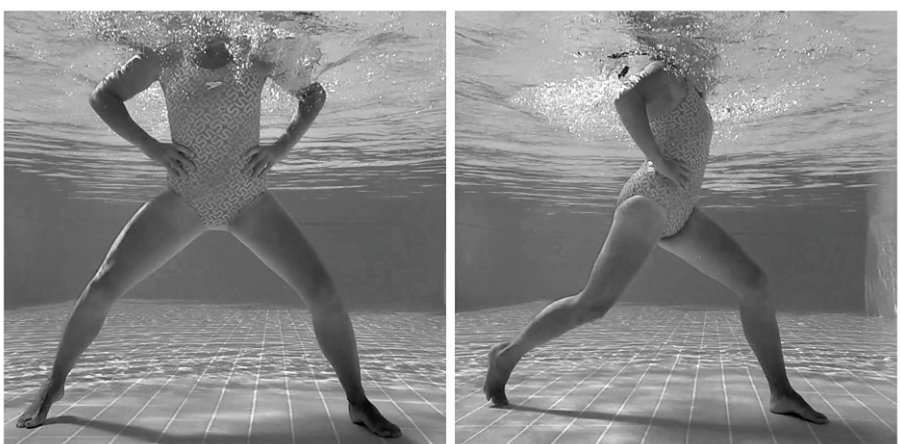
Obr. 14 „Koniček“



Obr. 15 Odrazy ze stoje rozkročného



Obr. 16 „Kozáček“



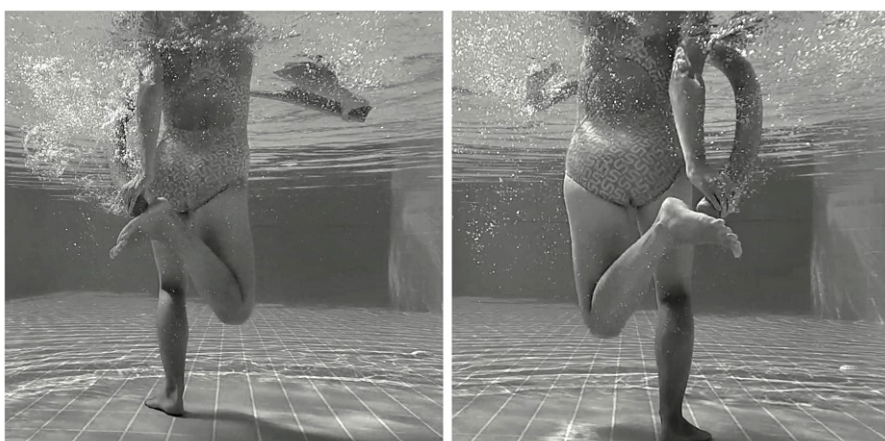
Obr. 17 Rotace trupem



Obr. 18 „Nůžky“ s odtlačováním konců plaveckého tubusu

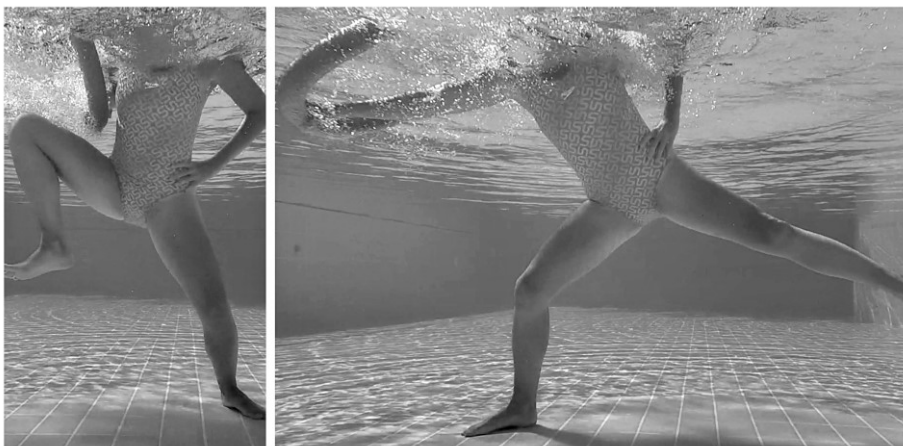


Obr. 19 „Jumping jack“ se stlačováním plaveckého tubusu

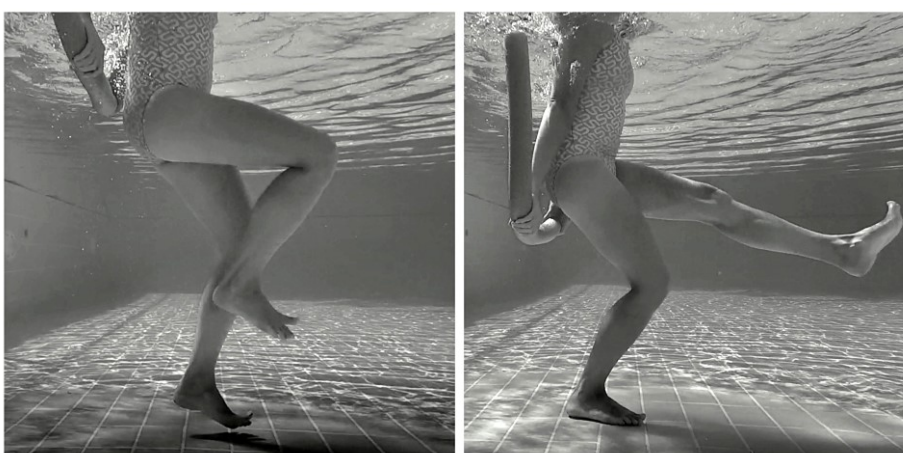


Obr. 20 Vnější rotace kolenního kloubu





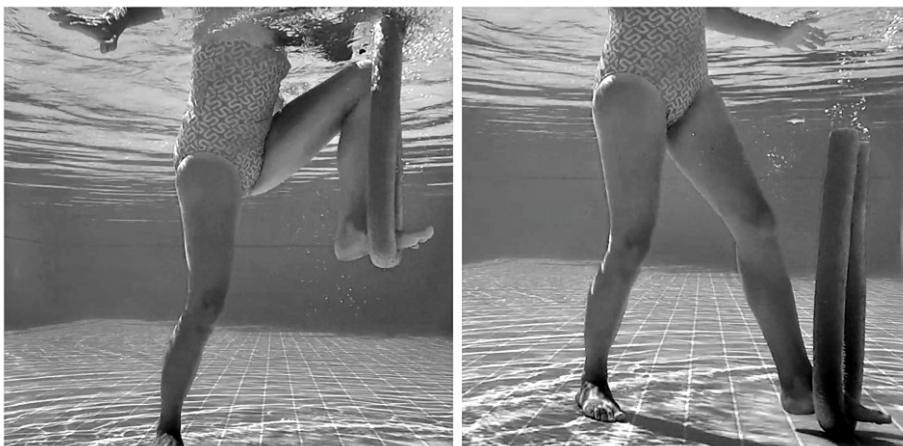
Obr. 21 „Kyvadlo“ s odtlačováním plaveckého tubusu



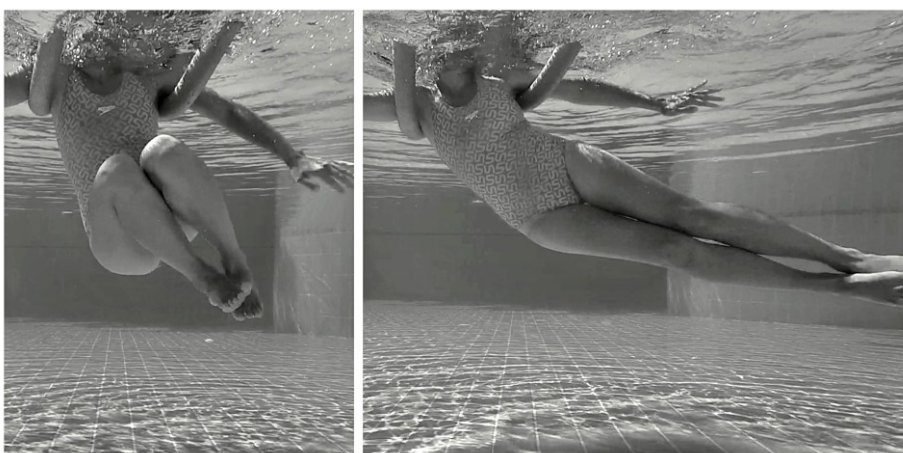
Obr. 22 Předkopávání se stlačováním plaveckého tubusu za zády



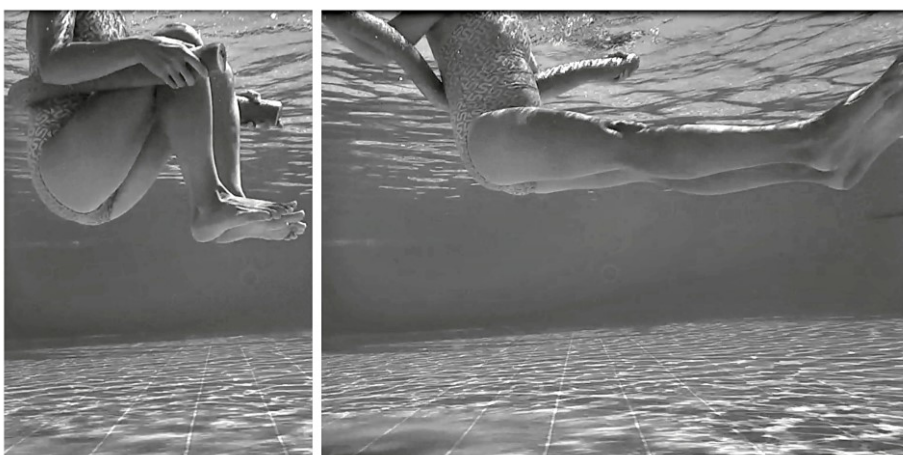
Obr. 23 „Twist“ s držním plaveckého tubusu



