

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

HABILITAČNÍ PRÁCE

ASSOCIATE PROFESSOR THESIS

2024

PhDr. Klára Daďová, Ph.D.

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

**UDRŽITELNOST ÚROVNĚ POHYBOVÉ
AKTIVITY V SENIORSKÉM VĚKU**

Komentovaný soubor vědeckých studií

2024

PhDr. Klára Daďová, Ph.D.

CHARLES UNIVERSITY

Faculty of physical education and sport

**SUSTAINABILITY OF PHYSICAL
ACTIVITY LEVELS IN THE ELDERLY**

Collection of research studies with commentary

2024

PhDr. Klára Dad'ová, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem komentář k vědeckým pracím zpracovala samostatně, a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Žádná data nejsou zkopírována ani jinak zneužita.

V Praze, dne 29.2.2024

.....

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala svým školitelům v doktorském studiu, doc. MUDr. Jiřímu Radvanskému, CSc. a doc. MUDr. Staše Bartůňkové, CSc. za jejich cenné rady a také za to, že mě doprovázeli a vedli na mé výzkumné cestě v oblasti tělovýchovného lékařství a intervenčních programů pro osoby s různým zdravotním omezením. Děkuji rovněž doc. Mgr. Michalovi Štefflovi, Ph.D., Ing. Michaele Šiklové, Ph.D., PhDr. Jitce Všetěčkové, Ph.D. a PhDr. Haně Georgi, Ph.D. za spolupráci na mnoha zajímavých projektech. Velký dík patří i mým kolegům z katedry zdravotní tělesné výchovy a tělovýchovného lékařství FTVS UK za podporu a vytvoření skvělého týmu nejen svou erudicí, ale také nadšením a lidskostí. V neposlední řadě děkuji svému manželovi a dětem, že mě vždy podporovali v mé práci a výzkumné činnosti, přestože to často znamenalo omezení v životě naší rodiny.

Souhrn

S narůstajícím počtem seniorů a prodlužujícím se lidským životem se zvyšuje důležitost prevence disability a podpory funkčního zdraví. Habilitační práce je souborem komentovaných prací zaměřených různými způsoby na udržitelnost pohybové aktivity pro zdraví a kvalitu života starších dospělých. Věnuje se postupně tématům jako je preskripce pohybové aktivity, motivace a adherence k pohybové aktivitě, účinky pohybových programů na tělesné i kognitivní zdraví. Po teoretických východiscích, potřebných k uchopení problematiky v multidisciplinárním kontextu, je prezentováno a komentováno 9 studií, které na výše zmíněná témata navazují a doplňují poznání v této oblasti. Samotné publikované práce jsou součástí příloh.

Summary

With the growing number of seniors and the lengthening of human life, the importance of preventing disability and promoting functional health is increasing. The habilitation thesis is a set of annotated papers focused on the sustainability of physical activity for the health and quality of life of older adults in different ways. It gradually addresses topics such as the prescription of physical activity, motivation and adherence to physical activity, the effects of physical activity programs on physical and cognitive health. After the theoretical background needed to grasp the issue in a multidisciplinary context, 9 studies are presented and commented on, which follow up on the above-mentioned topics and supplement the knowledge in this area. The published works themselves are part of the appendix.

Seznam zkratk

ACSM	American College of Sports Medicine
ADL	activities of daily living (aktivity všedního dne)
AM	dopoledne
APO-E	apolipoprotein E
a-vO ₂ diff	periferní extrakce kyslíku
BDNF	brain-derived neurotrophic factor
BMI	Body Mass Index
CO	cardiac output (srdeční výdej, minutový objem srdeční)
COmax	maximální srdeční výdej
ČSU	Český statistický úřad
DHA	dokosahexaenová kyselina
DK	dolní končetina/y
DXA	dual-energy X-ray absorptiometry
EEG	elektroencefalografie
EKG	elektrokardiografie
EPA	eikosapentaenová kyselina
FIMS	International Federation of Sports Medicine
FITT	frekvence – intenzita – typ – trvání
GWAS	genom wide association studies
HEPA	health enhancing physical activity
HK	horní končetina/y
HVLT	Hopkinsonův verbální test učení
HR	heart rate
IL-6	interleukin 6
IL-8	interleukin 8
IPAQ	International Physical Activity Questionnaire
MAPK	mitogen-aktivovaná protein kináza

MET	metabolický ekvivalent
MK	mastné kyseliny
MMSE	Mini Mental State Examination
MVPA	moderate-to-vigorous physical activity
n-3 PUFA	omega-3 mastné kyseliny
PA	pohybová aktivita
PM	odpoledne
POBAV	Test Pojmenování OBRÁZKŮ A jejich Vybavení
RAVLT	Rey Auditory Verbal Learning Test (Reyův paměťový test učení)
RER	respiratory exchange ratio
ROM	range of motion (rozsah pohybu)
RPE	Rating of Perceived Exertion
SF	srdeční frekvence
SFT	Senior Fitness Test
STK	systolický krevní tlak
SV	stroke volume (tepový objem)
SV _{max}	maximální tepový objem
SVR	systemic vascular resistance (systémová vaskulární rezistence)
TF	tepová frekvence
TNF- α	tumor necrosis factor alfa
TRX	Training Resistance Exercise
VAT	ventilatory anaerobic threshold (ventilační anerobní práh)
VO ₂	spotřeba kyslíku
WHA	World Health Assembly
WHO	Worlds Health Organisation
1RM	one-repetition maximum

Pozn.: U běžně používaných anglických slov není český překlad uváděn.

Seznam obrázků v textu

1. Porovnání důsledků preskripce podle TF získané ze zátěžového testu provedeného v jinou denní dobu než probíhá trénink u pacientů s metoprololem
2. Schéma faktorů udržitelnosti úrovně PA v seniorském věku

Seznam tabulek v textu

1. Porovnání průměrných hodnot vybraných parametrů při ranním a odpoledním zátěžovém testu

Obsah

1.	Úvod ke komentovanému souboru prací.....	1
2.	Teoretická východiska	5
2.1	Preskripce pohybové aktivity v léčebně preventivní péči	5
2.2	Adherence k pohybovým aktivitám u seniorů.....	11
2.3	Efekt cvičebních programů na vybrané atributy tělesného zdraví u seniorů.....	21
2.4	Efekt cvičebních programů na kognitivní funkce u seniorů	25
3.	Cíl.....	31
4.	Přehled metodologie	32
4.1	Výzkumné soubory předkládaných studií	32
4.1.1	Studie 1 (preskripce PA lékaři)	32
4.1.2	Studie 2 (změny SF u pacientů s metoprololem).....	32
4.1.3	Studie 3 (PA seniorů vlastních psa).....	32
4.1.4	Studie 5 (cvičební program ZTV pro seniory)	32
4.1.5	Studie 6-9 (výzkumný projekt EXODYA)	33
4.2	Metody	34
4.2.1	Studie 1 (preskripce PA lékaři)	34
4.2.2	Studie 2 (změny SF u pacientů s metoprololem).....	34
4.2.3	Studie 3 (PA seniorů vlastních psa).....	34
4.2.4	Studie 5 (cvičební program ZTV pro seniory)	34
4.2.5	Studie 6-9 (výzkumný projekt EXODYA)	35
4.3	Intervenční programy	37
4.3.1	Studie 5 (cvičební program ZTV pro seniory)	37
4.3.2	Studie 6-9 (výzkumný projekt EXODYA)	37
4.4	Statistické zpracování	37
5.	Výsledky vybraných studií s komentářem	39
5.1	Preskripce pohybové aktivity v léčebně preventivní péči	39
5.1.1	Studie 1 (preskripce PA lékaři)	39
5.1.2	Studie 2 (změny SF u pacientů s metoprololem).....	41
5.2	Adherence k pohybovým aktivitám u seniorů.....	44
5.2.1	Studie 3 (PA seniorů vlastních psa).....	44
5.2.2	Studie 4 (bariéry a facilitátory PA u seniorů s demencí)	46
5.3	Efekt cvičebních programů na vybrané atributy tělesného zdraví u seniorů.....	48
5.3.1	Studie 5 (cvičební program ZTV pro seniory)	48
5.3.2	Studie 6 (EXODYA – svalová funkce a tělesné složení)	50
5.3.3	Studie 7 (EXODYA – zánět tukové tkáně a inzulínová senzitivita)	53

5.3.4 Studie 8 (EXODYA – kardiorespirace)	55
5.4 Efekt kombinovaných pohybových programů na kognitivní funkce seniorů	57
5.4.1 Studie 9 (EXODYA – paměť a BDNF)	57
6. Závěr a doporučení do praxe.....	61
7. Literatura	72
8. Přílohy.....	99
8.1 Je preskripce pohybové aktivity součástí léčebně-preventivní péče civilizačních chorob? Výsledky dotazníkového šetření lékařů.....	99
8.2 Exercise prescription in cardiac patients treated with metoprolol – should the time of day for stress tests and training coincide?	99
8.3 Does Dog Ownership Affect Physical Activity, Sleep, and Self-Reported Health in Older Adults?	99
8.4 Barriers and facilitators to adherence to walking group exercise in older people living with dementia in the community: a systematic review	99
8.5 Vliv tříměsíčního cvičebního programu zdravotní tělesné výchovy na vybrané parametry Senior Fitness Testu	99
8.6 Effect of Calanus Oil Supplementation and 16 Week Exercise Program on Selected Fitness Parameters in Older Women.....	99
8.7 Exercise Training Reduces Inflammation of Adipose Tissue in the Elderly: Cross-Sectional and Randomized Interventional Trial	99
8.8 Exercise Training Combined with Calanus Oil Supplementation Improves the Central Cardiodynamic Function in Older Women	99
8.9 Calanus Oil Supplementation Does Not Further Improve Short-Term Memory or Brain-Derived Neurotrophic Factor in Older Women Who Underwent Exercise Training	99
8.10. Potvrzení o autorském podílu PhDr. Kláry Dařové, Ph.D. u jednotlivých článků	99

1. Úvod ke komentovanému souboru prací

Udržitelnost je v současné době často skloňované slovo. Nejčastěji se o udržitelnosti hovoří v oblasti životního prostředí, energetiky, ekonomiky, architektury apod. V rámci udržitelného rozvoje je jedním z důležitých témat zdraví a kvalitní život. Velkou roli zde hraje exponenciální populační růst, přičemž je odhadováno, že v roce 2050 bude populace Země čítat 9,7 miliard. Dramatický nárůst populace souvisí jak se zvyšujícím se počtem lidí přežívajících do reprodukčního věku, tak také s urbanizací a zejména pak s prodlužováním délky lidského života (WHO, 2022).

Mezi lety 2019 a 2050 se má populace jedinců starších 80 let ztrojnásobit (Izquierdo et al., 2021). V rozvinutých zemích jsou zároveň senioři nejrychleji rostoucí demografickou skupinou populace (Mazzeo et al., 1998, Zaleski et al., 2016). Také v České republice index stáří stoupá. Je odhadováno, že podíl osob seniorského věku (tj. osob starších 65 let) bude v polovině 21. století až třetinový (ČSU, 2023).

Stáří však nemusí být pro jedince pouze příjemným obdobím s řadou možností, jak naplnit volný čas. Nejméně šestina jedinců seniorského věku subjektivně pociťuje velké potíže při vykonávání základních denních činností (ČSU, 2022), což je limituje v různých aktivitách, vytváří disabilitu a omezuje jejich nezávislost. To pak logicky snižuje kvalitu života. Dochází k zatížení systému zdravotně-sociální péče a pro sendvičovou generaci, která se na péči o méně soběstačné seniory rovněž „neformálně“ podílí, je obrovskou zátěží. Neformální péče zároveň představuje velkou část nepřímých nákladů v ČR například v péči o pacienty s demencí (Holmerová et al., 2017).

I z tohoto důvodu je prioritou mnoha vyspělých zemí prevence disability. Existují silné důkazy o tom, že fyzicky aktivní senioři mají vyšší úroveň funkčního zdraví, nižší riziko pádů a lepší kognitivní zdraví (Physical Activity Guidelines, 2008). Nezávislost jedince do co možná nejvyššího věku, která je hlavním cílem většiny pohybových programů, je vázána do značné míry na jeho lokomoci (Bunc a Štilec, 1998). Ta je však velkou měrou určována úrovní svalové síly seniora, přičemž její pokles je u jedinců starších 60 let kolem 15 % za dekádu. Pomocí adekvátního fyzického zatížení však lze tuto přirozenou degradaci snížit (Bunc a Štilec, 1998).

V tomto kontextu můžeme připomenout tzv. model úspěšného stárnutí, který poukazuje nejen na odvrácení nemoci a disability, ale i na udržení vysoké úrovně fyzických a kognitivních funkcí a v neposlední řadě na zapojení do sociálních a produktivních aktivit (Rowe a Kahn,

1997). To umožňuje jedinci dosáhnout maximálního uspokojení a udržet vhodnou společenskou rovnováhu s ostatními sociálními skupinami (Lepková a Engelová, 2013). Jak ale upozorňuje Slepíčka et al. (2015), tento model je vlastně nereálný, protože ve stáří si nelze udržet všechny role, vazby a aktivity tak, jako tomu bylo ve středním věku. Proto je vhodnější model aktivního stárnutí v bio-psycho-sociálním kontextu (Active and Healthy Ageing Bio-Psycho-Social, AHA-BPS) dle WHO (Bosch-Farré et al., 2018), který je spojen s optimalizací příležitostí pro zdraví, participaci a bezpečnost.

V oblasti zdraví můžeme vnímat udržitelnost především v nezahlcení zdravotní a sociální péče, a v možnostech primární, sekundární i terciální prevence. Proto je třeba zesílit preventivní opatření a poskytnout lidem seniorského i „pre-seniorského“ věku dostatek efektivních možností, jak udržet určitou úroveň pohybové aktivity, jak pečovat o své fyzické i mentální zdraví atd. O potřebě posunout vzdělávání v oblasti aktivního stárnutí i k věkově mladší populaci, která bude postupně rozvíjet udržitelný systém, který pomůže v budoucnu i jim, aby byli dostatečně aktivní a produktivní, píše Lepková a Engelová (2013). Zároveň popisují, že tento udržitelný systém by měl mít pozitivní dopad na politiku, ekonomiku, zaměstnanost, společenské aspekty atd. K tomu je potřebná adekvátní preskripce, resp. doporučení, která musí být do určité míry obecná a opřená o „evidence-based medicine“ a zároveň individualizovaná, personalizovaná a zasazená do kontextu života daného jedince. Velkým problémem však je právě opět udržitelnost, tentokrát ve smyslu dlouhodobé adherence k pohybové aktivitě.

Inaktivita se v rozvinutých zemích výrazně zhoršila i s pandemií COVID-19 (Ng et al., 2022; Oliveira et al., 2022). Je poměrně alarmující, že každý čtvrtý dospělý a naprostá většina adolescentů v současné době nesplňuje doporučení v oblasti objemu aerobních aktivit (Bull et al., 2020). Také z tohoto důvodu si World Health Assembly (WHA) klade za cíl snížit inaktivitu světové populace do roku 2030 o 15 % (Bull et al., 2020; Dempsey et al., 2021).

Na druhou stranu se setkáváme s biologickými výjimkami, elitními seniory, kteří jsou i jako centenariáni schopni zvládnout poměrně vysokou intenzitu zatížení a ukazují, že nikdy není pozdě na to, abychom poznali benefity pohybové aktivity a aby se délka života ve zdraví výrazně blížila celkové délce života (Sanchis-Gomar et al., 2014).

Předkládaná habilitační práce představuje komentovaný soubor prací, který se vztahuje ke čtyřem tématům, jimž jsem se během své vědecké práce věnovala. Tato témata se různým způsobem týkají udržitelnosti pohybové aktivity v seniorském věku. Souboru prací předcházejí teoretická východiska, která se snaží danou problematiku uvést.

První zkoumanou oblastí jsou doporučení pro pohybovou aktivitu jedinců seniorského věku a také problematiku preskripce pohybové aktivity v oblasti tělovýchovného lékařství. V rámci tohoto tématu předkládám dvě studie. Studie 1 se zabývá způsobem preskripce pohybové aktivity u souboru lékařů, studie 2 pak přináší poznatky o tom, jak může ovlivnit preskripci pohybové aktivity denní doba zátěžového testu u jedinců s farmakoterapií.

Další oblastí zájmu je motivace a adherence k pohybové aktivitě, její faktory a možnosti, jak ji podpořit. Pochopení příčin inaktivity u jedinců, k nimž cílí naše intervence, je nezbytné pro rozvoj a zlepšování zásahů do veřejného zdraví. Proto jsou teoretická východiska uvedeného tématu poměrně obsáhlá. V rámci této problematiky pak přikládám dvě studie, na nichž jsem se podílela. Studie 3 prezentuje zajímavý aspekt vlastnictví psa jako možnosti podpory pravidelné chůze u seniorů. Studie 4 pak ukazuje výsledky systematické rešerše k bariérám a facilitátorům pohybové aktivity u specifické skupiny seniorů s demencí, na které jsem pracovala společně s britským výzkumným týmem.

Benefity pohybových aktivit seniorů ve smyslu vlivu na fyzickou složku zdraví a kvality života jsou jádrem dalších studií a jim předcházejícím teoretickým východiskům. Jsem si vědoma toho, že toto téma je obrovské, úrovní pohledu je nespočet a každým dnem se důkazy o pozitivním vlivu na různé systémy organismu rozšiřují. Pokusila jsem se shrnout problematiku v kontextu současně dostupného poznání, a zároveň prezentovat studie, na kterých jsem se podílela a jejichž výsledky k širšímu poznání v této oblasti určitým způsobem přispěly. Studie 5 se věnovala efektu cvičebního programu zdravotní tělesné výchovy na funkční zdatnost skupiny seniorek. Studie 6-8 vycházejí z velkého projektu EXODYA, který byl zaměřen na vliv kombinovaného cvičebního programu a suplementace omega-3 mastnými kyselinami (n-3 PUFA) na funkční zdatnost, kardiopulsační funkce a metabolismus tukové tkáně.

Poslední studie je zaměřena na benefity pohybových aktivit u seniorů v oblasti kognitivní. Jelikož celosvětově stoupá počet lidí s demencí a je tudíž snaha využít dostupných možností prevence, je tato problematika velmi aktuální. Tato studie využívající data výše zmíněného projektu EXODYA, poukazuje na možnosti zlepšení paměti u žen seniorského věku.

K habilitační práci jsem se snažila přistupovat interdisciplinárně. Domnívám se, že mezioborový přístup je velmi důležitý, chceme-li reagovat na výzvy udržitelnosti pohybové aktivity v bio-psycho-sociálním kontextu zdraví. Ve své práci se zároveň snažím postihnout vývoj v pohledech na pohybovou aktivitu seniorů za posledních cca 25 let. Nejen, že za tuto

dobu došlo k mnoha výzkumům, které danou oblast zkoumání posunuly, ale také je třeba si připomenout, že některé aspekty jsou stále platné. Toto čtvrtstoletí je zároveň obdobím, kdy jsem se uvedené problematice věnovala nejdříve jako student magisterského studia fyzioterapie a aplikovaných pohybových aktivit, poté jako student doktorského studia kinantropologie. Od konce magisterského studia jsem se tématu věnovala prakticky při vedení pohybových aktivit seniorů a později také jako pedagog a výzkumník.

2. Teoretická východiska

2.1 Preskripce pohybové aktivity v léčebně preventivní péči

Předpis nebo doporučení optimální pohybové aktivity se v odborné literatuře objevuje již desítky let. První práce, které formulovaly směrnice pro lékaře a fyzioterapeuty týkající se preskripce pohybové aktivity se datují do 70. let minulého století (Bu et al., 2010). Zaměření na seniory v této oblasti můžeme najít například v práci Landina (1988), který popsal fyziologické aspekty stárnutí i dopady různých onemocnění na deterioraci organismu, přičemž tvrdil, že až polovině těchto příznaků může být předcházeno cvičebními programy. Důraz kladl při preskripci na to, aby před cvičením proběhla pečlivá diagnostika funkce kardiovaskulárního systému, zhodnocení ortopedických problémů, úvaha nad intolerancí tepla, a aby byla patřičná pozornost věnována motivaci. Zároveň uvedl, že preskripce by měla být specifická a ušitá na míru stavu kardiovaskulárního systému, muskuloskeletálním limitacím a osobním cílům. Jako „rozumné“ možnosti navrhl chůzi, strečink, cvičení s vlastní vahou a také aerobní aktivity – pokud budou prováděny s adekvátní intenzitou a trváním, a budou obsahovat rozcvičení i zklidnění. Přestože od těchto doporučení uběhla řada let, a byla mnoha autory zpřesňována i modifikována, za určitý základ je můžeme považovat i dnes. V průběhu času se tento přístup vyvíjel a zdokonaloval, se zohledněním dalších poznatků o vztahu mezi pohybovou aktivitou a zdravím.

Doporučení k provozování pohybové aktivity pro zlepšení a udržení zdraví jsou vydávána zejména Světovou zdravotnickou organizací (WHO), odbornými společnostmi jednotlivých lékařských oborů, národními institucemi veřejného zdraví, například U. S. Department of Health and Human Services a zejména pak American College of Sports Medicine (ACSM). Zajímavé je, že International Federation of Sports Medicine (FIMS) se tomuto tématu věnuje jen okrajově. Vědecká komise FIMS vydala několik standardů (Position Statements), které mají poskytnout praktická doporučení sportovním lékařům v oblastech, kde existuje kontroverze nebo nejasnosti (viz web FIMS). Nejblíže jsou této problematice standardy: „*A Physically Active Lifestyle-Public Health's Best Buy*“ z roku 2006 a „*A Physical activity after total joint replacement*“ z roku 2008.

Poměrně „klasickým typem guidelines“ jsou doporučení, resp. „position stands“ od ACSM (Chodzko-Zajko et al., 2009), která popisují nejprve strukturální a funkční změny ve stáří, poté „míru“ změny, resp. rozsah pozitivního působení pohybové aktivity na stárnutí, a nakonec pozitivní vlivy dlouhodobé pohybové aktivity i krátkodobějších programů na zdraví a funkční

kapacitu. V přehledných tabulkách pak ukazují konkrétní doporučení z hlediska typu, délky, frekvence a intenzity aktivity (viz dále). Zdravotních benefitů dosáhnou nejlépe ti, kteří budou cvičit pravidelně, s určitou intenzitou, délkou a frekvencí (Lee et al., 2017). Avšak i nižší dávky středně intenzivní pohybové aktivity mohou snížit významně mortalitu (Hupin et al., 2015).

Doporučení pro seniory v podstatě kopírují doporučení pro zdravé dospělé s několika dodatky (U. S. Department of Health and Human Services, 2018). Odborníci na veřejné zdraví doporučují seniorům typicky 150 minut týdně střední až náročné pohybové aktivity (moderate-to-vigorous physical activity, neboli MVPA), přičemž jako příklad této aktivity uvádějí nejčastěji rychlou chůzi (Chodzko-Zajko et al., 2009; Paterson a Warburton, 2010). Právě rychlou chůzi nezávodním stylem popsal jako ideální způsob významného zatížení aerobního charakteru velkých svalových skupin s vlivem na zdatnost i psychiku již Bunc (1998). Výhodou u tohoto způsobu zatížení je možnost provozovat ho individuálně i skupinově, minimální finanční náročnost, dále to, že se jedná o základní způsob lokomoce a také nižší pravděpodobnost překročení „bezpečné intenzity“ oproti jiným aktivitám (například u kardiaků). Právě schopnost chůze je zároveň silným prediktorem přežití u starších seniorů, takže její udržení by mělo být prioritou zdravotně-sociální péče (Izquierdo et al., 2021). Vzdálenost, kterou je senior schopen ujít, navíc koreluje s úrovní sebeobsluhy, resp. každodenních aktivit, jako je například hygiena a přesuny, a také má vztah k riziku pádů (Pociask et al., 2024).

Pro lepší představu bývají doporučení popisována nikoli v týdenním režimu, ale jako každodenní aktivita. Obvyklé doporučení tedy zní: alespoň 30 min střední intenzity denně (nejméně v 5 dnech v týdnu). Zároveň bychom se měli vyvarovat inaktivity a mít na paměti, že alespoň nějaká aktivita je lepší než nulová (Chodzko-Zajko et al., 2009; U. S. Department of Health and Human Services, 2018; Dempsey et al., 2021; Lee et al., 2017). Můžeme se ale setkat také s doporučením pohybové aktivity pomocí počtu kroků. To lze vyčíst například z hojně citované práce autorů Tudor-Locke et al. (2011), kde je popsáno, že zdraví starší jedinci v průměru nachodí 2 000 až 9 000 kroků denně a že intervence založené na poskytnutí krokoměru jsou schopné zvýšit počet kroků o cca 775 kroků /den. Obvykle však není uvedena intenzita zátěže, tedy rychlost chůze. Z výpočtu průměrné kadence a obvyklých doporučení veřejného zdraví vyplývá, že 30 min chůze střední až vyšší intenzity připočtených k habituální pohybové aktivitě je ekvivalentní 7–10 tisícům kroků. Na těchto výpočtech byla pravděpodobně postavena i ona „magická“ hranice 10 000 kroků, které by měl jedinec pro své zdraví denně absolvovat. Na druhou stranu, literatura odkazuje i na další vysvětlení tohoto čísla:

obchodní název krokoměru prodaného v roce 1965 Manpo-kei, který v japonštině znamená deset-tisíc-kroků-metr (Lee et al., 2019). Koncept udržení úrovně 10 000 kroků denně se zároveň ukazuje jako silný prediktor hodnot tělesného složení, které souvisejí se zdravím (Pelclová et al., 2012).

Podle dalších studií ale nemusí být tato úroveň u postmenopauzálních žen dostačující a doporučují vyšší hranici, např. 12 500 kroků denně (Kroemeke et al., 2014; Zajac-Gawlak, et al., 2017). Na druhou stranu je však třeba upozornit i na novější práci autorů Lee et al. (2019), která popisuje, že mortalita starších žen sice klesá s nárůstem denních kroků, avšak pouze do úrovně 7 500 kroků denně, přičemž dále zůstává na podobné úrovni („L“ křivka). Z práce těchto autorů zároveň vyplynulo, že na rozdíl od počtu kroků, rychlost chůze s nižší mortalitou nesouvisela. Tyto výsledky potvrdila také recentní meta-analýza v časopisu Lancet Public Health (Paluch et al., 2022).

Preskripce pohybové aktivity pro seniory může na první pohled vytvářet iluzi jednoduchosti a stručnosti. Jedná se však o systematický přístup v předepisování cvičebního režimu, který by měl být individuálně přizpůsoben každému seniorovi s ohledem na jeho zdravotní stav, schopnosti a cíle (Zaleski et al., 2016). Cíle mohou být z oblasti primární prevence, zvýšení zdatnosti či funkčního stavu, ale i z oblasti pohybové léčby některých metabolických chorob. Preskripce by tedy měla být ušitá jedinci na míru a kontrolovaná jako kterákoli jiná léčba (Izquierdo et al., 2021). Právě individualizace je důležitým aspektem, protože seniorská populace je velmi heterogenní skupinou, co se týká zdravotního stavu a funkčních schopností (U. S. Department of Health and Human Services, 2018; Lee et al., 2017; Galloza et al., 2017). Přestože je základ preskripce (viz níže i výše) do určité míry daný, je důležité pracovat s odlišnostmi a umět upravit cvičební program jedinci s hypertenzí, diabetem, osteoartrózou apod. Preskripce pohybové aktivity pro jedince s chronickými onemocněními (což jsou často senioři) byla dříve doménou zdravotnictví (Dempsey et al., 2021). V současné době je tendence pohybovou aktivitu těchto rostoucích populačních skupin alespoň z části přesunout více na nezdravotnická zařízení, tedy do oblasti prevence, přestože určitý překryv s pohybovou aktivitou jako terapií vždy bude existovat (např. u diabetu).

Navzdory tomu, že správně vytvořené a aplikované cvičební programy mohou mít mnoho pozitiv, existuje samozřejmě i nenulové riziko komplikací a rizik spojených s pohybovou aktivitou. Tato problematika byla extenzivně řešena mnoha autory. Buchberger a Pavlů (1998) uvedli, že přibývajícím věkem sám o sobě nezvyšuje zdravotní riziko pohybové aktivity, jestliže je provádění a dávkování těchto aktivit náležitě přizpůsobeno úbytku kapacity fyziologických

funkcí, zejména kardiopulmonálních, a normálním strukturálním změnám stárnoucího organismu, hlavně pohybového a kardiovaskulárního aparátu. Některá onemocnění, která se častěji vyskytují ve starším věku, mohou nicméně rizika pohybové aktivity významně zvyšovat. Jak uvádí Zaleski et al. (2016), je třeba identifikovat rizikové jedince, přičemž nejvyšší riziko představují sedaví senioři s dosud bezpříznakovým kardiovaskulárním onemocněním, kteří začnou provádět pohybovou aktivitu vysoké intenzity, na níž nebyli zvyklí. V této souvislosti je třeba připomenout, že dříve se u jedinců s kardiovaskulárními chorobami, zejména pak hypertoniků a pacientů s kardiostimulátorem považovala za kontraindikovaná cvičení silová, zejména izometrická, resp. cvičení vedoucí ke zvýšení krevního tlaku (Buchberger a Pavlů, 1998; Bartůňková, 1998c). V současné době převažuje názor, že izometrická cvičení jsou bezpečná, ale existují jedinci s hypertonickou reakcí na tuto zátěž, a u nich je třeba doporučení týkající se statické zátěže a silového tréninku přizpůsobit na základě vyšetření s monitorací krevního tlaku (Wiles et al., 2018; Baffour-Awuah et al., 2023).

Je nicméně evidentní, že cvičební programy pro seniory (což jsou potenciálně polymorbidní jedinci) by měly být realizovány nejen s ohledem na rizika pádu či zranění, exacerbace bolestivých stavů, ale i rizika neadekvátního zatížení vedoucího v lepším případě jen k předčasnému ukončení cvičení. Proto je vždy potřeba zvážit případné kontraindikace (ať už absolutní nebo relativní) a případné varovné signály upozorňující na zvýšené riziko při cvičení (Hamar et al., 2022). I z toho důvodu jsme se v literatuře setkávali v kontextu preskripce s preparticipačním screeningem, tzn. vyšetřením před započtím cvičebního programu, a to zejména v oblasti prevence kardiovaskulárních příhod, muskuloskeletálních a neurologických komorbidit, které měly odhalit absolutní či relativní kontraindikace cvičení nebo nastavit lépe budoucí zátěž (Van Camp a Boyer, 1989). V současné době se od tohoto screeningu upouští, resp. je nejdříve doporučena triage pacientů podle současné úrovně pohybové aktivity, výskytu či absence asymptomatických či symptomatických známých onemocnění, a předpokládané intenzity cvičení (Zaleski et al., 2016; Bull et al., 2020; Dempsey et al., 2021). Cílem je tedy testovat pouze jedince rizikové. Důvodem k tomuto kroku byla jednak snaha nezahltit lékaře testováním a jednak nevytvářet zbytečné bariéry cvičení u sedavých jedinců tím, že budou tlačeni k tělovýchovně-lékařské prohlídce, jejíž výtěžnost z hlediska plošného screeningu kardiovaskulárních komplikací nebyla dostatečně prokázána (Zaleski et al., 2016).

Další otázkou je, kdo má být příjemcem výsledku preparticipačního screeningu a vlastně i odborným příjemcem doporučení adekvátní pohybové aktivity daného seniora. Kdo pohybovou aktivitu doporučuje nebo má doporučovat? Může to být tělovýchovný lékař, ale k němu většina

seniorů, pokud nejsou veteránskými sportovci, běžně nedochází. Jistě to může, a dokonce to má být praktický lékař, případně lékař specialista. Příliš konzervativní přístup lékařů, rodin a samotných seniorů k preskripci pohybové aktivity je totiž spíše negativní, protože vede k omezení aktivit a následné intoleranci zátěže, na což upozornil již Landin (1988). Přestože jsou benefity pohybové aktivity neoddiskutovatelné, mnoho lékařů pohybovou aktivitu svým pacientům seniorského věku nepředepisuje (Zaleski et al., 2016). Jak uvádějí Zaleski et al. (2016), příčinou může být nedostatek znalostí v oblasti preskripce a obava z rizik, nutnost předchozího vyšetření a potřebná znalost interakce pohybové aktivity a léčiv. Z tohoto důvodu jsem zařadila jako první z komentovaných prací tohoto habilitačního spisu naši studii, která se různými aspekty preskripce z pohledu lékařů zabývala, a která je blíže popsána a diskutována v kapitolách 4 a 5 (plný text práce je součástí příloh).

V následujícím textu budou specifikovány základní rysy preskripce, které podle doporučení většiny odborníků a zastřešujících organizací vycházejí z FITT principu, tedy frekvence (F - frequency), intenzity (I - intensity), délky zatížení (T - time) a typu zatížení (T - type). Jak již uvedl Bunc (1998), intenzita, objem i frekvence pohybových činností je vždy závislá na cíli, a proto je nezbytné činnosti kvantifikovat, např. pomocí energetického výdeje. Tím se do preskripce dostává i objem (V - volume) pohybové aktivity za určitý tréninkový cyklus. Posledním parametrem, který by měl být v rámci doporučení uváděn, je pak progresse (P - progression) (Brennan, 2002; McDermott a Mernitz, 2006; Zaleski et al., 2016). U progresse však platí, že čím je jedinec starší, tím pomaleji musí začínat a tím déle mu trvá adaptace na zatížení.

Frekvence a délka pohybové aktivity

Co se týká frekvence, většina doporučení uvádí 3–5 dní v týdnu (dle intenzity) respektive cvičit, když ne každý den, tak po většinu dní v týdnu. Cílová délka cvičení je obvykle uváděna jako více než 30 min (u náročné aktivity 20 min), přičemž v případě potřeby lze tuto půlhodinu rozdělit na 3 desetiminutovky. Začínající jedinci nicméně mohou v prvním týdnu zkusit cvičit jen 5–10 min a postupně cvičení dle svých možností prodlužovat (Izquierdo et al., 2021).

Typ pohybové aktivity

U typu aktivity se shodují různé odborné společnosti v tom, že aerobní/vytrvalostní cvičení je základ, ke kterému je potřeba přidat silový trénink velkých svalových skupin (8–10 cviků) alespoň 2 x v týdnu, obvykle ve dnech, které nejsou po sobě jdoucí, a 2–3 x týdně cvičení na podporu flexibility a rovnováhy. Multimodální preskripce zahrnující aerobní a odporový

trénink spolu s cvičením zaměřeným na udržení či zvýšení flexibility a u jedinců s rizikem pádů také cvičení rovnováhy je již mnoho let základním kamenem preskripce. Kombinace aerobní aktivity a odporového tréninku je totiž efektivnější než aktivita pouze jednoho typu, a ačkoli je obvykle větší efekt u aktivit s vysokou intenzitou zátěže, benefitů lze dosáhnout i u nižších úrovních (Chodzko-Zajko et al., 2009; Lee et al., 2017; Hamar et al., 2022). U seniorů je však efekt cvičení obvykle krátký a také dlouhodobé adaptace jsou při přerušení tréninku rychleji ztraceny než u mladších jedinců (Chodzko-Zajko et al., 2009). Pod cvičebním programem si obvykle představíme sofistikované cvičební metody, nicméně do celkového množství pohybové aktivity udržující zdraví je třeba započítat i habituální pohybovou aktivitu. Navíc i některé cvičební programy pro seniory jsou založené na cvičeních simulujících každodenní pohybové vzorce, což je důležité pro udržení soběstačnosti (Izquierdo et al., 2021).

