

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu

Efekt manuální terapie, cvičení s elastickým odporem a prosté chůze na celkovou fyzickou zdatnost a věkem podmíněné změny funkce plic u seniorů: randomizovaná kontrolovaná studie.

Disertační práce

**Vedoucí disertační práce:**

doc. PaedDr. Dagmar Pavlů CSc.

**Vypracovala:**

Mgr. Klára Hadwigerová

Praha, září 2025

Prohlašuji, že jsem závěrečnou disertační práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce, ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne:

.....

Mgr. Klára Hadwigerová

**Evidenční list**

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

Jméno a příjmení:      Fakulta / katedra:      Datum vypůjčení:      Podpis:

---

#### Poděkování:

Ráda bych poděkovala vedoucí této disertační práce, doc. PaedDr. Dagmar Pavlů CSc. za její odborné rady, konzultace a profesionální dohled během mého doktorského studia. Dále bych ráda poděkovala Mgr. Paulíně Jaškové za její trpělivost a přátelskou pomoc, která významně přispěla k dopsání této disertační práce. Mgr. Jiřímu Hadwigerovi patří upřímné poděkování za jeho podporu, bez které bych během doktorského studia jen těžko zdolávala akademické i osobní výzvy. Děkuji také svojí rodině za jejich podporu během všech let mojí dosavadní studijní dráhy. Moje poděkování patří také mým kolegům z katedry fyzioterapie na *University of Valencia*, jmenovitě Dr. Anně Arnal-Goméz a jejímu týmu za nejen vysoce profesionální, ale také lidskou spolupráci při realizaci tohoto projektu.

## Abstrakt

**Název:** Efekt manuální terapie, cvičení s elastickým odporem a prosté chůze na celkovou fyzickou zdatnost a věkem podmíněné změny funkce plic u seniorů: randomizovaná kontrolovaná studie.

**Cíle:** Cílem práce je vyhodnotit vliv chůze a její kombinace s odporovým cvičením / manuálními technikami na vybrané zdravotní parametry u seniorů bez přidruženého onemocnění.

**Metody:** Výzkum úspěšně dokončilo 88 probandů obou pohlaví. Inkluzní kritéria zahrnovaly: věk 60-80 let, hodnotu CCI menší nebo rovnou hodnotě 3, nekuřáctví (alespoň v průběhu posledních 6 měsíců), absenci závažného kardiorepiračního onemocnění, absenci kognitivního deficitu, schopnost chodit 6 minut vkuse bez nutnosti asistence / kompenzační pomůcky a schopnost poskytnout dobrovolný písemný souhlas s účastí na studii. Probandi byli náhodně rozděleni do 3 intervenčních skupin a 1 skupiny kontrolní. Intervenční skupiny podstoupili pravidelnou chůzi (skupina 1: 2x týdně, 40 minut v rámci cvičební jednotky, celkové trvání 4 týdny), chůzi kombinovanou s manuálními technikami (skupina 2: 2x týdně, 40 minut chůze + 20 minut manuální techniky, celkové trvání 4 týdny) a chůzi kombinovanou s odporovým cvičením (skupina 3: 2x týdně, 40 minut chůze + 20 minut odporové cvičení, celkové trvání 4 týdny). Kontrolní skupina (skupina 4) byla vyzvána, aby nijak neměnila své návyky, včetně pohybového režimu. Mezi zkoumané parametry v rámci této studie patřilo spirometrické vyšetření (FVC, FEV1), míra rozvíjení hrudníku, 6MWD, subjektivní hodnocení muskuloskeletální bolesti, algometrické vyšetření, akromiální vzdálenost, test opakovaného vstávání ze židle a dotazníky (kvalita života, sarkopenie, stařecká křehkost, pointervenční vnímání změn). Tyto parametry byly u probandů odebírány celkem 3x: vstupně (první měření), výstupně (druhé měření) a 1 měsíc od ukončení intervence (třetí měření).