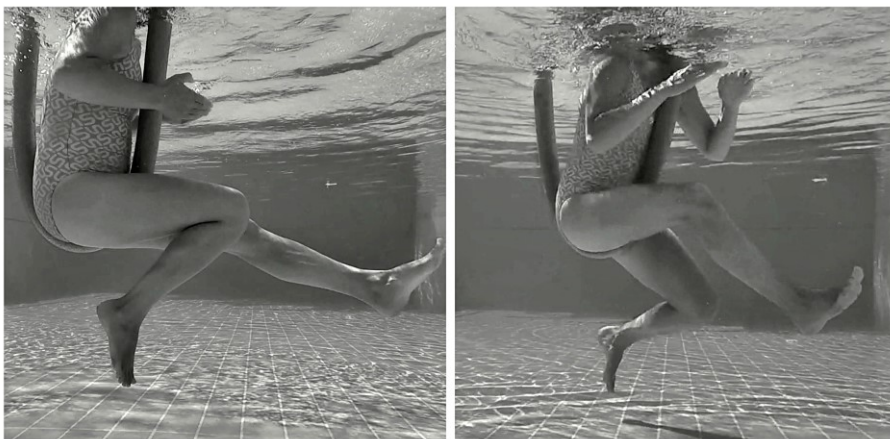
Obr. 24 „Sešlápnutí“ plaveckého tubusu



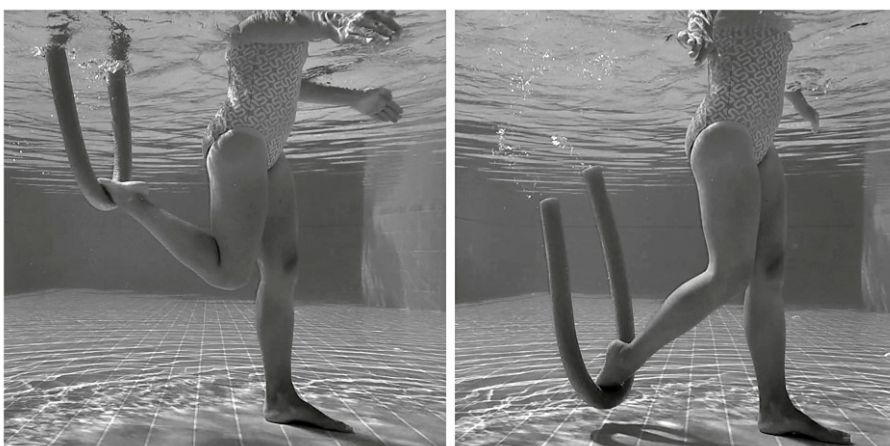
Obr. 25 Leh na boku, střídavé přenášení dolních končetin přes polohu skrčmo



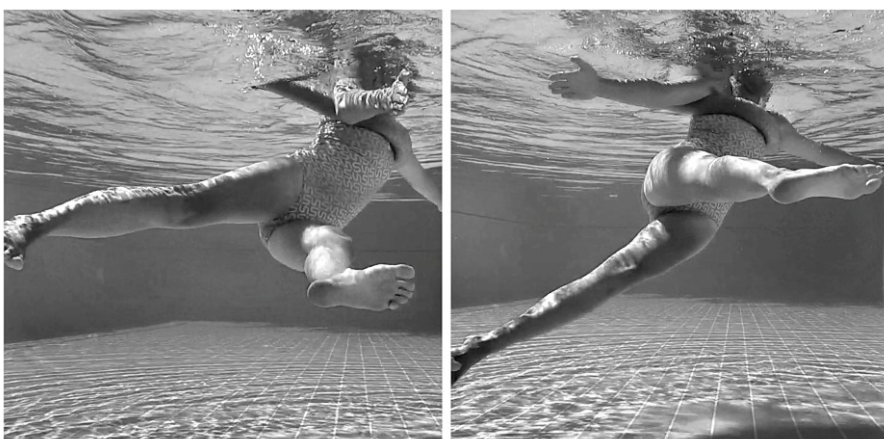
Obr. 26 Sed přednožný, skrčit a zpět



Obr. 27 Jízda na kole s prsařským záběrem paží

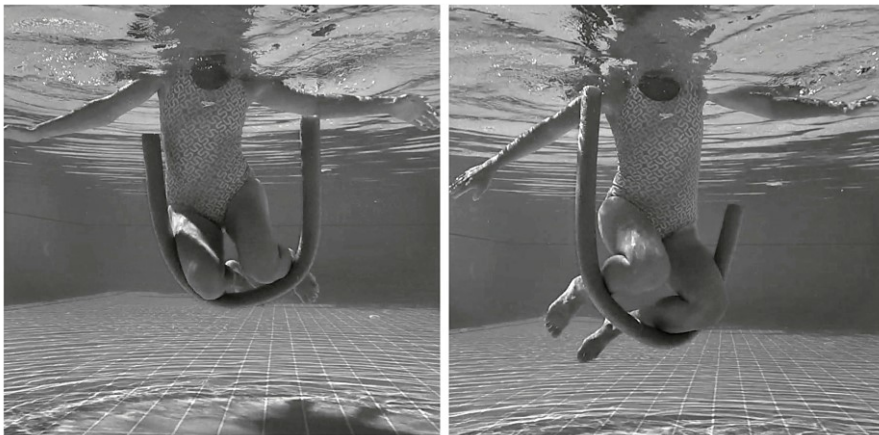


Obr. 28 Stlačování plaveckého tubusu nártem

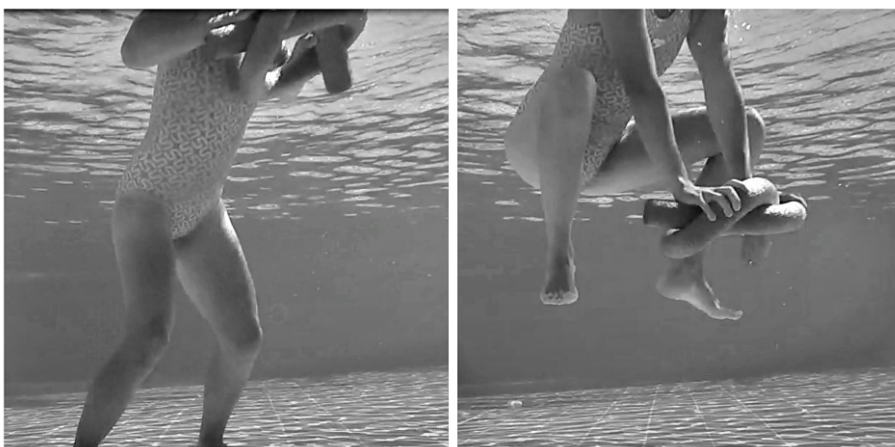


Obr. 29 „Nůžky“ v poloze na boku

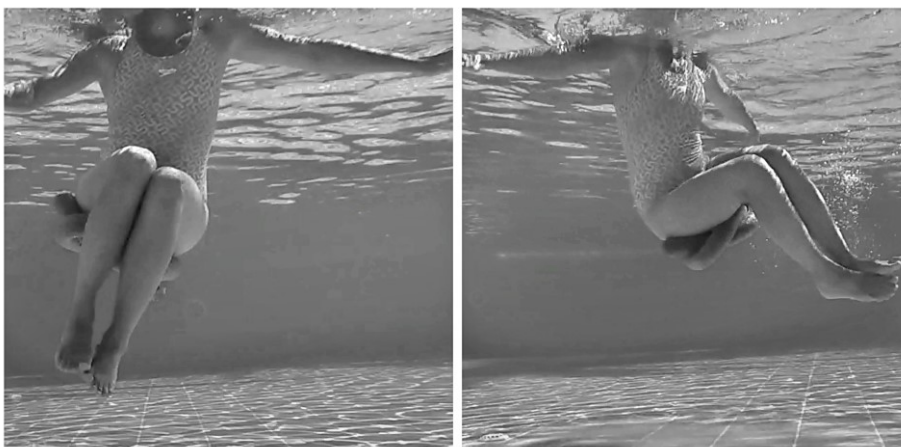




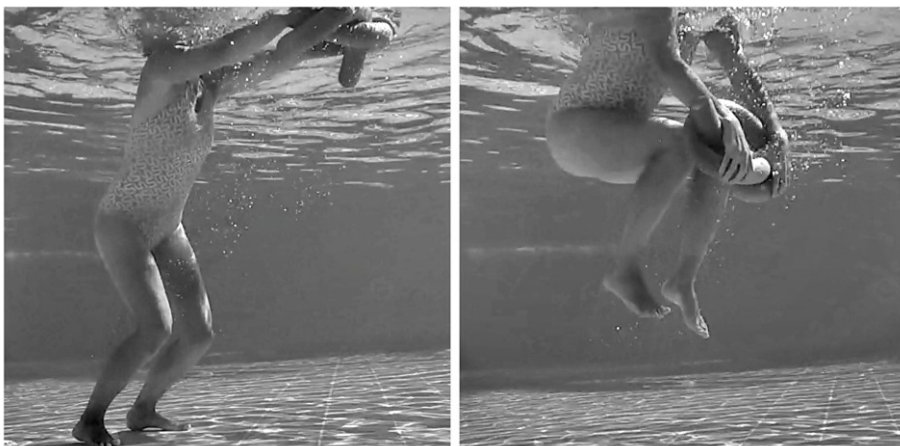
Obr. 30 Vychylování těžiště těla v kleku na plaveckém tubusu



Obr. 31 Odrazy do širokého postavení kolen, stlačení plaveckého tubusu



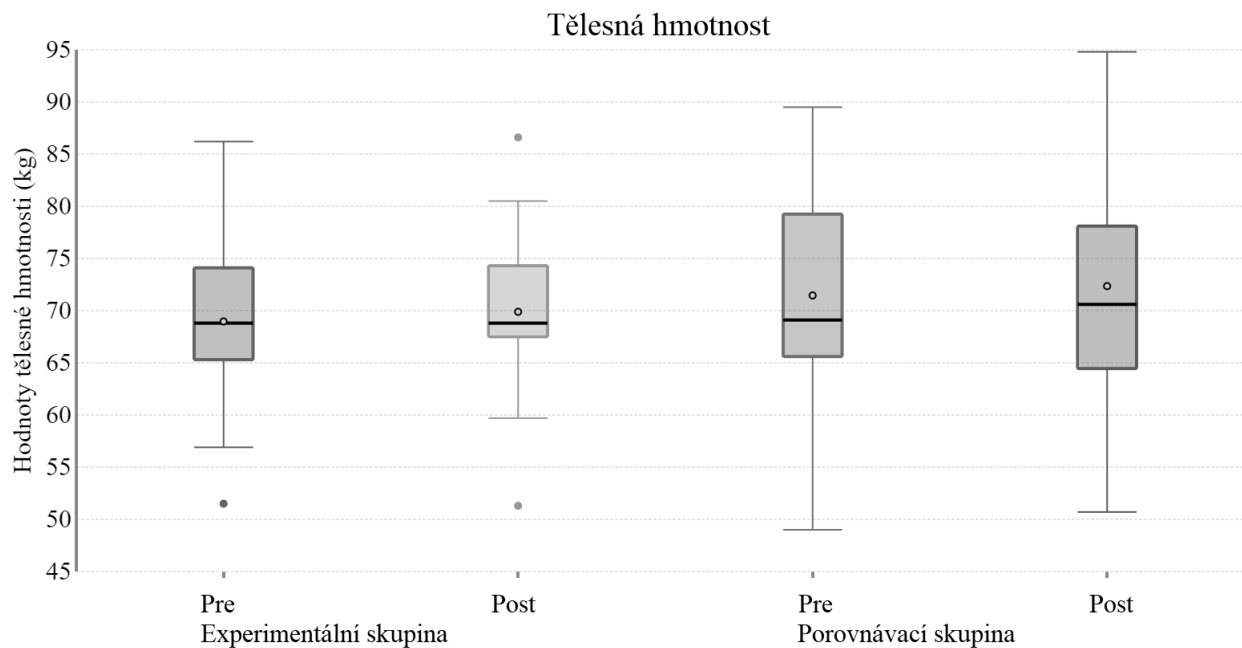
Obr. 32 Vychylování těžiště těla vsedě na plaveckém tubusu