Intenzita pohybové aktivity

Intenzita bývá často diskutovanou „položkou“ v preskripci pohybové aktivity a také pravděpodobně nejsložitěji stanovenou (Mazzeo et al., 1998). Přestože lze souhlasit s tvrzením Kábeleho (1998), že v seniorském věku je třeba cvičit s mírou – tedy tak, abychom se při cvičení i po něm cítili dobře, je potřeba se na tento aspekt preskripce podívat podrobněji. Zároveň je třeba připomenout, že u křehkých seniorů je třeba nejdříve posílit svaly a trénovat posturální stabilitu (Lee et al., 2017). Aby bylo u křehkého či výrazně nezdatného seniora možné začít například s chůzí jakožto nejobvyklejším způsobem aerobního tréninku, musí být nejdříve schopen vstát ze židle a udržet rovnováhu (Mazzeo et al., 1998; Izquierdo et al., 2021). V úvahu je tedy potřeba brát poslušnost a individuálně prioritizovat typ aktivity či zapojení svalových skupin (Izquierdo et al., 2021).

Silový trénink seniorů je v rehabilitační praxi obvykle odlišný od silového tréninku jedinců středního věku, protože základním prostředkem bývá spíše zatížení vlastní vahou. Cvičení by zároveň mělo mít cyklický charakter bez zadržování dechu. Počáteční zatížení u starších osob by mělo být realizováno zejména do únavy a být spíše nižší intenzity (40–50 % 1RM) s 10–15 opakováními. Později by měl přejít na střední zátěž (60–70 % 1RM) až zátěž intenzivní (80 % 1RM), které přinášejí největší zdravotní benefity (Galloza et al., 2017). Doporučená frekvence silového typu zatížení je 2–3 x týdně. Zároveň tento autor doporučuje i cvičení ve vodě jako dobrou alternativu pro jedince se špatnou rovnováhou a tam, kde by mělo být omezeno zatížení nosných kloubů. Také Hamar et al. (2022) uvádí, že u seniorů jsou bezpečná a dostatečně účinná silová cvičení s odporem na úrovni 60–70 % 1 RM s 10–12 opakováními v jedné sérii. Doporučuje 1–3 série cviků na hlavní svalové skupiny s přestávkami dlouhými 2–3 minuty.

Co se týká aerobního tréninku, mnoho doporučení historicky operovalo s intenzitou 50-80 % maxima ať už vztažené k tepové frekvenci nebo spotřebě kyslíku (Pozn. u křehkých seniorů ještě méně, např. 40–60 % tepové rezervy dle Mazzeo et al. 1998). To bylo pravděpodobně dáno předpokladem, že pohybový trénink je schopen ovlivňovat zdatnost jedince, pokud je intenzita zatížení v pásmu 60–80 % maximální spotřeby kyslíku (Bunc, 1998). U této spočítané intenzity však v praxi mohla činit problém jednak nutnost testovat jedince do maxima a jednak normy, resp. náležité hodnoty těchto ukazatelů u starších dospělých. Z podobných výpočtů vycházely často i cílové TF pro jednotlivé věkové skupiny (prezentováno např. jako doporučení dle American Heart Association v práci McDermott a Mernitz 2006). V novějších doporučeních se přesná procenta z maximálních hodnot spotřeby kyslíku či tepové frekvence již tolik nevyskytují. Obvykle je intenzita popisována spíše subjektivně, jako střední až vysoká (moderate to vigorous) a její odhad se vztahuje více k subjektivnímu vnímání, přičemž například střední intenzita na desetistupňové škále (kde 0 je žádná zátěž vsedě a 10 znamená maximální úsilí) odpovídá hodnotám 5–6 a vysoká hodnotám 7–8 (Zaleski et al., 2016; U. S. Department of Health and Human Services, 2018; Izquierdo et al., 2021). Střední intenzita je také dobře odhadnutelná jako cvičení, při kterém je jedinec schopen mluvit, aniž by se zadýchal (McDermott a Mernitz, 2006; U. S. Department of Health and Human Services, 2018). Odhadu a preskripci intenzity zatížení na základě subjektivního vnímání se věnuje studie 2 prezentovaná v kapitolách 4 a 5 (plný text práce je součástí příloh).

V celkovém objemu by pohybová aktivita měla činit alespoň 150 min týdně, u cvičení vyšší intenzity pak 75 min týdně, nebo jejich kombinace (Zaleski et al., 2016; Lee et al., 2017; Dempsey et al., 2021; U. S. Department of Health and Human Services, 2018; Izquierdo et al., 2021). Toto je považováno za minimum, pro větší zdravotní benefity pak je třeba progresivně zvyšovat cca na dvojnásobek uvedeného (Hamar et al, 2022). Jak popisuje Pelclová et al. (2012), významně vyšších benefitů, zejména v oblasti tělesného složení, mohou starší ženy dosáhnout při objemu větším než 300 min týdně při středně těžké zátěži. Nesmíme nicméně zapomínat na to, že v rámci progresu tréninku u začátečníků je vhodné nejprve vytvořit návyk, tj. vyžadovat určitou frekvenci PA, posléze prodlužovat trvání aktivity a teprve poté zvyšovat intenzitu (Lee et al., 2017).

2.2 Adherence k pohybovým aktivitám u seniorů

Pro skutečný preventivní a léčebný efekt pohybové aktivity je největší výzvou udržení pacientů v dodržování předepsané pohybové aktivity (Brennan, 2002). Z jedinců, kteří začnou se cvičením, přibližně polovina necvičí déle než 3–6 měsíců (King a Kiernan, 1998; Willis a

Campbell, 1992). Dle Sirur et al. (2009) až 2/3 pacientů nedodrží doporučené domácí cvičení, které jim zadal fyzioterapeut, což přirozeně způsobuje neefektivitu léčby. Tito autoři svůj teoretický článek o adherenci k pohybovým programům uvádějí kasuistikou seniora po iktu, který i přes cílené a realistické doporučení (trénink chůze) intervenci neabsolvoval, protože „neměl čas“. Lidé totiž často podléhají svým zvykům, určité rutíně a změnit životní styl je pro ně obtížné (Charness a Gneezy, 2008). Navíc bývají ovlivněni i sdělovacími prostředky a tento vliv není vždy s ohledem na zdravý životní styl pozitivní. Často je totiž nabízeno spíše rychlé „instantní“ řešení bez nutnosti investice vlastního úsilí a času.

Změna pohybového režimu totiž vyžaduje kognitivně-behaviorální přístup, tedy edukaci o pozitivěch pohybové aktivity (PA), mnohonásobné motivační strategie včetně cvičebních instrukcí, stejně jako stanovení cílů, sebemonitorování a řešení případných problémů (McDermott a Mernitz, 2006; Lee et al., 2017). Jen tak může být úroveň pohybové aktivity udržitelná.

Pojem adherence k pohybové aktivitě obvykle odkazuje na to, do jaké míry se jednotlivci pravidelně a trvale účastní daného cvičení v souladu s určitým doporučením nebo tréninkovým plánem. Tento termín je však zmiňován i v klasické medicíně, a to jako rozsah, v němž se chování jedince vzhledem k léčebným opatřením (užívání léků, stravovací návyky, celková změna životního stylu) shoduje s odsouhlasenými doporučeními zdravotníka (Slabá, 2017). Zde je pak důležité, že se nejedná jen o míru dodržení daných doporučení, ale také o aktivní pozici či přístup pacienta, který se stává klíčovým hráčem v udržení svého zdraví, nikoli jen pasivním příjemcem péče. Problematiku adherence k pohybové aktivitě můžeme v zahraniční literatuře zaznamenat už od 80. let minulého století a počet každoročně publikovaných prací na toto téma stále mírně vzrůstá. V doporučeních odborných společností, např. ACSM, najdeme často jednu nebo více kapitol o adherenci k pohybové aktivitě. Opakem vysoké adherence je pak „odpadlictví“, resp. „drop out“, což může znamenat jak to, že jedinec program vůbec nedokončil, tak to, že se např. nedostavil na cvičení déle než 30 dní (Annesi, 1998).

Nejčastěji bývá adherence k pohybové aktivitě popisována jako dosažená úroveň účasti na cvičebním programu či plánu, kterého se jedinec rozhodl účastnit (Evangelista et al., 2005). V angličtině tomu ale odpovídá spíše termín „class attendance“, který popisuje následné navštěvování lekcí po zařazení do programu (Tobi et al., 2012; Hawley-Hague et al., 2016) a nejčastěji je hodnocen procentuálně – jako poměr navštívených nebo provozovaných cvičení z ideálního počtu cvičení (Finnegan et al., 2015). Účast nižší než 40 % je považována za ukazatel nízké adherence, zatímco účast vyšší než 80 % je ukazatelem adherence vysoké (Willis a

Campbell, 1992; Tobi et al., 2012). Adherence je však daleko širší pojem a spočívá zejména v dostatečné účasti. V řadě prací je za adherujícího považován ten, kdo splňuje požadavek např. účasti alespoň na dvou třetinách ze všech cvičebních jednotek (Marcus a Stanton, 1993; Hawley-Hague et al., 2016) nebo maximální délky absence na cvičení 2 týdny (Annesi a Mazas, 1997).

Na pohybovou aktivitu můžeme pohlížet jako na behaviorální vzorec, způsob chování. Pro cvičební chování, resp. adherenci k pohybové aktivitě bylo navrženo několik teoretických modelů (Dishman 1994). V odborné literatuře se nejčastěji setkáme s ekologickými modely, které vysvětlují adherenci pomocí vzájemných vztahů mezi jednotlivci a jejich sociálním a fyzickým prostředím (Bauman et al., 2012). Velmi podrobně popsala teoretické pozadí adherenčního chování ve vztahu k pohybové aktivitě práce autorů Sirur et al. (2009), přičemž poukázala na nejčastější modely, které ve velké míře pracují s koncepty, jako jsou vnímaná osobní účinnost (perceived self-efficacy) a očekávané benefity. Vnímaná osobní účinnost reprezentuje přesvědčení člověka o jeho možnostech či schopnostech provést určitou činnost (Slepička et al., 2015). Sociálně kognitivní teorie zahrnující sociálně-ekologický model, který poukazuje na vztahy mezi osobními faktory a faktory prostředí je v oblasti adherenčního chování a behaviorálních faktorů změny životního stylu považována za nejobsáhlejší (Sirur et al., 2009; Finnegan et al., 2015). Sociálně-ekologický model popisuje faktory na úrovni intrapersonální (znalosti, přístupy, víry a osobnostní rysy), interpersonální (rodina, přátelé a vrstevníci poskytující sociální identitu a podporu), a komunitní – ta je spojena s prostředím, společenskými trendy a kulturními hodnotami (Baert et al., 2011). Dále bychom dle Baumana et al. (2012) našli na pozadí pohybového chování také faktory spojené s ekonomickým růstem či hospodářskou krizí, politickou situací, aktuálními zdravotními hrozbami, přírodními katastrofami apod. To se ostatně velmi dobře ukázalo při pandemii COVID-19, kdy se změnila nejen dostupnost sportovišť, ale také personální faktory (motivace ke cvičení, míra obav z nákazy při setkání s dalšími lidmi, množství volného času atd.).

Je tedy evidentní, že problematika adherence k pohybovým aktivitám je velmi obsáhlá. Jak popisují například autoři Herring et al. (2014), měli bychom na adherenci nahlížet nikoli jako na dichotomickou, ale jako na kontinuální proměnnou („adherenční kontinuum“), která je závislá na komplexu vzájemně se ovlivňujících faktorů. Dle Sirur et al. (2009) bylo identifikováno přes 200 proměnných, které korelují s adherencí k pohybové aktivitě, resp. ke cvičení, které doporučil fyzioterapeut. Tyto proměnné lze podle výše uvedených autorů uspořádat do 4 kategorií: jedinec (jeho víry a očekávání), onemocnění (chronicita, závažnost,

komplikace), léčba (komplexnost, délka, vedlejší účinky) a vztah k poskytovateli zdravotní péče (instrukce, supervize, zpětná vazba apod.). Navíc, jak uvádějí Aasdahl et al. (2021), určitá část variability v pohybovém chování může být vysvětlena i genetickými faktory. Systematická rešerše těchto autorů poukázala na to, že celogenomové asociační studie (genom wide association studies - GWAS) v tomto ohledu reportovaly několik jednonukleotidových polymorfismů spojených s různými fenotypy pohybového chování. Ve studii na dvojčatech autorů Stubbe et al. (2006) se heritabilita účasti na pohybové aktivitě lišila mezi různými zeměmi (nejnižší byla u norských mužů dvojčat, nejvyšší u mužů v Nizozemí, u žen nejméně v Austrálii a nejvíce v UK). Podle těchto autorů se společné faktory životního prostředí sdílené dvojčaty v mládí jako jsou domácí prostředí, škola a chování vrstevníků příliš nepromítají do pohybového chování dospělých. Výše uvedení autoři dávají pohybovou aktivnost do souvislosti zejména s osobností. Svědomitost, sebestimace, a sebekázeň jsou podle nich zásadní pro chování člověka. Dále to jsou individuální rozdíly ve struktuře a funkci nervového systému, které mohou ovlivnit míru kladného vztahu či averze k pohybové aktivitě. Také únava související s deplecí monoaminů může záviset na genetických rozdílech v monoaminergních systémech. Rozsah libých pocitů (odměny), které determinují naše chování, může záviset na genetické variaci v opioidních a dopaminových systémech. Genetické rozdíly v těchto pocitech lze nalézt i v období po cvičení. To znamená, že to, jak se cítíme po cvičení, může být ovlivněno genetickými predispozicemi, které ovlivňují naši tělesnou i psychickou odpověď na zátěž. Například geneticky dané rychlejší zotavení srdeční frekvence po cvičení může snížit některé negativní vjemy způsobené cvičením (Stubbe et al., 2006).

Jedním z popisovaných osobních faktorů je zdravotní stav a jeho vnímání daným jedincem. Tobi et al. (2012) popsali, že lidé s určitými zdravotními problémy (ortopedické, kardiovaskulární, jiné – neuromuskulární, sensorické aj.) mají významně nižší adherenci k pohybové aktivitě než lidé bez chronického onemocnění nebo s jiným typem onemocnění. To je v souladu s často popisovanou skutečností, že lidé se zdravotními problémy nebo se zdravotním postižením jsou obvykle inaktivní (Physical Activity Guidelines, 2018). Na druhou stranu bylo prokázáno, že adherence může korelovat s vnímanou závažností choroby (Yohannes et al., 2007; Tobi et al., 2012; Bauman et al., 2012). To můžeme často vidět i v praxi – pokud jedince choroba dostatečně neobtěžuje a on se necítí být chorobou „ohrožen“, jeho ochota ke změně životních zvyklostí bývá nízká. Jak uvádí Hošek (1998), racionální varování před degenerativními změnami jsou zpravidla málo účinná. Při náhle vzniklém problému, který jedince pohybově limituje, je často snaha o nápravu daleko vyšší než preventivní úsilí. V

psychologii se tomuto fenoménu věnuje tzv. model zdravotní víry (Health-Belief Model). Jeho základem je postulát, že pravděpodobnost adekvátního chování pro prevenci či kontrolu určité choroby je závislá na individuální percepci ohrožení osobního zdraví a přesvědčení, že dané chování skutečně tuto hrozbu omezí (Dishman, 1994).

Mezi další osobní faktory, které ovlivňují adherenci ke cvičení, lze zařadit pohlaví, věk a vzdělání (Bauman et al., 2012). Sociologické údaje o skupině cvičících členů Senior klubu při FTVS UK ukázaly, že mezi cvičícími bylo pouze 13 % mužů (Štílec a Bunc, 1998). Podobné zkušenosti máme s cvičebními programy nabízenými seniorské populaci také my, a to, že do těchto zdravotně-orientovaných programů se zapojují častěji ženy. Záleží tedy také na tom, jaký typ pohybové aktivity či cvičení sledujeme. Co se týká věku, obecně se má za to, že úroveň PA s věkem klesá a že adherence k pohybovým programům je u seniorů často nízká (Valenzuela et al., 2018).

V některých výzkumech se ale spíše setkáme s „J“ křivkou, ukazující největší propad aktivity ve středním věku. Například Tobi et al. (2012) ukázali na souboru čítajícím přes 700 jedinců, že dlouhodobá adherence se mění s věkem, přičemž u seniorů byla vyšší než u jedinců středního věku. Také Shin et al. (2018) reportovali vyšší adherenci u starších než středněvěkých (35–60 let) jedinců. Co se týká vzdělání, výzkumy neprokázaly jasnou souvislost. Můžeme se nicméně opřít o tezi, že lidé s vyšším vzděláním si více uvědomují zdravotní rizika hypokineze a bývají proto ochotni výrazněji a častěji se zapojit do pravidelné pohybové činnosti (Štílec a Bunc, 1998).

Ve spojitosti s dalšími rizikovými faktory civilizačních onemocnění je vhodné zmínit také kouření. Kuřáci mají až 2,46krát větší riziko odpadlictví oproti nekuřákům (Willis a Campbell, 1992). Další, v tomto kontextu často skloňovaný faktor, je nadváha a obezita (Bauman et al., 2012). To potvrzuje systematická rešerše a meta-analýza autorů Silveira et al. (2022), kteří uvádějí významný vztah mezi obezitou a sedavým chováním. Také v rámci sedmileté longitudinální studie souvisel nárůst obezity u starších žen se zvýšením sedavého chování na úkor lehké a středně těžké pohybové aktivity (Pelclová et al., 2021). O příčinách nízké adherence obézních jedinců k pohybovým programům můžeme spekulovat. Na vině mohou být tělesné potíže při realizaci pohybové aktivity (neobratnost, nízká zdatnost, únava, pocení a komorbidity na pohybovém aparátu), ale i psychické faktory (deprese, úzkost, stigmatizace či stud pramenící z nespokojenosti s fyzickým vzhledem, který je více vidět ve cvičebním prostředí).

Nižší úroveň deprese, nižší míra neuroticismu a větší optimismus se řadí mezi osobnostní charakteristiky udržující adherenci k pohybové aktivitě (Forkan et al., 2006; Yohannes et al., 2007; Stubbe et al., 2006). Co se týká neuroticismu, nižší adherenci u emočně labilnějších jedinců potvrzuje i práce autorů Potgieter a Venter (1995). Také při 20letém sledování skupiny mužů od středního do seniorského věku (Bartůňková, 1998b) se ukázalo, že u pohybově neaktivnějších mužů byl zároveň nejvyšší stupeň neuroticismu. Willis a Campbell (1992) upozornili na to, že naopak jedinci, kteří často odpadávají, bývají anxioznější, depresivnější, spíše hypochondričtí, s vyšší mírou introverze a nízkým egem. Dále, jak uvádějí autoři Moore et al. (2011), pacienti s mentálními problémy často mají více bariér ke cvičení a jsou anxioznější v cvičebním prostředí, a tudíž potřebují větší motivaci a oporu ze strany zdravotníků či tělovýchovných odborníků. Zajímavá je také studie Novaka et al. (2017), která poukázala na souvislost adherence k pohybovému režimu u diabetiků nejen s osobnostními rysy pacienta, ale také s osobnostními rysy jeho partnera. Vyšší úroveň neuroticismu obou partnerů korelovala prostřednictvím zvýšené emoční tísně daného páru s nižší adherencí k PA a dodržování dietních doporučení. Rizikovým jedincům i jejich rodině je proto třeba se více věnovat – například diskutovat s nimi problémy v adherenci a prevenci relapsu. Souvislost osobnostních faktorů s adherencí byla později studována spíše u adolescentů a mladých dospělých (Martinez et al., 2018; Müller, 2023; Yañez et al., 2020).

Naše korelační studie na skupině seniorek, cvičících skupinovou zdravotní tělesnou výchovu, souvislost mezi účastí na cvičebním programu a emoční stabilitou a extroverzí neprokázala (Dadřová et al., 2008). Určitým problémem bylo, že se jednalo o skupinu žen většinou již dlouhodobě docházejících (průměrně 6 let) s obecně vysokou účastí na cvičení (celkový průměr 89 % účast z celkového počtu nabízených lekcí) a velmi nízkým drop-outem (8 žen z původních 138) a také to, že osobnostní charakteristiky byly hodnoceny pouze screeningově s využitím Eysenckova osobnostního dotazníku. Docházka (účast – attendance) se mezi ženami s různou mírou extroverze ani různou mírou emoční stability nelišila. Zajímavé nicméně bylo, že více než dvě třetiny souboru dlouhodobě cvičících žen byly spíše introvertní. To jsme přisuzovali tomu, že se jednalo o typ cvičení, které bylo pomalé, zaměřené na vnímání pocitů z vlastního těla, dech a relaxaci. Poměrně vysokou adherencí (během roku „opustilo“ cvičení pouze 6 % žen a účast zbývajících žen na lekcích byla velmi vysoká) jsme si vysvětlovali zejména profesionalitou (pozn. lekce vedla PaedDr. Miluše Matoušová, bývalá členka katedry ZTV a TVL FTVS UK, autorka mnoha skript a populárně naučné literatury z oblasti zdravotní tělesné výchovy), nízkou cenou, vůdčí osobností cvičitelky a způsobem

vedení lekcí (vysvětlováním účelu cvičení, osobním přístupem – akceptací momentálního fyzického i psychického stavu cvičenek, schopností vyslechnout cvičenku a pochopit její problémy, poskytováním zpětné vazby atd.), a také sociální podporou. K té přispívala do určité míry homogenita skupiny (pohlaví, věk, zdravotní obtíže seniorského věku) a vytvoření sociální sítě, což bylo podpořeno i pravidelnými rekondičními pobyty pořádanými několikrát ročně, které utužily kolektiv. Setkávání s přáteli, sociální podporu a sounáležitost v určité sociální skupině jako podstatný faktor adherence ke cvičebním programům popsali např. Brennan (2008), McDermott a Mernitz (2006), Sun et al. (2013) a Shin et al. (2018).

Velmi důležitá je pro adherenci také předcházející zkušenost s pohybovou aktivitou, vnímání vlastních schopností a celkové sebepojetí. Tyto faktory dle autorů King a Kiernan (1998) mohou ovlivňovat zejména počáteční účast na cvičení. Důležitá je podle nich schopnost motivovat sebe sama. Víra ve vlastní schopnosti, resp. vnímaná osobní účinnost (perceived self-efficacy) byla prokázána jako pozitivní prediktor cvičebního chování (Fontaine a Shaw, 1995; Bauman et al., 2012; Moran et al., 2015; Olsen et al., 2015). Zde je třeba podotknout, že právě vlastní schopnosti a jejich vnímání (což není totéž), stejně jako prožitky spojené s pohybovou aktivitou, jsou extrémně důležité. U jedinců pohybově úspěšných obecně nebývá s adherencí problém, protože aktivita jim dává prožitek úspěchu a seberealizace. Naopak lidé pohybově méně úspěšní (méně šikovní, obézní atd.) mívají nižší adherenci proto, že jejich prožitek ze cvičení není příliš pozitivní. Jak bylo již naznačeno, neurální signalizace a systémy odměn v mozku mohou z velké části řídit sklon k tomu, aby byl jedinec fyzicky aktivní a adheroval k cvičebnímu programu. Dopaminergní a serotoninergní dráhy tedy mohou hrát roli v adherenci k PA u lidí, stejně jako je tomu u zvířat (Herring et al., 2014).

Neméně důležité jsou faktory spojené s prostředím a dopravou. Podle autorů King a Martin (1998) jsou důležité: příprava (např. vzdálenost bydliště od místa cvičení), čas a typ cvičení. Čím větší úsilí bude muset jedinec vynaložit, aby se PA zúčastnil, tím potenciálně nižší může být jeho adherence. To potvrzuje studie autorů Tai et al. (1999), kdy testovaní jedinci v dotazníkovém šetření popsali jako překážky v pohybovém programu nedostatek peněz, neznalost místních sportovních zařízení, nedostatek energie, absenci partnera ke cvičení a nedostatek času. Důležitost dostupnosti prostředí pro pohybovou aktivitu potvrzují například Chiang et al. (2019) z Taiwanu, kteří prostředí považují za klíčový faktor, zejména pak přístup a kvalitu infrastruktury pro chůzi, dostupnost služeb a rekreačních zařízení, a bezpečnost dopravy. Také v rámci ekologických modelů adherence k pohybové aktivitě se zdůrazňuje životní prostředí, resp. dopravní systémy, městská zeleň (parky, stezky), územní plánování atd.

(Bauman et al., 2012). Práce Sofkové et al. (2013) upozornila na to, že existuje vztah mezi obytnou infrastrukturou a tělesným složením, což znamená, že je vhodné plánovat strategie pro udržení a rozvoj zdravého životního stylu s ohledem na životní prostředí. Dále je třeba si uvědomit, že v chodeckém chování souvisejícím s dopravou a environmentálními faktory mohou být pohlavní rozdíly (Pelclová et al., 2013). Protokol zajímavé longitudinální studie týkající se vlivu infrastruktury na vztah adipozity a pohybového chování u starších žen publikovali například olomoučtí kolegové (Cuberek et al., 2019).

Problémem konceptu adherence je nicméně chybějící standardizace měření a také to, že ve většině studií se autoři spoléhají na data, která poskytli testovaní jedinci ve formě záznamových archů apod. (Hawley-Hague et al., 2016). To ukazuje i rozdílnost v údajích o adherenci, popisovaná různými studiemi. Nízká adherence může navíc způsobovat i horší výsledky randomizovaných studií, které se snaží přinést důkaz o pozitivním efektu cvičení na různé proměnné (Collado-Mateo et al., 2021). Proto někteří autoři navrhují, aby se klíčové proměnné hodnotily jen u studií, kde byla adherence nejméně 85 %, resp. kde byl drop-out menší než 15 % jedinců (Collado-Mateo et al., 2021; Maher et al., 2003).

Pravděpodobnost udržení pohybové aktivity záleží nejvíce na vnímaných benefitech (resp. výhodách) a bariérách aktivity (Shin et al., 2018). Kromě benefitů je v soudobé literatuře často skloňován také termín „facilitátor“, tedy faktor, který usnadňuje dané chování. Baert et al. (2011) ve své systematické rešerši s 44 studiemi představili 61 motivátorů/facilitátorů a 59 bariér provozování PA u jedinců starších 80 let. Mezi hlavní bariéry patřil zdravotní stav a tělesná omezení. Facilitátory pak zahrnovaly zlepšení zdraví, snížení bolesti, předchozí zkušenost s PA a také sociální komponentu – vztahy a podporu skupiny. Podle autorů další systematické rešerše (Collado-Mateo et al., 2021) lze identifikovat 14 hlavních klíčových oblastí adherence k pohybové aktivitě: charakteristika cvičebního programu; zapojení profesionálů z různých oborů; supervize; technologie; počáteční zhodnocení vlastností, bariér a facilitátorů účastníka; vzdělání účastníků, adekvátní očekávání a znalosti o rizicích a přínosech; příjemné prožitky; integrace do každodenního života; sociální podpora; komunikace a zpětná vazba; dostupné informace o pokroku jedince a monitorování; vnímaná osobní účinnost a kompetence; aktivní role účastníka; stanovení cílů. Výše uvedení autoři však jednotlivým oblastem věnují stejnou pozornost a nejedná se tedy o pořadí důležitosti. Pro každého jedince může být nejdůležitější jiná z klíčových oblastí. Je třeba také zmínit, že výhody a bariéry se mění během života. Například bariéra v podobě nedostatku času, která je typická pro střední věk, se jako bariéra po 60. roce věku obvykle snižuje. V seniorském věku se naopak

zvyšuje bariéra týkající se nedostatku cvičících přátel (Shin et al., 2018). Mezi časté překážky patří i zdravotní problémy nebo úmrtí partnera a ekonomická omezení (Rivera-Tavarez, 2017).

Jedním z neopomenutelných faktorů adherence je prožívaná radost při pohybové aktivitě a také určitý cíl, resp. užitečnost aktivity (práce na zahradě, pomoc s vnoučaty, charitativní pochod atd. (Pfeiffer, 1998). V rámci „užitečných“ aktivit typu zahrádkaření a chataření je ale potřeba si uvědomit často nepřiměřenou zátěž na kloubní aparát u těchto aktivit (Lepková a Engelová, 2013). Proto je vhodné uvažovat o ergonomii při těchto činnostech, aby byl případný negativní dopad na organismus jedince minimalizován. Podle Williamse (2008) záleží na tom, jak daný jedinec zátěž vnímá (příjemná / nepříjemná, lehká / těžká, baví ho / nebaví ho apod.) a zda si ji svobodně zvolil nebo k ní byl donucen (byla mu naordinována). Proto lze doporučit cvičení s přítelem, partnerem nebo domácím mazlíčkem (Brennan, 2008; McDermott a Mernitz, 2006).

Součástí doporučení PA pro zdraví a celkové změny životního stylu a udržení aerobní aktivity může být také brisk dog walking (McDermott a Mernitz, 2006). Česká republika patří mezi národy „pejskařů“, takže se nabízí otázka, zda je venčení psa podstatnou částí pohybového režimu a může tak zlepšit zdravotní stav jedince například ve starším věku. K tomuto tématu poskytla data průřezová studie (Mičková et al., 2019), na které jsem se ve spolupráci s kolegy z České zemědělské univerzity podílela a která je součástí výběru komentovaných prací (studie 3), viz kapitoly 4 a 5 (plný text práce je součástí příloh).

Negativními faktory, resp. bariérami PA jsou u seniorů často únava, bolest a strach (Pfeiffer, 1998). Únava jakožto ochrana před přetížením organismu je relevantním důvodem pro zvážení započetí či pokračování v pohybové aktivitě. Ve starším věku se však únava zvyšuje a snadno tak jedinec spadne do začarovaného kruhu únava – snížení PA – dekonďice – únava. Je třeba také počítat s možností změny pocitu únavy způsobené medikací (Pfeiffer, 1998). Mnoho seniorů užívá léky, které mohou při cvičení vyvolat nežádoucí účinky, takže je třeba jejich uživatele poučit o případných rizicích. Antihypertenziva (beta-blokátory a blokátory kalciových kanálů) mohou způsobit bradykardii a mohou maskovat příznaky hypoglykémie. Diuretika mohou přispívat k dehydrataci, nerovnováze elektrolytů a případně křečím. Antikoagulancia zase zvyšují riziko krvácení při eventuálním pádu či zranění při pohybové aktivitě. Psychotropní látky pak mohou přispívat k hypertermii a dehydrataci. A dále, inzulin a deriváty sulfonylurey zvyšují riziko hypoglykémie (Brennan, 2002).

Ve starším věku přibývá bolestivých stavů a je třeba zajistit, aby bolest neparalyzovala jedince v jeho aktivitách, resp. je omezovala co nejméně. K tomu přispívá nejen vhodně zvolená zátěž, poloha těla atd., ale také odlehčení např. DK při bolestech nosných kloubů a hledání optimální podpory dané aktivity pro fyziologický rozsah pohybu (s pomocí kompenzačních pomůcek, kineziotejpingu, vhodně zvolené obuvi apod.). Důležité také je, aby bolest byla zmírňována dle potřeby medikamentózně. To může být například problematické v zařízeních pro jedince s kognitivním deficitem, kde dochází k nedostatečnému ošetření, jak ukázala práce Holmerové et al. (2018).

Významným faktorem snižujícím adherenci k pohybové aktivitě může být obava z pádu či zranění v průběhu cvičení (Forkan et al., 2006). Naopak ani strach z pádu, ani snížená síla DK nebyly prediktory nízké adherence v britské studii OPERA autorů Finnegan et al. (2015). Ve výše uvedené práci měly největší vliv depresivní symptomy. Zásadní rozdíl oproti studii autorů Forkan et al. (2006) však je, že prvně uvedená studie zkoumala jedince žijící doma a jednalo se tedy o domácí cvičení. Oproti tomu Finnegan et al. (2015) se zaměřili na osoby s mírnou kognitivní poruchou v pobytových zařízeních (domovy seniorů a pečovatelské domy). Deprese a sociální zapojení byly určujícím faktorem adherence ke cvičení u lidí v domovech pro seniory, ale nikoli v pečovatelských domech. Můžeme tak spekulovat o nastavení služeb daných institucí, edukaci pracovníků, materiálních podmínkách apod. Navíc adherence k pohybové intervenci u obyvatelů domova seniorů také souvisí s vyšším stupněm samostatnosti, což popsali například Karlsson et al. (2021). Na druhou stranu, pokud aplikujeme jednoduchý cvičební program, například v délce 1 hod. dvakrát týdně, můžeme u pacientů s Alzheimerovou demencí žijících v pečovatelském domě docílit pomalejšího poklesu skóre aktivit všedního dne (activities of daily living – ADL), jak prokázali Rolland et al. (2007).

Zde je třeba poukázat na další podstatný faktor, a to, jestli je intervenovaný jedinec soběstačný, zda žije doma nebo v zařízení, a jaký je jeho zdravotní stav v oblasti fyzické i kognitivní. Rozdíly mezi těmito rezidenturami také souvisejí s nabídkou služeb fyzioterapie, pohybové terapie, turistiky, skupinového cvičení či jiné aktivizace. Tato nabídka může být různorodá jak v komunitě (město, obec), tak v pobytovém zařízení. Proto je součástí výběru prací do tohoto spisu studie 4 (viz kapitoly 4 a 5), na které jsem se podílela, a která se zabývá bariérami a facilitátory skupinové chůze u seniorů s demencí žijících v komunitě (plný text práce je součástí příloh).

2.3 Efekt cvičebních programů na vybrané atributy tělesného zdraví u seniorů

Pohybová aktivita (PA) je mnoha autory považována za klíčovou intervenci, protože může zpomalit pokles fyziologických funkcí spojených se stárnutím, oddálit nepříjemné involuční změny pohybové kompetence, a také zachovat určitou schopnost adaptace na vytrvalostní a silový trénink (Mazzeo et al., 1998; Bartůňková, 1998a; Hošek, 1998; McDermott a Mernitz, 2006; Chodzko-Zajko et al., 2009; Zaleski et al., 2016; Izquierdo et al., 2021; Hamar et al., 2022). Zároveň je dosažená úroveň tělesné zdatnosti často rozhodující pro zvládnutí nároků, vyplývajících z běžného života ve vysokém stáří (Bunc, 1998; Izquierdo et al., 2021). Dalším pilířem preventivních opatření je adekvátní výživa. Proto je v některých studiích přistupováno ke kombinované intervenci. Kromě manipulace s úrovní pohybové aktivity se u seniorské populace setkáváme se doplňováním bílkovin a vitamínu D, středomořskou stravou, nebo suplementací hydroxymetylbutyrátu, n-3 PUFA a karnosinu (Hamar et al., 2022; Colleluori a Villareal, 2021; Rogeri et al., 2021; Courel-Ibáñez et al., 2019).

Četné studie prokázaly, že udržování minimálního množství a kvality fyzického cvičení snižuje riziko kardiovaskulární mortality, sarkopenie, zabraňuje vzniku osteopenie a dokonce působí profylakticky proti neurodegeneraci.