**Výsledky:** Po 4 týdnech došlo ke zlepšení rozvíjení horního hrudníku u skupiny 1 a skupiny 3. U skupiny 4 došlo ke zhoršení tohoto parametru mezi druhým a třetím měřením. 6MWD se zvýšila významně u skupiny 3 a to mezi prvním a druhým měřením; stejně tak mezi prvním a třetím měřením. U skupiny 2 došlo ke zlepšení 6MWD mezi prvním a třetím měřením. Bolest hlavy a krční oblasti se snížila u skupiny 3 mezi prvním a druhým měřením; ale i mezi

prvním a třetím měřením. Bolesti bederní páteře se redukovaly u skupiny 2 mezi prvním a druhým měřením; stejně tak u skupin 3 a 4 a to mezi prvním a třetím měřením. U skupiny 1 byl také náznak snížení skóre sociální motivace mezi prvním a druhým měřením; rovněž mezi druhým a třetím měřením. Tyto rozdíly avšak jen těsně minuly hranici statistické signifikance.

**Klíčová slova:** senioři, seniorská populace, chůze, odporové cvičení, manuální techniky, spirometrie, zdraví, prevence

## Abstract

**Title:** Effect of manual therapy, elastic resistance exercise, and regular walking on physical fitness and age-related lung changes in seniors: a randomized controlled trial.

**Objectives:** The aim of this study is to evaluate the effect of walking and its combination with resistance training / manual techniques on selected health parameters in seniors without a specific associated disease.

**Methods:** The study was successfully completed by 88 subjects of both sexes. Inclusion criteria were set as follows: age 60-80 years, CCI score less than or equal to 3, non-smokers (at least during the last 6 months), absence of serious cardiorespiratory disease, absence of cognitive deficit, ability to walk for 6 minutes at a time without assistance / compensatory aids, and ability to provide voluntary written consent to participate in the study. Subjects were randomly assigned to 3 intervention groups and 1 control group. The intervention groups underwent regular walking (group 1: 2x per week, 40 minutes per exercise unit, total duration of 4 weeks), walking combined with manual techniques (group 2: 2x per week, 40 minutes of walking + 20 minutes of manual techniques, total duration of 4 weeks) and walking combined with resistance exercise (group 3: 2x per week, 40 minutes of walking + 20 minutes of resistance exercise, total duration of 4 weeks). The participants in control group (group 4) were asked not to change their habits, including their exercise regimen. The outcomes examined in this study included spirometry (FVC, FEV1), chest-wall expansion, 6MWD, subjective assessment of musculoskeletal pain, algometric examination, acromial distance measurement, the five-times sit-to-stand test and questionnaires (quality of life, sarcopenia, frailty, post-intervention perception of changes). These outcomes were measured a total of 3 times: at baseline (first measurement), post-intervention (second measurement) and 1 month after the end of the intervention (third measurement).

**Results:** After 4 weeks, there was an improvement of upper chest-wall expansion in groups 1 and 3. In group 4, this parameter worsened between the second and third measurements. 6MWD increased significantly in group 3 between the first and second measurements; as well as between the first and third measurements. In group 2, there was an improvement in 6MWD between the first and third measurements. Head and neck pain decreased in group 3 between the first and second measurements; but also, between the first and third

measurements. Lumbar pain was reduced in group 2 between the first and second measurements; as well as in groups 3 and 4 between the first and third measurements. In group 1, there was also a sign of a decrease in the social motivation score between the first and second measurements; as well as between the second and third measurements. However, these differences closely missed the threshold of statistical significance.

**Keywords:** seniors, senior population, walking, resistance exercise, manual techniques, spirometry, health, prevention