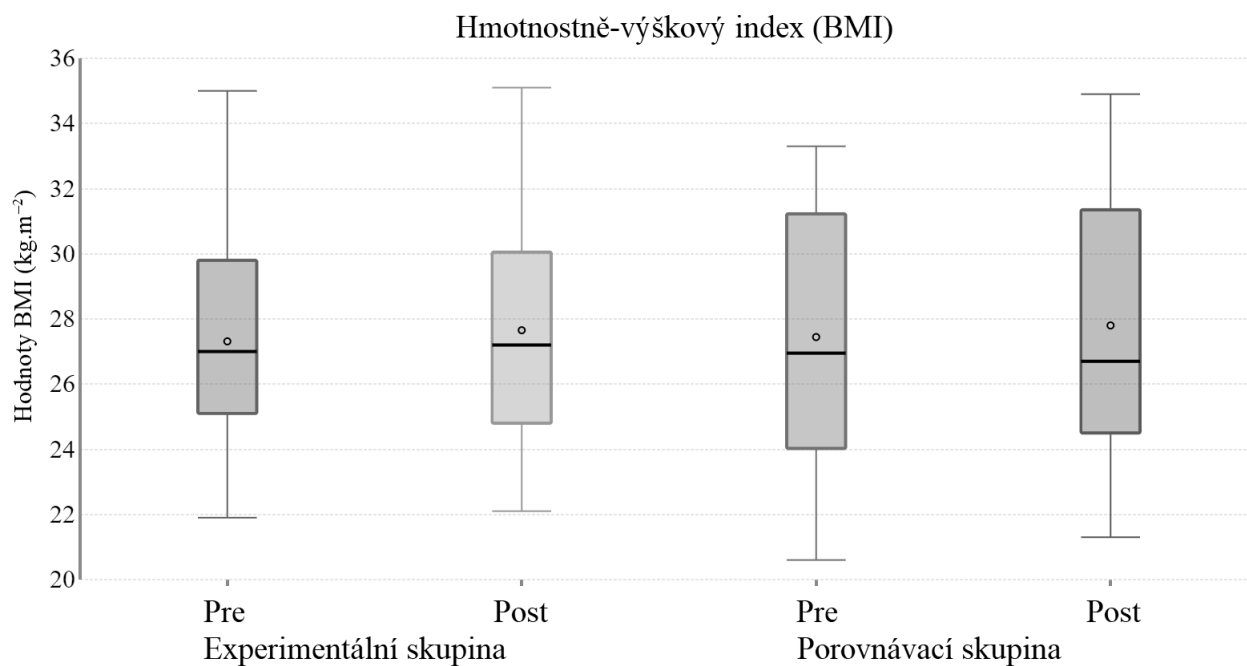
Obr. 33 Odrazy, stlačení plaveckého tubusu ke kolenům



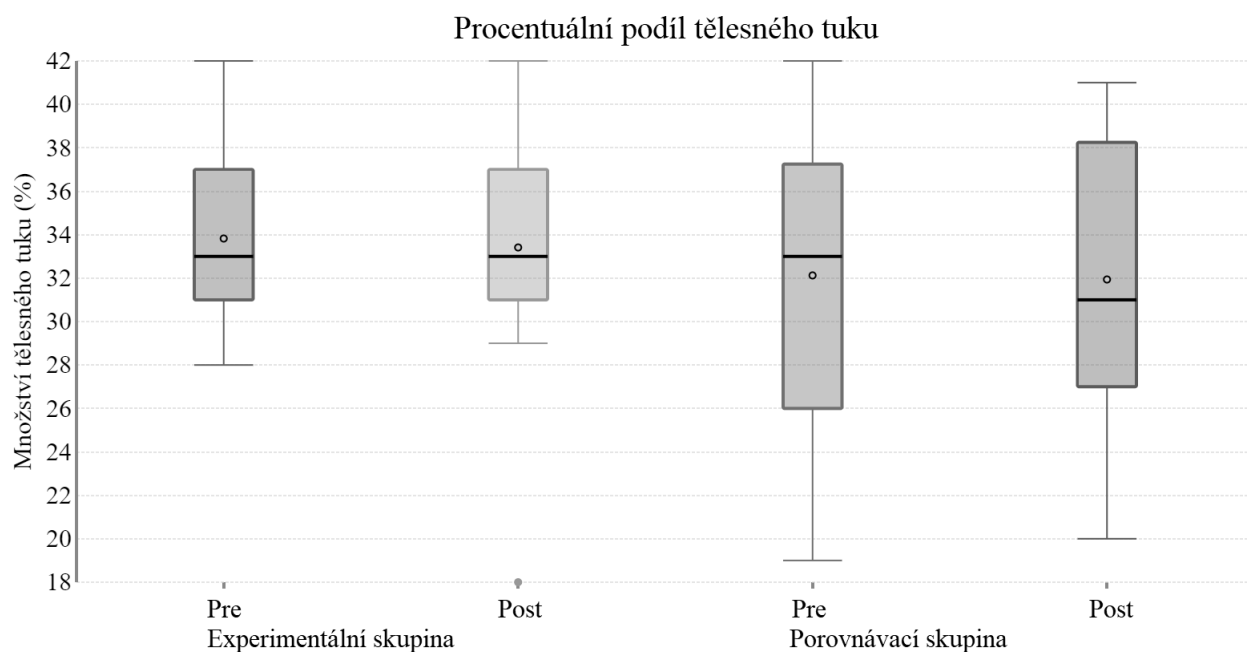
## Příloha č. 5 Krabicové grafy



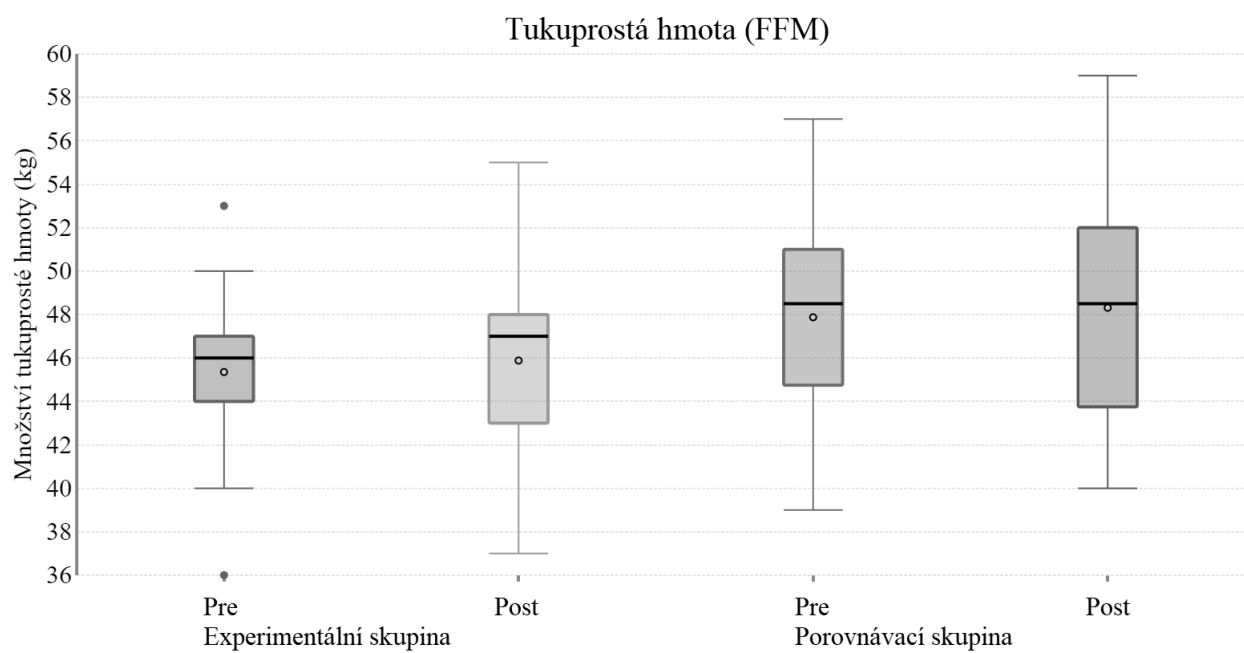
Obr. 34 Krabicový graf zobrazující výsledné hodnoty tělesné hmotnosti před a po intervenci u experimentální a porovnávací skupiny



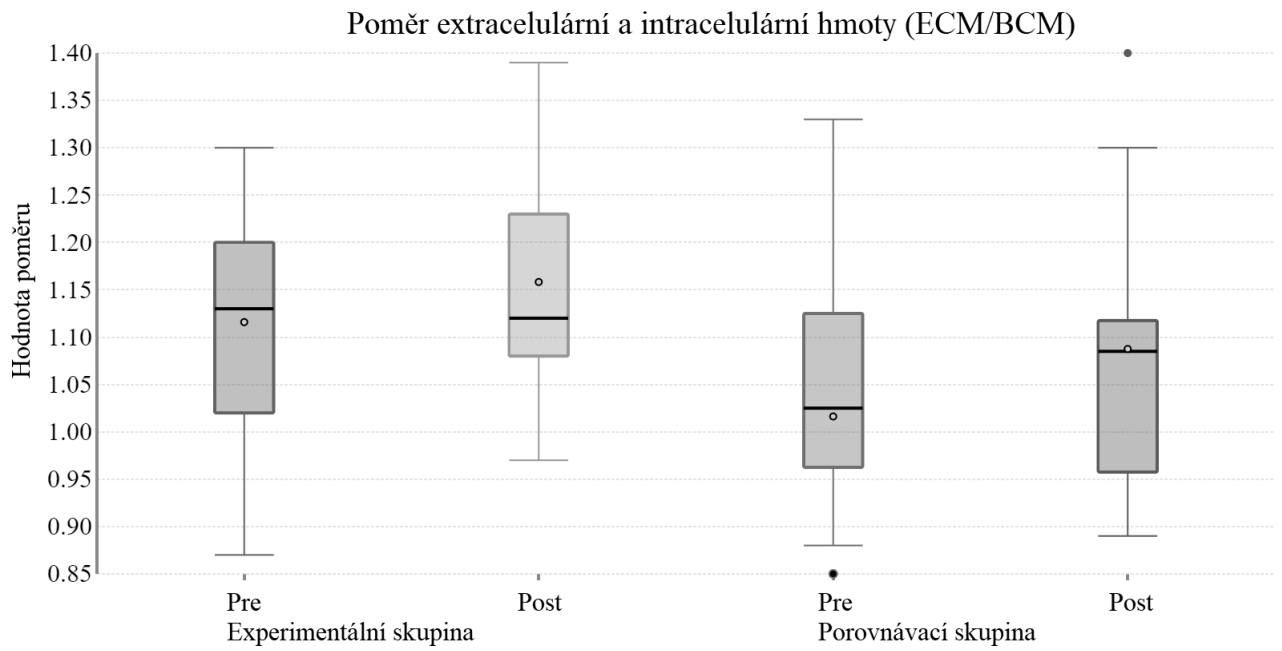
Obr. 35 Krabicový graf zobrazující výsledné hodnoty BMI před a po intervenci u experimentální a porovnávací skupiny