Přínosy pohybového tréninku se liší v závislosti na objemu tréninku a tento vztah je podle mnoha autorů nezávislý na věku a pohlaví (Heller et al., 1998; Bunc a Skalská, 2016; Mendonca et al., 2016). Záleží však, jak vysokým věkem se v tomto ohledu zabýváme. V recentní studii autorů Gonçalves et al. (2024) se po multikomponentním cvičebním programu zlepšila fyzická zdatnost zejména u skupiny ve věku 60-69 let a 70-79 let, zatímco starší ženy nad 80 let vykazovaly pouze udržení zdatnosti. I to je však cenné a je to důležitá informace pro všechny, kteří vedou tyto cvičební programy.

O benefitech pravidelné pohybové aktivity v seniorském věku bylo publikováno mnoho studií s často rozdílnými výsledky. Na základě provedených systematických rešerší však lze tyto výsledky do určité míry zobecnit. Poměrně rozsáhlý systematický přehled meta-analýz intervenčních studií od autorů Di Lorito et al. (2021) například přinesl informaci, že cvičebními přístupy s nejlépe prokázaným efektem jsou odporový trénink, intervence s meditací a cvičení s aktivními videohrami. Na druhou stranu meta-analýza 105 studií s celkem 7759 účastníky zjistila, že mezi cvičebními přístupy nejsou v benefitech významné rozdíly (Valenzuela et al., 2023). Potvrdila nicméně to, že cvičební intervence významně zlepšují celkovou fyzickou

funkčnost u seniorů, přičemž nejsilnější vztah byl pozorován u 110–225 minut cvičení týdně, a největší zlepšení pak zaznamenáno při zatížení v délce 170 minut týdně.

Vzhledem k udržitelnosti PA je zajímavá průřezová studie autorů Dascal et al. (2018), která retrospektivně sledovala brazilské ženy a rozdělila je podle délky provozování PA. Ukázalo se, že ty ženy, které provozovaly fyzickou aktivitu po dobu alespoň 6 let, měly lepší výsledky v 6minutovém testu chůze a Timed Up and Go testu. Delší doba cvičení (16 let) nepřinesla významně lepší výsledky. Oproti sedavým ženám však měly všechny cvičící ženy nižší body mass index (BMI). Posturální stabilita ani kognitivní funkce se mezi skupinami nelišily, což je pochopitelné, protože jejich úroveň závisí na mnoha faktorech, které tato studie nehodnotila. Zároveň není zcela jasný výběr účastnic do studie, takže výsledky mohou být značně zkreslené výběrem subjektů.

Mezi pozitivní adaptace na zátěž se řadí zvýšení svalové hmoty a síly (Leenders et al., 2013), snížená adipozita a zvýšená kardiorespirační zdatnost (Irving et al., 2015). Právě tyto tři výše uvedené atributy jsou v rámci primární, sekundární i terciální prevence důležité pro stárnoucí populaci. Následující text se věnuje zejména problematice sarkopenie, která je jedním z hlavních problémů spojených s procesem stárnutí (Wilkinson et al., 2018). Sarkopenie se navíc rozvíjí velmi rychle u hospitalizovaných starších jedinců v důsledku nedostatku pohybu (Wan et al., 2023).

Tato ztráta svalové hmoty a síly má tendenci akcelarovat po zhruba 70. roce věku (Grimby a Saltin, 1983; Lexell, 1995; Hughes et al., 2001). Jejím projevem je zejména nižší rychlost chůze (Ghiotto et al., 2022). Sarkopenie je multifaktoriální proces spojený s několika rizikovými faktory včetně inaktivity, nedostatku příjmu bílkovin, nedostatku vitamínu D, inzulinové rezistence atd. (Rogeri et al. 2021). Jak ale uvádí Steffl et al. (2017), PA snižuje pravděpodobnost získání sarkopenie v pozdějším věku o 55 %.

Sarkopenické svaly se vyznačují heterogenitou ve velikosti vláken, atrofií svalových vláken 2. typu (fast-twitch), akumulací intramuskulárního tuku a pojivovou tkání se sníženou oxidační kapacitou (Mattioli et al., 2023). Kromě toho během sarkopenie dochází také ke ztrátě satelitních buněk, což snižuje regenerační kapacitu sarkopenických svalů při poranění.

V poslední době se setkáváme i s pojmem sarkopenické obezity, která je spojována se stařeckou křehkostí (frailty), kardiometabolickou dysfunkcí, disabilitou a vyšší mortalitou (Ghiotto et al., 2022). Za účinné strategie, podporující zdravé stárnutí a snižující pandemii obezity, patří přirozeně intervence týkající se životního stylu založené jak na cvičení, tak na

změně stravovacích návyků. Pokud je senior obézní a je mu doporučeno zhubnout (například před operací), je důležité, aby úbytek hmotnosti vyvolaný například pouze dietou, nebyl spojen se ztrátou svalů a kostní hmoty. Pak by totiž mohlo dojít ke zhoršení věkem podmíněné sarkopenie a výše zmíněné křehkosti u seniorů (Colleluori a Villareal, 2021).

Snížení svalové síly, respektive změna síly generované na jednotku aktivní svalové hmoty závisí nejen na objemu svalové hmoty, ale také na neuromuskulární funkci, a mechanických, kontraktilních, a architektonických vlastnostech svalu (Bunc a Štilec, 1998; Lee et al., 2017). I z toho důvodu je třeba k problematice přistupovat komplexně a nezaměřovat se pouze na posílení svalu. Důležité je také, které svalové skupiny je třeba prioritně ovlivnit, protože jejich funkce se liší, a pro zachování nezávislosti a schopnosti sebeobsluhy mohou být podstatné jiné svalové skupiny než pro sportovní činnost. Za klinicky relevantní pro seniory byly podle Mazzeo et al. (1998) považovány extenzory kyčle, extenzory kolene, plantární flexory i dorziflexory, břišní svaly, extenzory trupu, bicepsy a tricepsy na HK. Ve světle současného poznání je nicméně třeba k těmto svalovým skupinám přidat i svaly hlubokého stabilizačního systému páteře (Ko et al., 2014; Ge et al., 2022).

Kromě svalové tkáně je třeba pozornost věnovat i tkáni tukové. Tuková tkáň je důležitým metabolickým a endokrinním orgánem, který obsahuje tukové buňky (adipocyty), ale také imunitní buňky, které udržují homeostázu tkáně, ovšem mohou způsobovat i lokální zánět (Mattioli et al., 2023). Zánět v tukové tkáni může vést k inzulinové rezistenci a dalším metabolickým dysfunkcím a zároveň souvisí s chronickým systémovým zánětem (Nimmo et al., 2013; Michailidou et al., 2022). Chronický systémový zánět urychluje rozvoj onemocnění souvisejících s věkem, včetně rakoviny, obezity, sarkopenie a kardiometabolických onemocnění (Hernández-Lepe et al., 2023). Prozánětlivé cytokiny pak ovlivňují genovou expresi satelitních buněk a regeneraci svalů, což přispívá k poklesu svalové hmoty v závislosti na věku a obezitě a může být základem souvislosti mezi systémovým zánětem a sarkopenií (Mattioli et al., 2023).

Pohybová aktivita má důležitý vliv na zánět v tukové tkáni z několika důvodů. Jednak přispívá ke snížení zánětlivých procesů v tukové tkáni, například potlačením infiltrace makrofágů do tukové tkáně a aktivací makrofágů, které jsou spojeny s protizánětlivými reakcemi. A dále například díky změnám v endokrinní aktivitě, tedy v produkci adipokinů (Gleeson et al., 2011). Souhrnně mohou změny v tukové tkáni vyvolané pohybovou aktivitou přispívat k celkovému zlepšení metabolického zdraví a prevenci metabolických onemocnění (Thyfault a Bergouignan, 2020).

Ve výzkumné části této habilitační práce jsou popsány studie realizované na ženách seniorského věku na našem pracovišti, zejména pak studie projektu EXODYA (Effect of EXercise training and Omega-3 fatty acids on metabolic health and DYsfunction of Adipose tissue in elderly - Vliv pohybové aktivity a omega-3 mastných kyselin na metabolické zdraví a dysfunkci tukové tkáně u seniorů, reg. č. NCT03386461), na kterém jsem participovala v letech 2016-2019 jako vedoucí fakultního týmu, který měl na starosti nábor účastnic výzkumu, hodnocení různých složek tělesné zdatnosti a zejména stavbu a realizaci pohybové intervence u zkoumaných žen seniorského věku. K této problematice se váží dále uvedené studie 6–8.

Podle autorů Van Camp a Boyer (1989) je důležité, aby byl cvičební program opravdu pečlivě realizován s ohledem na potenciální problémy, které mohou cvičení seniorů provázet. V souladu s těmito autory je tedy třeba dívat se i na kvalitu cvičení z hlediska exacerbace bolestivých stavů, rizik pádu či zranění a neadekvátního zatížení vedoucího k předčasnému ukončení cvičení a snížení adherence k pohybové aktivitě. Aby bylo dosaženo optimálního působení cvičebního programu z hlediska zaměření na zdraví (nikoli na výkon), je třeba věnovat velkou pozornost jeho konkrétnímu zacílení a také kvalitě provedení (Daďová a Vařeková, 2015).

Zdravotně-tělovýchovné programy u seniorů mohou být zaměřeny na obecné zdravotní působení, prevenci konkrétních obtíží, nebo mohou zdůraznit některou z oblastí pohybového aparátu (Clemson et al., 2004; Bode et al., 2006). Také způsob cvičení – resp. jeho rychlost a kvalita provedení jsou nejen u seniorů důležité. Lze souhlasit s Kubíčkovou (1998), že vhodný pohyb pro seniory má být spíše pomalý a plynulý, rytmický, často se opakující a zároveň ladný. Navíc se nemusí týkat pouze velkých svalových skupin, ale měl by zahrnovat i cvičení jemné motoriky, plosky nohy, oči a třeba i jazyka. Například cvičení plosky nohy může výrazně ovlivnit kvalitu chůze. Vzhledem k tomu, že jedinec díky cvičení aktivizuje svaly plosky nohy, zlepší její prokrvení a vnímání terénu, a ovlivní tím i zásadně svoji posturu, je pak schopen akceptovat větší zátěž (rychlejší chůzi nebo delší vzdálenost) s menšími důsledky (tj. menší následnou únavou nebo bolestí). Proto je vhodné do intervenčních cvičebních programů zařazovat i cvičení založené na metodách zdravotní tělesné výchovy. To obvykle vychází z jednoduchých prvků, které zahrnují: uvědomělý pohyb s důrazem na procvičení celého těla, uvolnění nadbytečného napětí a podporu svalové rovnováhy, dechová cvičení, relaxační cvičení, a také posturální korekci (Daďová a Vařeková, 2015). Z toho důvodu je do spisu zařazena studie 5, která popisuje efekt takového cvičebního programu na vybrané parametry funkční zdatnosti seniorek.

Podobně také jógová cvičení mají v tomto ohledu velký potenciál, protože jsou zaměřena právě na sebeuvědomění a podporu různých složek funkce pohybového aparátu a zároveň obsahují edukační složku. Důkazů o příznivém působení jógy na řadu atributů tělesné zdatnosti a kvality života v poslední době přibývá. Například 4týdenní intervence založená na józe měla pozitivní účinky na statickou i dynamickou rovnováhu, složení těla a psychosociální složku kvality života u starších jedinců (Krejčí et al., 2022). Dalšími slibnými intervencemi, které nabývají na popularitě a získávají důkazy o pozitivním působení na fyzické funkce, krevní tlak, tělesné složení, riziko pádu či deprese a úzkosti, jsou Tai-Chi a Čchi-kung (Rogers et al., 2009; James et al., 2022).

Ukazuje se, že cvičební programy obohacené o edukační složku vedou k dlouhodobému zlepšení nejen tělesné kondice, ale kondice celkové, též označované jako kvalita života. Řada experimentů prokázala, že i měsíce po absolvování edukačního programu mají sledované osoby aktivnější životní styl, menší množství zdravotních obtíží, lepší psychickou kondici a menší spotřebu léků (Vařeková, 2001).

2.4 Efekt cvičebních programů na kognitivní funkce u seniorů

S názorem, že cvičení může mít pozitivní vliv na kognitivní funkce, se můžeme setkat již v literatuře ze 70. let (Young, 1979), přičemž od té doby bylo publikováno mnoho studií na toto téma. K úbytku kognitivních funkcí dochází nejen stárnutím, ale jejich snížení může být důsledkem také některých onemocnění, a to nejen Alzheimerovy choroby, ale také např. chronické obstrukční nemoci plic (Dodd et al., 2010), roztroušené sklerózy (Motl et al., 2011), mozkové mrtvice (Quaney et al., 2009), a dalších. Pokles kognitivních funkcí má zásadní vliv na nezávislost jedince a výskyt zdravotního postižení (Williamson et al., 2009).

Důkazy ze studií na zvířatech i na lidech podporují neuroprotektivní roli pohybové aktivity při modifikaci struktury, metabolismu i funkce mozku a zachování kognitivní výkonnosti u starších dospělých (Kirk-Sanchez et al., 2014; Carvalho et al., 2014; Ingold et al., 2020). Pravidelné cvičení a vyšší aerobní zdatnost jsou spojeny s větším objemem mozku, zlepšenou neurofyziologickou odpovědí na podněty (měřeno EEG) a vyššími hladinami růstových faktorů, které podporují růst mozkové tkáně, neurogenezi a angiogenezi (Kirk-Sanchez et al., 2014). Předpokládá se, že mozek staršího jedince disponuje určitou plasticitou a že je tedy do určité míry možné zvrátit změny způsobené stárnutím (Erickson et al., 2009; Vaughan et al., 2014; Kirk-Sanchez et al., 2014). Lidé s aktivním životním stylem také mají větší „kognitivní rezervu“, která může oddálit progresivní věkově podmíněný pokles kognitivních funkcí, ale i

pokles těchto funkcí v klinických populacích, včetně jedinců s demencí (Verburgh et al., 2014; Stern 2002). Kognitivní rezerva dle Yaakova Sterna (2002) je ovlivněna řadou faktorů, včetně vzdělání, povolání, zapojení do intelektuálně stimulujících aktivit a sociálních interakcí. Díky tomu mohou například někteří lidé efektivněji aktivovat kompenzační mechanismy při odolávání účinkům degenerativních změn v mozku. Naopak inaktivní jedinci mají výrazně vyšší riziko výskytu kognitivních poruch. Existují však i studie, které pozitivní vliv cvičebního programu (střední až vysoká intenzita aerobní a silové) na zpomalení poklesu kognitivních funkcí u lidí s mírnou až středně těžkou demencí neprokázaly (Lamb et al., 2018).

Podle systematické rešerše autorů Angevaren et al. (2008) jsou některé funkce mozku k pohybové aktivitě citlivější než jiné. Pozitivní vliv byl v souladu se zvýšením kardiorespirační zdatnosti zaznamenán například u řízení motoriky, paměťových funkcí a sluchové pozornosti. Mírné zlepšení bylo zaznamenáno například u rychlosti zpracování informací a zrakové pozornosti. Tato studie byla však provedena na zdravých osobách starších 55 let.

Co se týká formy cvičení, nejvíce byla zkoumána a také doporučována aerobní aktivita. Zvýšení objemu mozku a signifikantně větší objem hipokampu (dle magnetické rezonance) po 6měsíčním programu aerobního cvičení popsali u žen ve věku 70–80 let například autoři ten Brinke et al. (2014). Thielen et al. (2016) na základě své studie se zdravými staršími jedinci uvedli, že pravidelná aerobní PA u těchto osob je spojena se zvýšenou aktivací a funkční konektivitou v oblastech mozku spojených s epizodickou pamětí. Vyšší úroveň aerobní PA byla spojena s lepším výkonem v paměťových úlohách a také s nižší úrovní systémového zánětu, hodnoceného hladinou interleukinu 6 (IL-6) v krvi.

Nicméně Young et al. (2015) ve své systematické rešerši randomizovaných studií uvádějí, že nenašli žádný důkaz o tom, že by aerobní pohybové aktivity (včetně těch, které úspěšně zlepšují kardiorespirační zdatnost) zlepšovaly kognitivní výkon u kognitivně zdravých starších dospělých. Podle autorů Erickson a Kramer (2009) kombinace aerobního a ne-aerobního cvičení přináší větší efekt než jednotlivé typy tréninku samostatně. K podobnému závěru došli i Vaughan et al. (2014). Multikomponentní cvičební program ve studii těchto autorů měl pozitivní efekt na fyzickou a kognitivní výkonnost a koncentraci mozkového neurotrofního faktoru (brain-derived neurotrophic factor – BDNF).

U intenzity zátěže je situace poněkud komplikovanější. Při nadprahovém zatížení dochází ke zvýšené produkci stresových hormonů, které mohou mít na mozkovou tkáň vliv negativní (Tierney et al. 2010). Zatímco střední intenzita pohybové aktivity zachování a rozvoj

kognitivních funkcí podporuje, dlouhodobá intenzivní tělesná zátěž je může zhoršovat. Proto by doporučení měla směřovat spíše do úrovně střední a nižší intenzity zátěže, tedy 40–60 % maximální spotřeby kyslíku nebo subjektivně kolem hodnoty 13 dle Borgovy RPE škály. Na neuroprotektivní účinek pohybové aktivity mírné intenzity ukazuje i práce autorů Jeste et al. (2016), která popsala lepší exekutivní funkce u starších lidí žijících v komunitě ve spojení s „lehkým“ cvičením. Také němečtí autoři Flöel et al. (2010) uvedli, že i nízké hladiny pravidelné pohybové aktivity mají ve vyšším věku velký význam na objem, strukturu i funkce mozkové tkáně. Na druhou stranu ale výsledky jiných observačních studií poukazují na to, že neuroprotektivní vztah mezi fyzickým cvičením a kognitivní výkonností u starších dospělých závisí na dávkování (Kirk-Sanchez et al., 2014).

Pro dosažení potřebného efektu je ale třeba aktivitu udržovat dlouhodobě. Pravidelná pohybová aktivita souvisí se zlepšením paměti, pozitivními změnami objemu šedé hmoty a se zvýšením hladiny neurotrofinů více než s těmito parametry souvisí tělesná zdatnost (Flöel et al., 2010). Dle Ericksona a Kramera (2009) je 6měsíční aerobní aktivita na střední intenzitě dostatečná, aby způsobila významné zlepšení kognitivních funkcí.

Dle autorů Calamia et al. (2018) jsou počty kroků, jednoduše a levně měřitelné krokoměrem či v současné době aplikací mobilního telefonu, pevně spojeny s aspekty kognice. Jelikož intervence založené na krokoměru prokázaly úspěch při zvyšování každodenní fyzické aktivity u starších dospělých, větší počet budoucích studií by měl zvážit měření kognitivních výsledků těchto intervencí. Na druhou stranu, pomocí průměrného denního počtu kroků můžeme do určité míry rozlišit rané a pozdní stádium mírné kognitivní poruchy u starších osob, což s využitím akcelerometru prokázal Chang (2020). Jeho výsledky naznačují, že vyšší úroveň pohybové aktivity, vyjádřená počtem kroků, je spojena s lepšími výsledky v kognitivních testech.

Gallardo-Gómez et al. (2022) uvádějí, že odhadované minimální množství pohybové aktivity spojené s klinicky relevantními změnami kognice je 724 MET-min za týden, zatímco u množství nad 1 200 MET-min týdně byla pozitivita cvičení méně jasná. To jsou zároveň objemy PA, zhruba odpovídající nejnovějším doporučením (Bull et al., 2020). Důležité však je, že klinicky významné účinky se vyskytují v nižších dávkách u mnoha typů cvičení. Autoři tedy podporují současná doporučení WHO, že jakákoli aktivita je lepší než žádná. Zároveň ukazují nelineární vztah mezi objemem PA a kognicí u starších dospělých, který je navíc závislý na typu cvičení. Poměrně důležitým sdělením této práce bylo, že pro vyvolání klinicky významných změn jsou třeba nižší dávky odporových cvičení ve srovnání s aerobními

aktivitami. Zajímavým zjištěním této studie také bylo, že stav obezity byl hlavní moderátor účinků cvičení na kognici. Její výsledky dále naznačují, že starší dospělí s nadváhou/obezitou mohou mít prospěch z nižší úrovně cvičení, než je doporučeno pro běžnou populaci, protože předpokládaná dávka, při které byl pozorován maximální účinek pro tuto podskupinu, byla cca 600 MET-min za týden, což je dosažitelný cíl pro tuto pohybově znevýhodněnou skupinu.

Vyšší úroveň a zároveň střední intenzita PA předpovídá lepší výkon v oblasti epizodické paměti a celkových kognitivních funkcí u starších dospělých. Vyšší energetický výdej (nad 373 kcal za den) a intenzita alespoň 3,7 METs jsou na základě 8letého sledování autorů Sewell et al. (2023) efektivním způsobem, jak si zachovat kognitivní funkce. Přesto nelze považovat tento vztah za kauzální, protože preklinické změny mozku mohou ovlivnit úroveň PA v letech předcházejících diagnóze demence, stejně jako řada dalších faktorů.

Paměť je pravděpodobně nejstudovanějším parametrem při hodnocení vlivu pohybových intervencí na kognitivní funkce. Jednak proto, že zejména poruchy krátkodobé paměti patří mezi první příznaky Alzheimerovy choroby, a patrně také z důvodu velkého množství hodnotících metod, které nejsou příliš časově náročné. Proto je následující text zaměřen zejména na tuto část kognitivních funkcí.

Epizodická a pracovní paměť s postupujícím věkem přirozeně klesají. Nicméně, rozsáhlé populační studie dokumentují dobře zachované fungování paměti u některých starších jedinců. Existuje názor, že individuální rozdíly v charakteristikách mozku nebo ve způsobu, jakým lidé zpracovávají úkoly, umožňují některým jedincům lépe se vyrovnat s mozkovou patologií než ostatním, a proto vykazují zachovanou paměťovou výkonnost (Nyberg et al., 2012). Tito autoři popisují koncept kognitivního superstárnutí (SuperAging). Podle Harrison et al. (2012) jsou SuperAgers definováni jako jedinci starší 80 let, kteří mají výkonnost epizodické paměti alespoň tak dobrou jako jsou normativní hodnoty osob ve věku 50–65 let. Rogalski et al. (2013) například uvedli, že tito jedinci měli větší tloušťku mozkové kůry oproti vrstevníkům s průměrnou kognicí a nižší výskyt alely $\epsilon 4$ apolipoproteinu E než běžná populace. Tato alela je variantou genu apo-E, a považuje se za genetický faktor spojený s vyšším rizikem Alzheimerovy choroby (Rosenich et al., 2022). Podle autorů Kirk-Sanchez et al. (2014) mají super-stárnoucí osoby výjimečnou schopnost udržet si zdravý mozek a normální kognitivní funkce i ve vysokém stáří. Za posledních cca 10 let byla v oblasti tohoto relativně nového konceptu publikována řada prací. Například studie využívající 7121 účastníků UK Biobank (pozn. Jedná se o rozsáhlý britský výzkumný projekt, zřízený pro zkoumání determinant nemoci středního a staršího věku, který běží od roku 2006) ukázala na to, že tito super-stárnoucí jedinci

mají nejvyšší celkový objem mozku, nejlepší kognitivní výkon a nejlepší funkční konektivitu (Klinedinst et al., 2023).

Je třeba si uvědomit, že paměť jako kognitivní schopnost není izolovaná, a je propojená s dalšími kognitivními schopnostmi, jako jsou pozornost, exekutivní funkce, ale také externími faktory jako je stres apod. Na souvislost pohybové aktivity a paměti ve starším věku poukázala například průřezová studie, na které jsem se spoluautorsky podílela (Steffl et al., 2019). Ta analyzovala data získaná ze 4. vlny Survey of Health, Ageing, and Retirement in Europe (SHARE), což je multidisciplinární a mezinárodní databáze dat o zdraví, socioekonomickém stavu, a sociální a rodinné síti přibližně 140 000 jedinců ve věku 50 a více let (kolem 380 000 rozhovorů). Z této databáze byla analyzována data více než 23 tisíc jedinců průměrného věku 70,2 let. Paměť zde byla hodnocena v oblasti verbální složky, a to v bezprostředním a oddáleném vybavení pomocí Hopkinsonova verbálního testu učení (HVLT). Lineární modely prokázaly několik faktorů významně spojených s výkonem paměti. Věk a závažná omezení v pohybových aktivitách byly negativně spojeny s výkonností paměti ve všech analýzách bez ohledu na rozdíl mezi pohlavími. Z hlediska prevence a celkového životního stylu je důležité, že úroveň vzdělání a pohybové aktivity střední intenzity provozované více než jednou týdně byly dle všech analýz pozitivně spojeny s výkonem v testu paměti. Na druhou stranu data prokázala i negativní spojitost horší paměti s nadměrnou konzumací alkoholu, kouřením a nedostatečným pitným režimem (nealkoholických nápojů). Je nicméně třeba přiznat, že z těchto analýz nelze dovozovat kauzalitu, a to jak z důvodu typu studie (průřezová), tak kvůli možným zkreslením již při výběru jedinců do databáze, subjektivního zkreslení při získávání dat na základě údajů od testovaných osob získaných osobními rozhovory a dotazníky, případně telefonickými rozhovory v zastoupení atd. Zjištění této studie jsou však konzistentní s většinou předchozích i později publikovaných studií. Zdůrazňují navíc důležitost pohlavně specifických rozdílů.

Dále můžeme uvažovat také o určité genetické výhodě či zátěži, která naše paměťové schopnosti determinuje. Zajímavá je v tomto ohledu čínská prospektivní kohortová studie autorů Jia et al. (2023), jejímž cílem bylo identifikovat optimální profil životního stylu vedoucí k prevenci ztráty paměti u starších jedinců. Studie se zaměřila na osoby starší 60 let s normálními kognitivními funkcemi, kteří podstoupili genotypizaci apolipoproteinu E (apo-E) v roce 2009 a sledovala je po dobu 10 let. Celkem bylo sledováno 6 oblastí zdravého životního stylu: zdravá strava, pravidelná pohybová aktivita, aktivní sociální kontakt, aktivní kognitivní činnost, absence kouření a absence alkoholismu. Podle počtu faktorů byli testovaní rozdělení

do kategorií, přičemž byla hodnocena jejich kognice pomocí Mini Mental State Examination (MMSE), což je screeningová metoda užívající se pro zjištění úrovně globální kognice (Folstein et al., 1975; Štěpánková et al., 2015). Paměť byla hodnocena pomocí testu verbálního učení WHO/UCLA. Výsledky ukázaly pomalejší úbytek paměti při dodržování zdravého životního stylu, a to i v přítomnosti alely 4. To znamená, že i navzdory vyššímu genetickému riziku může mít jedinec se zdravým životním stylem šanci zachovat si kognitivní funkce či zpomalit jejich pokles.

Na základě výše uvedených prací, které naznačují pozitivní vliv životního stylu a zejména pravidelné pohybové aktivity na paměť, je součástí komentovaného souboru prací také studie zaměřená na možnosti zlepšení krátkodobé paměti a koncentraci mozkového neurotrofického faktoru po intervenčním programu (studie 9, viz kapitoly 4 a 5, plný text je součástí příloh). Data vycházela z již zmíněného projektu EXODYA a doplňují tak spektrum možných benefitů pohybové aktivity.

3. Cíl

Cílem této habilitační práce je shrnutí poznatků z publikovaných prací autorky a jejich zasazení do kontextu širěji pojaté problematiky, kterou je udržitelnost úrovně pohybové aktivity seniorů. Dále je cílem propojit výsledky jednotlivých oblastí bádání a na jejich základě vytvořit doporučení do praxe.

Protože jsou cíle níže uvedených studií poměrně různorodé, jsou primárně uvedeny v podkapitolách popisujících jednotlivé studie. Tyto podkapitoly prezentují stručně výsledky a poskytují k nim komentář, přičemž detaily lze dohledat v plných textech, které jsou součástí příloh. Následující kapitola slouží pro stručný popis metodologie jednotlivých prací, detaily jsou pak opět v plných textech (viz přílohy). Vzhledem ke stejnému projektu, z něhož vycházejí data pro studie 6–9, popisují u těchto studií metodologii společně. Zároveň je v metodologické sekci společně popsáno také statistické zpracování.

4. Přehled metodologie

4.1 Výzkumné soubory předkládaných studií

4.1.1 Studie 1 (preskripce PA lékaři)

Anonymního výzkumného šetření se zúčastnilo 657 účastníků vybraných kurzů Institutu postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví (458 žen, 199 mužů) průměrného věku $38,8 \pm 9,74$ let, různých specializací a různé délky praxe. Vzhledem k anonymnímu sběru dat nebyl žádán souhlas etické komise.

4.1.2 Studie 2 (změny SF u pacientů s metoprololem)

Na základě dostupného výběru se studie zúčastnilo 10 žen a 8 mužů (věk $62,72 \pm 7,23$ let; BMI $26,51 \pm 3,45 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$). Kritéria pro výběr do studie byla: věk méně než 75 let, stabilizovaný stav, onemocnění koronárních tepen a/nebo hypertenze léčené metoprololem, a sedavý životní styl. Dávkování metoprololu bylo $0,54 \pm 0,24 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ dvakrát denně (25 nebo 50 mg na dávku). Ten byl užíván mezi 6. a 7. hodinou ráno a mezi 18. a 19. hodinou večer. Vyšetřovaní jedinci měli předchozí zkušenost se zátěžovým testováním na bicyklovém ergometru. Všichni podepsali informovaný souhlas schválený etickou komisí FN Motol.

4.1.3 Studie 3 (PA seniorů vlastních psů)

Do této studie bylo kritériálním výběrem zařazeno 44 starších dospělých průměrného věku $69,5 \pm 5$ let, rozdělených do 2 skupin: 26 majitelů psů a 18 jedinců, kteří psa nevladnili. U majitelů psů bylo podmínkou, aby deklarovali, že psa venčí pravidelně, nejméně 2 x denně. Inkluzní kritéria zahrnovala věk 60–79 let, schopnost vyplnit požadovaný dotazník, ochota nosit akcelerometr po uvedenou dobu, schopnost vykonávat běžné denní aktivity a normální kognitivní funkce. Studie byla schválena etickou komisí České zemědělské univerzity a všichni účastníci podepsali informovaný souhlas.

4.1.4 Studie 5 (cvičební program ZTV pro seniory)

Studie se zúčastnilo 16 žen ve věkovém rozmezí 60–82 let (průměrný věk $71,88 \pm 6,5$ let), mírně až středně aktivních, s BMI v rozsahu 23–37 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ (průměrně $28,4 \pm 5,3$). Jednalo se o skupinu žen, která docházela 1 x týdně na pravidelné cvičení organizace Kardio M+M, z.s. do Institutu sportovního lékařství v Praze 7. Všechny vyšetřované ženy podepsaly informovaný souhlas schválený etickou komisí UK FTVS.

4.1.5 Studie 6-9 (výzkumný projekt EXODYA)

Z původních 213 žen, které byly ochotné na základě inzerátu vstoupit do studie, bylo nakonec zařazeno 86 žen, které splnily daná kritéria. Inkluzní kritéria studie EXODYA byly: ženy ve věku 60–80 let, bez závažných onemocnění. Vylučovací kritéria zahrnovala: větší ztráta hmotnosti více než 3 kg během 3 měsíců před studií; kouření; diagnostikované onkologické onemocnění, diabetes nebo onemocnění jater/ledvin; neléčená hypotyreóza; užívání beta-blokátorů, steroidů a/nebo omega-3 doplňků stravy; a dlouhodobé užívání nesteroidních protizánětlivých léků (vyjma 100 mg anopyrinu denně). Ženy mohly brát léky na snížení cholesterolu a krevního tlaku (z důvodu, že 70–90 % starší populace tyto léky užívá). Tyto ženy byly dále rozděleny na základě výsledků vstupního zátěžového testu a vstupního vyšetření Senior Fitness Testem (SFT) do tří skupin: trénované (N=28), středně trénované (N=29) a netrénované (N=29). Všechna vyšetření proběhla v souladu s Helsinskou deklarací. Projekt byl schválen etickou komisí Fakultní nemocnice Královské Vinohrady a všechny ženy podepsaly informovaný souhlas. Přehledný design studie EXODYA je dostupný v rámci plných textů článků (Čížková et al., 2020; Daďová et al., 2022).

Průřezová část

Do této části studie vstoupilo 48 žen (věk 62–80 let, BMI 19,3–29,9 kg.m⁻²). Ženy s vyšším BMI byly z průřezového srovnání (které se týkalo zejména analýzy zánětlivých parametrů v tukové tkáni) vynechány, aby se omezil vliv obezity na zánět tukové tkáně. Pro další minimalizaci vlivu různého zastoupení tukové hmoty ve 2 skupinách, byla nakonec provedena subanalýza u 11 žen trénovaných a 11 žen netrénovaných.

Intervenční část

Do části studie s intervenčním programem vstoupilo 55 žen (věk 62–80 let, BMI 19,3–37,0 kg.m⁻²). Součástí souboru byly ženy netrénované (n=22), středně trénované (N=20) i trénované (N=13). Ženy byly náhodně rozděleny do 2 skupin tak, aby byly srovnatelné dle věku, BMI a VO₂peak. Skupina 1 (v publikacích označeny ET-CAL, Calanus, nebo CAL-EX; N=28) dostávala výživový doplněk s obsahem omega-3 a voskovými estery (5 kapslí/den Calanus oil, Calanus a.s., Norsko – s obsahem 125 mg kyseliny eikosapentaenové (EPA) a 105 mg kyseliny dokosaheptaenové (DHA)). Skupina 2 (v publikacích označena ET-PL, Placebo nebo PLA-EX; N=27) dostávala placebo tobolky identického vzhledu (5 tobolek/den slunečnicového oleje, Calanus a.s., Norsko). Z každé skupiny během intervence odpadla 1 osoba. V rámci analyzovaných výsledků pak počty žen ve skupinách mírně variovaly.

4.2 Metody

4.2.1 Studie 1 (preskripce PA lékaři)

Metodou této studie byl nestandardizovaný dotazník vlastní konstrukce, vytvořený týmem Kliniky tělovýchovného lékařství 2. LF a FN Motol, který měl 26 otázek, z nichž většina byla uzavřená.

4.2.2 Studie 2 (změny SF u pacientů s metoprololem)

Každý subjekt podstoupil dva zátěžové testy na bicyklovém ergometru (Cateye 1600) v identickém protokolu, jeden ráno (2–3 hodiny po medikaci) a jeden odpoledne (8–9 hodin po medikaci) v náhodném pořadí, v odstupu 2–21 dnů. Protokol testu zahrnoval dva stupně submaximální zátěže ($0,5 \text{ W.kg}^{-1}$ a 1 W.kg^{-1}) v délce 4–5 minut, následované kontinuálně zvyšovaným testem do maxima (po přiměřené době zotavení). Před, v průběhu testu a v zotavení byly zaznamenávány hodnoty srdeční frekvence (SF), systolického krevního tlaku (STK) a elektrokardiografie (EKG). Spotřeba kyslíku (VO_2) byla hodnocena v poslední minutě každého stupně a během kontinuálně zvyšovaného zatížení. Pro hodnocení subjektivního zatížení byla použita 15stupňová Borgova RPE škála (Borg 1998), a to opět na konci každého stupně, resp. nejpozději do 5 sekund po jeho ukončení. Křivka EKG byla následně hodnocena dvěma zkušenými lékaři se zaslepením údajů (subjekt i doba testu).