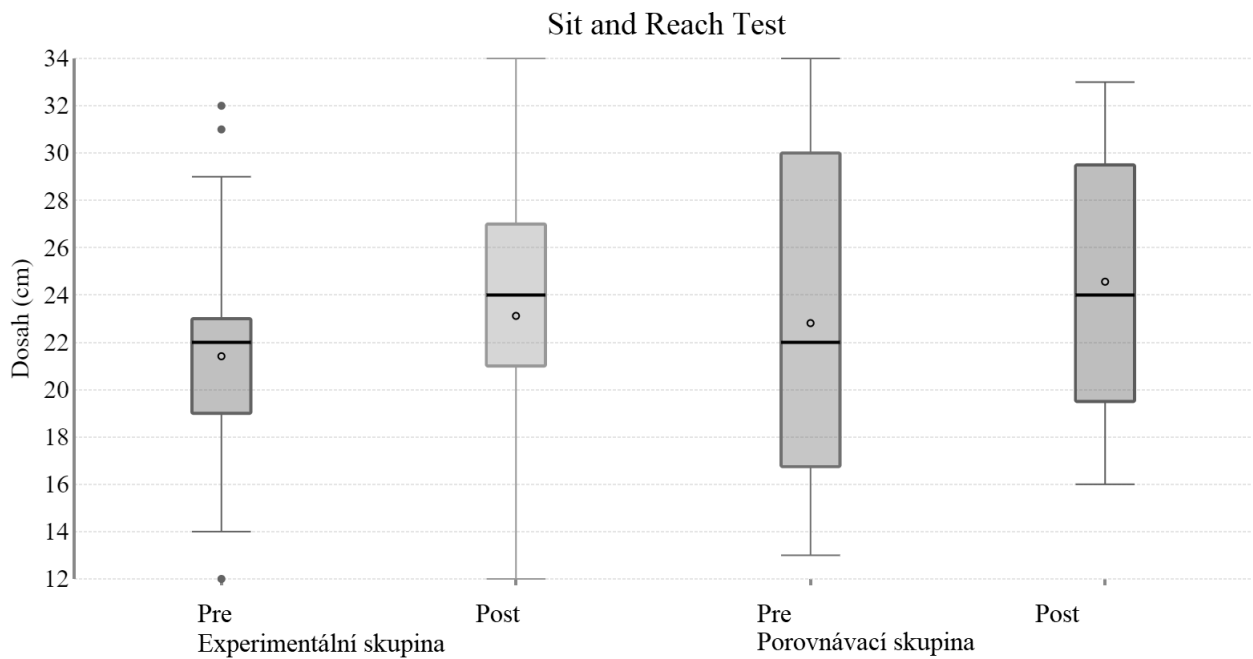
Obr. 36 Krabicový graf zobrazující výsledné hodnoty procentuálního tělesného tuku před a po intervenci u experimentální a porovnávací skupiny



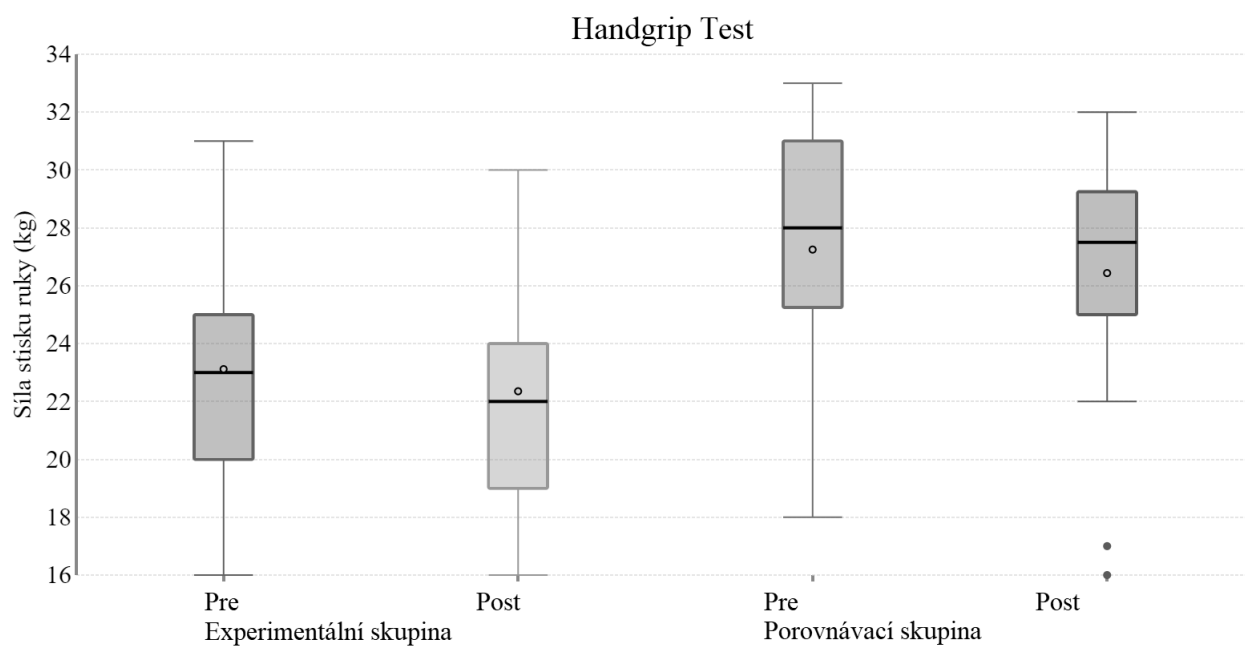
Obr. 37 Krabicový graf zobrazující výsledné hodnoty tukuprosté hmoty (kg) před a po intervenci u experimentální a porovnávací skupiny



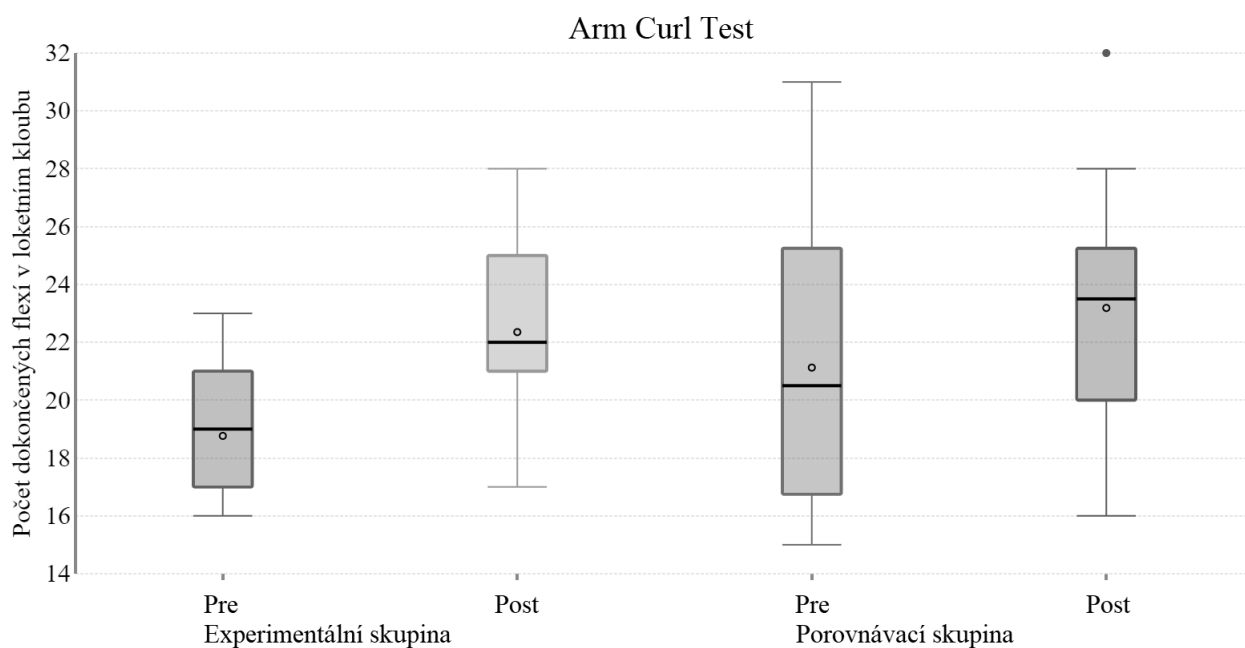
Obr. 38 Krabicový graf zobrazující výsledné hodnoty poměru extracelulární a intracelulární hmoty před a po intervenci u experimentální a porovnávací skupiny



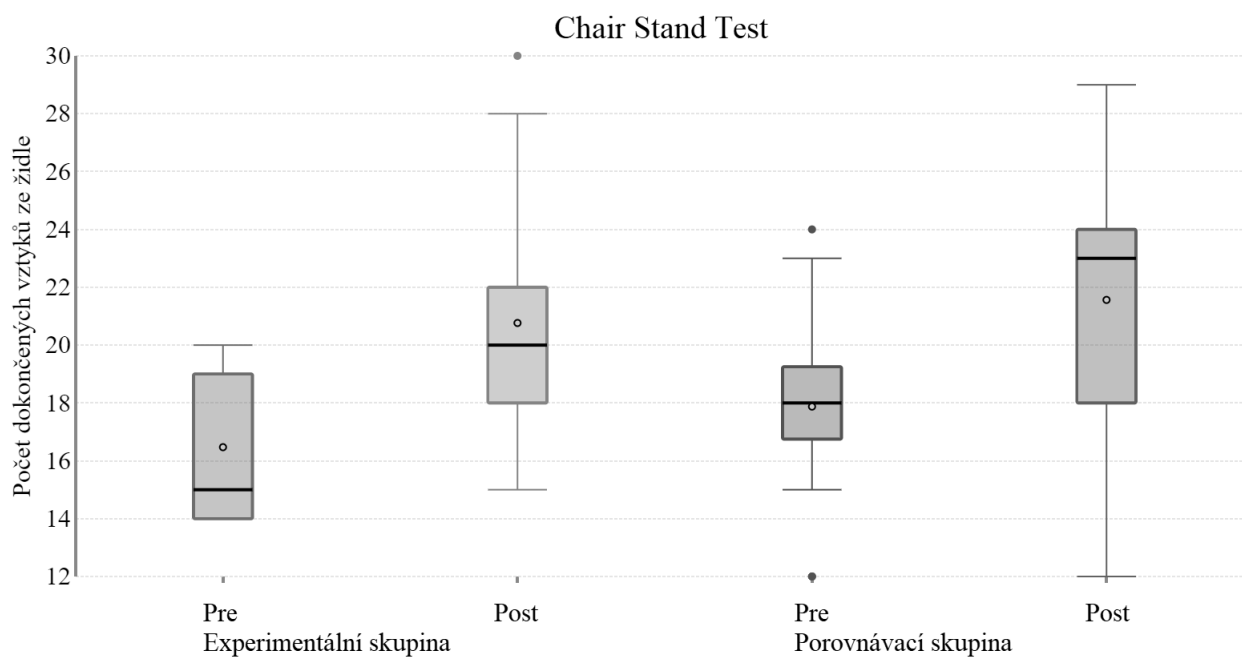
Obr. 39 Krabicový graf zobrazující výsledné hodnoty motorického testu hloubky předklonu v sedu (cm) před a po intervenci u experimentální a porovnávací skupiny