4.2.3 Studie 3 (PA seniorů vlastních psa)

Objektivní data, tj. počet kroků, čas strávený PA, vzdálenost, kterou při chůzi urazili, počet spálených kalorií, celková doba spánku, doba hlubokého a lehkého spánku apod. byla hodnocena kontinuálně pomocí akcelerometru zabudovaného ve fitness náramku (Xiaomi Mi Band 2, Čína) s aplikací Mi Fit po dobu 7 po sobě jdoucích dnů.

Subjektivní data o pohybové aktivitě v posledních 7 dnech byla získána krátkou verzí dotazníku IPAQ (International Physical Activity Questionnaire), který hodnotí úroveň intenzivní a střední PA, doby chůze a sezení v posledních sedmi dnech. K popisu subjektivně vnímaného stupně zdraví za poslední 4 týdny byl použit dotazník SF 36.

4.2.4 Studie 5 (cvičební program ZTV pro seniory)

Pro opakované hodnocení funkční tělesné zdatnosti byl použit Senior Fitness Test (SFT, Jones a Rikli, 2013; Rikli a Jones, 2013). SFT obsahuje 6 subtestů, které odrážejí základní činnosti denního života: 30-Second Chair stand - sed vztyk ze židle; Chair sit and reach - hloubka předklonu; Arm curl - flexe v lokti; 2 minute step test – chůze dvě minuty na místě; Back scratch - dotyk prstů za zády; a Foot up and go – chůze okolo mety. Z důvodu omezeného času pro

testování byly vynechány dva testy, a to Arm curl a 2minutový step test. Byl také hodnocen stoj na jedné noze.

4.2.5 Studie 6-9 (výzkumný projekt EXODYA)

Tělesné složení

Tělesné složení bylo hodnoceno jak pomocí bioelektrické impedance (InBody 720, Korea), tak s využitím technologie DXA pomocí Lunar iDXA (USA).

Kardiorespirační zdatnost, srdeční výdej a dalších hemodynamické parametry

Ženy podstoupily stupňovaný zátěžový test do maxima na bicyklovém ergometru (Ergoselect 200, Ergoline). Test měl dva stupně submaximálního cvičení ($0,5$ a $1 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$), trvající 4 min, následované kontinuálně a lineárně zvyšovanou zátěží od 20 W tak, aby bylo dosaženo individuálního vrcholového výkonu během 4–8 minut, při udržení otáček 70–90 za min. Před a v průběhu testu byly zaznamenávány hodnoty TF, TK a EKG křivka. Spotřeba kyslíku, výdej oxidu uhličitého a ventilace byly zjišťována pomocí analyzátoru výměny plynů typu dech od dechu (Power Cube-Ergo, Německo). Systolický objem, minutový srdeční výdej a systémová cévní rezistence byly hodnoceny pomocí impedanční kardiografie (PhysioFlow, Francie). Periferní extrakce kyslíku ($a\text{-vO}_2\text{diff}$) byla vypočtena dle Fickovy rovnice.

Funkční zdatnost

K hodnocení funkční zdatnosti byl použit výše uvedený SFT (Jones a Rikli, 2002; Jones a Rikli, 2013; Rikli a Jones, 2013), resp. tyto části testovací baterie: 30 s Chair stand - sed vztyk ze židle; Arm curl - flexe v lokti; Chair sit and reach - hloubka předklonu; a Back scratch - dotyk prstů za zády.

Síla stisku ruky

Síla stisku ruky (handgrip) byla měřena digitálním dynamometrem TKK 5401 (Takei, Japonsko) podle standardní metodiky.

Paměť

Paměť byla hodnocena pomocí českého screeningového testu „POBAV“ (Test Pojmenování Obrázků A jejich vybavení), což je test, který se používá k detekci kognitivních poruch. Tento test má vysokou senzitivitu a specifitu (Bartoš 2016; Bartoš 2018) a skládá se ze dvou částí. Nejprve se jedincům ukáže 20 obrázků a jsou požádáni, aby každý obrázek pojmenovali pomocí jednoho slova pro každý obrázek, zapsali si jména a zapamatovali si skutečná jména, která pro obrázky použili. Poté papír otočí a jsou okamžitě požádáni, aby si vybavili a zapsali tolik slov,

kolik si pamatují, v libovolném pořadí. Limit pro druhou část (vyvolání a zapsání jmen ke každému obrázku) je buď 1 minuta, nebo dokud se účastníci spontánně nevzdají, maximálně 2 minuty. V naší studii jsme použili maximální časový limit 2 minuty. Ženy byly testovány pomocí dvou verzí (A a B) testu POBAV v randomizovaném pořadí, tj. u některých subjektů byl test A aplikován na začátku a test B po intervenci a naopak.

Krevní odběry

Odběr vzorku krve byl proveden nejméně 48 hodin od poslední fyzické zátěže, po celonočním (12 hod) hladovění. Plazmatické koncentrace glukózy, inzulínu a lipidů byly stanoveny pomocí standardních biochemických metod v certifikované laboratoři. Koncentrace leptinu v séru byla stanovena pomocí soupravy ELISA (Duoset Leptin, R&D Systems, USA). Glycerol a neesterifikované MK byly měřeny pomocí enzymatických kalorimetrických kitů (Randox s.r.o., UK), cytokiny (interleukiny IL-6, IL-8 a tumor nekrotizující faktor- α) a BDNF, byly analyzovány pomocí multiplexové imunoanalýzy (Adipocyte Human Kit; Merck-Milliplex, USA) na přístroji MagPIX.

Inzulínová senzitivita

Citlivost na inzulín byla měřena pomocí hyperinzulínového euglykemického clampu standardním protokolem dle DeFronzo et al. (1979).

Biopsie tukové tkáně

Biopsie subkutánní tukové tkáně (cca 2 g) byla provedena v oblasti břicha, 8 až 10 cm laterálně od pupku. Vzorky byly promyty fyziologickým roztokem, rozděleny do alikvotů a zmrazeny (-80 °C) pro následnou analýzu (mRNA exprese, lipidomická analýza) nebo ihned zpracovány (průtoková cytometrie, velikost adipocytů apod.).

Všechny testy byly realizovány před a po 16týdenní intervenci (tj. pre-post test).

4.3 Intervenční programy

4.3.1 Studie 5 (cvičební program ZTV pro seniory)

Jednalo se o tříměsíční část pravidelných cvičebních lekcí s mírnou intenzitou zátěže, realizovaných 1 x týdně (cca 55 min) na začátku školního roku (tedy po cca 2,5 měsíce dlouhé přestávce). Každá lekce obsahovala uvolnění kořenových kloubů, protažení nejčastěji zkrácených svalových skupin, posílení nejčastěji oslabených svalů, a cvičení pro zlepšení koordinace. Opakování jednotlivých cviků bylo od 8 do 20, dle náročnosti konkrétního cvičebního tvaru. Většina cviků byla z důvodu nižšího zatížení nosných kloubů a lepšího zaujetí základní polohy prováděna vleže. V kondiční části cvičební jednotky byla aplikována také cvičení ve vzporu klečmo, v sedu na zemi či ve stoje. Lekce byly obvykle zakončeny relaxací.

4.3.2 Studie 6-9 (výzkumný projekt EXODYA)

16týdenní program intervenční části studie EXODYA zahrnoval kombinaci aerobního a odporového tréninku rozloženého do tří vedených skupinových lekcí. V prvních 2 týdnech byly lekce zaměřeny spíše na „aklimatizaci“ na cvičení, tedy na správné držení těla, koordinaci, dýchání, stabilitu, flexibilitu a osvojení si správné techniky cvičení. Po tomto období začaly lekce zahrnovat silový trénink (kruhový trénink) v posilovně 2x týdně a aerobní trénink (tj. nordic walking) jednou týdně.

Délka každé lekce silového tréninku v tělocvičně byla přibližně 60 minut, včetně 15 minut zahřátí, poté následoval 45minutový kruhový trénink (2–3 kola po 8–10 cvičeních, každé o délce 45–60 s, a odpočinek mezi nimi 20 s) v úrovni subjektivního zatížení odpovídajícího RPE 13-14 dle Borga. Cvičení vycházelo z funkčního silového tréninku upraveného pro seniory – jednalo se o cvičení s vlastní vahou, činkami, Therabandy, Bosu, TRX, apod. Celá cvičební lekce byla doplněna zklidňujícími a protahovacími cviky (cca 15 min).

Lekce aerobního tréninku byly založeny na výletech nordic walking v blízkém okolí. Po 10minutovém zahřátím v pomalejším tempu a protažením hlavních svalových skupin následovala hlavní část – chůze rychlejším tempem asi 40 min střední až vysokou intenzitou (tj. 60 % – 85 % VO_2 peak), individuálně vypočítanou z počátečního zátěžového testu. Lekce byla zakončena 10minutovým zklidněním. Během všech lekcí bylo aplikováno několik krátkých úseků vyšší intenzity (tj. intervalový trénink).

4.4 Statistické zpracování

Při zpracování dat byly u většiny studií využity běžně dostupné statistické metody. Na základě vyhodnocení vlastností jednotlivých datových souborů byly v jednotlivých studiích zvoleny

buď parametrické, nebo neparametrické metody. Z deskriptivních metod byly obvykle využity průměry a směrodatné odchylky, případně medián a mezikvartilové rozpětí. Pro porovnání rozdílů mezi dvěma skupinami byl ve většině případů využit Mann-Whitney U-test, příp. Studentův t-test. Ve vnitroskupinovém srovnání byl nejčastěji využit Wilcoxonův test pro dva nezávislé výběry, resp. párový t-test. Vztahy mezi proměnnými byly popsány ve většině studií pomocí Spearmanova pořadového koeficientu korelace, resp. Pearsonova koeficientu u parametrických dat. Rozdíly mezi odpovědí na intervenci ve skupinách projektu EXODYA byly hodnoceny opakovanou dvoucestnou analýzou rozptylu (ANOVA) s Bonferroni post hoc analýzou. V některých studiích jsme k odhadu vztahů použili také zobecněný lineární model. V řadě prací bylo dále spočítáno Cohenovo d , jehož hodnota poskytla údaj o velikosti účinku. Výsledky byly považovány za statisticky významné, pokud $p < 0,05$.

5. Výsledky vybraných studií s komentářem

5.1 Preskripce pohybové aktivity v léčebně preventivní péči

5.1.2 Studie 1 (preskripce PA lékaři)

Dadřová, K., Radvanský, J., Pelíšková, P., Slabý, K., Smítková, H., Máčková, J. Je preskripce pohybové aktivity součástí léčebně-preventivní péče civilizačních chorob? Výsledky dotazníkového šetření lékařů. *Časopis Lékařů Českých*. 2007. 146: 503-507.

Cílem této studie bylo analyzovat stav preskripce pohybové aktivity lékaři v závislosti na různých osobních faktorech a vnímaných kompetencích. Přestože se jednalo pouze o dotazníkové šetření, poskytla nám studie zajímavé výsledky.

V souladu s našimi předpoklady se ukázalo, že lékaři přisuzují pohybové aktivitě jako formě nefarmakologické intervence a prevence poměrně vysokou důležitost. Dotázaní lékaři také deklarovali, že pohybovou aktivitu svým pacientům doporučují, a to i navzdory tomu, že se na ni většina pacientů explicitně nedotazuje. Tato preskripce však byla konkretizovaná, resp. individualizovaná pouze u přibližně 2/3 souboru. Jak ale upozorňují McDermott a Mernitz (2006), pacienti nemohou mít z preskripce užitek, jestliže získávají od svých lékařů nejasné nebo nevhodné pokyny.

Ti, kteří dokázali svá doporučení „více ušít na míru pacientovi“, byli spíše mladší, fyzicky aktivnější než jejich kolegové, měli znalosti z odborných seminářů a také čelili častějším dotazům na pohybovou aktivitu od svých pacientů. Uvedené výsledky byly v zásadě podobné jako v dalších civilizovaných zemích (Petrella et al., 2007; Lobelo et al., 2009). Naše data získaná dotazováním lékařů však mohou být nadsazená, protože jak popsala práce autorů Barnes a Schoenborn (2012), s doporučením PA se u svých lékařů setkala v jejich souboru pouze třetina pacientů.

Limitem studie byla nepochybně subjektivita odpovědí v anonymním dotazníkovém šetření a možné zkreslení ve smyslu tendence souhlasit (acquiescence bias) a také to, že přestože byl vzorek lékařů různých specializací poměrně rozsáhlý, výběr nebyl reprezentativní, jelikož se jednalo o účastníky kurzů postgraduálního vzdělávání.

V návaznosti na naši studii je zajímavá práce Šlachty (2012), který později sledoval znalosti a postoje českých praktických lékařů vztahující se k podpoře PA. Podobně jako u našich respondentů, byla u těchto dotazovaných obecně dobrá úroveň vědomostí o zdravotních pozitivěch PA, avšak s výjimkou některých diagnóz. Za do určité míry alarmující lze však

považovat zjištění, že největší bariérou pro motivování pacientů ke cvičení byla u lékařů obava ze zbytečnosti této aktivity, protože předpokládali, že pacienti jejich doporučení stejně nebudou dodržovat. Omezené časové možnosti, nedostatečné znalosti a zejména vnímanou neefektivitu poradenství v oblasti zvýšení pohybové aktivity jako důvody nízké úrovně preskripce popsali i Chavez et al. (2021).

Podle autorů Wright et al. (2014) je vztah mezi pacientem a lékařem nejlepším prediktorem adherence například k domácímu rehabilitačnímu cvičení. Celkové vnímání lékaře, jeho způsob komunikace a důvěra v jeho doporučení může zlepšit adherenci k pohybovému režimu. Dalším důležitým aspektem je poskytování zpětné vazby, ať už verbální nebo v podobě grafického či elektronického výstupu, ukazujícího pokrok cvičícího jedince. V době, kdy se vše digitalizuje, lékaři mají obvykle na pacienta málo času a v rámci efektivní práce je třeba pracovat účelně a minimalizovat prostoje. Přesto je čas, který může pacient strávit konzultací s daným odborníkem velice cenný a může zvyšovat i sebehodnocení daného jedince (Brennan, 2008; McDermott a Mernitz, 2006). Zároveň je možné více individuálně reagovat na potřeby jedince například z hlediska bezpečnosti prostředí, doby cvičení s ohledem na předchozí aktivity, medikace a aktuálního stavu (Brennan, 2008). Přímá práce s pacientem navíc nabízí také empatický (nikoli striktně odborný) přístup, možnost povzbuzení a pochvaly.

Příkladem toho, že i po mnoha letech od naší studie toto téma stále rezonuje, je práce Orcharda (2020), který popisuje možnosti prekripce v primární péči a upozorňuje zároveň na to, že není jednoduchá. Pro praxi je velmi dobře využitelný jeho slogan „*Move, monitor, modify*“, který připomíná, že hodnocení a kontrola úrovně PA jsou důležité parametry intervence a že je třeba v preskripci individuálně řešit limitace daného jedince. Demonstruje to na dvou kasuistikách, které se sice netýkají pacientů seniorského věku, ale u nichž je evidentní, že pokud je vůle a zejména určitá dovednost pohybovou aktivitu u daného pacienta dávkovat (například místo nasazení silnějších analgetik), tak je možné dosáhnout pozitivní změny zdravotního stavu. Zároveň tento autor klade důraz na postupnost zvyšování zátěže, ideálně o 5–10 % týdně, aby se nezvyšovalo riziko zranění a bolestivých stavů, které by mohly snížit adherenci ke cvičení. Podobně i Dempsey et al. (2021) poukazují na to, že každá návštěva pacienta u lékaře by měla obsahovat i zhodnocení jeho pohybového režimu a poradenství, jak pohybovou aktivitu zvýšit, což popisují jako „*Ask-assess-advise*“ model. Čtyřbodový postup zmíněný autory Chavez et al. (2021) pak zahrnuje: 1. zhodnocení aktuální úrovně PA, 2. doporučení PA s optimismem, 3. předepsat cvičení za pomoci FITT principu, a 4. odeslat pacienta ke konkrétnímu

profesionálové, který se cvičebním programům pro dané (seniorské, rizikové, nemocné) v praxi věnuje.

Příjemci guidelines by však neměli být jen lékaři a fyzioterapeuti, ale dle autorů Bull et al. (2020) také političtí činitelé z oblasti zdravotnictví, sociálních věcí a životního prostředí, kteří budou formulovat specifická doporučení pro konkrétní stát a zároveň k nim vytvoří podmínky – tedy podpoří programy pro zvýšení PA a prevenci inaktivity. To se v současné době děje i u nás, zejména pak v oblasti pohybového režimu dětí. Zároveň je zajímavé, že jedinci středního věku se věnují PA méně (a jsou tedy více riziková z hlediska inaktivity) než děti a starší dospělí.

Právě střední věk je považován za rizikový, protože je většina jedinců vystavena stresům své profese a zároveň lidé v tomto věku často nemají pravidelný pohybový režim (Bartůňková, 1998b). Ke snížení míry pohybové aktivity nepřispívají jen povinnosti v zaměstnání či podnikání, ale také péče o děti a stárnoucí rodiče. Střední věk je stěžejní období, a hlavně nejrušnější část života spojená s mnoha rolmi doma, na pracovišti i v komunitě a při nutnosti rozdělit čas mezi všechny povinnosti je často pohybové aktivitě dávána nejnižší priorita (Shin et al., 2018). Je však třeba si uvědomit, že hodnoty maximální spotřeby kyslíku u jedinců středního věku predikují pozdější úroveň morbidity, disability a mortality (Chodzko-Zajko et al., 2009). Proto je porozumění benefitům a zároveň bariérám cvičení nejen seniorské, ale i mladší populace důležitým krokem k realizaci věkově a kulturně adekvátních intervencí ke zvýšení PA (Shin et al., 2018). V rámci určité přípravy na stáří by měla mít střední generace nejen znalosti o benefitech PA, ale hlavně podmínky k tomu, aby mohla včas realizovat pohybovou intervenci, resp. ji implementovat do svého každodenního či týdenního režimu. Jak také popisují Lepková a Engelová (2013), mnoho zásadních fyziologických i sociálních změn přichází dříve, než je popisováno samotné stáří. Proto by měla probíhat pre-edukace k aktivnímu stáří.

5.1.3 Studie 2 (změny SF u pacientů s metoprololem)

Dadova, K., Slaby, K., Radvansky, J., Matous, M., Varekova, J., Hodis, J., Steffl, M., Tufano, JJ. Exercise prescription in cardiac patients treated with metoprolol - should the time of day for stress tests and training coincide? *Eur J Prev Cardiol.* 2018 Jul;25(10):1026-1027. doi: 10.1177/2047487318771776.

V primární i sekundární prevenci se často používá preskripce tělesného zatížení založená na procentu maximální srdeční frekvence. U pacientů léčených beta-blokátory má však určité limity (Zanettini et al., 2012). Beta-blokátory jsou základní farmakoterapií při léčbě

kardiovaskulárních onemocnění, např. srdečního selhání, akutního infarktu myokardu či srdeční arytmie (Del Sindaco et al., 2016). V důsledku jejich různých farmakokinetických, farmakodynamických a farmakogenetických profilů však existují denní odchylky v jejich kardioprotektivních účincích (Almeman et al., 2023). Zároveň je obvykle snaha, aby zátěž neprovokovala ischemické změny myokardu, přičemž se předpokládá, že tyto změny častěji nastávají nad úrovní anaerobního, resp. ventilačního prahu (Tan et al., 2017).

Cílem této studie bylo zjistit, jak se se liší hodnoty sledovaných parametrů kardiopulmonální zdatnosti v závislosti na denní době u pacientů léčených beta-blokátory, v našem případě metoprololem, a také ověřit bezpečnost takové preskripce, pokud by pacient byl otestován v jinou denní dobu, než by se konal jeho „trénink“. Při porovnání hodnot (viz tab. 1) byl dle očekávání prokázán statisticky významný rozdíl u tepové frekvence (TF) mezi ranními a odpoledními hodnotami. Daleko důležitější však byl následný výpočet tréninkové tepové frekvence, pokud by byl realizován na základě ranního testu a pacient by pak trénoval v odpoledních hodinách a obráceně. Pro každého pacienta jsme vypočítali cílový tréninkový rozsah TF. Ten jsme nastavili tak, aby začínal od 50 % VO_2max (obr. 1).

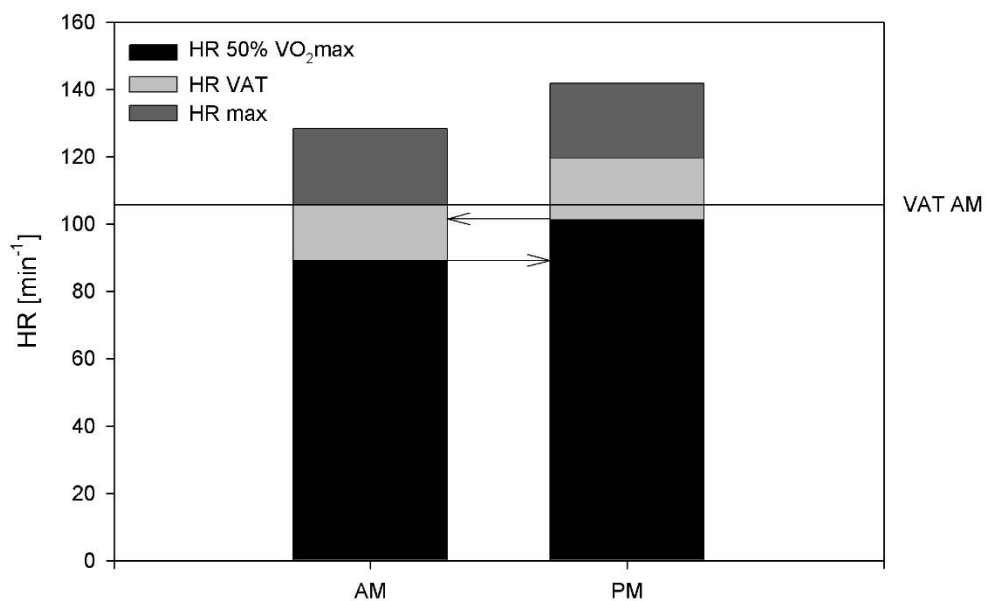
Průměrná TF pro vypočítané cílové rozmezí z ranního testu se významně lišila ($p < 0,001$) od výpočtu z odpoledního testu. Když jsme spočítali rozdíl mezi tímto hypotetickým předpisem odhadnutým v odpoledním testu a ventilačním prahem (VAT) v dopoledním testu, byla tato TF u 5 pacientů nad VAT a u dalších 5 osob méně než 10 tepů pod VAT. Naproti tomu při aplikaci preskripce z ranních hodnot na odpolední cvičení byl ve srovnání s VAT rozdíl až – 43 tepů (průměr – $30,35 \pm 9,12$).

Tab. 1 Porovnání průměrných hodnot vybraných parametrů při ranním a odpoledním zátěžovém testu, *** $p < 0.001$ (Vysvětlivky: TF=tepová frekvence; STK=systolický krevní tlak; VO_2 =spotřeba kyslíku; RPE=vnímané úsilí)

	<i>intenzita</i>	<i>ráno</i>	<i>odpoledne</i>
TF	0,5 W.kg ⁻¹	80,22±10,48	89,94±13,92 ***
	1 W.kg ⁻¹	97,72±13,35	110,22±18,41 ***
	max	128,33±19,67	141,83±18,95 ***
STK	0,5 W.kg ⁻¹	150,00±13,61	150,56±16,08
	1 W.kg ⁻¹	163,33±16,63	170,83±22,96
	max	190,00±22,69	195,83±24,87
VO₂	0,5 W.kg ⁻¹	10,74±1,53	10,60±1,67
	1 W.kg ⁻¹	15,21±1,50	14,87±2,63
	max	22,38±5,35	22,36±5,54
RPE	0,5 W.kg ⁻¹	8,67±2,20	8,56±1,85
	1 W.kg ⁻¹	12,61±1,85	12,78±2,02
	max	17,39±1,58	17,47±1,46

Ukázalo se tedy, že pokud bychom vztáhli dané hodnoty ke spotřebě kyslíku a ventilačnímu prahu, tak pacient trénující podle ranních hodnot odpoledne by nebyl dostatečně zatížen a naopak ten, komu by byla nastavena zátěž podle odpoledních hodnot a cvičil by dle této tepové frekvence ráno, by byl v riziku přetížení. Dalším zjištěním bylo, že u 28 % souboru byla v odpoledním testu klinicky horší EKG křivka (typ a četnost extrasystol, deprese úseku ST). Podobných výsledků před námi dosáhli (včetně odlišností v EKG) Franklin et al. (1996), kteří ale testovali pacienty s atenololem na běhátku. Diurnální variace v TF a EKG popsali i Lenhoff et al. (2021), avšak častěji u jiného typu beta-blokátoru (sotalolol) a zároveň v klidu, nikoli při tělesném zatížení.

Při preskripci tělesného zatížení je tedy důležité brát v potaz i případnou medikaci a denní dobu cvičení. Zároveň je vhodné zvážit preskripci pomocí subjektivně vnímané zátěže, protože subjektivní hodnocení může být v průběhu dne stabilnější než kolísající tepová frekvence. Je nicméně nutné zjistit, zda je konkrétní pacient schopen vnímané úsilí odhadnout. Na základě výzkumů realizovaných v rámci mé disertační práce mohu potvrdit, že určitá část pacientů toho není schopna ani po zaškolení, resp. tréninku. Může tak rovněž dojít k přetížení, podobně jako ho reportovali např. Zanettini et al. (2012).



Obr. 1. Porovnání důsledků preskripce podle TF získané ze zátěžového testu provedeného v jinou denní dobu, než probíhá trénink u pacientů s metoprololem (Vysvětlivky: HR=TF; VAT=ventilační práh; AM=dopoledne, PM=odpoledne)

5.2 Adherence k pohybovým aktivitám u seniorů

5.2.1 Studie 3 (PA seniorů vlastních psa)

Míčková, E., Machová, K., **Dad'ová, K.**, Svobodová, I. Does Dog Ownership Affect Physical Activity, Sleep, and Self-Reported Health in Older Adults? *Int J Environ Res Public Health*. 2019 Sep 11;16(18):3355. doi: 10.3390/ijerph16183355.

Vlastnictví domácích mazlíčků nebo interakce mezi člověkem a zvířetem bývají spojené s lepším zdravotním stavem u seniorů i jedinců s nemocí nebo postižením (Friedmann et al., 2022). Mohou také zmírnit izolaci a podpořit pohybovou aktivitu (Shealy et al., 2024).

Cílem této studie bylo zhodnotit, zda mají vlastníci psa seniorského věku vyšší úroveň pohybové aktivity a také případný pozitivní dopad na vnímaný stupeň zdraví a spánek. Do studie bylo zařazeno 44 účastníků průměrného věku 69,5 let, kteří byli rozděleni na „pejskaře“ a „nepejskaře“. Do první skupiny byli zařazeni pouze ti vlastníci psů, kteří reportovali, že venčí své psy alespoň 2 x denně. Všechny parametry týkající se PA měřené akcelerometrem (počet kroků, doba aktivity, vzdálenost, kalorie) vykazovaly významný rozdíl ($p < 0,01$) ve prospěch pejskařů, přičemž průměrné hodnoty byly u vlastníků psa téměř dvojnásobné oproti „nepejskařům“. Vlastníci psů také reportovali (subjektivně) vyšší celkovou délku PA (min/týden) a počet MET-min týdně strávených chůzí ($p < 0,05$). Za zmínku stojí také statisticky významný rozdíl v BMI obou skupin.

K podobným výsledkům došli i Westgarth et al. (2019). O tom, že vlastnictví domácích mazlíčků ovlivňuje jejich fyzickou aktivitu, tedy že vlastníci zvířat vykazují vyšší frekvenci fyzické aktivity, než nevlastníci podala důkaz systematická rešerše autorů Martins et al. (2023) nebo tříramenná studie autorů Powell et al. (2020). Posledně zmiňovaná práce ukázala povzbudivé výsledky v tom smyslu, že pořízení psa mělo vliv na zvýšení pohybové aktivity minimálně v krátkodobém horizontu tří měsíců. Ve studii autorů Friedmann et al. (2022) sice nebyla prokázána vyšší pohybová aktivita u majitelů psů, ale ukázalo se, že „pejskaři“ vykazovali nižší věkově podmíněný pokles různých schopností. Snížení jejich celkové výkonnosti, rychlosti chůze a kardiorespirační zdatnosti bylo oproti jedincům bez zvířete pomalejší. Autoři došli k závěru, že vlastnictví domácích mazlíčků je spojeno s udržováním fyzických funkcí mezi obecně zdravými seniory žijícími v komunitě.

Je třeba si uvědomit, že životní prostředí, respektive okolí bydliště (tj. přítomnost dvora, plotu, chodníků) může mít vliv na pohybové chování jedinců. Jednak můžeme uvažovat o určité pravidelnosti tras, což napomáhá k pravidelné dávce PA, a zároveň zajišťuje pocit bezpečí (což je v seniorském věku důležité). V tomto kontextu je zajímavá kvalitativní studie autorů Shealy et al. (2024), která pomocí fotografií a rozhovorů hodnotila u seniorů environmentální faktory, jako je příroda, typ cesty, koše pro psí odpad, bezpečnost (z hlediska pádu, ale i silničního provozu) a poukázala tak na to, jak by mělo prostředí pro seniory se psy vypadat.

Procházka se psem také usnadňuje kontakt s okolím a poskytuje příležitosti k novým sociálním vztahům. Tato forma sociální podpory se projevuje nejen na veřejnosti, ale i doma v přítomnosti přátel a rodiny. Navíc, pokud nemá senior dostatek kontaktu s blízkými osobami, pes může tyto vztahy nahradit. To potvrdila recentní studie autorů Humboldt et al. (2024), která zjišťovala afektivní vztahy mezi seniory a jejich domácími mazlíčky během pandemie COVID-19. Výše

zmínění autoři popsali na základě své kvalitativní studie zlepšení symptomů duševního zdraví skrze upevnění afektivních vztahů, tvorbu nových vztahů a smyslové podněty, které domácí mazlíček nabízí. Důležitost vztahu mezi majitelem psa a jeho mazlíčkem popisují i Martins et al. (2024), přičemž uvádějí, že právě síla tohoto vztahu je určující pro úroveň pohybové aktivity a podporu zdravého životního stylu.

Naše studie měla samozřejmě určité limity – ať už ve velikosti souboru, nebo použitých metodách (u IPAQ je to výrazná subjektivita a leckdy problém starších jedinců si vzpomenout na všechny aktivity posledního týdne, u akcelerometru pak nutnost dobíjení náramku a synchronizace se smartphonem, či počítání „aktivního času“ pouze u aktivity přesahující 4 minuty). Fitness náramek Xiaomi Mi Band nepatří sice mezi nejužívanější přístroje ve vědeckých studiích, na rozdíl od například akcelerometru typu Actigraph (GT1M, GT3X+ apod.), nicméně pro počítání kroků u seniorů byla později prokázána dostatečná validita (Pino-Ortega et al., 2021). I přes výše uvedené limity jsou však výsledky této studie zajímavé a práce je také hojně citována.

5.2.2. Studie 4 (bariéry a facilitátory PA u seniorů s demencí)

Vseteckova, J., **Dadova, K.**, Gracia, R., Ryan, G., Borgstrom, E., Abington, J., Gopinath, M., Pappas, Y. Barriers and facilitators to adherence to walking group exercise in older people living with dementia in the community: a systematic review. *Eur Rev Aging Phys Act.* 2020 Sep 21;17:15. doi: 10.1186/s11556-020-00246-6.

Tato publikace navazovala na předchozí studii mírně odlišného autorského týmu (Vseteckova et al., 2018), která se snažila pomocí narativní analýzy identifikovat bariéry a facilitátory skupinového cvičení institucionalizovaných jedinců s demencí. V předcházející studii se bariéry týkaly zejména biomedicínských důvodů, duševní pohody, fyzických schopností, dynamiky vztahů a socioekonomických důvodů. Facilitátory pak byly z oblasti biomedicínských přínosů aktivity, zlepšení fyzických schopností, pocitů a emocí a zlepšení sebevědomí, a také dynamiky vztahů mezi terapeutem a skupinou. Nejdůležitějším zjištěním této předchozí studie bylo, že i křehcí senioři, s inkontinencí a/nebo mírnou demencí, mohou adherovat ke cvičebním programům a získat tak zdravotní benefity. Je však třeba, aby programy byly individuálně přizpůsobené a vedené vzdělaným, entuziastickým a dobře komunikujícím terapeutem.

Cílem zde prezentované systematické rešerše bylo shromáždit data o dosud známých bariérách a facilitátorech adherence ke skupinové chůzi u jedinců s demencí žijících v komunitě (tzn.

nikoli institucionalizovaných). Kritéria výběru splnilo 10 prací, přičemž jejich analýza byla zaměřena na bariéry, facilitátory a adherenci. Mezi bariéry opět patřily: biomedicínské důvody (včetně duševní pohody a fyzických schopností); dynamika vztahů; a socioekonomické důvody a otázky životního prostředí. Facilitátory zahrnovaly: biomedicínské přínosy a přínosy související s fyzickou schopností; personální, skupinovou dynamiku vztahů a sociální aspekty chodeckých skupin; otázky životního prostředí a individualizace; představy účastníků o lekcích a jejich program. Bylo pro nás překvapivé zjištění, že většina studií neposkytla konkrétní údaje o adherenci a/nebo docházce. Tam, kde bylo možné tento údaj dohledat, se účast pohybovala od 47 do 89 %, což je obrovský rozptyl.

Studie ukázala, že klíčovou roli v adherenci hraje ochota pečovatелů zapojit se do pohybové aktivity, což je dáno různými okolnostmi, zejména však jejich vztahem k pohybu a předchozí zkušeností s cvičením. Také logistika, umístění a organizace chodeckých skupin může zvýšit adherenci. To ukazuje na potřebu širšího „programu péče“, který je přizpůsoben individuálním potřebám, je flexibilní a pohodlný, resp. snadný. Skupinová cvičení včetně chodeckých programů by měla být vedena dobře vyškolenými profesionálními instruktory či terapeuty. Ve Velké Británii vznikl na podkladě výsledků této práce projekt Keep me walking a ve spolupráci Open University a společnosti The Parks Trust pak aktivizační letáky a interaktivní bannery přímo v parcích, které mohou zpříjemnit a zatraktivnit chodecký trénink pro jedince nejen s demencí.

V této souvislosti můžeme zmínit australský Program Seniors Exercise Park, který byl vyzkoušen u jedinců s demencí v rezidenční péči. Jednalo se o 12týdenní strukturovaný program fyzické aktivity pod dohledem s využitím venkovního vybavení cvičebního parku pro seniory, po kterém následovala 12týdenní udržovací fáze. Program měl vysokou adherenci - 88 % jedinců dokončilo 12týdenní strukturovaný program, přičemž 75 % si udrželo aktivitu po dobu 24 týdnů. Nenastaly při něm žádné pády ani jiné zdravotní komplikace. Úpravy programu se týkaly především způsobu komunikace a přizpůsobení se individuální osobnosti a vlastnostem jedince. K tomu pomohl i poměr jeden terapeut na dva účastníky (Levinger et al., 2023). Důležitost cvičení venku na čerstvém vzduchu popisují také Boere et al. (2023). Jejich recentní studie potvrdila, že prostředí může hrát podstatnější roli ve zvyšování kognitivních funkcí, jako je pozornost než cvičení, alespoň pokud jde o akutní cvičení (tj. krátká procházka).

Bariéry a facilitátory k provozování PA u jedinců s disabilitou dále zkoumali například Shields et al. (2021). Mezi facilitátory zařadili podporu okolí, výběr z různých možností cvičení, přístupnost místa a vybavení, pozitivní emoce při aktivitě, a vysokou vnímanou osobní

účinnost. Bariérou naopak byl omezený přístup k PA, nedostatek podpory a sociální izolace, problematická doprava, finanční zátěž, a omezené fyzické schopnosti. Z výsledků této studie však vyplynulo, že psychosociální faktory a způsob chování byly pro adherenci důležitější než samotné omezení fyzických schopností, resp. tělesné postižení. Behaviorální faktory se také týkají psychologických strategií, které pomáhají překonávat bariéry a těžkosti, které mohou při realizaci PA nastat. Patří sem např. “prevence relapsu” – tj. plánování pohybového režimu pro období dovolených a po nemoci, self-monitoring, sebehodnocení a ověřování plnění předem stanovených cílů (King a Kiernan 1998).

5.3 Efekt cvičebních programů na vybrané atributy tělesného zdraví u seniorů

5.3.1 Studie 5 (cvičební program ZTV pro seniory)

Dadřová, K., Beranová, E. Vliv tříměsíčního cvičebního programu zdravotní tělesné výchovy na vybrané parametry Senior Fitness Testu. *Studia Kinanthropologica*. 2016, 17, 3, 241-247.

Cílem práce bylo ověřit, zda po 3měsíčním programu s relativně nízkou zátěží i frekvencí cvičení dojde ke zlepšení vybraných parametrů tělesné zdatnosti seniorů. Na začátku a na konci programu byly ženy otestovány čtyřmi subtesty Senior Fitness Testu (Rikli a Jones, 2013; Jones a Rikli, 2002; Jones a Rikli, 2013). Po 3 měsících došlo k významnému zlepšení síly dolních končetin (DK) hodnocené pomocí testu 30-Second Chair Stand. Významný rozdíl byl zaznamenán také v kombinovaném testu Foot Up-and-Go, který hodnotil hbitost s dynamickou rovnováhou. Mírné zlepšení se objevilo i u flexibility, avšak s ohledem na velkou variabilitu, bez statistické významnosti. Důležitým zjištěním bylo, že většina cvičících žen byla svou úrovní funkční zdatnosti na průměrných až nadprůměrných hodnotách a byla schopna se dále zlepšit. U testů, kde došlo ke statisticky významné změně, bylo průměrné zlepšení cca o 16 %. Při hodnocení stoje na jedné noze dosáhla většina seniorek při druhém měření lepšího výsledku. U více než 56 % žen došlo ke zlepšení času stoje na levé i na pravé noze. Zároveň se ukázalo, že 43 % seniorek udrží rovnováhu na jedné noze po dobu delší než 10 s.

Lze tedy říci, že ženy zlepšily svoji obratnost, hbitost a statickou i dynamickou rovnováhu. To může být důležité pro prevenci pádů, které jsou vzhledem k vysokému výskytu osteoporózy u seniorů obávanou komplikací (Rodrigues et al., 2017). Frekvence cvičení jedenkrát týdně samozřejmě nedosahuje odborných doporučení pro dostatečnou „zdraví rozvíjející“ PA, nicméně je to frekvence, kterou zvládne velká většina seniorek a kterou jsou ochotny v rámci udržení své mobility akceptovat. Nicméně i zde je klíčová adherence. V naší skupině byla

průměrná účast 82 % ze všech realizovaných cvičebních jednotek, což se považuje za relativně vysoké číslo.

V rámci řešení diplomových prací na FTVS UK bylo provedeno několik dalších šetření tohoto typu, avšak s jinou náplní pohybového programu. V diplomové práci Ančerlové (2021) jsme například sledovali, zda se zlepší funkční zdatnost u seniorů po aplikaci 3měsíčního fitness programu bubnování na velké gymnastické míče s názvem „Drums Alive“. Po ukončení programu se statisticky významně zlepšila síla horních končetin (HK) hodnocená testem Arm Curl a dolních končetin (DK) hodnocená testem 30-Second Chair Stand. Síla HK se průměrně zvýšila o 35 %, síla DK pak o 27 %. Flexibilita, funkční aerobní zdatnost a hbitost s dynamickou rovnováhou (Foot Up-and-Go) nevykazovaly významné změny, což bylo pravděpodobně ovlivněno velkou variabilitou dat v těchto testech.

Další zajímavou prací byla diplomová práce Peterkové (2023), která zkoumala efekt 3měsíčního programu severské chůze (nordic walking) u žen starších 60 let. V této práci se podařilo rozdělit soubor na skupinu s intervencí (s vedeným programem severské chůze 1 x týdně) a skupinu kontrolní. U skupiny s intervencí bylo statisticky významné zlepšení ve všech sledovaných parametrech Senior Fitness Testu. V průměrném procentuálním zlepšení to bylo 48 % u síly DK (30-Second Chair Stand), 40 % u síly HK (Arm Curl), 42 % u funkční aerobní zdatnosti (hodnocené 2minutovým step testem), a 12 % u chůze okolo mety (Foot Up-and-Go). Mírné zlepšení však zaznamenala i skupina kontrolní, která žádný vedený cvičební program neabsolvovala. To jsme si vysvětlovali jednak předchozí zkušeností s testem (ženy při závěrečném měření věděly, co je čeká) a zároveň větší motivací v opakovaném pokusu překonat předchozí výsledek. Nicméně zlepšení skupiny s intervencí oproti skupině kontrolní bylo prokazatelně větší. Přesto tyto výsledky potvrzují nutnost obezřetnosti při interpretaci zlepšení hodnocených parametrů u opakovaných měření bez kontrolních skupin, protože zlepšení nemusí nutně potvrzovat vliv daného programu.

Další zkušenost a zároveň problém, na který upozorňují někteří autoři (např. Bartůňková 1998b) a který můžeme potvrdit je, že do výzkumných šetření s pohybovou intervencí nebo i jen s longitudinálním posouzením zdatnosti se nejčastěji přihlašují jedinci s pozitivním vztahem ke sportu, vypěstovaným v mládí. Často pak dochází k tomu, že u těchto jedinců nevidíme po intervenci tak výrazné zlepšení, protože se nacházejí blízko svého individuálního stropu (Máček a Radvanský, 2011). Nejvýraznější zlepšení je obvykle patrné u těch nejméně zdatných, kterým k vyvolání pozitivních adaptací stačí nižší intenzita (Bartůňková, 1998b). Dalším problémem

může být i to, že pozitivní efekty po přerušení pohybového programu nepřetrvávají (Hráský a Bunc, 2014; Frändin et al. 2016).

Otázkou také je, zda se můžeme spolehnout na jednoduché terénní testové baterie typu Senior Fitness Test. Pokud však potřebujeme zjistit funkční zdatnost pro každodenní život, pak je tento test první volbou. Testy jako jsou 30-Second Chair Stand nebo Up an Go jsou důležitými prediktory funkčních schopností u jedinců seniorského věku (Bohannon et al., 2019; Pangilinan et al., 2017). Jestliže je funkční zdatnost definována jako schopnost vykonávat každodenní úkoly s přiměřenou energií, bez nadměrné únavy a s dostatečnou rezervou (Macháčová et al., 2007), jsou dané testovací cviky imitující běžné denní činnosti, ideálním způsobem, jak ji zjistit.

Je nicméně třeba si uvědomit limit v podobě omezené platnosti a výsledky vždy vnímat jako do určité míry orientační a ukazující spíše funkci než pohybovou schopnost, protože provedení testovacích cviků je vždy ovlivněno více faktory. Zejména z praktického hlediska, kdy můžeme otestovat větší množství jedinců například v kruhovém provozu (Chlumský a Dařová, 2017) je však tento způsob testování výhodný a v praxi dobře uplatnitelný. Pro zdravotně tělovýchovnou praxi, určitou stratifikaci pacientů či klientů a motivaci v podobě opakovaných měření zároveň často nepotřebujeme nejpřesnější přístrojové metody. I proto se testování formou Senior Fitness Testu stále využívá a setkáváme se s ním jak v doporučeních pro praxi, tak ve vědeckých studiích, kde je vysoký počet testovaných subjektů nebo kde není možné využít sofistikovanější metody hodnocení (Hamar et al., 2022; Días Martínez et al., 2023; Gonçalves et al., 2024; Pociask et al. 2024).

5.3.2 Studie 6 (EXODYA – svalová funkce a tělesné složení)

Dařová, K., Petr, M., Štefl, M., Sontáková, L., Chlumský, M., Matouš, M., Štich, V., Štěpán, M., Šiklová, M. Effect of calanus oil supplementation and 16week exercise program on selected fitness parameters in older women. *Nutrients*. 2020, 12, 2, 481. DOI: 10.3390/nu12020481.

Cílem této části projektu EXODYA bylo zhodnotit účinky intervenčního pohybového programu (viz výše) a suplementace n-3 PUFA, resp. Calanusovým olejem bohatým na voskové estery, na svalovou funkci a tělesné složení. Přestože byl uvedený článek zaměřen zejména na vliv suplementace, resp. její aditivní efekt k 4měsíční pohybové intervenci, poskytl důležité a zajímavé výsledky vztahující se právě k efektu cvičebního programu.

Funkční zdatnost a složení těla se v obou skupinách zlepšily po intervenčním cvičebním programu, ale u většiny parametrů nebyl zjištěn přídatný efekt suplementace. Jediný parametr

funkční zdatnosti, kde se oproti placebo významně zlepšily ženy se suplementací, byl 30-Second Chair Stand (sed-vztyk ze židle) hodnotící funkční sílu DK. Zlepšení u Arm Curl (flexe v lokti) se mezi skupinami významně nelišilo.

Na základě našich výsledků však můžeme uvést, že výše zmíněná suplementace může u starších žen mít synergický účinek s cvičením s vlivem zejména v oblasti funkční síly dolních končetin. To je v souladu s prací autorů Da Boit et al. (2017), v jejichž studii s 2,1 g EPA/den a 0,6 g DHA/den se zlepšila svalová funkce dolních končetin po odporovém tréninku dolních končetin současně s malým účinkem na svalovou hmotu. Rovněž půlroční program autorů Edholm et al. (2017) prokázal optimalizaci účinku odporového tréninku na dynamickou a výbušnou sílu hodnocenou mimo jiné i testem 30-Second Chair Stand. 90denní program silového tréninku v kombinaci se suplementací rybího oleje byl následovaný zvýšením svalové síly a funkční kapacity u starších žen také ve studii autorů Rodacki et al. (2012). Ve srovnání s naší studií však bylo dávkování n-3 PUFA ve všech uvedených studiích vyšší. V naší studii byla denní dávka EPA a DHA na spodní hranici příjmu doporučeného pro prevenci kardiovaskulárních onemocnění (Mozaffarian et al., 2006). To bylo dáno přesvědčením, že intervenované ženy nezvládnou zkonzumovat více (relativně velkých) tobolek suplementace. Lze tedy předpokládat, že při vyšší dávce bychom dosáhli vyššího indexu omega-3 (což je součet EPA a DHA v erytrocytových membránách vyjádřený jako procento celkové obsahu mastných kyselin). Naše výsledky by pak patrně byly přesvědčivější.

Většina parametrů flexibility se nezměnila (vyjma testu Back Scratch u skupiny s placebem). To není nijak překvapivé, protože program nebyl cíleně zaměřený na její zlepšení, přestože protahovací cvičení byly součástí lekcí, avšak spíše okrajovou. Flexibilita může být zlepšena sice již po 3-4 týdnech pravidelného protahování (nejméně 2–3 x týdně) a je nejúčinnější, pokud se provádí po lehkém až středním aerobním nebo odporovém cvičení (Lee et al., 2017; Garber et al., 2011), ale i zde platí, že je poměrně důležité, jaký byl její výchozí stav. Podle absolutních naměřených hodnot u našich seniorek je evidentní, že již na začátku intervenčního programu byla jejich flexibilita na solidní úrovni.

Dynamometricky měřená síla stisku ruky (handgrip) se statisticky významně zlepšila pouze ve skupině s placebem. Domnívám se nicméně, že tento parametr byl v rámci naší studie nadbytečný. Síla stisku ruky se u seniorů užívá zejména k hodnocení stařecké křehkosti, a do určité míry i malnutrice (Kozáková a Jarošová, 2010). Účastnice projektu EXODYA však byly plně funkční, soběstačné a v rámci intervenčního programu svaly ruky nijak netrénovaly. Jejich hodnoty před intervencí byly již poměrně vysoké v porovnání se stejně starými ženami z jiných

studií (Huang et al., 2022; Wiśniowska-Szurlej et al., 2021; Alquahtani et al., 2019). Zároveň je toto měření hodně ovlivněno spoluprací testovaného, resp. jeho ochotou dynamometr skutečně maximálně stisknout. Dalším problémem mohou být u seniorů onemocnění kloubů ruky, které znemožňují provedení v plném rozsahu. Tento poslední faktor však u našich seniorek můžeme vyloučit.

Co se týče kardiorepirační zdatnosti (měřené vrcholovou spotřebou kyslíku), obě skupiny se statisticky významně zlepšily. Zde je třeba upozornit na to, že ženy byly již na začátku pravděpodobně nadprůměrné, alespoň v porovnání s americkými daty (Kaminsky et al., 2022). Aditivní efekt suplementace na spotřebu kyslíku nebyl v naší studii prokázán. Dlouhodobý účinek každodenní suplementace olejem Calanus na maximální spotřebu kyslíku neprokázali později ani Tauschek et al. (2022). Tito autoři vycházeli z preklinických studií uvádějících zvýšený $VO_2\text{max}$ a zlepšené metabolické zdraví, přičemž Calanusový olej versus placebo aplikovali u zdravých jedinců ve věku 30–50 let.

Procentuální zlepšení vrcholové spotřeby kyslíku korelovalo negativně s výchozími hodnotami, což ukazuje na zvýšenou pravděpodobnost zlepšení fyzické kondice, když byla účastnice na začátku programu méně zdatná. Naše výsledky navíc jasně ukazují, že větší šance na zlepšení aerobní kapacity byla u žen, které měly vyšší svalovou hmotu. Zlepšení funkční kapacity po cvičebním programu nicméně potvrzuje důležitost pravidelné fyzické aktivity pro kondici a kvalitu života.

Výsledky změn tělesného složení potvrdily příznivý vliv intervence. Ve skupině s placebem došlo k významnému snížení tělesné hmotnosti a následně i BMI po intervenčním programu, zatímco ve skupině Calanus došlo ke statisticky významnému poklesu v oblasti viscerálního tuku. Změny tělesného složení vyvolané cvičením se sice nelišily mezi skupinami, avšak významné změny v oblasti viscerálního tuku a nárůst svalové hmoty ve skupině se suplementací (byť statisticky nevýznamný) mohou naznačovat příznivý trend v tělesném složení. K podobným výsledkům, tedy že kombinace cvičení a příjmu oleje z Calanus finmarchicus nebo zdravé stravy může podpořit ztrátu tuku u starších netrénovaných účastníků s nadváhou, došli také Wasserfurth et al. (2020).

Podle systematické rešerše a meta-analýzy autorů Cornish et al. (2022) nemá suplementace n-3 PUFA vliv na množství netukové tkáně u seniorů, ale zlepšuje sílu a funkční výkonnost dolní části těla. To je důležité, protože právě síla DK je často ovlivněna stárnutím, což se u seniorů se sarkopenií projevuje snížením výkonnosti v každodenním životě (Beaudart et al., 2017).

Navíc podle Taheri et al. (2023), u starších dospělých mohou mít n-3 PUFA určitý potenciál modifikovat patofyziologické dráhy spojené se sarkopenií.

V tomto kontextu je zajímavá randomizovaná, dvojitě zaslepená studie autorů Brook et al. (2021), která se zabývala možným zlepšením anabolického efektu odporového tréninku pomocí suplementace n-3 PUFA. Dávka n-3 PUFA byla v této studii poměrně vysoká (3,7 g/den), odporový trénink byl aplikován 6 týdnů. Uvedená suplementace vedla ke zvýšení svalové hmoty prostřednictvím hypertrofie vláken typu II, přičemž údaje naznačují roli v syntéze svalového proteinu spíše než prostřednictvím nábory satelitních buněk. Také práce autorů Pastor a Tur (2020) uvádí, že suplementace n-3 PUFA v kombinaci s cvičením zvýšila netukovou hmotu u žen. Je tedy opět pravděpodobné, že vyšší dávka suplementace by přinesla potvrzení možného synergického efektu. Na druhou stranu je pozitivní, že naše studie poskytla další důkaz o tom, že kombinovaným cvičebním programem (aerobní a silová zátěž) lze u starších žen ovlivnit jak kardiorespirační zdatnost, tak svalovou sílu.

5.3.3 Studie 7 (EXODYA – zánět tukové tkáně a inzulínová senzitivita)

Čížková, T., Štěpán, M., **Dad'ová, K.**, Ondrůjová, B., Sontáková, L., Krauzová, E., Matouš, M., Koc, M., Gojda, J., Kračmerová, J., Štich, V., Rossmeislová, L., Šiklová, M. Exercise Training Reduces Inflammation of Adipose Tissue in the Elderly: Cross-Sectional and Randomized Interventional Trial. *J Clin Endocrinol Metab.* 2020. Dec 1;105(12): dgaa630. doi: 10.1210/clinem/dgaa630.

Projekt EXODYA byl zaměřený zejména na změny v zánětlivém profilu a metabolismu tukové tkáně v odpovědi na intervence do životního stylu seniorů. Těmi byl 4měsíční kombinovaný trénink (aerobní a silový) a suplementace n-3 PUFA. Výše zmíněný projekt měl také část průřezovou, ve které byla porovnávána data žen trénovaných a netrénovaných. Molekulární a zánětlivé charakteristiky tukové tkáně byly korelovány s celkovými změnami metabolického stavu organismu a změnami v kardiorespirační zdatnosti a složení těla.

Hladiny mRNA IL-8 a TNF- α poklesly, u IL-6 byla změna nevýznamná. Studie ukázala, že trénované ženy, které pravidelně cvičily, měly nižší hladiny zánětu a oxidačního stresu v tukové tkáni oproti ženám netrénovaným jak na úrovni imunitních buněk, tak na úrovni genové exprese zánětlivých markerů. Podobný efekt byl pozorován i po 4měsíčním intervenčním programu. To je v souladu s prací autorů Nono Nankam et al. (2020), kteří popsali, že cvičení vede ke snížení oxidačního stresu v tukové tkáni.

Výsledkem jak dlouhodobé fyzické aktivity, tak 4měsíčního tréninku byla také nižší adipozita a vyšší citlivost na inzulín, což ukazuje na příznivější metabolický fenotyp fyzicky zdatných žen. Změny v inzulínové senzitivě a adipozitě pak korelovaly se změnami v některých zánětlivých parametrech. Lze tedy potvrdit, že cvičení má potenciálně reverzibilní účinek na zánět tukové tkáně, což popisují i Michailidou et al. (2022).

To je v souladu s předchozími studii ukazujícími snížení tukové hmoty a zlepšení citlivosti na inzulín po tréninku u obézních a starších jedinců (Park et al., 2015; Ryan, 2000). Navzdory snížení adipozity se však nezměnila průměrná velikost adipocytů, což je popsáno i dalšími autory (Van Pelt et al., 2017; You et al., 2006).

Zároveň se ovšem neprokázalo, že by doplnění fyzického tréninku suplementací omega-3 mastnými kyselinami vedlo k většímu přínosu v oblasti zánětlivých charakteristik tukové tkáně. Nicméně, suplementace vyvolala příznivé změny v inzulínové senzitivě, a lze tudíž předpokládat, že kombinace tréninku se suplementací Calanus má silnější inzulin-senzibilizující účinek ve svalech než pohybová intervence bez suplementace. Toto zjištění může být podpořeno i výsledky naší studie 6, která poukázala na zlepšení funkční síly DK, takže lze spekulovat, že tato suplementace může být prospěšná u seniorů se sarkopenií (Dalle et al., 2017). Mechanismem tohoto působení mohou být účinky n-3 PUFA ve svalech, jako je zlepšení syntézy svalové bílkoviny, změny ve složení membrán nebo vliv na zánětlivé parametry (Jeromson et al., 2015). Jak již bylo ale zmíněno v předchozí studii, denní dávka suplementace n-3 PUFA byla poměrně nízká. Metaanalýza autorů Huang et al. (2020) ukázala, že aby n-3 PUFA přispěly k nárůstu svalové hmoty, zvýšení síly a funkční zlepšení u starších dospělých je pravděpodobně zapotřebí dávka vyšší než 2 g/den, a delší (6 měsíců) intervence.

Limitací této studie a vlastně celého projektu je absence kontrolní skupiny bez cvičební intervence a bez suplementace, případně se samotnou suplementací. Důvody byly zejména etické – z důvodu opakovaných invazivních vyšetření jsme chtěli poskytnout participujícím ženám co nejvíce benefitů, což by v případě kontrolní skupiny (bez intervence) nebylo možné.

V kontextu tématu této práce je zajímavá recentní studie autorů Dollet et al. (2024), kteří popsali složitou souhru mezi kosterním svalstvem, tukovou tkání, a imunitními buňkami během cvičení. Podle těchto autorů je onkostatín-M jeden z faktorů, který je po cvičení zvýšeně sekretován imunitními buňkami v tukové tkáni, přičemž zvyšuje signalizaci MAPK (mitogen-aktivovaných protein kináz) v kultivovaných tukových buňkách a ovlivňuje lipolýzu. To

znamená, že imunitní buňky prostřednictvím těchto faktorů zprostředkovávají komunikaci mezi kosterním svalem a tukovou tkání během cvičení.

5.3.4 Studie 8 (EXODYA – kardiorespirace)

Štěpán, M., **Dad'ová, K.**, Matouš, M., Krauzová, E., Sontáková, L., Koc, M., Larsen, T., Kuda, O., Štich, V., Rossmeislová, L., Šiklová, M. Exercise Training Combined with Calanus Oil Supplementation Improves the Central Cardiodynamic Function in Older Women. *Nutrients*. 2021 Dec 29;14(1):149. doi: 10.3390/nu14010149.

Cílem této části projektu bylo porovnání efektu intervenčního programu s nebo bez suplementace n-3 PUFA na jednotlivé parametry kardiorespirační zdatnosti u starších žen, zejména pak srdeční výdej a a-v diferenci. Spojení tréninku a suplementace n-3 PUFA pro zlepšení kardiovaskulárního zdraví je do určité míry inovativním přístupem.

Jak již bylo uvedeno ve studii 5, vrcholová spotřeba kyslíku se zvýšila významně u obou skupin bez ohledu na suplementaci. To bylo způsobeno jak zvýšenou periferní extrakcí kyslíku (a-v)O₂, tak u suplementované skupiny navíc i zvýšením maximálního srdečního výdeje (CO_{max}), tedy nejen periferními mechanismy, ale i centrálními kardiodynamickými mechanismy.

Zvýšený CO_{max} lze vysvětlit zvýšeným tepovým objemem (stroke volume – SV) a pravděpodobně také sníženou systémovou vaskulární rezistencí (SVR). Naše hodnoty CO_{max} byly oproti studii autorů Murias et al. (2010) vyšší, což může být dáno odlišnou metodou měření a také tím, že bioimpedanční metoda pravděpodobně poněkud nadhodnocuje (Gonzalez-Represas a Mourot, 2020). Centrální a periferní mechanismy způsobující zlepšení kardiovaskulární zdatnosti navozené tréninkem se liší mezi pohlavími i věkovými skupinami (Murias et al., 2010; Spina 1999). V naší studii bylo však zlepšení kardiorespiračních parametrů nezávislé na věku, což je v souladu s výsledky autorů Støren et al. (2017), kteří uvedli, že lidé ve všech věkových skupinách mají stejný potenciál pro zlepšení kardiovaskulárních funkcí.

Naše výsledky ohledně suplementace n-3 PUFA odpovídají výsledkům autorů Walser a Stebbins (2008), kteří popsali, že suplementace po dobu 6 týdnů zlepšila SV a CO při dynamické zátěži mírné a střední intenzity u zdravých dospělých. V jejich studii ovšem byly hladiny DHA a EPA daleko vyšší než v naší studii.

Ke zlepšení funkce myokardu a zlepšení jeho schopnosti reagovat na stoupající zatížení mohly přispět změněné hladiny substrátů a cirkulujících hormonů (Fulghum a Hill, 2018). Souvislost mezi změnami v CO_{max} a plazmatickými hladinami volných mastných kyselin, stejně jako

počáteční a postintervenční korelace mezi CO_{max} a leptinem podporují tento mechanismus a tím možné přispění endokrinní aktivity změny tukové tkáně, která je hlavním zdrojem těchto faktorů (Antuna-Puente et al., 2008). Volné mastné kyseliny jsou preferenčním energetickým zdrojem pro myokard (Lopaschuk et al., 2010). Nabízí se tedy souvislost mezi větší nabídkou těchto kyselin z plazmy a větší kontraktilitou levé komory. Ve zdravém myokardu oxidace mastných kyselin zajišťuje 50–70 % energetické potřeby srdce a metabolické adaptace na trénink se projevuje zvýšenou oxidací mastných kyselin (Kolwicz, 2018).

Dále byl na základě evaluace tělesného složení pomocí DXA pozorován nárůst tukuprosté hmoty po intervenci v obou skupinách, přičemž ve skupině se suplementací to bylo výrazně více. Odlišnosti mezi skupinami se také týkaly změny distribuce tuku – u suplementované skupiny došlo k přesunu tuku ze spíše androidního typu na spíše gynoidní typ, což ukázala i studie 5 (avšak s využitím jiných hodnotících metod).

Také plazmatické hladiny leptinu se během intervence snížily, což se ukázalo i na korelaci mezi relativní změnou leptinu a relativní změnou tukové hmoty. Leptin je adipokin, jehož sérové hladiny se úměrně zvyšují k množství tukové tkáně. Kromě své role v regulaci příjmu potravy a výdeje energie také spouští prozánětlivé reakce v imunitních a endoteliálních buňkách a podporuje inzulínovou rezistenci (Michailidou et al., 2022).

Zvláštní je v rámci námi naměřených dat úroveň maximální SF, resp. její zvýšení u skupiny se suplementací. Předpokládá se, že maximální srdeční frekvence se tréninkem nemění. Lze spekulovat, že se tato skupina dokázala při zátěžovém testu více „vyhecovat“ a přestože se u nich již nezvyšovala spotřeba kyslíku, SF ještě stoupala. Tuto spekulaci může podpořit fakt, že suplementovaná skupina měla oproti skupině s placebem vyšší sílu DK (viz studie 5).

Limitem studie může být samotný protokol zátěžového testu. Ramping protokol může být vnímán jako příliš krátký, aby umožnil dostatečnou změnu ve spotřebě kyslíku. Kritéria pro maximální zátěž však byla splněna (neschopnost udržet otáčky při stálém úsilí a povzbuzování vyšetřujícího, subjektivně vnímaná zátěž v maximu měřená Borgovou RPE škálou, hodnota RER vyšší než 1,06). V zátěžových protokolech existovala odborná diskuse nad hodnotou RER, ukazující dosažení maxima, přičemž mnozí autoři doporučovali jako ukazatel maxima hodnotu nad 1,1. Nicméně recentní práce autorů Kaminsky et al. (2022) ukazuje, že lze jako kritérium použít hodnotu RER 1,0.

Další limitací může být relativně velké rozpětí tréninkové intenzity při aerobním tréninku (nordic walking), takže mohl být zátěžový stimul skupiny nehomogenní a mohl tak vyvolat

různou úroveň fyziologických adaptací. Posledním limitem je metoda hodnocení SV_{max} a CO_{max}, kterou bylo bioimpedanční měření přístrojem Physioflow. Physioflow není zlatým standardem, ale může být spolehlivým neinvazivním zařízením pro hodnocení SV (Louvaris et al., 2019). Pro ověření výsledků by tedy bylo vhodné zvolit přesnější metodu a také hodnocení daných parametrů rovněž při submaximální zátěži, což by jednak zvýšilo reliabilitu výsledků a také by nám poskytlo údaje z oblasti intenzity zátěže každodenního života.

5.4 Efekt kombinovaných pohybových programů na kognitivní funkce seniorů

5.4.1 Studie 9 (EXODYA – paměť a BDNF)

Dadřová, K., Petr, M., Tufano, J.J., Sontáková, L., Krauzová, E., Štěpán, M., Šiklová, M., Šteffl, M. Calanus Oil Supplementation Does Not Further Improve Short-Term Memory or Brain-Derived Neurotrophic Factor in Older Women Who Underwent Exercise Training. *Clin Interv Aging*. 2022 Aug 13;17:1227-1236. doi: 10.2147/CIA.S368079.

Cílem této části projektu EXODYA bylo na základě dat z longitudinální intervenční části projektu vyhodnotit, zda se po cvičebním programu s nebo bez suplementace n-3 PUFA (Calanus, viz výše) změní krátkodobá epizodická paměť a mozkový neurotrofický faktor (BDNF).

Výsledky ukázaly, že se krátkodobá paměť po intervenčním programu statisticky významně zlepšila. Ženy se v průměru zlepšily o 2 obrázky, což lze považovat za velmi dobrý výsledek a jedná se o další potvrzení důležitosti pravidelné pohybové aktivity v seniorském věku. Zlepšení paměti po pohybové intervenci je popisováno mnoha autory, většinou jsou však studie realizovány na starších osobách s již prokázaným kognitivním deficitem nebo subjektivně vnímanou kognitivní poruchou (Chatterjee et al., 2022; Sandison et al., 2023; Ayari et al., 2023). V rámci teoretických východisek byly již některé výzkumy na zdravých seniorech diskutovány. Dále například meta-analýza autorů Zhang et al. (2023) poukázala na to, že pohybová aktivita byla prospěšná jak pro celkové skóre kognitivních funkcí, tak pro všechny subkognitivní domény. Zároveň právě u starších jedinců byl efekt největší, a to zejména v odpovědi na aerobní a odporové cvičení. Podstatnými proměnnými však byly frekvence, intenzita, typ a délka trvání plus objem a progresse cvičení.

V naší studii byl také zjištěn významný pozitivní vztah mezi změnou v počtu zapamatovaných obrázků a změnou vrcholovou spotřebou kyslíku po intervenci. To opět naznačuje důležitost dostatečného zátěžového podnětu (v intenzitě i délce) pro následnou adaptaci.

Naše výsledky však není jednoduché porovnat s výsledky jiných studií vzhledem k tomu, že krátkodobou paměť jsme hodnotili českým screeningovým testem POBAV, zatímco ostatní autoři obvykle používají testy typu MoCa (Montrealský kognitivní test) nebo RAVLT (Rey Auditory Verbal Learning Test). Test POBAV byl zvolen z toho důvodu, že ostatní testy jsou časově náročné, často podléhají licencím a je třeba, aby je vyhodnotil psycholog nebo psychiatr. Pro administraci výše uvedeného testu to není nutné. Kromě dostupných materiálů, které administraci pečlivě popisují, jsem se zúčastnila i několika workshopů, organizovaných autorem testu. V dalších studiích bych přesto doporučila více testovacích metod, aby bylo možné výsledky srovnat se zahraničními autory.

BDNF je polypeptidový růstový faktor, který má klíčovou roli v regulaci synaptické plasticity. Je důležitý pro učení i tvorbu vzpomínek (Mattson et al., 2004; Pedersen et al., 2009). Naopak snížení cirkulace BDNF je považováno za biomarker kognitivního poklesu souvisejícího s věkem (Máderová et al., 2019). Přestože hlavním zdrojem jeho produkce je nervový systém, je BDNF také produkován svaly během tělesné zátěže a po ní. Má se za to, že souvisí s funkcí myokinu (Tsukada et al., 2024). Změny BDNF vyvolané cvičením jsou spojeny se zlepšením metabolických a kognitivních funkcí (Máderová et al., 2019). Proto nás zajímalo, zda se efekt cvičení, resp. cvičení a případné suplementace, prokáže na sérové hladině tohoto proteinu.

V naší studii se hodnoty BDNF v rámci skupin ani mezi nimi po intervenci nezměnily. Toto zjištění je v souladu se studií autorů Coelho-Júnior et al. (2020), kteří také pozorovali zlepšení kognitivních funkcí bez jakýchkoli pozitivních změn BDNF. Stejně tak v jiné studii 24týdenní intervence programem aerobní chůze zlepšila u seniorek s hypertenzí paměť, neměla však vliv na subjektivní kognitivní potíže a BDNF (Chou et al., 2022).

Na druhou stranu, Håkansson et al. (2017) zkoumali hladiny BDNF u zdravých starších dospělých po aplikaci cvičení, kognitivního tréninku a aktivity typu „mindfulness“. Zjistili, že ze všech uvedených intervencí má právě cvičení největší dopad na hladiny BDNF v séru. Prokázali také souvislost mezi sérovou odezvou BDNF na akutní tělesné cvičení a funkcí pracovní paměti. Důležitost cvičební intervence v doporučeném množství a intenzitě potvrzuje i nedávno publikovaná korejská studie na starších ženách autorů Kang et al. (2024), která zkoumala vliv kruhového tréninku na β -amyloid, BDNF a kognitivní funkce u netrénovaných obézních starších žen. U jejich cvičební skupiny, která byla intervenována 3 x týdně po dobu 16 týdnů byly zjištěny významné rozdíly jak u β -amyloidu, tak u BDNF a kognitivních funkcí. Zajímavá je také indonéská studie autorů Kurdi a Flora (2019), která popsala významně vyšší hodnoty BDNF i kognitivních funkcí hodnocených testem Mini

Mental State u seniorů, kteří se každý den věnují 15minutovému joggingu. Bohužel však tato studie nemá v některých aspektech jasně popsanou metodologii, a tudíž je potřeba opatrnost v její interpretaci.

Záleží tedy pravděpodobně na mnoha faktorech, mimo jiné také na intenzitě či objemu pohybové aktivity, a na zdatnosti. Jak uvádí Máderová et al. (2019), akutní aerobní cvičení může přechodně zvýšit sérový BDNF u sedavých starších osob, ale nikoli u trénovaných. Další faktory, které mohou produkci BDNF ovlivnit jsou různé fyziologické i patologické stavy včetně stresu, zánětu a metabolických poruch (Brigadski a Leßmann, 2020). Určitou roli zde opět hrály výchozí hodnoty (jak POBAV, tak BDNF), které se ukázaly být významnou proměnnou pro změny BDNF (čím vyšší výchozí hodnota, tím menší zlepšení lze očekávat). Lze zvažovat i vliv genetického polymorfismu Val66Met, který je u BDNF nejvíce studován. Tento polymorfismus ovlivňuje intracelulární zpracování a sekreci BDNF a může mít vliv na strukturální a funkční kapacitu mozku (Ganguly a Poo, 2013). Nicméně přínos fyzického tréninku na kognitivní funkce je na genotypu BDNF pravděpodobně nezávislý (Nascimento et al., 2015).