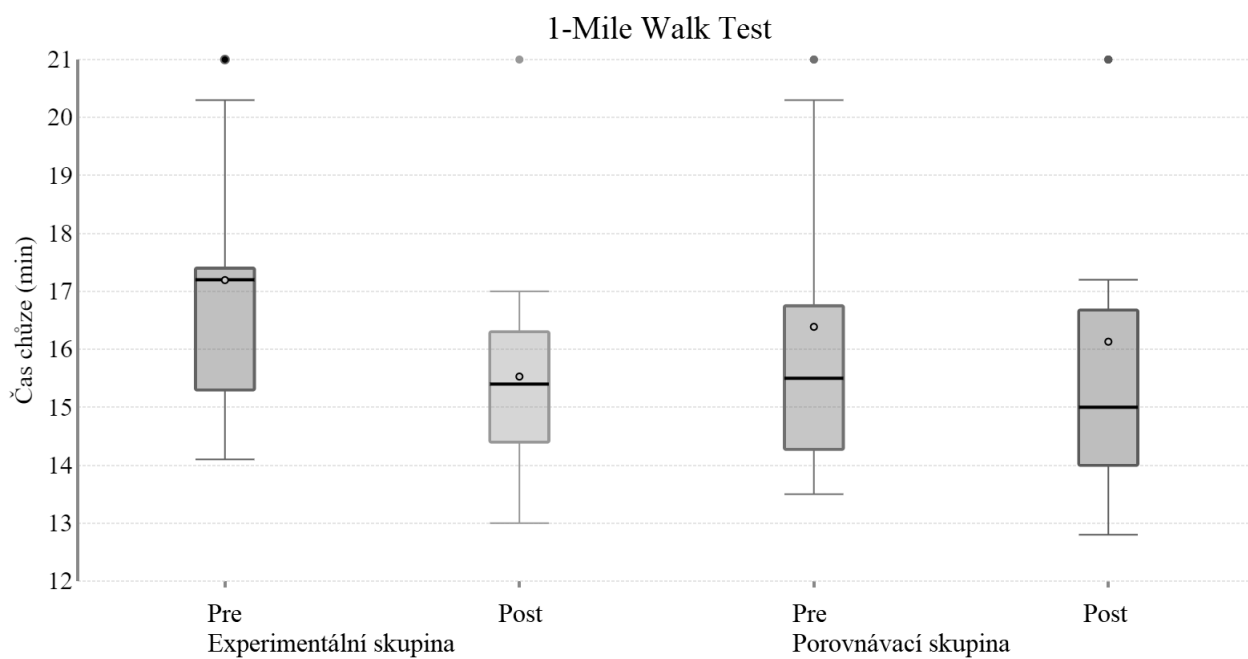
Obr. 40 Krabicový graf zobrazující výsledné hodnoty motorického testu síly stisku ruky (kg) před a po intervenci u experimentální a porovnávací skupiny



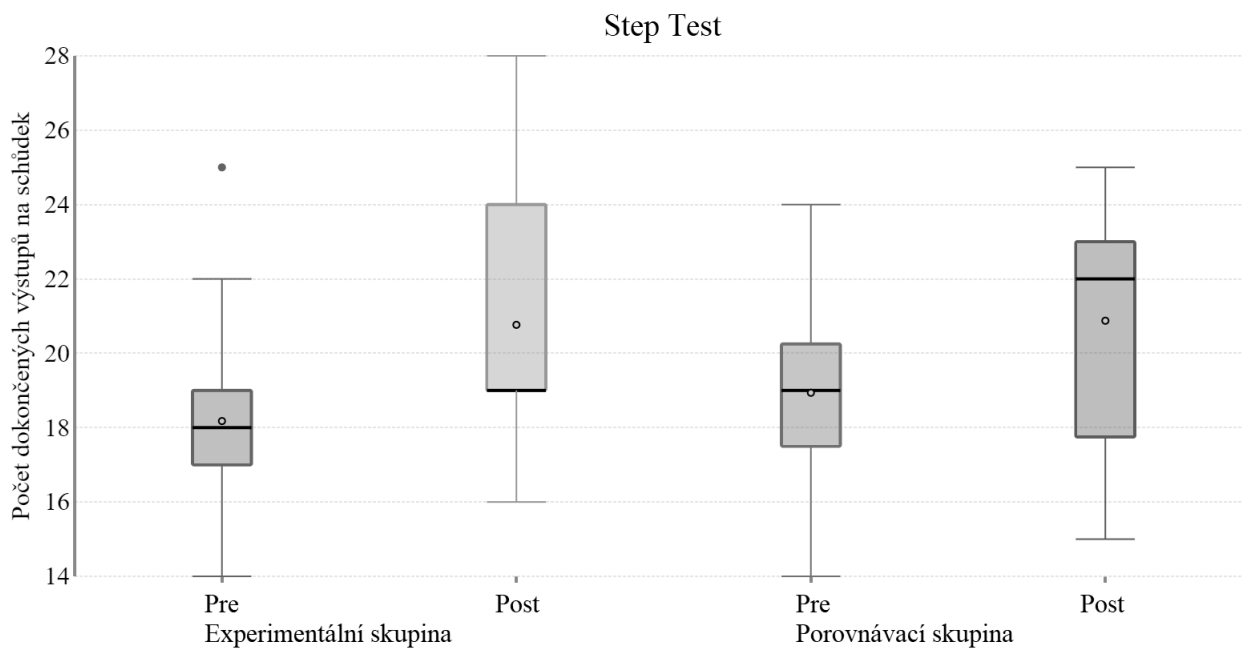
Obr. 41 Krabicový graf zobrazující výsledné hodnoty motorického testu opakovaných flexí a extenzí v loketním kloubu za 30 sekund (počet) před a po intervenci u experimentální a porovnávací skupiny



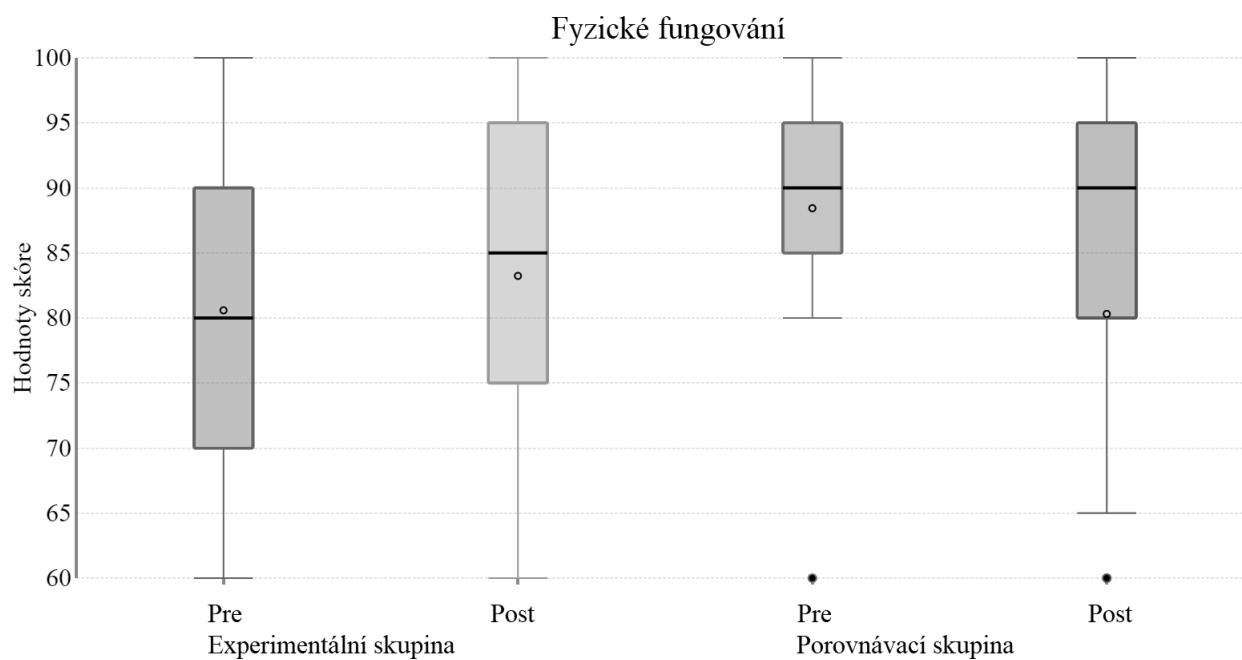
Obr. 42 Krabicový graf zobrazující výsledné hodnoty motorického testu opakovaných sedů a vztyků ze židle za 30 sekund (počet) před a po intervenci u experimentální a porovnávací skupiny



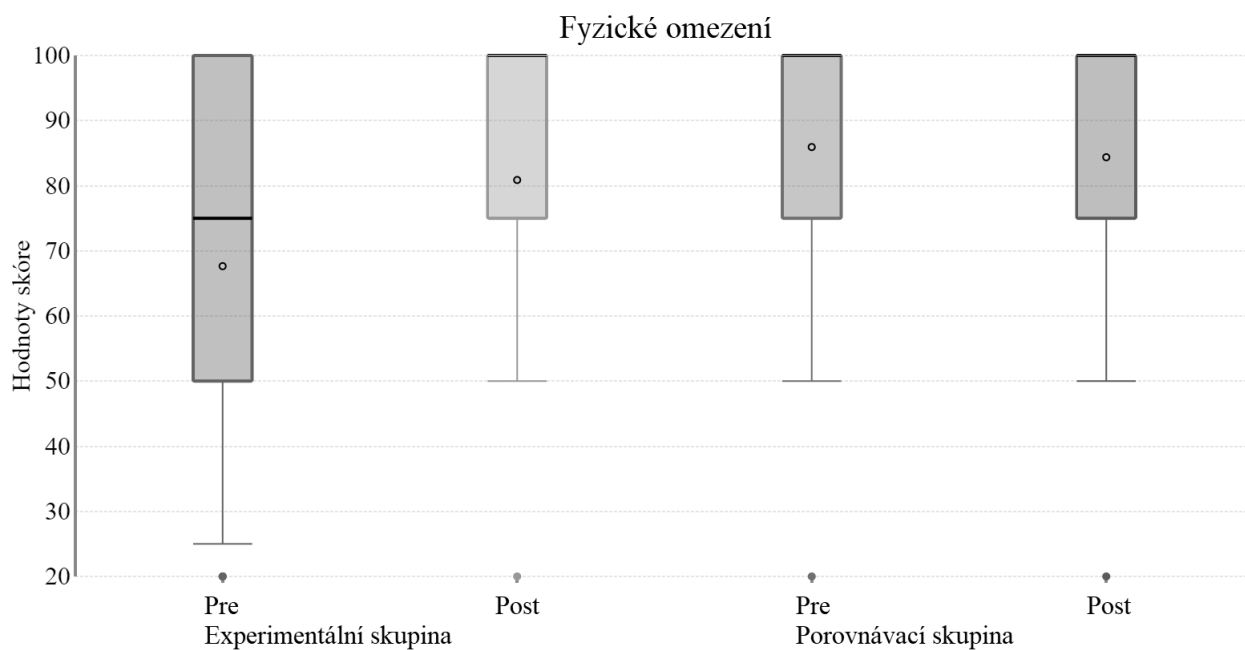
Obr. 43 Krabicový graf zobrazující výsledné hodnoty motorického chodeckého testu na vzdálenost 1 600 m (min) před a po intervenci u experimentální a porovnávací skupiny



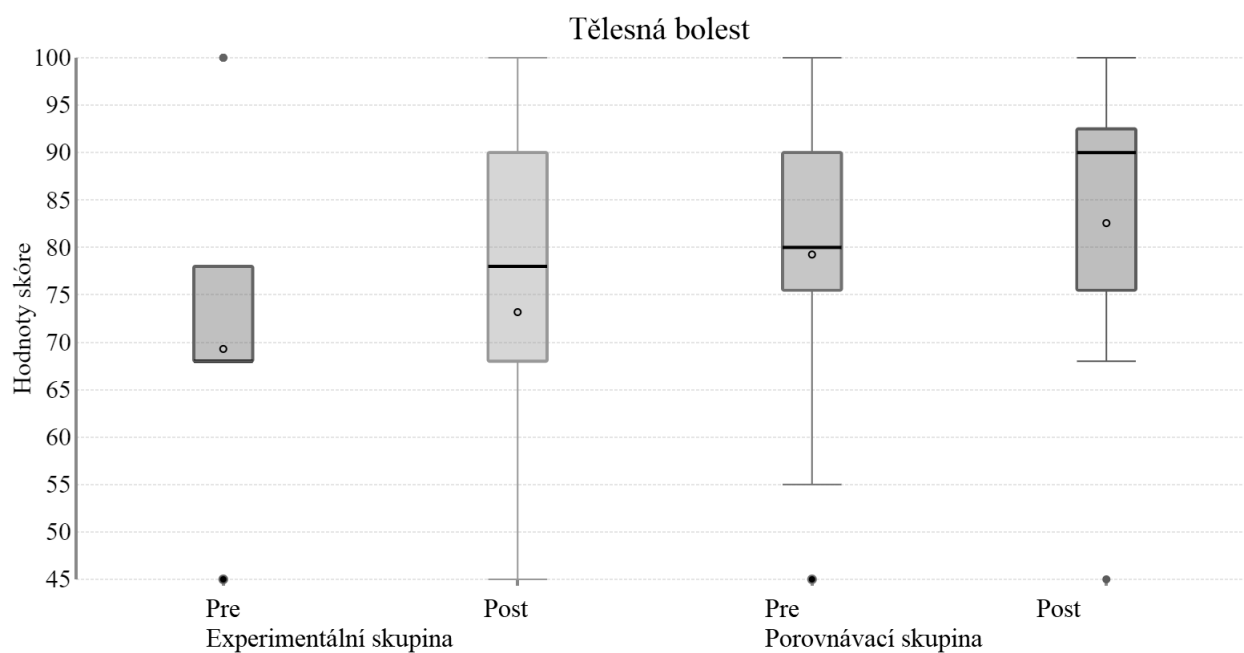
Obr. 44 Krabicový graf zobrazující výsledné hodnoty motorického testu opakovaných výstupů na schůdek za 30 sekund (počet) před a po intervenci u experimentální a porovnávací skupiny



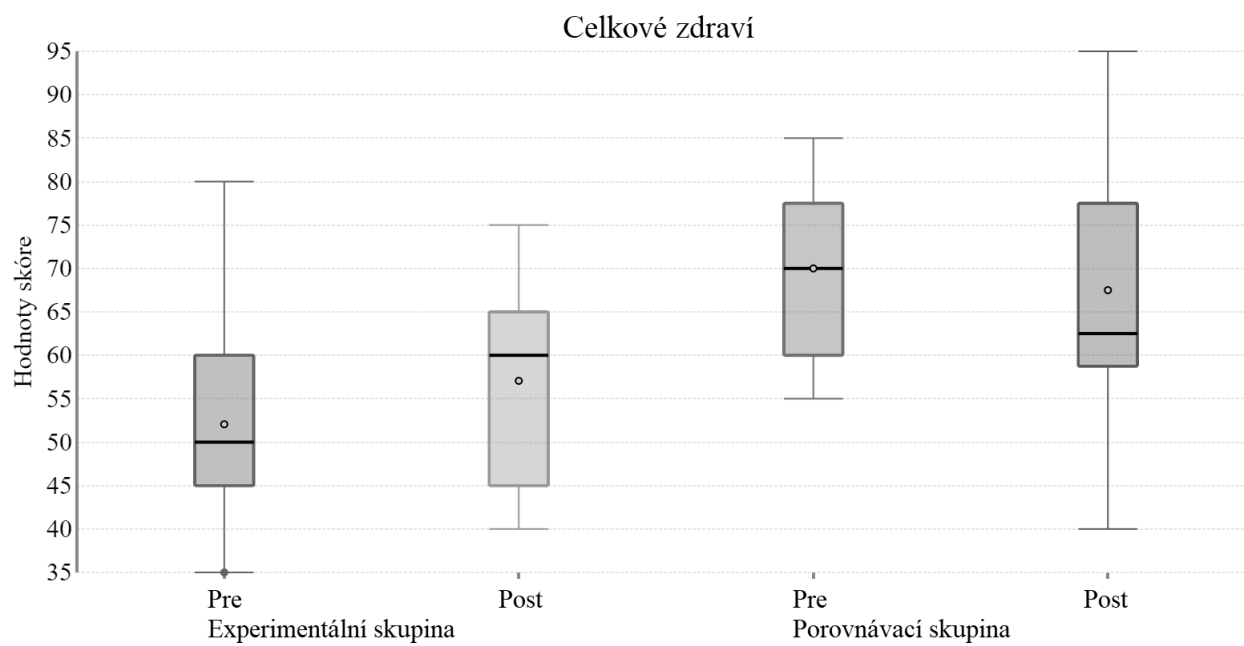
Obr. 45 Krabicový graf zobrazující výsledné hodnoty Fyzického fungování před a po intervenci u experimentální a porovnávací skupiny



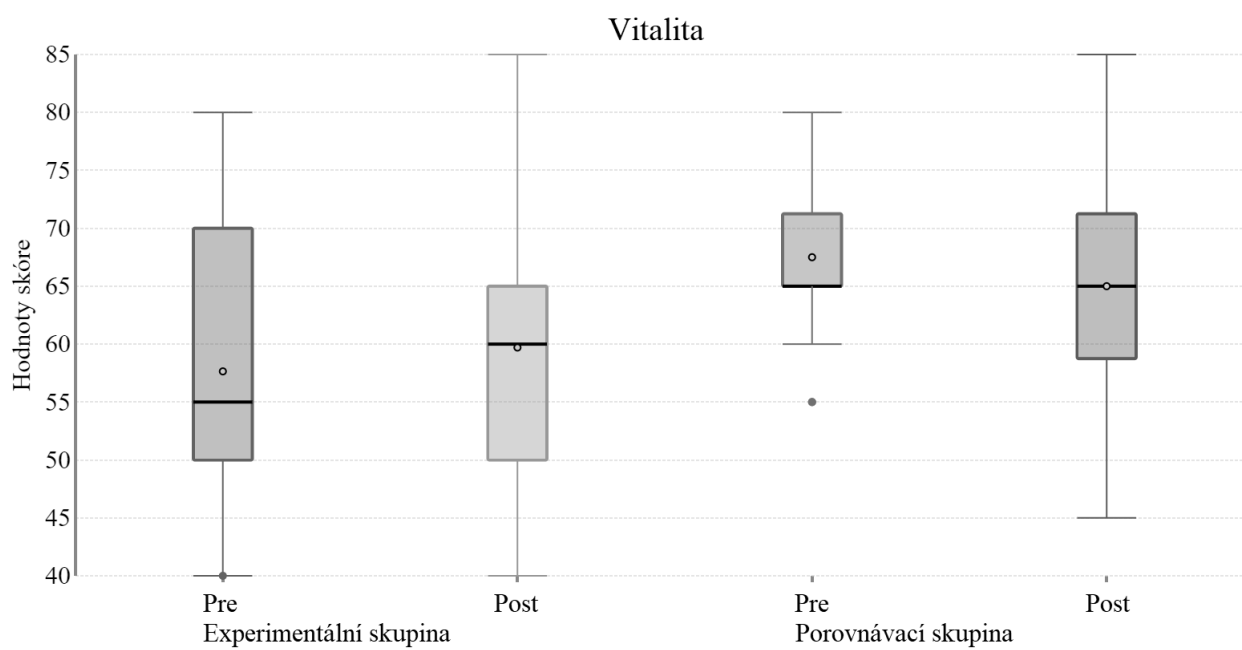
Obr. 46 Krabicový graf zobrazující výsledné hodnoty Fyzického omezení před a po intervenci u experimentální a porovnávací skupiny



Obr. 47 Krabicový graf zobrazující výsledné hodnoty Tělesné bolesti před a po intervenci u experimentální a porovnávací skupiny

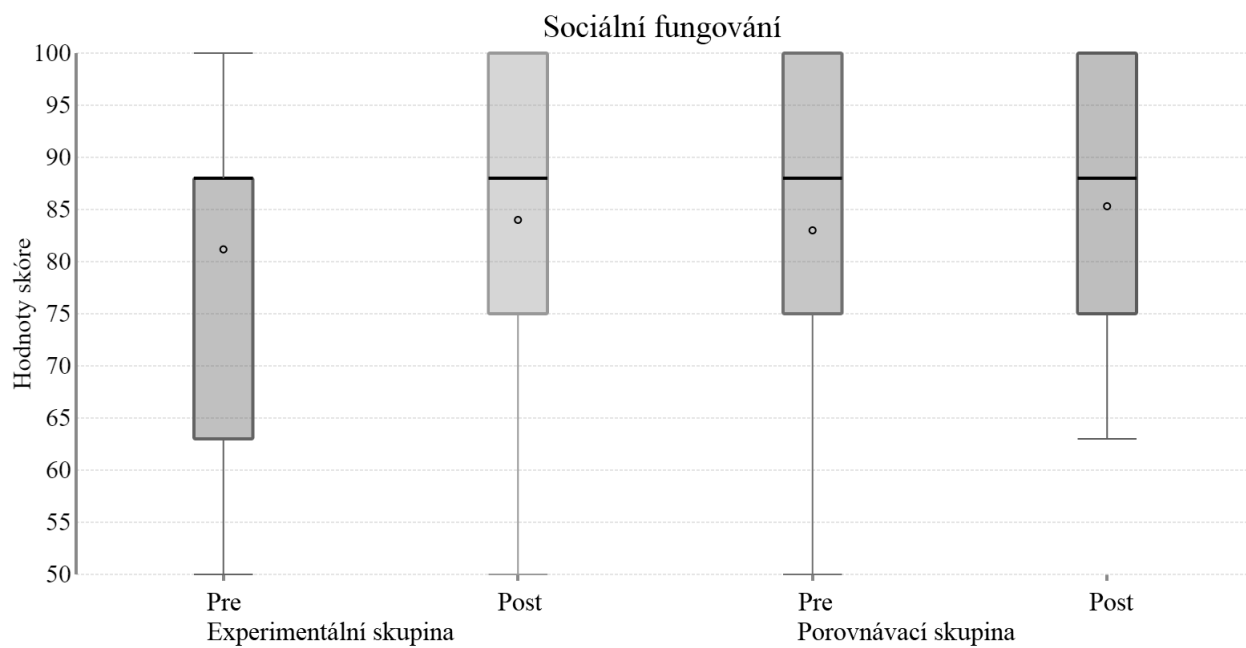


Obr. 48 Krabicový graf zobrazující výsledné hodnoty Celkového zdraví před a po intervenci u experimentální a porovnávací skupiny