Co se týká aditivního efektu suplementace, vycházeli jsme z faktu, že n-3 PUFA jsou doporučovány i u osob s neurokognitivními deficity. Systematická rešerše autorů Cooper et al. (2015) však nepotvrdila, že by tato suplementace ovlivňovala kognitivní funkce, s výjimkou těch, kteří mají n-3 PUFA nedostatek. Nicméně najdeme i studie, které jejich možné využití podporují. Power et al. (2022) zkoumali kombinovaný účinek suplementace n-3 PUFA, karotenoidů a vitamínu E na kognitivní výkon (paměť) seniorů po dobu 24 měsíců ve dvojitě zaslepené, placebem kontrolované, randomizované klinické studii. Velikost změny koncentrací karotenoidů ve tkáni a koncentrace n-3 PUFA a karotenoidů v krvi souvisela s velikostí změny ve výkonnosti pracovní paměti. Autoři došli k závěru, že tyto živiny působí synergicky a v závislosti na dávce na zlepšení pracovní paměti u kognitivně zdravých starších dospělých. V naší studii aditivní efekt n-3 PUFA na žádný z parametrů potvrzen nebyl, což přisuzujeme opět velmi nízké dávce a také tomu, na jaké úrovni byla jejich hladina na začátku (omega-3 index, viz výše), jaký je jejich přesný poměr a zda se n-3 PUFA vzhledem k rychlé oxidaci skutečně vstřebají. Nicméně systematický přehled a metaanalýza z loňského roku ukazují účinnost n-3 PUFA při zvyšování koncentrace BDNF v séru (Ziaei et al., 2023). Vztah mezi různými typy cvičení (aerobní cvičení, cvičení ve vodě, multikomponentní programy) a zlepšenými hladinami BDNF prokázala i meta-analýza autorů Farrukh et al. (2023). Zároveň však poukázali na malé soubory a naprostou převahu žen ve výzkumných pracích.

Zajímavé je zkoumání různých kombinací faktorů na kognitivní funkce. Kombinace různých typů pohybové aktivity a kognitivního tréninku již byly zkoumány a dle systematické rešerše autorů Gheysen et al. (2018) mohou mít takové programy pozitivní dopad na celkovou kognitivní funkci. Do budoucna by však mohly být více prozkoumány i další kombinace faktorů zlepšení kognitivních funkcí u starších dospělých. Kromě pohybové aktivity a kognitivního tréninku lze nakombinovat další proměnné, jako jsou výživa, kvalita spánku, schopnost relaxace apod.

6. Závěr a doporučení do praxe

Zdravé stárnutí je schopnost udržet si nezávislost, účel, vitalitu a kvalitu života až do vysokého věku navzdory neočekávaným změnám zdravotního stavu či nepříznivé sociální situaci (Eckstrom et al., 2020). V současné době není pochyb o tom, že pohybová aktivita je důležitou součástí zdravého stárnutí. Navzdory prokázaným benefitům PA a tomu, že s přibývajícím věkem máme obvykle k dispozici více volného času, zvyšuje se z mnoha důvodů riziko sedavého života (Rivera-Tavarez, 2017). Většina starších dospělých nesplňuje aktuálně doporučené minuty pravidelné fyzické aktivity týdně (Eckstrom et al., 2020).

Udržitelnost určité úrovně PA záleží totiž na mnoha proměnných. Tato habilitační práce se zaměřila na čtyři oblasti, které se udržitelnosti určitým způsobem týkají. Prvním tématem byla preskripce neboli předpis pohybové aktivity. Na základě dostupné literatury a dvou příložených studií lze shrnout kroky, které mohou přispět k úspěšné preskripci pohybové aktivity u seniorů:

- Znalost základních odborných doporučení (guidelines)
- Evaluace současné i minulé pohybové aktivity daného jedince
- Zhodnocení rizikovosti, kontraindikací PA a případné potřeby zátěžového vyšetření
- Zhodnocení úrovně zdatnosti (alespoň orientačně)
- Stanovení cílů a motivace daného jedince
- Konkrétní, na míru ušitá preskripce zatížení dle FITT-VP principu
- Kontrola plnění předepsané pohybové aktivity a zpětná vazba
- Další modifikace a individualizace preskripce dle potřeb jedince
- Psychosociální podpora a empatický přístup
- Znalost sítě tělovýchovných (nezdravotnických) odborníků, pod jejichž vedením může daný jedinec bezpečně cvičit

Důležitým faktorem je samozřejmě aktivita a zájem na straně jedince, protože pokud se neztotožní s doporučením zdravotníka či tělovýchovného odborníka, přijde pravděpodobně snaha těchto odborníků vniveč. Na druhé straně, právě tito odborníci by měli mít jednak dostatek času, a jednak určité komunikační dovednosti, aby jedince o potřebě PA přesvědčili. Pokud se ale podaří skrze cílenou edukaci změnit životní návyky včetně například ovlivnění snížené svalové síly u starších jedinců, sníží se náklady na léčbu mnoha jedinců (Dad'ová a Vařeková, 2015; Brown et al., 1992; Verloot et al., 1992; Steffl et al., 2017).

Jak se ukázalo i v naší studii 1 (preskripce PA lékaři), konkrétněji a častěji PA předepisovali lékaři, kteří byli mladší, a hlavně kteří měli sami k pohybu kladný vztah. Dále je potřeba, aby se k tělovýchovným specialistům dostaly potřebné údaje o daném jedinci. Naše studie 2 (změny SF u pacientů s metoprololem) pak potvrdila, že u jedinců s některými léky (v našem případě beta-blokátory) může srdeční frekvence variovat během dne a tomu by měla být přizpůsobena případná cílová hodnota pro trénink). Při vedení cvičebních programů pro seniory existuje relativně vysoká pravděpodobnost, že se ve skupině budou vyskytovat i hypertonici nebo lidé po infarktu myokardu a cvičitel by tedy měl, alespoň orientačně, znát jejich medikaci a zejména její vliv na fyziologické funkce daného jedince.

Otázka je, zda je nutné a vůbec reálné vyžadovat lékařské doporučení či zprávu pro veškerá cvičení seniorů. Určitou pomocí by nicméně mohl být krátký formulář, který by lékař vyplnil a umožnil tak tělovýchovnému odborníkovi získat potřebné informace. Inspiraci můžeme najít například v posudcích zdravotní způsobilosti využívaných praktickými lékaři pro děti a dorost. Rozšířené formuláře pro děti se specifickými potřebami, které slouží k tomu, aby se tyto děti mohly smysluplně a bezpečně účastnit tělesné výchovy (Ješina et al., 2020), jsou příkladem dobré praxe podpory pohybové aktivity u jedinců s určitým omezením. Tvorba tohoto formuláře pro dospělé (seniory) by však měla vycházet z širší diskuse tělovýchovných lékařů, fyzioterapeutů a dalších tělovýchovných odborníků, ideálně v rámci k tomu určené pracovní skupiny.

Druhým tématem této práce byla samotná adherence ke strukturovaným pohybovým programům i neřízené pohybové aktivitě (habituální i volnočasové). V rámci kapitoly 2.2 byly představeny základní teoretické modely a celá řada faktorů, které ovlivňují různým způsobem participaci na PA, a to zejména u seniorů. Tyto faktory lze (podobně jako rizikové faktory různých onemocnění) rozdělit na neovlivnitelné (např. věk, pohlaví, genetika, osobnostní rysy apod.) a ovlivnitelné (např. znalosti, víra ve vlastní schopnosti, sociální podpora, kouření, obezita apod.). U některých faktorů pak můžeme spekulovat, zda jsou či nejsou ovlivnitelné (výchova k pohybu v rodině, zdravotní stav apod.). Navíc, ne vždy jsou vztahy mezi adherencí a těmito proměnnými lineární. V neposlední řadě mohou mít na účast seniorů na cvičení vliv i klimatické změny (teplotní výkyvy) nebo energetická krize.

U strukturovaných cvičebních programů je důležitou proměnnou kvalita jejich obsahu, délka, cena (resp. kdo je plátcem) a zejména pak osobnost a zkušenost cvičitele. V praxi se ukazuje, že někteří cvičitelé jsou (v nejlepším slova smyslu) schopni si získat své cvičence natolik, že i při změně cvičební lokace za nimi naprostá většina skupiny dále dojíždí. V případě,

že není možné aplikovat strukturované cvičební programy, je třeba integrovat funkční cvičení do každodenního života, což představuje alternativu nebo i doplněk ke strukturovaným cvičebním programům (Weber et al., 2018). K tomu může dopomoci i pořízení domácího mazlíčka, o kterého je třeba pečovat, což může nenásilně zvýšit pohybovou aktivitu v oblasti chůze. To ukázala jedna z prezentovaných studií (PA seniorů vlastníků psa), když seniori „pejskaři“ měli v průměru dvojnásobně vyšší počet kroků než „nepejskaři“ a také subjektivně reportovali delší čas strávený pohybovou aktivitou. Neopomenutelným pozitivem vlastnictví psa je také vliv na psychiku a snadnější socializace často osamělých seniorů. Nutnost venčit psa motivuje (nejen staršího) jedince k pravidelné chůzi a trávení času venku. Z tohoto hlediska je pak důležité, zda jsou pro tyto outdoorové aktivity v místě bydliště seniora vhodné podmínky.

Studie 4 (bariéry a facilitátory PA u seniorů s demencí), která systematicky analyzovala bariéry a facilitátory skupinové chůze seniorů s demencí poodhalila právě otázky životního prostředí, zejména logistiky a organizace chodeckých skupin. Několik studií z naší systematické rešerše totiž poukázalo na to, že pro seniory je velmi důležitá vnímaná bezpečnost chodeckých tras a také adekvátní způsob značení. Pocit zvýšeného rizika „ztracení se“, obtížný terén z hlediska rizika pádů nebo změny tras (například kvůli revitalizaci části parku) se mohou stát bariérou v provozování této aktivity. Na druhou stranu, zapojení do programu může být usnadněno, pokud je zvolen vhodný terén a vzdálenost, dané prostředí nabízí zajímavé scenérie, během vycházek jsou k dispozici odpočívadla či občerstvení apod. Ze sociálního hlediska pak byla pro zapojení do programu klíčová ochota pečujících osob a skupinová dynamika vztahů.

Pro zlepšení udržitelnosti, resp. adherence k pohybové intervenci je potřeba chápat predispozice ke zdravému a rizikovému chování, jejichž základem je složitá souhra biologických, psychologických, environmentálních, genetických a epigenetických faktorů (Herring et al., 2014). Pokud identifikujeme bariéry a motivátory / facilitátory k PA u středněvěkých a starších dospělých, můžeme pak zacílit lépe intervenci a zaměřit se na ty jedince, kteří potřebují největší podporu. V rešerši autorů Spiteri et al. (2019), která se zabývala kvantitativními i kvalitativními studiemi, se ukázalo, že bariéry u těchto dvou věkových skupin jsou srovnatelné a že nejčastější bariéry se vyskytují v prostředí a zdrojích. U seniorů byly v motivaci nejvíce zmiňovány faktory sociálního vlivu, podpory a asistence při změně pohybového chování. Ve středním věku hrály v motivaci roli důležitost stanovení cílů, důvěra ve skutečný pozitivní efekt aktivity a sociální faktory. Nesmíme zapomenout také na to, že k adherenci významně přispívá také prožívání spojené s pohybovou aktivitou. Jak uvedl Hošek

(1998), radost, zaujetí, flow a psychosociální pohoda mohou být důležitými faktory udržitelnosti pohybové aktivity.

Zároveň je klíčové, aby byl vždy nalezen dostatek benefitů a zároveň bylo u daného jedince co nejméně bariér. Například studie autorů Shin et al. (2018) prováděná na dospělých Američanech korejského původu poukázala na to, že poměr benefitů a bariér byl v kohortě jedinců středního věku nejnižší oproti kohortě seniorů a mladých dospělých.

Na základě dostupné literatury, výše komentovaných studií a vlastních zkušeností navrhuji schéma faktorů, které je vhodné vzít v potaz, uvažujeme-li o udržitelnosti úrovně pohybové aktivity v seniorském věku (viz obr. 2 na následující stránce).

Třetím a čtvrtým tématem této habilitační práce byl efekt skupinových cvičebních programů na vybrané atributy tělesného a kognitivního zdraví. Důvodem zařazení tématu je důležitost důkazů o pozitivním vlivu pravidelné pohybové aktivity na organismus staršího jedince. Pokud se můžeme opřít o relevantní změny různých parametrů po aplikaci cvičebních programů, lépe přesvědčíme cílovou skupinu o potřebnosti provozování PA. První z několika studií vztahujícím se k třetí sekci (studie 5 – cvičební program pro seniory) byla zaměřena na prokázání efektu skupinového cvičení zdravotní tělesné výchovy provozovaného pouze 1 x týdně v délce 55 min. Většina cvičících žen byla svou úrovní funkční zdatnosti na průměrných až nadprůměrných hodnotách a byla schopna se dále zlepšit v síle DK, hbitosti a dynamické rovnováze a celkové posturální stabilitě. Podobná zlepšení jsme pak pozorovali při dalších šetřeních, která byla zaměřena na jiný typ pohybové aktivity, ale splňovala frekvenci cvičení 1 x týdně a délku do 60 min. Ve všech těchto studiích však intervence nebyla realizována na zcela nezdatných seniorkách. To je podstatné zmínit, protože trénovatelnost je ovlivněna počáteční úrovní zdatnosti. Ti, kteří jsou méně fit, mají tendenci se nejvíce zlepšit při stejné cvičební tréninkové dávce. Nicméně, i přes tuto nevýhodnou preselekcii probandů prezentované studie prokázaly, že zlepšení lze očekávat i u starších žen, které si určitou úroveň kardiiorespirační zdatnosti a svalové síly udržely.

Studie 5 dále potvrdila, že nejen tradičně doporučované pohybové programy (založené na aerobní a silové složce zátěže), ale i další typy cvičení s nízkou intenzitou mají efekt. To je v souladu např. s prací autorů Sivaramakrishnan et al. (2019), kteří uvádějí, že alternativní typy cvičení mohou ovlivnit a zlepšit dobu zdravého života. Rivera-Tavarez (2017) popisuje jako velmi přínosné například Tai-Chi, jógu, meditaci, tanec a hudbu.

Výše uvedený autor poskytuje ve své práci důkazy o tom, že tyto aktivity zlepšují kognitivní schopnosti, rovnováhu, snižují riziko pádů a pomáhají udržet aktivní životní styl. Důležité je, že tyto aktivity se často provádějí ve skupině, což zlepšuje udržitelnost pomocí sociálních vazeb a také je možné je modifikovat podle konkrétních potřeb jedinců. Důkaz o tom, že jednoduchá intervence založená na tanci může zvrátit pokles funkční zdatnosti a schopnosti sebeobsluhy u obyvatel pečovatelských domů, přinesla například studie Macháčové et al. (2017).

Největší kohortu pro sledování celé řady parametrů u žen seniorského věku nám nicméně poskytl projekt EXODYA, ke kterému se váží výsledky, popsané ve studiích 6–9. Přestože tématem této habilitační práce je zejména pohybová aktivita, tento projekt spojil pohybovou a výživovou intervenci.

Jednou z možností, jak podpořit zdraví v seniorském věku může být dle různých autorů i suplementace různých látek, včetně n-3 PUFA. Předpokládá se, že hlavní mechanismy, na kterých se n-3 PUFA podílejí, zahrnují: snížení zánětu, posílení syntézy svalových proteinů, změnu citlivosti inzulinu a zlepšení v činnosti svalových satelitních buněk (Taheri et al., 2023). Jak se ale ukázalo ve studiích projektu EXODYA, při nízkých dávkách nelze pozitivní vliv na řadu tělesných a kognitivních funkcí prokázat. Nicméně některé z našich výsledků alespoň naznačily určitý trend případného synergického působení, a to u svalové síly DK, tělesného složení ve smyslu snížení viscerálního tuku, centrálního mechanismu srdeční adaptace na zátěž a inzulinové senzitivity. Pro potvrzení těchto trendů je ale potřeba dalších studií, a hlavně vyšších dávek suplementace.

Pro tuto práci jsou ale zásadní zjištění v oblasti efektu pohybové aktivity, kterou vykonávaly obě skupiny žen. Zlepšení kardiorespirační zdatnosti a funkční síly horních a dolních končetin, stejně jako tělesného složení po 4měsíční intervenci programem kombinujícím aerobní a silovou zátěž je sice očekávatelné, ale zároveň velmi cenné. Poskytuje totiž další důkaz o potřebnosti adekvátní pohybové aktivity v seniorském věku a zejména o tom, že lze změnit řadu parametrů za pouhé 4 měsíce, a to i u žen, které nebyly ani sarkopenické, křehké či zcela nezdatné.

Důležitým výsledkem projektu EXODYA je také důkaz o tom, že ženy, které se pravidelně věnují cvičení, mají v porovnání s netrénovanými ženami nižší úroveň zánětu a oxidačního stresu v tukové tkáni. Tohoto efektu lze dosáhnout již po 4měsíčním tréninkovém programu, který v naší intervenční části vedl nejen ke snížení hmotnosti a změně tělesného složení, ale také ke zvýšení inzulinové senzitivity. To může být zajímavé i v kontextu naší poslední studie

zaměřené na paměť, kde bylo po 4měsíční intervenci prokázáno zlepšení paměťového výkonu. Zatímco inzulín a jeho signalizace hrají významnou roli v neuroprotekcí, inzulinová rezistence může přispívat k metabolickým dysfunkcím v mozku. Studie Vaňkové et al. (2020) například zjistila korelaci zhoršené neuropsychologické výkonnosti se změnami adipokinů u pacientů s Alzheimerovou chorobou. Za nosné téma pro další výzkum lze tedy považovat zkoumání změn tukové tkáně, inzulinové senzitivity, morfologických vlastností mozku a kognitivního výkonu ve vztahu k intervenčním pohybovým programům, a případně k dlouhodobé či celoživotní pohybové aktivitě.

S tím souvisí problematika kognitivního superagingu, která byla zmíněna v kapitole 2.4. Ukazuje se totiž, že jedinci (v případě aktuálně běžícího projektu COSACTIW opět ženy), kteří měli během svého života (zejména ve středním věku) aktivní životní styl a plnili doporučení pro realizaci zdraví prospěšné pohybové aktivity, mají významně vyšší pravděpodobnost být superstárnoucími osobami dle definice Northwestern University SuperAging Program (Rogalski et al., 2013).

Za limitující může být považován fakt, že předmětem našeho zájmu byly jen ženy. Důvodem byl jednodušší nábor subjektů v této věkové skupině a také snaha o co největší homogenitu souboru. Jak uvádějí například Mattioli et al. (2023), reakce žen a mužů na nefarmakologické intervence může být rozdílná.

Problémem mnoha výzkumných šetření je nejen průřezový design, ale i nedostatek follow-up studií, které by v odstupu od intervenčního programu zjišťovaly, zda si jedinci udrželi pohybové návyky a případně získanou funkční zdatnost. Proto jsme se na našem pracovišti rozhodli sledovat v odstupu 5-17 měsíců a později i několika let vybrané účastnice již zmiňovaného projektu EXODYA. V prvním šetření, kde se podařilo oslovit 31 žen z původního 55členného souboru, jsme zjistili, že naprostá většina žen (93,5 %) zůstala pohybově aktivní, navzdory ukončení organizovaných lekcí pod záštitou projektu; 55 % z nich však s nižším objemem PA, 45 % pak s přibližně stejným objemem. Většina účastnic (69 %) byla pohybově aktivní 2 až vícekrát týdně. Co se týká intenzity, nadpoloviční většina cvičenek uvedla střední intenzitu PA, zbytek pak spíše mírnou intenzitu PA (Smutná, 2019).

V odstupu 3 let od ukončení studie jsme ženy oslovili znovu. Vzhledem k tomu, že probíhala pandemie COVID-19, se podařilo vyhodnotit data o úrovni pohybové aktivity od 15 žen (věk $73,8 \pm 4,02$ let). Sedm z nich také podstoupilo terénní testování svalové síly s využitím SFT, hodnocení síly stisku ruky pomocí digitálního dynamometru, a laboratorní stupňovaný

zátěžový testu do maxima na bicyklovém ergometru. U většiny těchto senierek došlo k udržení míry fyzické zdatnosti a také udržení určité pohybové aktivity. 73 % z testovaných žen patřilo dle výpočtu MET minut týdně (IPAQ) do skupiny HEPA Active, tzn. množství jejich PA lze považovat za dostatečné a zdraví prospěšné. Dvě třetiny souboru využívaly ve svém pohybovém režimu aktivity, které byly součástí 4měsíčního intervenčního programu v roce 2018 (kruhový trénink, nordic walking). 60 % žen uvedlo, že se u nich během pandemie COVID-19 snížila frekvence PA, především z důvodu pozastavení vedených cvičebních jednotek. 40 % dotazovaných uvedlo, že změny PA v době pandemie ovlivnily negativně jejich zdraví. Více než polovina souboru se domnívala, že se během pandemie snížila jejich tělesná zdatnost, vliv na psychické zdraví však většina žen nepocítila. Téměř u všech žen, které podstoupily měření zdatnosti, došlo po 3 letech od ukončení 4měsíčního cvičebního programu ke zhoršení výsledků, zároveň je ale tento pokles v normě vzhledem k věku nebo tuto normu dokonce převyšuje. Statisticky významný byl pokles síly DK, na hranici signifikance pak pokles síly HK a síly stisku ruky. Stejně tak byla spotřeba kyslíku s odstupem 3 let signifikantně nižší, přesto byla u všech žen v normě vzhledem k predikovaným hodnotám na základě věku. U 57 % žen byly hodnoty funkční síly DK a VO_2max stále vyšší než před intervenčním programem. Přestože došlo během tří let (z nichž více než jeden rok byl ovlivněný pandemií) k očekávanému poklesu síly a kardiorepirační zdatnosti, většina testovaných žen si udržela potřebnou úroveň PA a jejich výsledky jsou tudíž stále v populační normě (Daďová et al., 2021).

Na tomto místě je vhodné podotknout, že s úspěšným stárnutím významně souvisí také psychická odolnost a deprese. Podle průřezové studie autorů Kraemer a Depp (2013) může mít zvýšení psychické odolnosti a snížení deprese stejně silné účinky na úspěšné stárnutí jako snížení tělesného postižení, což ukazuje na důležitou roli psychiatrické péče v geriatрии a gerontologii. Jak nicméně uvedli Vaňková et al. (2021), deprese je zejména v pečovatelských domech léčena nedostatečně.

S vědecko-technologickým vývojem se objevují nové možnosti, jak cvičení usnadnit například možností cvičit vzdáleně (online), udělat ho atraktivním a také „bezbariérovým“. Zajímavá byla v tomto ohledu tréninková aplikace pro tablet na domácí cvičení, která u skupiny seniorů zvýšila motivaci a adherenci, protože byla zábavná a pomocí zpětné vazby v podobě obrázku rostoucí květiny ukazovala jedincům jejich aktivitu (Silveira et al., 2013). Podobně efektivním nástrojem mohou být personalizovaná DVD jako efektivní nástroj (Moran et al.,

2015) nebo dnes již mobilní aplikace. Jako efektivní se ukázalo i domácí cvičení s fyzioterapeutem (online/telefon) (Vaz et al., 2022).

Velký potenciál má trénink založený na simulované hře jako způsobu pohybové aktivity. Kromě toho, že může hraní her podpořit kognitivní funkce seniorů a umožnit jim, aby nezaostávali za technologickým pokrokem, využívá se řada herních mechanismů i v neurorehabilitaci. Podle některých autorů má hraní her vnitřní přitažlivost a mohl by to být tedy způsob, jak vyvolat žádoucí změny životního stylu u starších dospělých (Maillot et al., 2012). Výše zmíněný autorský tým například vyvinul aktivní videoherní výukový program čítající 24 lekcí trvajících hodinu. Zlepšení intervenční skupiny bylo patrné nejen v herním výkonu, ale také ve fyzických a kognitivních dovednostech, které starší dospělí potřebují v každodenním životě.

Jistě lze technickými prostředky zajistit možnost přednahranych cvičebních lekcí, použití virtuální reality, fitness aplikací nebo v blízké době i umělou inteligencí generovaného „avátara“ lékaře či instruktora/terapeuta. Pomocí specifických algoritmů je možné poskytovat zpětnou vazbu a motivovat klienta. Jak potvrdila systematická rešerše autorů Valenzuela et al. (2018), adherence ke cvičebním programům využívajícím nové technologie (většinou v podobě „exergames“) může být vyšší než standardní cvičení v tělocvičně a v řadě případů také probíhá pod dohledem terapeuta. Jak uvádějí Di Lorito et al. (2021), cvičební programy pod dohledem odborníků, resp. se supervizí přinášejí větší zlepšení sledovaných parametrů. Vždy je ale třeba si uvědomit také rizika spojená s cvičením bez účasti „živého“ profesionála, který aktivitu povede. Může dojít k přecenění vlastních schopností cvičence, nevhodným pohybovým vzorcům u jedinců bez pohybové gramotnosti atd.

Na druhou stranu máme zkušenosti s vedením cvičebních jednotek přes Google meet z období pandemie COVID-19 a na jejich základě můžeme ukázat i určitá pozitiva popsaná přímo cvičenkami. Pozitiva, která byla důležitá v době karantény, se týkala zejména bezpečnosti: „nemusím cestovat MHD“, „jsem ve svém bezpečném prostředí“, „nemusím se bát nákazy“, ale nepřímého navýšení pohybové aktivity: „kvůli přenosu a cvičení na zemi pravidelně vysávám a vytírám byt“. Další pozitiva, která s obavami ohledně zdraví nesouvisela, byla rovněž důležitá a vedla k realizaci občasných online lekcí: „mohu cvičit odkudkoli – ze zahraničí, z dovolené, z chaty apod.“, „může se mnou cvičit další rodinný příslušník“, „pokud jsem unavená/ý, mohu cvičit, protože se nevyčerpám cestou na cvičení“. Tato forma se tedy stala hodnotnou alternativou k prezenčnímu cvičení. Vyžaduje však na straně cvičících seniorů nejen dobré internetové připojení, ale také základní vybavení a schopnost se připojit. Z hlediska

cvičitele lze na základě získaných zkušeností doporučit promyšlenou volbu cviků s ohledem na obvykle malý prostor, který mají cvičící doma k dispozici, a hlavně detailní slovní popis cvičební polohy a provedení cviku. Ne vždy totiž senior zvládá při cvičení zároveň sledovat monitor.

Zajímavou výzvou do budoucna je možnost propojit data sledování své kondice s genetickým profilem jedince tak, aby mohla být aplikována personalizovaná doporučení ohledně stravy a cvičení. Nad etickými dilematy tohoto přístupu se zamýšlel kolektiv autorů Esmonde et al. (2023). Poukázali na rizika ztráty citlivých údajů, potenciální špatnou kvalitu vstupních zdravotních informací, a hlavně kulturní předpoklady o zdraví a osobní odpovědnosti.

Tvorba a aplikace, respektive modifikace pohybových programů vyžadují trvalou kreativitu a flexibilitu tak, aby vyhovovaly měnícím se potřebám účastníků. Hlavním cílem těchto intervencí by mělo být vybudování návyku pravidelné PA stejně, jako se budují hygienické či stravovací návyky, a to již od dětského věku. Úroveň PA v dětství a mládí má totiž vliv na úroveň PA v dospělosti. V tomto kontextu je alarmující, že se zvyšuje čas strávený sezením, a to již při přechodu z dětského věku do adolescence, což je spojeno s nepříznivými změnami v tělesném složení (Rubín et al., 2022). Dále je třeba hledat spolu s našimi pacienty či klienty (dle prostředí intervence) možnosti, jak ovlivnit právě dlouhodobou adherenci k PA a tím i neutěšený stav na poli pohybové aktivity populace. Klíčové je, abychom se těmto lidem věnovali – osobní zájem, intervence „one-to-one“ má potenciál zvýšit adherenci ke zdravému chování, což má vliv na to, jak často a jak moc budou cvičit (Heesch, 2003). To souvisí i s hodnotovým žebříčkem daného jedince. Jak uvedla Kubíčková (1998), tvorba hodnot a jejich proměňování nejsou omezeny věkem. Během života člověk získává nové podněty a zkušenosti, vyvíjí se. Pokud probudíme u staršího jedince o pohybovou aktivitu zájem, a zároveň mu umožníme porozumět jejímu smyslu, lze doufat, že se aktivita stane jeho novou normou každodenního života.

Závěrem je třeba uvést, že preskripce pohybové aktivity pro seniory je klíčovým prvkem zdravotně-sociální péče o stárnoucí populaci. Nedílnou součástí této preskripce je hodnocení nejen zdravotního stavu a případných rizik, ale i cílů cvičení. Dále je to individualizace při volbě vhodného typu cvičení, intenzity, frekvence, délky trvání a progresu. Preferovány jsou multikomponentní programy zahrnující různé formy pohybové aktivity včetně aerobního cvičení, posilování, a tréninku rovnováhy. Dobře vyvážený cvičební program zahrnuje aerobní, silové, balanční a flexibilní složky (Galloza et al., 2017). Roli v preskripci hraje také medikace,

denní doba a prostředí cvičení. Je však třeba si uvědomit, že každý může cvičit, začít s cvičebním programem lze i s minimální intenzitou a zcela bez pomůcek, a i několikaminutová aktivita může zlepšit jedinci seniorského věku jeho zdraví. Jak již bylo několikrát zmíněno, pohybové intervence by měly začít již ve středním věku. U žen ve středním věku totiž dochází k drastickým hormonálním změnám v důsledku stárnutí vaječnicků a následnému nástupu menopauzy, s nimiž souvisí i sarkopenie a osteoporóza. Významné strukturně-funkční rozdíly v reakci a adaptaci na nefarmakologickou intervenci zdůrazňují přínos výzkumného úsilí v oblasti personalizované medicíny a přesné prekripce pohybové aktivity a výživy (Klinedinst et al., 2023).

Pro dosažení optimálních výsledků pohybových intervencí je však nezbytná spolupráce lékařů, fyzioterapeutů, instruktorů, ale i samotných seniorů, kteří by měli být aktivními účastníky tohoto procesu.

7. Literatura

1. Aasdahl, L., Nilsen, T. I. L., Meisingset, I., Nordstoga, A. L., Evensen, K. A. I., Paulsen, J., Mork, P. J., & Skarpsno, E. S. (2021). Genetic variants related to physical activity or sedentary behaviour: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 18, 1, 15. doi: 10.1186/s12966-020-01077-5.
2. Almeman, A. A., Alharbi, Y. O., Alwahhabi, A. S., Almutairi, A. A., Alnasr, M. Y., & Almesnid, A. (2023). Comparison between the ECG Outcomes of Metoprolol and Bisoprolol. *Cardiovasc Hematol Agents Med Chem.* Oct 31. doi: 10.2174/0118715257252349231018151957. Online ahead of print.
3. American College of Sports Medicine (1998). Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 30, 6, 992-1008.
4. Ančerlová, M. (2021). *Využití cvičebního programu Drums Alive u seniorů.* Diplomová práce. Praha: FTVS UK.
5. Angevaren, M., Aufdemkampe, G., Verhaar, H. J. J., Aleman, A., & Vanhees, L. (2008). Physical activity and enhanced fitness to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment. *Cochrane Database Syst Rev* 16, 2, CD005381. doi: 10.1002/14651858.CD005381.pub3.
6. Annesi, J. J. & Mazas, J. (1997). Effects of virtual reality-enhanced exercise equipment on adherence and exercise-induced feeling states. *Percept Mot Skills*, 85, 3, 835-44. doi: 10.2466/pms.1997.85.3.835.
7. Annesi, J. J. (1998). Effects of computer feedback on adherence to exercise. *Percept Mot Skills*, 87, 2, 723-30. doi: 10.2466/pms.1998.87.2.723.
8. Ayari, S., Abellard, A., Sakrani, S., Krinitskaia, A., Grzelak, M., Nader, R. B. & Gavarry, O. (2023). Comparison of dance and aerobic exercise on cognition and neuropsychiatric symptoms in sedentary older adults with cognitive impairment. *Eur Geriatr Med*, 14, 6, 1289-99. doi: 10.1007/s41999-023-00849-z.
9. Baert, V., Gorus, E., Mets, T., Geerts, C., & Bautmans, I. (2011). Motivators and barriers for physical activity in the oldest old: a systematic review. *Ageing Res Rev*, 10, 4, 464-74. doi: 10.1016/j.arr.2011.04.001.
10. Baffour-Awuah, B., Pearson, M. J., Dieberg, G., Wiles, J. D. & Smart, N. A. (2023). An evidence-based guide to the efficacy and safety of isometric resistance training in hypertension and clinical implications. *Clin Hypertens* 29, 9. doi.org/10.1186/s40885-022-00232-3.

11. Barnes, P. M. & Schoenborn, C. A. (2012). Trends in adults receiving a recommendation for exercise or other physical activity from a physician or other health professional. *NCHS Data Brief*, 86, 1-8.
12. Bartoš, A. (2016). Netestuj, ale POBAV: písemné záměrné Pojmenování OBRÁZKŮ A jejich Vybavení jako krátká kognitivní zkouška. *Cesk Slov Neurol*, 112, 6, 671–679.
13. Bartoš, A. (2018). Pamatujte na POBAV – krátký test pojmenování obrázků a jejich vybavení sloužící ke včasnému záchytu kognitivních poruch. *Neurol Prax*, Suppl 19, 5–14.
14. Bartůňková, S. (1998). Pohybová aktivita v prevenci civilizačních chorob. In Buchberger, J., Kvapilík, J. & Pavlů, D. (Eds.) *Problematika pohybových aktivit seniorů a zdravotně postižených*. Praha, FTVS UK, 12-13.(a)
15. Bartůňková, S. (1998). Rizika pohybové aktivity ve vyšším věku. In Buchberger, J., Kvapilík, J. & Pavlů, D. (Eds.) *Problematika pohybových aktivit seniorů a zdravotně postižených*. Praha, FTVS UK, 124-125. (c)
16. Bartůňková, S. (1998). Zkušenosti s tělovýchovnou a sportovní aktivitou ve vyšším věku. In Buchberger, J., Kvapilík, J. & Pavlů, D. (Eds.) *Problematika pohybových aktivit seniorů a zdravotně postižených*. Praha, FTVS UK, 22-23. (b)
17. Beaudart, C., Zaaria, M., Pasleau, F., Reginster, J. Y., & Bruyère, O. (2017). Health Outcomes of Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE*, 12, e0169548.
18. Bode, C., Ridder, D. & Bensing, J. (2006). Preparing for aging: Development, feasibility and preliminary results of an educational program for midlife and older based on proactive coping theory. *Patient Educ Couns*, 61, 2, 272–8. 10.1016/j.pec.2005.04.006.
19. Boere, K., Lloyd, K., Binsted, G. & Krigolson, O. E. (2023). Exercising is good for the brain but exercising outside is potentially better. *Sci Rep*, 13, 1, 1140. doi: 10.1038/s41598-022-26093-2.
20. Bohannon, R. W. & Crouch, R. (2019). 1-Minute Sit-to-Stand Test: Systematic Review of Procedures, Performance, and Clinimetric Properties. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 39, 1, 2–8. doi: 10.1097/HCR.0000000000000336.
21. Bosch-Farré, C., Garre-Olmo, J., Bonmatí-Tomás, A., Malagón-Aguilera, M. C., Gelabert-Vilella, S., Fuentes-Pumarola, C. & Juvinyà-Canal, D. (2018). Prevalence and related factors of Active and Healthy Ageing in Europe according to two models:

- Results from the Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe (SHARE). *PLoS One*. 13, 10, e0206353. doi: 10.1371/journal.pone.0206353.
22. Brigadski, T. & Leßmann, V. (2020). The physiology of regulated BDNF release. *Cell Tissue Res*, 382, 1, 15-45. doi: 10.1007/s00441-020-03253-2.
 23. Brook, M. S., Din, U., Tarum, J., Selby, A., Quinlan, J., Bass, J. J., Gharahdaghi, N., Boereboom, C., Abdulla, H., Franchi, M. V., Narici, M. V., Phillips, B. E., Williams, J. W., Kadi, F., Wilkinson, D. J., Atherton, P. J., & Smith, K. (2021). Omega-3 supplementation during unilateral resistance exercise training in older women: A within subject and double-blind placebo-controlled trial. *Clin Nutr ESPEN*, 46, 394-404. doi: 10.1016/j.clnesp.2021.09.729.
 24. Brown, K., Sirles, A., & Hilyer, J. (1992). Cost- effectiveness of a back school intervention for municipal employees. *Spine*, 17, 1224–28.
 25. Bu, B. L., Hou, L. R., Zhou, X. L., Han, H. J., Li, L. G., Zhang, C. H., & Singh, M. F. (2010). Research progress on exercise prescription: A systematic review. *Chin J Evid Med*, 10, 1359-1366.
 26. Buchberger, J., & Pavlů, D. (1998). Zdravotní rizika pohybových aktivit u zdravých a nemocných seniorů. In Buchberger, J., Kvapilík, J. & Pavlů, D. (Eds.) *Problematika pohybových aktivit seniorů a zdravotně postižených*. Praha, FTVS UK, 14-16.
 27. Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J. P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., Lambert, E., Leitzmann, M., Milton, K., Ortega, F. B., Ranasinghe, C., Stamatakis, E., Tiedemann, A., Troiano, R. P., van der Ploeg, H. P., Wari, V. & Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med*, 54, 24, 1451-1462. doi: 10.1136/bjsports-2020-102955.
 28. Bunc, V. & Skalská, M. (2016). Pohybové aktivity žen a mužů středního věku – benefity a problémy. *Stud Kinanthropol*, 17, 3, 223-234.
 29. Bunc, V. (1998). Svalová síla a její ovlivňování u seniorek. In Buchberger, J., Kvapilík, J. & Pavlů, D. (Eds.) *Problematika pohybových aktivit seniorů a zdravotně postižených*. Praha, FTVS UK, 137-139.