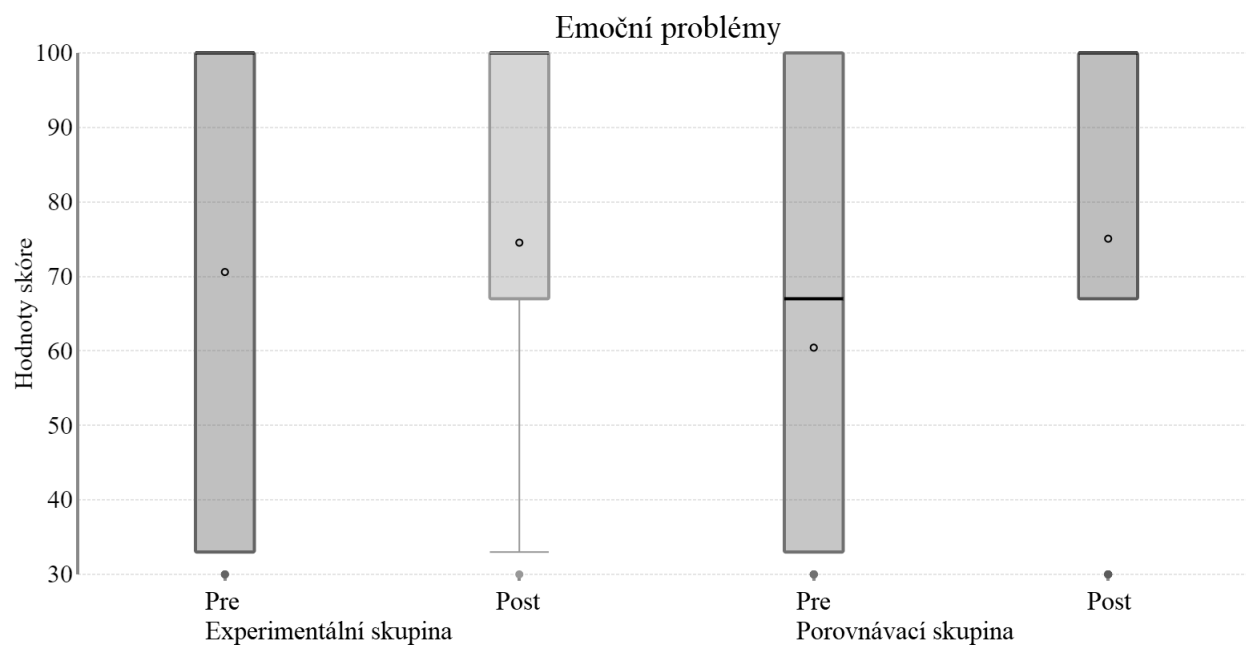


Obr. 49 Krabicový graf zobrazující výsledné hodnoty Vitality před a po intervenci u experimentální a porovnávací skupiny

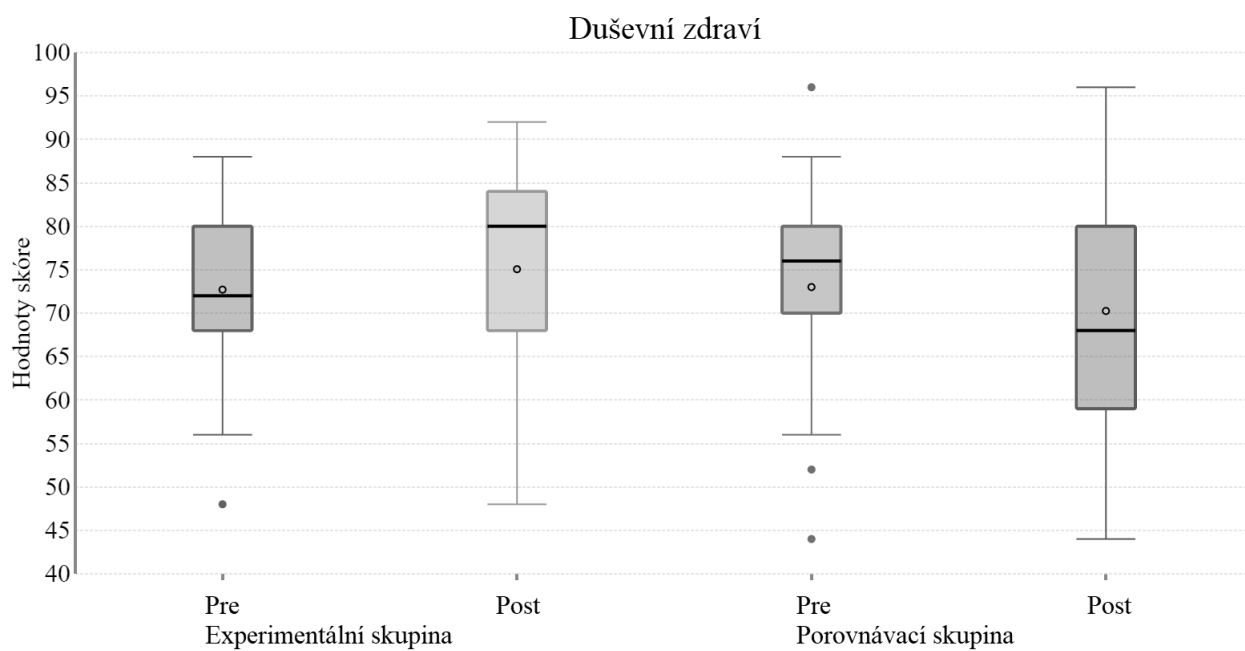




Obr. 50 Krabicový graf zobrazující výsledné hodnoty Sociálního fungování před a po intervenci u experimentální a porovnávací skupiny



Obr. 51 Krabicový graf zobrazující výsledné hodnoty Emočních problémů před a po intervenci u experimentální a porovnávací skupiny



Obr. 52 Krabicový graf zobrazující výsledné hodnoty Duševního zdraví před a po intervenci u experimentální a porovnávací skupiny

PŮVODNÍ PRÁCE/STUDIE

# Aqua-aerobik v prevenci funkční deteriorace pohybového systému seniorek

V. Kramperová

## SOUHRN

Cílem této studie bylo ověření účinnosti 24týdenní pohybové intervence s prvky aqua-aerobiku na rozsah pohyblivosti v lumbální části páteře, svalové pružnosti bedrokyčlostehenních flexorů a na úroveň svalové síly dolních končetin žen seniorek. Do studie bylo zařazeno 37 žen průměrného věku  $67,2 \pm 4,8$  let navštěvujících klub seniorů Lukáš v Praze 13. Soubor byl rozdělen na experimentální a porovnávací skupinu. Experimentální skupina ( $n = 21$ ) absolvovala organizovaný pohybový program ve vodě formou skupinového cvičení. Porovnávací skupina ( $n = 16$ ) nebyla zařazena do pohybového programu. Úroveň kloubní pohyblivosti byla hodnocena pomocí motorického testu Hloubka předklonu v sedu („Sit and Reach Test“). Úroveň svalové síly dolních končetin byla měřena pomocí motorického testu Sed-vztyk ze židle za 30 sekund („30-Second Chair Stand Test“). V této studii bylo zjištěno, že po absolvování in-

tervenčního programu ve vodě dosáhla experimentální skupina zlepšení v testu Hloubky předklonu v sedu v průměru o 1,8 cm (tj. o 8,49 %,  $p < 0,05$ ). Porovnávací skupina dosáhla menšího zlepšení o 1,7 cm (tj. o 7,46 %), toto zlepšení není statisticky významné. Po pohybovém programu ve vodě došlo ke zvýšení svalové síly v obou skupinách. Mezi skupinami nebyly statisticky významné rozdíly, přesto byl v experimentální skupině zaznamenán lepší výsledek oproti skupině porovnávací. Experimentální skupina vykázala zlepšení o 24,1 % a porovnávací skupina o 20,67 % ( $p < 0,01$ ). Pohybový program s prvky aqua-aerobiku se jeví jako bezpečný a účinný prostředek pro zvýšení funkčního stavu pohybového systému v aktivitách denního života (ADL) žen seniorek.

## KLÍČOVÁ SLOVA

stárnutí – aktivity denního života – cvičení – vodní prostředí

## SUMMARY

### Aqua-aerobics in prevention of musculoskeletal system deterioration among elderly women

The aim of this study was to verify the effects of a 24-week water-based aerobic exercise on flexibility of the lower back and hamstring muscles, and the lower extremity muscle strength level of elderly women. The study included 37 women at an average age of  $67.2 \pm 4.8$  years who attended the Lukáš Senior Club in Prague 13. Participants were divided into the experimental and control group. The experimental group ( $n = 21$ ) completed an organized water-based group exercise program. The control group ( $n = 16$ ) did not participate in the physical program. The level of joint mobility was assessed by the trunk forward flexion test in a sitting position (Sit and Reach Test). The lower extremity muscle strength level was measured by the 30-Second Chair Stand Test. This study discovered that upon completing the interven-

tion program in the water, the experimental group achieved improvement in the results of the sit-and-reach test by 1.8 cm (i.e. by 8.49 %,  $p < 0.05$ ). The control group achieved smaller improvement – by 1.7 cm (i.e. by 7.46 %), yet this improvement is not statistically significant. Upon completing the physical program in the water, the muscle strength of both groups increased. There weren't statistically significant differences between the groups, yet a better result was observed in the experimental group than in the control group. The experimental group exhibited the improvement by 24.1 %, while the control group by 20.67 % ( $p < 0.01$ ). The physical program in the water seems to be a safe and effective way of increasing the functional condition of musculoskeletal system during activities of daily living (ADL) of elderly women.

## KEYWORDS

ageing – activities of daily living – exercise – water environment

Geriatr Gerontol 2016; 5 (2): 90–95

## ÚVOD

Obecným rysem stárnutí je podle Kalvacha et al. atrofie, která postihuje všechny orgány a tkáně v organismu<sup>(1)</sup>. V hybném systému dochází v seniorském věku k výrazným změnám na úrovni kostní, kloubní, vazivové, svalové a nervové. Dochází k ubývání kostní hmoty a k narušení kostní struktury a řídnutí kostí – osteoporóze. Kostí jsou křehčí a dochází častěji k zlomeninám, které jsou způsobeny pádem i nadměrnou námahou. K degenerativním změnám dochází

v důsledku opotřebování kloubů – osteoartrózy, což způsobuje postupné zmenšování kloubního rozsahu<sup>(2)</sup>. Stárnutí svalu je charakterizováno zmenšením objemu, poklesem síly, výdržnosti, poddajnosti a rychlosti kontrakce – to vše významně zvyšuje riziko pádu. Úbytek svaloviny je zčásti kryt množstvím tukové tkáně. Histologicky je prokazována atrofie myocytů se selektivním úbytkem rychlých vláken 2. typu, zmožením vaziva a ukládáním lipofuscinu, detailní osvětlení procesů spjatých s tzv. apoptózou myocytu však zatím nemáme<sup>(3)</sup>.