30. Bunc, V., & Štilec, M. (1998). Chůze a běh základní lokomoční aktivity seniorů. In Buchberger, J., Kvapilík, J., Pavlů, D. (Eds.) *Problematika pohybových aktivit seniorů a zdravotně postižených*. Praha, FTVS UK, 16-19.
31. Calamia, M., De Vito, A., Bernstein, J. P. K., Weitzner, D. S., Carmichael, O. T. & Keller, J. N. (2018). Pedometer-assessed steps per day as a predictor of cognitive performance in older adults. *Neuropsychol*, 32, 8, 941-949. doi: 10.1037/neu0000487.
32. Carvalho, A., Rea, I. M., Parimon, T., & Cusack, B. J. (2014). Physical activity and cognitive function in individuals over 60 years of age: a systematic review. *Clin Interv Aging*, 9, 661-82. doi: 10.2147/CIA.S55520.
33. Clemson, L., Cumming, R., Kendig, H., Swann, M., Heard, R. & Taylor, K. (2004). The Effectiveness of a Community-Based Program for Reducing the Incidence of Falls in the Elderly: A Randomized Trial. *J Am Geriatr Soc*, 52, 9, 1487-94.
34. Coelho-Júnior, H. J., Gonçalves, I. O., Sampaio, R. A. C., Sampaio, P. Y. S., Lusa Cadore, E., Calvani, R., Picca, A., Izquierdo, M., Marzetti, E. & Uchida, M. C. (2020). Effects of combined resistance and power training on cognitive function in older women: a randomized controlled trial. *Int J Environ Res Public Health*, 17, 10, 3435. doi:10.3390/ijerph17103435.
35. Collado-Mateo, D., Lavín-Pérez, A. M., Peñacoba, C., Del Coso J., Leyton-Román, M., Luque-Casado, A., Gasque, P., Fernández-Del-Olmo, M. A. & Amado-Alonso, D. (2021). Key Factors Associated with Adherence to Physical Exercise in Patients with Chronic Diseases and Older Adults: An Umbrella Review. *Int J Environ Res Public Health*, 18, 4, 2023. doi: 10.3390/ijerph18042023.
36. Colleluori, G. & Villareal, D. T. (2021). Aging, obesity, sarcopenia and the effect of diet and exercise intervention. *Exp Gerontol*, 155:111561. doi: 10.1016/j.exger.2021.111561.
37. Cooper, R. E., Tye, C., Kuntsi, J., Vassos, E., & Asherson, P. (2015). Omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation and cognition: A systematic review and meta-analysis. *J Psychopharmacol*, 29, 7, 753-63. doi: 10.1177/0269881115587958.
38. Cornish, S. M., Cordingley, D. M., Shaw, K. A., Forbes, S. C., Leonhardt, T., Bristol, A., Candow, D. G. & Chilibeck, P. D. (2022). Effects of Omega-3 Supplementation Alone and Combined with Resistance Exercise on Skeletal Muscle in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 14, 11, 2221. doi: 10.3390/nu14112221.

39. Courel-Ibáñez, J., Vetrovsky, T., Dadova, K., Pallarés, J. G., & Steffl, M. (2019). Health Benefits of β -Hydroxy- β -Methylbutyrate (HMB) Supplementation in Addition to Physical Exercise in Older Adults: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Nutrients*, 11, 9, 2082. doi: 10.3390/nu11092082.
40. Cuberek, R., Pelclová, J., Gába, A., Pechová, J., Svozilová, Z., Přidalová, M., Štefelová, N. & Hron, K. (2019). Adiposity and changes in movement-related behaviors in older adult women in the context of the built environment: a protocol for a prospective cohort study. *BMC Public Health*, 19, 1, 1522. doi: 10.1186/s12889-019-7905-8.
41. Český statistický úřad. (2022). *Senioři v datech. 2021*. Praha. Kód publikace: 310034-21, Č. j.: CSU-013384 / 2021.
42. Český statistický úřad. (2023). *Projekce obyvatelstva České republiky 2023–2100*. Praha, 30. 11. 2023. Kód publikace: 130139-23 Č. j.: CSU-015029/2023-61.
43. Čížková, T., Štěpán, M., Dařová, K., Ondrůjová, B., Sontáková, L., Krauzová, E., Matouš, M., Koc, M., Gojda, J., Kračmerová, J., Štich, V., Rossmeislová, L., & Šiklová, M. (2020). Exercise Training Reduces Inflammation of Adipose Tissue in the Elderly: Cross-Sectional and Randomized Interventional Trial. *J Clin Endocrinol Metab*, 105, 12, dgaa630. doi: 10.1210/clinem/dgaa630.
44. Da Boit, M., Sibson, R., Sivasubramaniam, S., Meakin, J. R., Greig, C. A., Aspden, R. M. & Gray, S. R. (2017). Sex differences in the effect of fish-oil supplementation on the adaptive response to resistance exercise training in older people: A randomized controlled trial. *Am. J. Clin. Nutr*, 105, 151–158.
45. Dařová, K., & Beranová, E. (2016). Vliv tříměsíčního cvičebního programu zdravotní tělesné výchovy na vybrané parametry Senior Fitness Testu. *Stud Kineanthropol*, 17, 3, 241-247.
46. Dařová, K., Hyřhová, P., Pelíšková, P. & Hošková, B. (2008). Neuroticismus ani extroverze nesouvisejí s adharencí žen středního a staršího věku ke skupinovému cvičení ZTV. *Med Sport Boh Slov*, 17, 3, 140-144.
47. Dařová, K., Kuhnová, B., Matouš, M., Majorová, S. & Šiklová, M. (2021). Udržení fyzické zdatnosti a adherence k pohybové aktivitě v odstupu 3 let od intervenční studie EXODYA. *Med Sport Boh Slov*, 30, 3, 94-95.
48. Dařová, K., Petr, M., Šteffl, M., Sontáková, L., Chlumský, M., Matouš, M., Štich, V., Štěpán, M. & Šiklová, M. (2020). Effect of calanus oil supplementation and 16week exercise program on selected fitness parameters in older women. *Nutrients*, 12, 2, 481. DOI: 10.3390/nu12020481.

49. Daďová, K., Radvanský, J., Pelíšková, P., Slabý, K., Smítková, H. & Máčková, J. (2007). Je preskripce pohybové aktivity součástí léčebně-preventivní péče civilizačních chorob? Výsledky dotazníkového šetření lékařů. *Čas Lék Čes*, 146, 503-507.
50. Dalle, S., Rossmeislova, L. & Koppo, K. (2017). The role of inflammation in age-related sarcopenia. *Front Physiol*, 8, 1045. doi: 10.3389/fphys.2017.01045.
51. Dascal, J. B., Sanders, L. M. J, Filho, E. G. D. C. & Hortobágyi, T. (2019). Dose-response effects of years of self-reported physical activity on old females' motor and cognitive function. *Braz J Phys Ther*, 23, 1, 48-55. doi: 10.1016/j.bjpt.2018.06.002.
52. DeFronzo, R. A., Tobin, J. D. & Andres, R. (1979). Glucose clamp technique: a method for quantifying insulin secretion and resistance. *Am J Physiol*, 237, 3, E214-23. doi: 10.1152/ajpendo.1979.237.3.E214.
53. Del Sindaco, D., Tinti, M. D., Pulignano, G., Tolone, S., Minardi, G., Uguccioni, M. & Lax, A. (2016). Cardiac rehabilitation is safe and effective also in the elderly, but don't forget about drugs! *Monaldi Arch Chest Dis*, 84, 1-2, 737. doi: 10.4081/monaldi.2015.737.
54. Dempsey, P. C., Friedenreich, C. M., Leitzmann, M. F., Buman, M. P., Lambert, E., Willumsen, J. & Bull, F. (2021). Global Public Health Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behavior for People Living With Chronic Conditions: A Call to Action. *J Phys Act Health*, 18, 1, 76-85. doi: 10.1123/jpah.2020-0525.
55. Di Lorito, C., Long, A., Byrne, A., Harwood, R. H., Gladman, J. R. F., Schneider, S., Logan, P., Bosco, A. & van der Wardt, V. (2021). Exercise interventions for older adults: A systematic review of meta-analyses. *J Sport Health Sci*, 10, 1, 29-47. doi: 10.1016/j.jshs.2020.06.003.
56. Dishman, R. K. (1994). *Advances in exercise adherence*. Champaign: Human Kinetics. ISBN 0-87322-664-X.
57. Dodd, J. W., Getov, S. V. & Jones, P. W. (2010). Cognitive function in COPD. *Eur Respir J*, 35, 4, 913-922.
58. Eckstrom, E., Neukam, S., Kalin, L. & Wright, J. (2020). Physical Activity and Healthy Aging. *Clin Geriatr Med*, 36, 4, 671-683. doi: 10.1016/j.cger.2020.06.009.
59. Edholm, P., Strandberg, E. & Kadi, F. (2017). Lower limb explosive strength capacity in elderly women: Effects of resistance training and healthy diet. *J Appl Physiol*, 123, 190-196.

60. Erickson, K. I. & Kramer, A. F. (2009). Aerobic exercise effects on cognitive and neural plasticity in older adults. *Br J Sports Med*, 43, 1, 22-24.
61. Esmonde, K., Roth, S. M. & Walker, A. (2023). A Social and Ethical Framework for Providing Health Information Obtained from Combining Genetics and Fitness Tracking Data. *Technol Soc*, 74, 102297. doi: 10.1016/j.techsoc.2023.102297.
62. Evangelista, L. S., Dracup, K., Erickson, V., McCarthy, W. J., Hamilton, M. A. & Fonarow, G. C. (2005). Validity of pedometers for measuring exercise adherence in heart failure patients. *J Card Fail*, 11, 5, 366-71.
63. Evans WJ. (1999). Exercise training guidelines for the elderly. *Med Sci Sports Exerc*, 31, 1, 12-7. doi: 10.1097/00005768-199901000-00004.
64. Flöel, A., Ruscheweyh, R., Krüger, K., Willemer, C., Winter, B., Völker, K., Lohmann, H., Zitzmann, M., Mooren, F., Breitenstein, C. & Knecht, S. (2010). Physical activity and memory functions: are neurotrophins and cerebral gray matter volume the missing link? *Neuroimage*, 49, 3, 2756-63. doi: 10.1016/j.neuroimage.2009.10.043.
65. Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). 'Mini-mental state'. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*, 12, 3, 189–198.
66. Fontaine, K. R. & Shaw, D. F. (1995). Effects of self-efficacy and dispositional optimism on adherence to step aerobic exercise classes. *Percept Mot Skills*, 81, 1, 251-5.
67. Forkan, R., Pumper, B., Smyth, N., Wirkkala, H., Ciol, M. A. & Shumway-Cook, A. (2006). Exercise adherence following physical therapy intervention in older adults with impaired balance. *Phys Ther*, 86, 3, 401-10.
68. Frändin, K., Grönstedt, H., Helbostad, J. L., Bergland, A., Andresen, M., Puggaard, L., Harms-Ringdahl, K., Granbo, R., & Hellström, K. (2016). Long-Term Effects of Individually Tailored Physical Training and Activity on Physical Function, Well-Being and Cognition in Scandinavian Nursing Home Residents: A Randomized Controlled Trial. *Gerontology*, 62, 6, 571-580. doi: 10.1159/000443611.
69. Friedmann, E., Gee, N. R., Simonsick, E. M., Barr, E., Resnick, B., Werthman, E. & Adesanya, I. (2022). Pet Ownership and Maintenance of Physical Function in Older Adults-Evidence From the Baltimore Longitudinal Study of Aging (BLSA). *Innov Aging*, 7, 1, igac080. doi: 10.1093/geroni/igac080.

70. Fulghum, K. & Hill, B. G. (2018). Metabolic Mechanisms of Exercise-Induced Cardiac Remodeling. *Front Cardiovasc Med*, 5, 127. doi: 10.3389/fcvm.2018.00127.
71. Gallardo-Gómez, D., Del Pozo-Cruz, J., Noetel, M., Álvarez-Barbosa, F., Alfonso-Rosa, R. M. & Del Pozo-Cruz, B. (2022). Optimal dose and type of exercise to improve cognitive function in older adults: A systematic review and bayesian model-based network meta-analysis of RCTs. *Ageing Res Rev*, 76, 101591. doi: 10.1016/j.arr.2022.101591.
72. Galloza, J., Castillo, B. & Micheo, W. (2017). Benefits of Exercise in the Older Population. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 28, 4, 659-669. doi: 10.1016/j.pmr.2017.06.001.
73. Ganguly, K. & Poo, M. M. (2013). Activity-dependent neural plasticity from bench to bedside. *Neuron*, 80, 3, 729–741. doi:10.1016/j.neuron.2013.10.028.
74. Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Nieman, D. C. & Swain, D. P. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 43, 7, 1334-1359. doi: 10.1249/MSS.0b013e318213fefb.
75. Gheysen, F., Poppe, L., DeSmet, A., Swinnen, S., Cardon, G., De Bourdeaudhuij, I., Chastin, S. & Fias, W. (2018). Physical activity to improve cognition in older adults: can physical activity programs enriched with cognitive challenges enhance the effects? A systematic review and meta-analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 15, 63. doi: 10.1186/s12966-018-0697-x.
76. Ghiotto, L., Muollo, V., Tatangelo, T., Schena, F. & Rossi, A. P. (2022). Exercise and physical performance in older adults with sarcopenic obesity: A systematic review. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 13, 913953. doi: 10.3389/fendo.2022.913953.
77. Gleeson, M., Bishop, N., Stensel, D., Lindley, M. R., Mastana, S. S., & Nimmo, M. A. (2011). The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nat Rev Immunol*, 11, 607–615. doi: 10.1038/nri3041.
78. Gonçalves, A. K., Silva, P. C. D., Griebler, E. M., Silva, W. A. D., Sant Helena, D. P., Possamai, V. D. & Martins, V. F. (2024). Multicomponent Physical Program: Effects on Physical Fitness of Older Women of Different Age Groups. *Res Q Exerc Sport*, 7, 1-7. doi: 10.1080/02701367.2024.2306285.

79. Gonzalez-Represas, A. & Mourot, L. (2020). Stroke volume and cardiac output measurement in cardiac patients during a rehabilitation program: comparison between tonometry, impedancemetry and echocardiography. *Int J Cardiovasc Imaging*, 36, 3, 447-455. doi: 10.1007/s10554-019-01738-y.
80. Grimby, G. & Saltin, B. (1983). The aging muscle. *Clin Physiol*, 3, 209–218.
81. Håkansson, K., Ledreux, A., Daffner, K., Terjestam, Y., Bergman, P., Carlsson, R., Kivipelto, M., Winblad, B., Granholm, A. C. & Mohammed, A. K. (2017). BDNF Responses in Healthy Older Persons to 35 Minutes of Physical Exercise, Cognitive Training, and Mindfulness: Associations with Working Memory Function. *J Alzheimers Dis*, 55, 2, 645-657. doi: 10.3233/JAD-160593.
82. Hamar, D., Vajda, M., Tirpáková, V. & Sedliak, M. (2022). *Pohybová aktivita a výživa seniorov*. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave. 2022. ISBN: 978-80-223-5463-9.
83. Harrison, T. M., Weintraub, S., Mesulam, M. M. & Rogalski, E. (2012). Superior memory and higher cortical volumes in unusually successful cognitive aging. *J Int Neuropsychol Soc*, 18, 6, 1081-5. doi: 10.1017/S1355617712000847.
84. Hawley-Hague, H., Horne, M., Skelton, D. A. & Todd, C. (2016). Review of how we should define (and measure) adherence in studies examining older adults' participation in exercise classes *BMJ Open*, 6, e011560. doi: 10.1136/bmjopen-2016-011560.
85. Heller, J., Dlouhá, R., Štílec, M. & Holeček, Z. (1998). Funkční profil aktivních seniorek. In Buchberger, J., Kvapilík, J. & Pavlů, D. (Eds.) *Problematika pohybových aktivit seniorů a zdravotně postižených*. Praha, FTVS UK, 26-30.
86. Hernández-Lepe, M. A., Ortiz-Ortiz, M., Hernández-Ontiveros, D. A., & Mejía-Rangel, M. J. (2023). Inflammatory Profile of Older Adults in Response to Physical Activity and Diet Supplementation: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*, 20, 5, 4111. doi: 10.3390/ijerph20054111.
87. Herring, M. P., Sailors, M. H. & Bray, M. S. (2014). Genetic factors in exercise adoption, adherence and obesity. *Obes Rev*, 15, 1, 29-39. doi: 10.1111/obr.12089.
88. Holmerová, I., Auer, S. R., Beránková, A., Höfler, M., Ratajczak, P. & Šteffl, M. (2018). Cognitive status and use of analgesics and anxiolytics in residents of nursing homes in the Czech Republic. *Clin Interv Aging*, 13, 2511-2515. doi: 10.2147/CIA.S188601.

89. Holmerová, I., Hort, J., Rusina, R., Wimo, A., & Šteffl, M. (2017). Costs of dementia in the Czech Republic. *Eur J Health Econ*, 18, 8, 979-986. doi: 10.1007/s10198-016-0842-x.
90. Hošek, V. (1998). Psychologické otázky zkvalitňování života pohybem. In Buchberger, J., Kvapilík, J. & Pavlů, D. (Eds.) *Problematika pohybových aktivit seniorů a zdravotně postižených*. Praha, FTVS UK, 49-50.
91. Hráský, P. & Bunc, V. (2014). Hodnocení a možnosti ovlivnění funkčního stavu pohybového aparátu prostřednictvím sledování změn tělesného složení u seniorů. In Štěpánková, H., Höschl, C. & Vidovičová, L. *Gerontologie: současné otázky z pohledu biomedicíny a společenských věd*. Praha: Karolinum, 167-184. ISBN 978-80-246-2628-4.
92. Huang, L., Liu, Y., Lin, T., Hou, L., Song, Q., Ge, N. & Yue, J. (2022). Reliability and validity of two hand dynamometers when used by community-dwelling adults aged over 50 years. *BMC Geriatr*, 22, 1, 580. doi: 10.1186/s12877-022-03270-6.
93. Hughes, V. A., Frontera, W. R., Wood, M., Evans, W. J., Dallal, G. E., Roubenoff, R. & Fiatarone Singh, M. A. (2001). Longitudinal muscle strength changes in older adults: Influence of muscle mass, physical activity, and health. *J Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci*, 56, 5, B209–B217. doi: 10.1093/gerona/56.5.b209.
94. Hupin, D., Roche, F., Gremeaux, V., Chatard, J. C., Oriol, M., Gaspoz, J. M., Barthélémy, J. C. & Edouard, P. (2015). Even a low-dose of moderate-to-vigorous physical activity reduces mortality by 22% in adults aged ≥ 60 years: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 49, 19, 1262-7. doi: 10.1136/bjsports-2014-094306.
95. Chang, Y. T. (2020). Physical Activity and Cognitive Function in Mild Cognitive Impairment. *ASN Neuro*, 12, 1759091419901182. doi: 10.1177/1759091419901182.
96. Charness, G. & Gneezy, U. (2008). Incentives to exercise. *SSRN*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=905026>.
97. Chatterjee, P., Kumar, D. A., Naqushbandi, S., Chaudhary, P., Khenduja, P., Madan, S., Fatma, S., Khan, M. A. & Singh, V. (2022). Effect of Multimodal Intervention (computer based cognitive training, diet and exercise) in comparison to health awareness among older adults with Subjective Cognitive Impairment (MISCI-Trial)-A Pilot Randomized Control Trial. *PLoS One*, 17, 11, e0276986. doi: 10.1371/journal.pone.0276986.

98. Chavez, A., Scales, R. & Kling, J. M. (2021). Promoting physical activity in older women to maximize health. *Cleve Clin J Med*, 88, 7, 405-415. doi: 10.3949/ccjm.88a.20170.
99. Chlumský, M. & Daňová, K. (2017). Testování funkční zdatnosti seniorů metodou Senior Fitness Test v podmínkách skupinového cvičení (skupinových lekcí). *Rehabilitácia*, 54, 259-271.
100. Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Fiatarone Singh, M. A., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., & Skinner, J. S. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41, 7, 1510-30. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c.
101. Chou, C. C., Chien, L. Y., Lin, M. F., Wang, C. J. & Liu, P. Y. (2022). Effects of Aerobic Walking on Memory, Subjective Cognitive Complaints, and Brain-Derived Neurotrophic Factor Among Older Hypertensive Women. *Biol Res Nurs*, 24, 4, 484-492. doi: 10.1177/10998004221098974.
102. Ingold, M., Tulliani, N., Chan, C. C. H. & Liu, K. P. Y. (2020). Cognitive function of older adults engaging in physical activity. *BMC Geriatr*, 20, 1, 229. doi: 10.1186/s12877-020-01620-w.
103. Irving, B. A., Lanza, I. R., Henderson, G. C., Rao, R. R., Spiegelman, B. M. & Nair, K. S. (2015). Combined Training Enhances Skeletal Muscle Mitochondrial Oxidative Capacity Independent of Age. *J Clin Endocrinol Metab*, 100, 4, 1654–1663. doi: 10.1210/jc.2014-3081.
104. Izquierdo, M., Merchant, R. A., Morley, J. E., Anker, S. D., Aprahamian, I., Arai, H., Aubertin-Leheudre, M., Bernabei, R., Cadore, E. L., Cesari, M., Chen, L. K., de Souto Barreto, P., Duque, G., Ferrucci, L., Fielding, R. A., García-Hermoso, A., Gutiérrez-Robledo, L. M., Harridge, S. D. R., Kirk, B., Kritchevsky, S., Landi, F., Lazarus, N., Martin, F. C., Marzetti, E., Pahor, M., Ramírez-Vélez, R., Rodríguez-Mañas, L., Rolland, Y., Ruiz, J. G., Theou, O., Villareal, D. T., Waters, D. L., Won, C., Woo, J., Vellas, B. & Fiatarone Singh, M. (2021). International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR): Expert Consensus Guidelines. *J Nutr Health Aging*, 25, 7, 824-853. doi: 10.1007/s12603-021-1665-8.
105. James, D., Larkey, L. K., Evans, B., Sebren, A., Goldsmith, K. & Smith, L. (2022). Pilot study of tai chi and qigong on body composition, sleep, and emotional eating in midlife/older women. *J Women Aging*, 34, 4, 449-459. doi: 10.1080/08952841.2021.2018924.

106. Jeromson, S., Gallagher, I. J., Galloway, S. D. & Hamilton, D. L. (2015). Omega-3 fatty acids and skeletal muscle health. *Mar Drugs*, 13, 11, 6977-7004.
107. Jeste, D. V., Savla, G. N., Thompson, W. K., Vahia, I. V., Glorioso, D. K., Martin, A. S., Palmer, B. W., Rock, D., Golshan, S., Johnson, L. G., Butson, M. L., Polman, R. C., Raj, I. S., Borkoles, E., Scott, D., Aitken, D. & Jones, G. (2016). Light physical activity is positively associated with cognitive performance in older community dwelling adults. *J Sci Med Sport*. 19, 11, 877-882. doi: 10.1016/j.jsams.2016.02.002.
108. Ješina, O., Kudláček, M., Tomoszek, M., Lehnertová, M., Ješinová, L., Chvojková, V., Šmíd, M., Fiedlerová, K., Kutheilová, L., Sekaninová, J., Štenclová, P., Vařeková, J., Vodáková, E. & Vyhlídal, T. (2020). *Otázky a odpovědi aplikované tělesné výchovy I*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5719-2.
109. Jones, C. J. & Rikli, R. E. (2002). Measuring functional fitness of older adults. *J Active Ageing*, 25-30.
110. Jones, C. J. & Rikli, R. E. (2013). *Senior Fitness Test Manual*. 2nd Ed. Champaign: Human Kinetics. ISBN 978-1-4504-1118-9.
111. Kábele, F. (1998). Proč a jak běhat v pokročilém věku. In Buchberger, J., Kvapilík, J. & Pavlů, D. (Eds.) *Problematika pohybových aktivit seniorů a zdravotně postižených*. Praha: FTVS UK, 19-21.
112. Kaminsky, L. A., Arena, R., Myers, J., Peterman, J. E., Bonikowske, A. R., Harber, M. P., Medina Inojosa, J. R., Lavie, C. J. & Squires, R. W. (2022). Updated Reference Standards for Cardiorespiratory Fitness Measured with Cardiopulmonary Exercise Testing: Data from the Fitness Registry and the Importance of Exercise National Database (FRIEND). *Mayo Clin Proc*, 97, 2, 285-293. doi: 10.1016/j.mayocp.2021.08.020.
113. Kang, D., Koh, S., Kim, T., Bressel, E. & Kim, D. (2024). Circuit Training Improves the Levels of β -Amyloid and Brain-Derived Neurotrophic Factor Related to Cognitive Impairment Risk Factors in Obese Elderly Korean Women. *J Clin Med*, 13, 3, 799. doi: 10.3390/jcm13030799.
114. Karlsson, E. S., Grönstedt, H. K., Faxén-Irving, G., Franzén, E., Luiking, Y. C., Seiger, Å., Vikström, S., Wimo, A., Cederholm, T. E. & Boström, A. M. (2021). Response and Adherence of Nursing Home Residents to a Nutrition/Exercise

- Intervention. *J Am Med Dir Assoc*, 22, 9, 1939-1945.e3. doi: 10.1016/j.jamda.2021.04.001.
115. King, A. C. & Kiernan, M. (1998). Physical activity promotion: Antecedents. In *ACSM' RESOURCE MANUAL for guidelines for exercise testing and prescription*. Baltimore: Williams and Wilkins, 559-63. ISBN 0-683-00026-8.
116. King, A. C. & Martin, J. E. (1998). Physical activity promotion: Adoption and maintenance. In *ACSM' RESOURCE MANUAL for guidelines for exercise testing and prescription*. Baltimore: Williams and Wilkins, 564-9. ISBN 0-683-00026-8.
117. Kirk-Sanchez, N. J. & McGough, E. L. (2014). Physical exercise and cognitive performance in the elderly: current perspectives. *Clin Interv Aging*, 9, 51-62. doi: 10.2147/CIA.S39506.
118. Klinedinst, B. S., Kharate, M. K., Mohammadiarvejeh, P., Fili, M., Pollpeter, A., Larsen, B. A., Moody, S., Wang, Q., Allenspach, K., Mochel, J. P. & Willette, A. A. (2023). Exploring the secrets of super-aging: a UK Biobank study on brain health and cognitive function. *Geroscience*, 45, 4, 2471-2480. doi: 10.1007/s11357-023-00765-x.
119. Ko, D. S., Jung, D. I. & Jeong, M. A. (2014). Analysis of Core Stability Exercise Effect on the Physical and Psychological Function of Elderly Women Vulnerable to Falls during Obstacle Negotiation. *J Phys Ther Sci*, 26, 11, 1697–1700. doi: 10.1589/jpts.26.1697.
120. Kozáková, R. & Jarošová, D. (2010). Metody hodnocení stavu výživy seniorů. *Medicína pro praxi*, 7, 10, 396–397.
121. Kraemer, H. C. & Depp, C. A. (2013). Association between older age and more successful aging: critical role of resilience and depression. *Am J Psychiatry*, 170, 2, 188-96. doi: 10.1176/appi.ajp.2012.12030386.
122. Krejčí, M., Hill, M., Kajzar, J., Tichý, M. & Hošek, V. (2022). Yoga Exercise Intervention Improves Balance Control and Prevents Falls in Seniors Aged 65. *Zdr Varst*, 61, 2, 85-92. doi: 10.2478/sjph-2022-0012.
123. Kubíčková, M. (1998). Jak povzbuzovat vůli ke zdravému životu i ve stáří. In Buchberger, J., Kvapilík, J. & Pavlů, D. (Eds.) *Problematika pohybových aktivit seniorů a zdravotně postižených*. Praha: FTVS UK, 39-41.
124. Landin, R. J., Linnemeier, T. J., Rothbaum, D. A., Chappellear, J. & Noble, R. J. (1985). Exercise testing and training of the elderly patient. *Cardiovasc Clin*, 15, 2, 201-18.

125. Lee, I., Shiroma, E. J., Kamada, M., Bassett, D. R., Matthews, C. E. & Buring, J. E. (2019). Association of Step Volume and Intensity With All-Cause Mortality in Older Women. *JAMA Intern Med.* 179, 8, 1105–1112. doi:10.1001/jamainternmed.2019.0899
126. Lee, P. G., Jackson, E. A. & Richardson, C. R. (2017). Exercise Prescriptions in Older Adults. *Am Fam Physician*, 95, 7, 425-432.
127. Leenders, M., Verdijk, L. B., van der Hoeven, L., van Kranenburg, J., Nilwik, R. & van Loon, L. J. (2013). Elderly men and women benefit equally from prolonged resistance-type exercise training. *J Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci*, 68, 769–779.
128. Lenhoff, H., Darpö, B., Page, A., Couderc, J. P., Tornvall, P. & Frick, M. (2021). Diurnal QT analysis in patients with sotalol after cardioversion of atrial fibrillation. *Ann Noninvasive Electrocardiol*, 26, 4, e12834. doi: 10.1111/anec.12834.
129. Lepková, H. & Engelová, L. (2013). Pohybové aktivity seniorů. In Kolektiv autorů (Ed.). *Pohybový aparát a zdraví. Vybrané kapitoly ze sportovní medicíny*. Brno: Paido, 154-171.
130. Lvinger, P., Goh, A. M. Y., Dunn, J., Katite, J., Paudel, R., Onofrio, A., Batchelor, F., Panisset, M. G. & Hill, K. D. (2023). Exercise intervention outdoor project in the cOmmunitY - results from the ENJOY program for independence in dementia: a feasibility pilot randomised controlled trial. *BMC Geriatr.* 23, 1, 426. doi: 10.1186/s12877-023-04132-5.
131. Lexell, J. (1995). Human aging, muscle mass, and fiber type composition. *J Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci*, 50, 11–16.
132. Lobelo, F., Duperly, J. & Frank, E. (2009). Physical activity habits of doctors and medical students influence their counselling practices. *Br J Sports Med*, 43, 2, 89-92. doi: 10.1136/bjism.2008.055426.
133. Lopaschuk, G. D., Ussher, J. R., Folmes, C. D., Jaswal, J. S. & Stanley, W. C. (2010). Myocardial fatty acid metabolism in health and disease. *Physiol Rev*, 90, 1, 207-58. doi: 10.1152/physrev.00015.2009.
134. Louvaris, Z., Spetsioti, S., Andrianopoulos, V., Chynkiamis, N., Habazettl, H., Wagner, H., Zakynthinos, S., Wagner, P. D. & Vogiatzis I. (2019). Cardiac output measurement during exercise in COPD: A comparison of dye dilution and impedance cardiography. *Clin Respir J*, 13, 4, 222-231. doi: 10.1111/crj.13002.
135. Máderová, D., Krumpolec, P., Slobodová, L., Schön, M., Tírpáková, V., Kovaničová, Z., Klepochová, R., Vajda, M., Šutovský, S., Cvečka, J., Valkovič, L., Turčáni, P., Kršák, M., Sedliak, M., Tsai, C. L., Ukropcová, B. & Ukropec, J. (2019). Acute and

- regular exercise distinctly modulate serum, plasma and skeletal muscle BDNF in the elderly. *Neuropeptides*, 78, 101961. doi: 10.1016/j.npep.2019.101961.
136. Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M. & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*, 83, 8, 713-21.
137. Machacova, K., Vankova, H., Volicer, L., Veleta, P. & Holmerova, I. (2017). Dance as Prevention of Late Life Functional Decline Among Nursing Home Residents. *J Appl Gerontol*, 36, 12, 1453-1470. doi: 10.1177/0733464815602111.
138. Macháčová, M., Bunc, V., Vaňková, H., Holmerová, I., & Veleta, P. (2007). Zkušenosti s hodnocením tělesné zdatnosti seniorů metodou „Senior fitness test”. *Česká Geriatrická Revue*, 5 (4), 248-253.
139. Maillot, P., Perrot, A. & Hartley, A. (2012). Effects of interactive physical-activity video-game training on physical and cognitive function in older adults. *Psychol Aging*, 27, 3, 589-600. doi: 10.1037/a0026268.
140. Marcus, B. H. & Stanton, A. L. (1993). Evaluation of relapse prevention and reinforcement interventions to promote exercise adherence in sedentary females. *Res Q Exerc Sport*, 64, 4, 447-52.
141. Martins, C. F., Silva, L., Soares, J., Pinto, G. S., Abrantes, C., Cardoso, L., Pires, M. A., Sousa, H. & Mota, M. P. (2024). Walk or be walked by the dog? The attachment role. *BMC Public Health*, 24, 1, 684 doi: 10.1186/s12889-024-18037-4.
142. Martins, C. F., Soares, J. P., Cortinhas, A., Silva, L., Cardoso, L., Pires, M. A. & Mota, M. P. (2023). Pet's influence on humans' daily physical activity and mental health: a meta-analysis. *Front Public Health*, 11, 1196199. doi: 10.3389/fpubh.2023.1196199.
143. Mattioli, A. V., Selleri, V., Zanini, G., Nasí, M., Pinti, M., Stefanelli, C., Fedele, F. & Gallina, S. (2023). Physical Activity and Diet in Older Women: A Narrative Review. *J Clin Med*, 12, 1, 81. doi: 10.3390/jcm12010081.
144. Mattson, M. P., Maudsley, S. & Martin, B. (2004). BDNF and 5-HT: a dynamic duo in age-related neuronal plasticity and neurodegenerative disorders. *Trends Neurosci*, 27, 10, 589-94. doi: 10.1016/j.tins.2004.08.001.
145. Mazzeo, R. S., Cavanagh, P., Evans, W. J., Fiatarone, M., Hagberg, J., McAuley, J. & Startzell, J. (1998). American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 30, 6, 992-1008.