## Effects of aqua aerobics on functional ability in elderly women

Veronika Kramperová, Jitka Pokorná, Irena Čechovská

Department of Swimming Sports, Faculty of Physical Education and Sport,  
Charles University in Prague, Czech Republic  
kramperova@ftvs.cuni.cz

### ABSTRACT

The aim of this study was to verify the effects of a 24-week water-based aerobic exercise on flexibility of the lower back and hamstring muscles, and the lower extremity muscle strength level of elderly women. The study included 37 women at an average age of  $67.2 \pm 4.8$  years who attended the Lukáš Senior Club in Prague 13. Participants were divided into the experimental and control group. The experimental group ( $n = 21$ ) completed an organized water-based group exercise program. The control group ( $n = 16$ ) did not participate in the physical program. The level of joint mobility was assessed by the trunk forward flexion test in a sitting position (Sit and Reach Test). The lower extremity muscle strength level was measured by the 30-Second Chair Stand Test. This study discovered that upon completing the intervention program in the water, the experimental group achieved improvement in the results of the sit-and-reach test by 1.8 cm (i.e. by 8.49 %,  $p < 0.05$ ). The control group achieved smaller improvement – by 1.7 cm (i.e. by 7.46 %), yet this improvement is not statistically significant. Upon completing the physical program in the water, the muscle strength of both groups increased. There weren't statistically significant differences between the groups, yet a better result was observed in the experimental group than in the control group. The experimental group exhibited the improvement by 24.1 %, while the control group by 20.67 % ( $p < 0.01$ ). The physical program in the water seems to be a safe and effective way of increasing the functional condition of musculoskeletal system during activities of daily living (ADL) of elderly women.

**Key words:** aged, exercise in water, performance, women

### INTRODUCTION

A general characteristic of aging is atrophy, which affects all organs and tissues in the body (Kalvach et al. 2004). At elderly age, the musculoskeletal system experiences significant changes on the level of bones, joints, ligaments, muscles and nerves. The elderly also experience loss of bone mass and disruption of bone structure and bone thinning – osteoporosis. Bones are more fragile and more likely to experience fractures which are caused by falls or excessive strain. Degenerative changes occur due to wear of joints – osteoarthritis which causes a gradual reduction of joint range (Valešová and Valeš 2010).

CHARLES UNIVERSITY, FACULTY OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORT,  
DEPARTMENT OF SWIMMING SPORTS, CZECH REPUBLIC<sup>1</sup>  
CHARLES UNIVERSITY, FACULTY OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORT,  
DEPARTMENT OF PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY, CZECH REPUBLIC<sup>2</sup>  
CHARLES UNIVERSITY, FACULTY OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORT,  
BIOMEDICAL LABORATORY, CZECH REPUBLIC<sup>3</sup>

## **EFFECTS OF ONCE-WEEKLY SHALLOW WATER AEROBIC EXERCISE ON FUNCTIONAL PERFORMANCE IN ELDERLY WOMEN**

VERONIKA KRAMPEROVÁ<sup>1</sup>, MICHAL ŠTEFFL<sup>2</sup>, JAN HELLER<sup>3</sup>

### **ABSTRACT**

The purpose of this study was to examine the effects of 24-week shallow-water aerobic exercise on functional performance in postmenopausal women. Thirty-seven women aged 60+ (mean age  $67.2 \pm 4.8$  years) were self-selected to a water exercise group ( $n = 21$ ) or to a comparison group ( $n = 16$ ). The training consisted of a 24-week ( $60 \text{ min} \cdot \text{day}^{-1}$ ,  $1 \text{ d} \cdot \text{wk}^{-1}$ ) supervised and guided exercise programme that included aerobic and strength training using an aquatic noodle in shallow water (1.2 m). Outcome measures were 30-s chair stand and 30-s arm curl tests, assessed at baseline and 24 weeks. Significant differences between groups were analyzed using Fisher's exact test. At 24 weeks there was a significantly ( $p < 0.05$ ) greater improvement in measure of upper-body strength in the water exercise group. Arm curling improved by 15.8 versus 14.3% in the water exercise and comparison groups, respectively.

**Keywords:** elderly; water; exercise; performance; women

**DOI:** 10.14712/23366052.2016.13

### **INTRODUCTION**

As in other countries, the population of the Czech Republic is ageing. Ageing of the population is usually defined as an increasing proportion of old people in the population (old people are individuals in the age of 65 years and more) (Binstock & George, 2011). In the Czech Republic, the proportion of people aged 65 years and over was 17.9% of the total population in 2015, and it is projected to be 23.9% in the year 2030 (Průša, 2015). However, the fastest growing age group will be that of the oldest-old – people aged 80 and over (Rychtaříková, 2011). Because life expectancy has increased in recent years in the Czech Republic, it is becoming increasingly important to find ways to extend active, healthy lifestyles and



# Kvalita života ve vztahu k tělesné zdatnosti seniorek: pilotní studie

V. Kramperová

## SOUHRN

Cílem této pilotní studie bylo zjistit vztah mezi kvalitou života a úrovní tělesné zdatnosti seniorek. Výzkumný soubor tvořilo 46 postmenopauzálních žen ve věku nad 60 let (věk  $69,0 \pm 5,8$  roků; tělesná hmotnost  $72,2 \pm 11,6$  kg; tělesná výška  $160 \pm 5,2$  cm; body mass index  $28,1 \pm 4,4$  kg.m<sup>-2</sup>), které byly bez objektivních zdravotních potíží. Jednalo se o skupinu seniorek navštěvujících klub seniorů na Praze 13. Kvalita života byla hodnocena dotazníkem SF-36 (Short Form 36 Health Subject Questionnaire). Pro zjištění úrovně tělesné zdatnosti byly zvoleny motorické testy (sed-vztyk ze židle za 30 sekund, počet flexí loketního kloubu za 30 sekund, síla stisku ruky, hloubka předklonu v sedu, chodecký test na 600 m). Pro zjištění vztahů mezi kvalitou života a úrovní tělesné zdatnosti byl použit parametrický

Pearsonův korelační koeficient a neparametrický Spearmanův korelační koeficient. Výsledky studie neprokázaly souvislost mezi kvalitou života a dynamickou silou horních končetin ( $r = 0,161$ ). Byla zjištěna mírná pozitivní korelace mezi kvalitou života a dynamickou silou dolních končetin ( $r = 0,249$ ) a silou stisku ruky ( $r = 0,239$ ). Korelační analýza prokázala střední pozitivní korelaci mezi kvalitou života a úrovní flexibility svalů v oblasti bederní páteře a zadní strany stehů ( $r = 0,360$ ). Mezi kvalitou života a úrovní aerobní zdatnosti byla nalezena střední negativní korelace ( $r = -0,315$ ). Získané údaje poukazují na souvislost kvality života s úrovní tělesné zdatnosti seniorek.

## KLÍČOVÁ SLOVA

stárnutí – dotazník SF-36 – soběstačnost – motorické testy

## SUMMARY

### The relationship between the quality of life and physical fitness in older women.

The aim of this pilot study was to determine the relationship between the quality of life and physical fitness in elderly women. This study consisted of 46 apparently healthy postmenopausal women over 60 years of age (age  $69.0 \pm 5.8$  years; body weight  $72.2 \pm 11.6$  kg; body height  $160 \pm 5.2$  cm; body mass index  $28.1 \pm 4.4$  kg.m<sup>-2</sup>). Participants were senior citizen club members in Prague. We used the Short Form 36 Health Survey (SF-36) to evaluate the quality of life. We assessed physical fitness using the 30-s chair stand, arm curl, handgrip strength, sit and reach, and 1-mile walk tests. Statistical analysis was performed using the Pearson correlation coefficient and Spearman correlation coefficient to verify the relationship

between quality of life and physical fitness level. The results from this study did not show a relationship between the quality of life and the upper limb strength ( $r = 0.161$ ). A weak positive correlation was found between the quality of life and the lower limb strength ( $r = 0.249$ ) and hand-grip strength ( $r = 0.239$ ). The correlation analysis showed a moderate positive correlation between the quality of life and the level of flexibility of lumbar spine and hamstring muscles ( $r = 0.360$ ). Moderate negative correlation was found ( $r = -0.315$ ) between the quality of life and the level of aerobic fitness. We conclude that physical fitness level may influence the quality of life in elderly women.

## KEYWORDS

ageing – 36-Item Health Survey – Independence – physical performance tests

*Geriatr a Gerontol* 2017; 6 (3): 109–112

## ÚVOD

V současné době lze populační vývoj v Evropě charakterizovat demografickým stárnutím. Zatímco celkový počet obyvatel bude v ČR i ve většině krajů klesat, počet seniorů (osoby 65leté a starší) poroste. V ČR se zvýší o více než 1,3 milion osob<sup>(1)</sup>. Stárnutí populace bude tedy pokračovat.

Problematika procesu stárnutí otevírá kromě jiných i téma kvality života, tj. v jakém zdravotním stavu prožívají lidé svůj prodlužující se věk. Střední délka života stoupá. V roce 2000 se muži dožívali věku 71,7 let, ale v roce 2015 to bylo již 75,8 let. Ženy se v roce 2000 dožívaly věku 78,4 let a v roce 2015 dosahovaly věku 81,5 let<sup>(2)</sup>. Dalším důležitým ukazatelem je však délka života prožitá ve zdraví (bez zdravotního omezení). Délka života ve zdraví při narození v roce 2014 byla v ČR u mužů 63,4 let a 65 let u žen<sup>(3)</sup>.

Stárnutí jako proces je provázáno snížením homeostatických rezerv, které se navenek projevují sníženou svalovou silou a aerobní zdatností, poruchou mobility a stability seniorů. Nejčastější pokles homeostatických rezerv u seniorů můžeme pozorovat v oblasti pohybového aparátu, kdy dochází k omezení pohyblivosti vlivem osteoporózy a sarkopenie<sup>(4)</sup>. Pokles úrovně pohybových schopností může vést ke snížení míry soběstačnosti, což nadále negativně ovlivňuje kvalitu života seniorské populace<sup>(5)</sup>.

Určitá úroveň tělesné zdatnosti je nezbytným předpokladem pro udržení fyzické soběstačnosti a vykonávání každodenních aktivit. Podle Macháčové je fyzická soběstačnost dána úrovní jednotlivých komponent tělesné zdatnosti (svalová síla, aerobní zdatnost, flexibilita, stabilita), které podléhají procesům stárnutí. Hodnocení tělesné zdatnosti seniorské populace poskytuje důležité informace pro včasnou dia-