146. McDermott, A. Y. & Mernitz, H. (2006). Exercise and older patients: prescribing guidelines. *Am Fam Physician*, 74, 3, 437-44.
147. Mendonca, G. V., Pezarat-Correia, P., Vaz, J. R., Silva, L., Almeida, I. D. & Heffernan, K. S. (2016). Impact of Exercise Training on Physiological Measures of Physical Fitness in the Elderly. *Curr Aging Sci*, 9, 4, 240-259. doi: 10.2174/1874609809666160426120600.
148. Mičková, E., Machová, K., Daďová, K. & Svobodová, I. (2019). Does Dog Ownership Affect Physical Activity, Sleep, and Self-Reported Health in Older Adults? *Int J Environ Res Public Health*, 16, 3355.
149. Michailidou, Z., Gomez-Salazar, M. & Alexaki, V. I. (2022). Innate Immune Cells in the Adipose Tissue in Health and Metabolic Disease. *J Innate Immun*, 14, 1, 4-30. doi: 10.1159/000515117.
150. Moran, L., Francis-Coad, J., Patman, S. & Hill, A. M. (2015). Using a personalized DVD to prescribe an exercise program to older people post-hip fracture enhances adherence to the exercises - A feasibility study. *Geriatr Nurs*, 36, 4, 273-80. doi: 10.1016/j.gerinurse.2015.02.025.
151. Motl, R. W., Sandroff, B. M. & Benedict, R. H. B. (2011). Cognitive dysfunction and multiple sclerosis: developing a rationale for considering the efficacy of exercise training. *Mult Scler*, 17, 9, 1034-1040.
152. Mozaffarian, D. & Rimm, E. B. (2006). Fish intake, contaminants, and human health: evaluating the risks and the benefits. *JAMA*, 296, 15, 1885-1899.
153. Müller, C. (2023). Personality Traits and Physical Activity: Insights from German University Students. *Eur J Investig Health Psychol Educ*, 13, 8, 1423-1440. doi: 10.3390/ejihpe13080104.
154. Murias, J. M., Kowalchuk, J. M. & Paterson, D. H. (2010). Mechanisms for increases in VO₂max with endurance training in older and young women. *Med Sci Sports Exerc*, 42, 10, 1891–1898. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181dd0bba.
155. Ng, T. K. Y., Kwok, C. K. C., Ngan, G. Y. K., Wong, H. K. H., Zoubi, F. A., Tomkins-Lane, C. C., Yau, S. K., Samartzis, D., Pinto, S. M., Fu, S. N., Li, H. & Wong, A. Y. L. (2022). Differential Effects of the COVID-19 Pandemic on Physical Activity Involvements and Exercise Habits in People With and Without Chronic Diseases: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*, 103, 7, 1448-1465.e6. doi: 10.1016/j.apmr.2022.03.011.

156. Nimmo, M. A., Leggate, M., Viana, J. L. & King, J. A. (2013). The effect of physical activity on mediators of inflammation. *Diabetes Obes Metab*, 15 Suppl 3, 51-60. doi: 10.1111/dom.12156.
157. Nono Nankam, P. A., Mendham, A. E., De Smidt, M. F., Keswell, D., Olsson, T., Blüher, M. & Goedecke, J. H. (2020). Changes in systemic and subcutaneous adipose tissue inflammation and oxidative stress in response to exercise training in obese black African women. *J Physiol*. 598, 3, 503-515. doi: 10.1113/JP278669.
158. Nyberg, L., Lövdén, M., Riklund, K., Lindenberger, U. & Bäckman, L. (2012). Memory aging and brain maintenance. *Trends Cogn Sci*, 16, 5, 292-305. doi: 10.1016/j.tics.2012.04.005.
159. Oliveira, M. R., Sudati, I. P., Konzen, V. M., de Campos, A. C., Wibelinger, L. M., Correa, C., Miguel, F. M., Silva, R. N. & Borghi-Silva, A. (2022). Covid-19 and the impact on the physical activity level of elderly people: A systematic review. *Exp Gerontol*, 159, 111675. doi: 10.1016/j.exger.2021.111675.
160. Orchard, J. W. (2020). Prescribing and dosing exercise in primary care. *Aust J Gen Pract*, 49, 4, 182-186. doi: 10.31128/AJGP-10-19-5110.
161. Paluch, A. E., Bajpai, S., Bassett, D. R., Carnethon, M. R., Ekelund, U., Evenson, K. R., Galuska, D. A., Jefferis, B. J., Kraus, W. E., Lee, I. M., Matthews, C. E., Omura, J. D., Patel, A. V., Pieper, C. F., Rees-Punia, E., Dallmeier, D., Klenk, J., Whincup, P. H., Dooley, E. E., Pettee Gabriel, K., Palta, P., Pompeii, L. A., Chernofsky, A., Larson, M. G., Vasan, R. S., Spartano, N., Ballin, M., Nordström, P., Nordström, A., Anderssen, S. A., Hansen, B. H., Cochrane, J. A., Dwyer, T., Wang, J., Ferrucci, L., Liu, F., Schrack, J., Urbanek, J., Saint-Maurice, P. F., Yamamoto, N., Yoshitake, Y., Newton, R. L. Jr, Yang, S., Shiroma, E. J. & Fulton, J. E. (2022). Daily steps and all-cause mortality: a meta-analysis of 15 international cohorts. *Lancet Public Health*, 7, 3, e219-e228. doi: 10.1016/S2468-2667(21)00302-9.
162. Pangilinan, J., Quanstrom, K., Bridge, M., Walter, L. C., Finlayson, E. & Suskind, A. M. (2017). The Timed Up and Go Test as a Measure of Frailty in Urologic Practice. *Urology*, 106, 32–38. doi: 10.1016/j.urology.2017.03.054.
163. Pastor, R., & Tur, J. A. (2020). Response to exercise in older adults who take supplements of antioxidants and/or omega-3 polyunsaturated fatty acids: A systematic review. *Biochem Pharmacol*, 173, 113649. doi: 10.1016/j.bcp.2019.113649.

164. 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. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 7, 38. doi: 10.1186/1479-5868-7-38.
165. Pedersen, B. K., Pedersen, M., Krabbe, K. S., Bruunsgaard, H., Matthews, V. B. & Febbraio, M. A. (2009). Role of exercise-induced brain-derived neurotrophic factor production in the regulation of energy homeostasis in mammals. *Exp Physiol*, 94, 1153–1160. doi: 10.1113/expphysiol.2009.048561.
166. Pelclová, J., Frömel, K. & Cuberek, R. (2013). Gender-specific associations between perceived neighbourhood walkability and meeting walking recommendations when walking for transport and recreation for Czech inhabitants over 50 years of age. *Int J Environ Res Public Health*, 11, 1, 527-36. doi: 10.3390/ijerph110100527.
167. Pelclová, J., Gába, A., Tlučáková, L. & Pošpiech, D. (2012). Association between physical activity (PA) guidelines and body composition variables in middle-aged and older women. *Arch Gerontol Geriatr*, 55, 2, e14-20. doi: 10.1016/j.archger.2012.06.014.
168. Pelclová, J., Štefelová, N., Olds, T., Dumuid, D., Hron, K., Chastin, S. & Pedišić, Ž. (2021). A study on prospective associations between adiposity and 7-year changes in movement behaviors among older women based on compositional data analysis. *BMC Geriatr*, 21, 1, 203. doi: 10.1186/s12877-021-02148-3.
169. Peterková, N. (2023). *Efekt nordic walking na tělesnou zdatnost a emoční naladění u skupiny žen starších 60 let*. Diplomová práce. Praha: FTVS UK.
170. Petrella, R. J., Lattanzio, C. N. & Overend, T. J. (2007). Physical activity counseling and prescription among canadian primary care physicians. *Arch Intern Med*, 167, 16, 1774-81. doi: 10.1001/archinte.167.16.1774.
171. Pfeiffer, J. (1998). Pohybová aktivita osob vyššího věku. In Buchberger, J., Kvapilík, J. & Pavlů, D. (Eds.) *Problematika pohybových aktivit seniorů a zdravotně postižených*. Praha: FTVS UK, 8-10.
172. Pino-Ortega, J., Gómez-Carmona, C. D. & Rico-González, M. (2021). Accuracy of Xiaomi Mi Band 2.0, 3.0 and 4.0 to measure step count and distance for physical activity and healthcare in adults over 65 years. *Gait Posture*, 87, 6-10. doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.04.015.
173. Pociask, F. D., Adamo, D. E. & DiZazzo-Miller, R. (2024). Physical Fitness and Cognitive Function in Persons with Dementia and their Caregiver. *Occup Ther Health Care*. 22, 1-16. doi: 10.1080/07380577.2024.2318567.

174. Potgieter, J. R. & Venter, RE. (1995). Relationship between adherence to exercise and scores on extraversion and neuroticism. *Percept Mot Skills*, 81, 2, 520-2.
175. Powell, L., Edwards, K. M., Bauman, A., McGreevy, P., Podberscek, A., Neilly, B., Sherrington, C. & Stamatakis, E. (2020). Does dog acquisition improve physical activity, sedentary behaviour and biological markers of cardiometabolic health? Results from a three-arm controlled study. *BMJ Open Sport Exerc Med*, 6, 1, e000703. doi: 10.1136/bmjsem-2019-000703.
176. Power, R., Nolan, J. M., Prado-Cabrero, A., Roche, W., Coen, R., Power, T. & Mulcahy, R. (2022). Omega-3 fatty acid, carotenoid and vitamin E supplementation improves working memory in older adults: A randomised clinical trial. *Clin Nutr*, 41, 2, 405-414. doi: 10.1016/j.clnu.2021.12.004.
177. Quaney, B. M., Boyd, L. A., McDowd, J. M., Zahner, L. H., He, J., Mayo, M. S. & Macko, R. F. (2009). Aerobic exercise improves cognition and motor function poststroke. *Neurorehabil Neural Repair*, 23, 9, 879-885. doi: 10.1177/1545968309338193.
178. Rikli, R. E. & Jones, C. J. (2013). Development and validation of criterion referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years. *Gerontologist*, 53, 2, 255–267. doi:10.1093/geront/gns071.
179. Rivera-Tavarez, C. (2017). The Aging Process and How Lifestyle and Alternative Exercise Modalities Can Influence Health Span. *Phys Med Rehabil Clin North Am*, 28. 10.1016/j.pmr.2017.06.002.
180. Rodacki, C. L., Rodacki, A. L., Pereira, G., Naliwaiko, K., Coelho, I., Pequito, D. & Fernandes, L. C. (2012). Fish-oil supplementation enhances the effects of strength training in elderly women. *Am J Clin Nutr*, 95, 428–436.
181. Rodrigues, I. B., Armstrong, J. J., Adachi, J. D. & MacDermid, J. C. (2017). Facilitators and barriers to exercise adherence in patients with osteopenia and osteoporosis: a systematic review. *Osteoporos Int*, 28, 3, 735-745. doi: 10.1007/s00198-016-3793-2.
182. Rogalski, E. J., Gefen, T., Shi, J., Samimi, M., Bigio, E., Weintraub, S., Geula, C. & Mesulam, M. M. (2013). Youthful memory capacity in old brains: anatomic and genetic clues from the Northwestern SuperAging Project. *J Cogn Neurosci*, 25, 1, 29-36. doi: 10.1162/jocn_a_00300.
183. Rogeri, P. S., Zanella, R. Jr, Martins, G. L., Garcia, M. D. A., Leite, G., Lugaresi, R., Gasparini, S. O., Sperandio, G. A., Ferreira, L. H. B., Souza-Junior, T. P. & Lancha, A.

- H. Jr. (2021). Strategies to Prevent Sarcopenia in the Aging Process: Role of Protein Intake and Exercise. *Nutrients*, 14, 1, 52. doi: 10.3390/nu14010052.
184. Rogers, C. E., Larkey, L. K. & Keller, C. (2009). A review of clinical trials of tai chi and qigong in older adults. *West J Nurs Res*, 31, 2, 245-79. doi: 10.1177/0193945908327529.
185. Rolland, Y., Pillard, F., Klapouszczak, A., Reynish, E., Thomas, D., Andrieu, S., Rivièrè, D. & Vellas, B. (2007). Exercise program for nursing home residents with Alzheimer's disease: a 1-year randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*, 55, 2, 158-65. doi: 10.1111/j.1532-5415.2007.01035.x.
186. Rosenich, E., Bransby, L., Yassi, N., Fripp, J., Laws, S. M., Martins, R. N., Fowler, C., Rainey-Smith, S. R., Rowe, C. C., Masters, C. L., Maruff, P. & Lim, Y. Y. (2022). Differential Effects of APOE and Modifiable Risk Factors on Hippocampal Volume Loss and Memory Decline in A β - and A β + Older Adults. *Neurology*, 98, 17, e1704-e1715. doi: 10.1212/WNL.0000000000200118.
187. Rowe, J. W. & Kahn, R. L. (1997). Successful aging. *Gerontologist*, 37, 4, 433-40. doi: 10.1093/geront/37.4.433.
188. Rubín, L., Gába, A., Pelclová, J., Štefelová, N., Jakubec, L., Dygrýn, J. & Hron, K. (2022). Changes in sedentary behavior patterns during the transition from childhood to adolescence and their association with adiposity: a prospective study based on compositional data analysis. *Arch Public Health*, 80, 1, 1. doi: 10.1186/s13690-021-00755-5.
189. Sandison, H., Callan, N. G. L., Rao, R. V., Phipps, J. & Bradley, R. (2023). Observed Improvement in Cognition During a Personalized Lifestyle Intervention in People with Cognitive Decline. *J Alzheimers Dis*, 94, 3, 993-1004. doi: 10.3233/JAD-230004.
190. Sanchis-Gomar, F., Pareja-Galeano, H. & Lucía, A. (2014). 'Olympic' centenarians: are they just biologically exceptional? *Int J Cardiol*, 175, 1, 216-7. doi: 10.1016/j.ijcard.2014.04.247.
191. Sewell, K. R., Rainey-Smith, S. R., Peiffer, J., Sohrabi, H. R., Taddei, K., Ames, D., Maruff, P., Masters, C. L., Rowe, C. C., Martins, R. N., Erickson, K. I. & Brown, B. M. (2023). The relationship between objective physical activity and change in cognitive function. *Alzheimers Dement*, 19, 7, 2984-2993. doi: 10.1002/alz.12950.
192. Shealy, E. C., Teaster, P. B., Pearce, A., Buechner-Maxwell, V. & Freeze, A. (2024). Motivations Behind Dog Walking in Older Adults: Insights From Guided Walks and Interviews. *J Appl Gerontol*, 43, 3, 310-318. doi: 10.1177/07334648231214425.

193. Shields, N., Bruder, A. M. & Cleary, S. L. (2021). An exploratory content analysis of how physiotherapists perceive barriers and facilitators to participation in physical activity among adults with disability. *Physiother Theory Pract*, 37, 1, 149-157. doi: 10.1080/09593985.2019.1623957.
194. Shin, C. N., Lee, Y. S. & Belyea, M. (2018). Physical activity, benefits, and barriers across the aging continuum. *Appl Nurs Res*, 44, 107-112. doi: 10.1016/j.apnr.2018.10.003.
195. Silveira, E. A., Mendonça, C. R., Delpino, F. M., Elias Souza, G. V., Pereira de Souza Rosa, L., de Oliveira, C. & Noll, M. (2022). Sedentary behavior, physical inactivity, abdominal obesity and obesity in adults and older adults: A systematic review and meta-analysis. *Clin Nutr ESPEN*, 50, 63-73. doi: 10.1016/j.clnesp.2022.06.001.
196. Silveira, P., van het Reve, E., Daniel, F., Casati, F. & de Bruin, E. D. (2013). Motivating and assisting physical exercise in independently living older adults: a pilot study. *Int J Med Inform*, 82, 5, 325-34. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2012.11.015.
197. Sirur, R., Richardson, J., Wishart, L. & Hanna, S. (2009). The role of theory in increasing adherence to prescribed practice. *Physiother Can*, 61, 68-77.
198. Sivaramakrishnan, D., Fitzsimons, C., Kelly, P., Ludwig, K., Mutrie, N., Saunders, D. H. & Baker, G. (2019). The effects of yoga compared to active and inactive controls on physical function and health related quality of life in older adults - systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 16, 1, 33. doi: 10.1186/s12966-019-0789-2.
199. Slabá, Š. (2017). Adherence k léčbě z pohledu psychologa. *Athero Review*, 2, 1, 21-24.
200. Slepíčka, P., Mudrák, J. & Slepíčková, I. (2015). *Sport a pohyb v životě seniorů*. Praha, Karolinum. ISBN 978-80-246-3110-3.
201. Smutná, K. (2019). *Udržení pozitivních efektů cvičebního programu pro seniorky v odstupu několika měsíců*. Diplomová práce. Praha, FTVS UK.
202. Sofková, T., Přidalová, M., Mitáš, J. & Pelclová, J. (2013). The level of neighborhood walkability in a place of residence and its effect on body composition in obese and overweight women. *Cent Eur J Public Health*, 21, 4, 184-9. doi: 10.21101/cejph.a3849.
203. Spina, R. J. (1999). Cardiovascular adaptations to endurance exercise training in older men and women. *Exerc Sport Sci Rev*, 27, 317-332.
204. Spiteri, K., Broom, D., Bekhet, A. H., de Caro, J. X., Laventure, B. & Grafton, K. (2019). Barriers and Motivators of Physical Activity Participation in Middle-aged

- and Older-adults - A Systematic Review. *J Aging Phys Act*, 27, 4, 929-944. doi: 10.1123/japa.2018-0343.
205. Steffl, M., Bohannon, R. W., Sontakova, L., Tufano, J. J., Shiells, K. & Holmerova, I. (2017). Relationship between sarcopenia and physical activity in older people: a systematic review and meta-analysis. *Clin Interv Aging*, 12, 835-845. doi: 10.2147/CIA.S132940.
206. Steffl, M., Jandova, T., Dadova, K., Holmerova, I., Vitulli, P., Pierdomenico, S. D. & Pietrangelo, T. (2019). Demographic and Lifestyle Factors and Memory in European Older People. *Int J Environ Res Public Health*, 16, 23, 4727. doi: 10.3390/ijerph16234727.
207. Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *J Int Neuropsychol Soc*, 8, 3, 448-460. doi: 10.1017/S1355617702813248.
208. Stubbe, J. H., Boomsma, D. I., Vink, J. M., Cornes, B. K., Martin, N. G., Skytthe, A., Kyvik, K. O., Rose, R. J., Kujala, U. M., Kaprio, J., Harris, J. R., Pedersen, N. L., Hunkin, J., Spector, T. D. & de Geus, E. J. (2006). Genetic influences on exercise participation in 37,051 twin pairs from seven countries. *PLoS One*, 1, 1, e22. doi: 10.1371/journal.pone.0000022.
209. Sun, F., Norman, I. J. & While, A. E. (2013). Physical activity in older people: a systematic review. *BMC Public Health*, 13, 449. doi: 10.1186/1471-2458-13-449.
210. Šlachta, R. (2012). Postoje všeobecných praktických lékařů k podpoře pohybové aktivity. *Praktický Lékař*, 92, 3, 153-157.
211. Štěpán, M., Daďová, K., Matouš, M., Krauzová, E., Sontáková, L., Koc, M., Larsen, T., Kuda, O., Štich, V., Rossmeislová, L. & Šiklová, M. (2022). Exercise Training Combined with Calanus Oil Supplementation Improves the Central Cardiodynamic Function in Older Women. *Nutrients*, 14, 149. DOI: 10.3390/nu14010149.
212. Štěpánková, H., Nikolai, T., Lukavský, J., Bezdíček, O., Vrajová, M., & Kopeček, M. (2015). Mini-Mental State Examination – česká normativní studie [Mini-Mental State Examination – Czech normative study]. *Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie*, 78/111, 1, 57–63.
213. Štílec, M. & Bunc, V. (1998). Sociologické údaje o cvičících členech Senior klubu při FTVS UK. In Buchberger, J., Kvopilík, J. & Pavlů, D. (Eds.) *Problematika pohybových aktivit seniorů a zdravotně postižených*. Praha, FTVS UK, 24-26.

214. Taheri, M., Chilibeck, P. D. & Cornish, S. M. (2023). A Brief Narrative Review of the Underlying Mechanisms Whereby Omega-3 Fatty Acids May Influence Skeletal Muscle: From Cell Culture to Human Interventions. *Nutrients*, 15, 13, 2926. doi: 10.3390/nu15132926.
215. Tan, S. J. J., Allen, J. C. & Tan, S. Y. (2017). Determination of ideal target exercise heart rate for cardiac patients suitable for rehabilitation. *Clin Cardiol*, 40, 11, 1008-1012. doi: 10.1002/clc.22758.
216. Tauschek, L., Røsbjorgen, R. E. N., Dalen, H., Larsen, T. & Karlsen, T. (2022). No Effect of Calanus Oil on Maximal Oxygen Uptake in Healthy Participants: A Randomized Controlled Study. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 32, 6, 468-478. doi: 10.1123/ijsnem.2022-0047.
217. ten Brinke, L. F., Bolandzadeh, N., Nagamatsu, L. S., Hsu, C. L., Davis, J. C., Miran-Khan, K. & Liu-Ambrose, T. (2015). Aerobic exercise increases hippocampal volume in older women with probable mild cognitive impairment: a 6-month randomised controlled trial. *Br J Sports Med*, 49, 4, 248-54. doi: 10.1136/bjsports-2013-093184.
218. Thielen, J. W., Kärgel, C., Müller, B. W., Rasche, I., Genius, J., Bus, B., Maderwald, S., Norris, D. G., Wiltfang, J. & Tendolkar, I. (2016). Aerobic Activity in the Healthy Elderly Is Associated with Larger Plasticity in Memory Related Brain Structures and Lower Systemic Inflammation. *Front Aging Neurosci*, 8, 319. doi: 10.3389/fnagi.2016.00319.
219. Thyfault, J. P. & Bergouignan, A. (2020). Exercise and metabolic health: beyond skeletal muscle. *Diabetologia*, 63, 1464–1474. doi: 10.1007/s00125-020-05177-6.
220. Tierney, M. C., Moineddin, R., Morra, A., Manson, J. & Blake, J. (2010). Intensity of recreational physical activity throughout life and later life cognitive functioning in women. *J Alzheimers Dis*, 22, 4, 1331-8. doi: 10.3233/JAD-2010-101188.
221. Tobi, P., Estacio, E. V., Yu, G., Renton, A. & Foster, N. (2012). Who stays, who drops out? Biosocial predictors of longer-term adherence in participants attending an exercise referral scheme in the UK. *BMC Public Health*, 12, 347. doi: 10.1186/1471-2458-12-347.
222. Tsukada, Y., Nishiyama, Y., Kishimoto, M., Nago, T., Harada, H., Niiyama, H., Katoh, A., Matsuse, H. & Kai, H. (2024). Low serum brain-derived neurotrophic factor may predict poor response to cardiac rehabilitation in patients with cardiovascular disease. *PLoS One*, 19, 2, e0298223. doi: 10.1371/journal.pone.0298223.

223. Tudor-Locke, C., Craig, C. L., Aoyagi, Y., Bell, R. C., Croteau, K. A., De Bourdeaudhuij, I., Ewald, B., Gardner, A. W., Hatano, Y., Lutes, L. D., Matsudo, S. M., Ramirez-Marrero, F. A., Rogers, L. Q., Rowe, D. A., Schmidt, M. D., Tully, M. A. & Blair S. N. (2011). How many steps/day are enough? For older adults and special populations. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 8, 80. doi: 10.1186/1479-5868-8-80.
224. U. S. Department of Health and Human Services. (2008). *Physical Activity Guidelines for Americans: Be Active, Healthy, and Happy!* Washington, DC.
225. U. S. Department of Health and Human Services. (2018). *Physical Activity Guidelines for Americans*. 2nd Ed. Washington, DC.
226. U. S. Department of Health and Human Services. (2023). *Physical Activity Guidelines for Americans Midcourse Report: Implementation Strategies for Older Adults*. Washington, DC.
227. Valenzuela, P. L., Saco-Ledo, G., Morales, J. S., Gallardo-Gómez, D., Morales-Palomo, F., López-Ortiz, S., Rivas-Baeza, B., Castillo-García, A., Jiménez-Pavón, D., Santos-Lozano, A., Del Pozo Cruz, B. & Lucia, A. (2023). Effects of physical exercise on physical function in older adults in residential care: a systematic review and network meta-analysis of randomised controlled trials. *Lancet Healthy Longev*, 4, 6, e247-e256. doi: 10.1016/S2666-7568(23)00057-0.
228. Valenzuela, T., Okubo, Y., Woodbury, A., Lord, S. R. & Delbaere, K. (2018). Adherence to Technology-Based Exercise Programs in Older Adults: A Systematic Review. *J Geriatr Phys Ther*, 41, 1, 49-61. doi: 10.1519/JPT.0000000000000095.
229. Van Camp, S. P. & Boyer, J. L. (1989). Exercise Guidelines for the Elderly (Part 2 of 2). *Phys Sportsmed*, 17, 5, 83-8. doi: 10.1080/00913847.1989.11709784.
230. Van Pelt, D. W., Guth, L. M. & Horowitz, J. F. (2017). Aerobic exercise elevates markers of angiogenesis and macrophage IL-6 gene expression in the subcutaneous adipose tissue of overweight-to-obese adults. *J Appl Physiol*, 123, 5, 1150-1159.
231. Vankova, H., Holmerova, I. & Volicer, L. (2021). Geriatric Depression and Inappropriate Medication: Benefits of Interprofessional Team Cooperation in Nursing Homes. *Int J Environ Res Public Health*, 18, 23, 12438. doi: 10.3390/ijerph182312438.
232. Vaňková, M., Vacínová, G., Včelák, J., Vejražková, D., Lukášová, P., Rusina, R., Holmerová, I., Jarolímová, E., Vaňková, H. & Bendlová, B. (2020). Plasma levels of adipokines in patients with Alzheimer's disease - where is the "breaking point" in Alzheimer's disease pathogenesis? *Physiol Res*, 69(Suppl 2), S339-S349. doi: 10.33549/physiolres.934536.

233. Vařeková, J. (2001). Skupinová fyzioterapie – možnosti využití skupinové edukace v léčebné rehabilitaci. *Rehab Fyz Léč*, 8, 2, 57–61.
234. Vaughan, S., Wallis, M., Polit, D., Steele, M., Shum, D. & Morris, N. (2014). The effects of multimodal exercise on cognitive and physical functioning and brain-derived neurotrophic factor in older women: a randomised controlled trial. *Age Ageing*, 43, 5, 623-9. doi: 10.1093/ageing/afu010.
235. Vaz, S., Hang, J. A., Codde, J., Bruce, D., Spilsbury, K. & Hill, A. M. (2022). Prescribing tailored home exercise program to older adults in the community using a tailored self-modeled video: A pre-post study. *Front Public Health*, 10, 974512. doi: 10.3389/fpubh.2022.974512.
236. Verburch, L., Konigs, M., Scherder, E. J. A. & Oosterlaan, J. (2014). Physical exercise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults: a meta-analysis. *Br J Sports Med*, 48, 12, 973-979. doi: 10.1136/bjsports-2012-091441.
237. Verloot, J. M., Rozeman, A., Van-Son, A. M. & van Akkerveeken, P. F. (1992). The cost-effectiveness of a back school program in industry. A longitudinal controlled field study. *Spine*, 17, 1, 22-7. doi: 10.1097/00007632-199201000-00004.
238. Vseteckova, J., Dadova, K., Gracia, R., Ryan, G., Borgstrom, E., Abington, J., Gopinath, M., & Pappas, Y. (2020). Barriers and facilitators to adherence to walking group exercise in older people living with dementia in the community: a systematic review. *Eur Rev Aging Phys Act*, 17, 15. doi: 10.1186/s11556-020-00246-6.
239. Vseteckova, J., Deepak-Gopinath, M., Borgstrom, E., Holland, C., Draper, J., Pappas, Y., Mckeown, E., Dadova, K., & Gray, S. (2018). Barriers and facilitators to adherence to group exercise in institutionalized older people living with dementia: a systematic review. *Eur Rev Aging Phys Act*, 15, 11. doi: 10.1186/s11556-018-0200-3
240. Walser, B. & Stebbins, C. L. (2008). Omega-3 fatty acid supplementation enhances stroke volume and cardiac output during dynamic exercise. *Eur J Appl Physiol*, 104, 3, 455-61. doi: 10.1007/s00421-008-0791-x.
241. Wan, S. N., Thiam, C. N., Ang, Q. X., Engkasan, J. & Ong, T. (2023). Incident sarcopenia in hospitalized older people: A systematic review. *PLoS One*, 18, 8, e0289379. doi: 10.1371/journal.pone.0289379.

242. Wasserfurth, P., Nebel, J., Schuchardt, J. P., Müller, M., Boßlau, T. K., Krüger, K. & Hahn, A. (2020). Effects of Exercise Combined with a Healthy Diet or Calanus finmarchicus Oil Supplementation on Body Composition and Metabolic Markers-A Pilot Study. *Nutrients*, 12, 7, 2139. doi: 10.3390/nu12072139.
243. Weber, M., Belala, N., Clemson, L., Boulton, E., Hawley-Hague, H., Becker, C. & Schwenk, M. (2018). Feasibility and Effectiveness of Intervention Programmes Integrating Functional Exercise into Daily Life of Older Adults: A Systematic Review. *Gerontology*, 64, 2, 172-187. doi: 10.1159/000479965.
244. Westgarth, C., Christley, R. M., Jewell, C., German, A. J., Boddy, L. M. & Christian, H. E. (2019). Dog owners are more likely to meet physical activity guidelines than people without a dog: An investigation of the association between dog ownership and physical activity levels in a UK community. *Sci Rep*, 9, 1, 5704. doi: 10.1038/s41598-019-41254-6.
245. Wiles, J. D, Taylor, K., Coleman, D., Sharma, R. & O'Driscoll, J. M. (2018). The safety of isometric exercise: Rethinking the exercise prescription paradigm for those with stage 1 hypertension. *Medicine (Baltimore)*, 97, 10, e0105. doi: 10.1097/MD.00000000000010105.
246. Wilkinson, D. J., Piasecki, M. & Atherton, P. J. (2018). The age-related loss of skeletal muscle mass and function: Measurement and physiology of muscle fibre atrophy and muscle fibre loss in humans. *Ageing Res Rev*, 47, 123–132.
247. Williams, D. M. (2008). Exercise, Affect, and Adherence: An Integrated Model and a Case for Self-Paced Exercise. *J Sport Exerc Psychol*, 30, 5, 471–496.
248. Williamson, J. D., Espeland, M., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., King, A. C., Pahor, M., Guralnik, J. M., Pruitt, L. A. & Miller, M. E. (2009). Changes in cognitive function in a randomized trial of physical activity: results of the lifestyle interventions and independence for elders pilot study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 64A, 6, 688-694. doi: 10.1093/gerona/64a6014.
249. Willis, J. D. & Campbell, L. F. (1992). *Exercise psychology*. Champaign: Human Kinetics. ISBN 0-87322-366-7.
250. Wiśniowska-Szurlej, A., Ćwirlej-Sozańska, A., Kilian, J., Wołoszyn, N., Sozański, B. & Wilmowska-Pietruszyńska, A. (2021). Reference values and factors associated with hand grip strength among older adults living in southeastern Poland. *Sci Rep*, 11, 1, 9950. doi: 10.1038/s41598-021-89408-9.

251. World Health Organization. (2022). *Aging and health*. [https:// www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health).
252. Wright, B. J., Galtieri, N. J. & Fell, M. (2014). Non-adherence to prescribed home rehabilitation exercises for musculoskeletal injuries: the role of the patient-practitioner relationship. *J Rehabil Med*, 46, 2, 153-8. doi: 10.2340/16501977-1241.
253. Yañez, A. M., Bennasar-Veny, M., Leiva, A. & García-Toro, M. (2020). Implications of personality and parental education on healthy lifestyles among adolescents. *Sci Rep*, 10, 1, 7911. doi: 10.1038/s41598-020-64850-3.
254. Yohannes, A. M., Yalfani, A., & Doherty, P. (2007). Predictors of drop-out from an outpatient cardiac rehabilitation programme. *Clinical Rehabil*, 21, 3, 222-9.
255. You, T., Murphy, K. M., Lyles, M. F., Demons, J. L., Lenchik, L., & Nicklas, B. J. (2006). Addition of aerobic exercise to dietary weight loss preferentially reduces abdominal adipocyte size. *Int J Obes (Lond)*, 30, 8, 1211-1216.
256. Young, J., Angevaren, M., Rusted, J. & Tabet, N. (2015). Aerobic exercise to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment. *Cochrane Database Syst Rev*, 4, CD005381. doi: 10.1002/14651858.CD005381.pub4.
257. Young, R. J. (1979). The effect of regular exercise on cognitive functioning and personality. *Br J Sports Med*, 13, 3, 110-117.
258. Zając-Gawlak, I., Kłapcińska, B., Kroemeke, A., Pośpiech, D., Pelclová, J. & Přidalová, M. (2017). Associations of visceral fat area and physical activity levels with the risk of metabolic syndrome in postmenopausal women. *Biogerontology*, 18, 3, 357-366. doi: 10.1007/s10522-017-9693-9.
259. Zaleski, A. L., Taylor, B. A., Panza, G. A., Wu, Y., Pescatello, L. S., Thompson, P. D., & Fernandez, A. B. (2016). Coming of Age: Considerations in the Prescription of Exercise for Older Adults. *Methodist Debaquey Cardiovasc J*, 12, 2, 98-104. doi: 10.14797/mdcj-12-2-98.
260. Zanettini, R., Centeghe, P., Ratti, F., Benna, S., Di Tullio, L. & Sorlini, N. (2012). Training prescription in patients on beta-blockers: percentage peak exercise methods or self-regulation? *Eur J Prev Cardiol*, 19, 2, 205-12. doi: 10.1177/1741826711398823.
261. Ziaei, S., Mohammadi, S., Hasani, M., Morvaridi, M., Belančić, A., Daneshzad, E., Saleh, S. A. K., Adly, H. M. & Heshmati, J. (2023). A systematic review and meta-analysis of the omega-3 fatty acids effects on brain-derived neurotrophic factor (BDNF). *Nutr Neurosci*, 17, 1-11. doi: 10.1080/1028415X.2023.2245996.