## SEZNAM ZKRATEK

|          |                                                                                         |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| DNA      | deoxyribonukleová kyselina                                                              |
| ADL      | aktivity každodenního života<br>( <i>activities of daily living</i> )                   |
| CSA      | průřezová plocha svalu<br>( <i>muscle cross-sectional area</i> )                        |
| BMD      | minerální kostní hustota<br>( <i>bone mineral density</i> )                             |
| FEV1     | 1-vteřinový usilovný výdechový objem<br>( <i>forced expiratory volume in 1 second</i> ) |
| FVC      | usilovná vitální kapacita<br>( <i>forced vital capacity</i> )                           |
| VC       | vitální kapacita<br>( <i>vital capacity</i> )                                           |
| FEV1/FVC | Tiffeneau-Pinelliho index                                                               |
| MIP      | maximální nádechový tlak<br>( <i>maximal inspiratory pressure</i> )                     |
| MEP      | maximální výdechový tlak<br>( <i>maximal expiratory pressure</i> )                      |
| MVV      | maximální minutová ventilace<br>( <i>maximum voluntary ventilation</i> )                |
| RV       | reziduální objem<br>( <i>residual volume</i> )                                          |
| FRC      | funkční reziduální kapacita<br>( <i>functional residual capacity</i> )                  |
| TLC      | celková kapacita plic<br>( <i>total lung capacity</i> )                                 |
| CNS      | centrální nervový systém                                                                |
| MRI      | magnetická rezonance<br>( <i>magnetic resonance imaging</i> )                           |
| PNS      | periferní nervový systém                                                                |
| NGF      | nervový růstový faktor<br>( <i>nerve growth factor</i> )                                |
| BDNF     | neurotrofický faktor odvozený od mozku                                                  |

|                                      |                                                                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | <i>(brain-derived neurotrophic factor)</i>                                          |
| ANS                                  | autonomní nervový systém                                                            |
| HGH                                  | lidský růstový hormon<br><i>(human growth hormone)</i>                              |
| TSH                                  | tyreotropní hormon<br><i>(thyroid-stimulating hormone)</i>                          |
| DHEA                                 | dehydroepiandrosteron                                                               |
| WHO                                  | Světová zdravotnická organizace<br><i>(World Health Organization)</i>               |
| RT                                   | odporový (silový) trénink<br><i>(resistance training)</i>                           |
| 1RM                                  | jednorázové individuální maximum<br><i>(One Repetition Maximum)</i>                 |
| CHOPN                                | chronická obstrukční plicní nemoc<br><i>(chronic obstructive pulmonary disease)</i> |
| ml                                   | mililitr                                                                            |
| CCI                                  | Charlsonův index komorbidit<br><i>(Charlson Comorbidity Index)</i>                  |
| MMSE                                 | Krátký test kognitivních funkcí<br><i>(Mini-Mental State Examination)</i>           |
| 6MWT                                 | 6-minutový test chůze<br><i>(Six-Minute Walk Test)</i>                              |
| ATS                                  | Americká hrudní společnost<br><i>(American Thoracic Society)</i>                    |
| 6MWD                                 | vzdálenost ušlá během 6-minutového testu chůze<br><i>(Six-Minute Walk Distance)</i> |
| PPT                                  | práh bolesti při tlaku<br><i>(pressure pain threshold)</i>                          |
| cm <sup>2</sup>                      | centimetr čtverečný                                                                 |
| kg·cm <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> | kilogram na centimetr čtverečný za vteřinu                                          |
| N·s <sup>-1</sup>                    | Newton za vteřinu                                                                   |
| AD                                   | akromiální vzdálenost<br><i>(acromial distance)</i>                                 |
| 5TSTS                                | Test opakovaného vstávání ze židle<br><i>(The five-times sit-to-stand test)</i>     |

|                      |                                                                               |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| mm                   | milimetr                                                                      |
| m                    | metr                                                                          |
| kg                   | kilogram                                                                      |
| kg/m <sup>2</sup>    | kilogram na metr čtverečný                                                    |
| RPE                  | Borgova škála vnímaného úsilí<br>( <i>Borg's Rate of Perceived Exertion</i> ) |
| min                  | minuta                                                                        |
| m.                   | sval<br>( <i>musculus</i> )                                                   |
| TrPs                 | spoušťový bod ve svalu<br>( <i>trigger point</i> )                            |
| ATP                  | adenosintrifosfát                                                             |
| ACSM                 | <i>American College of Sports Medicine</i>                                    |
| IQR                  | mezikvartilové rozpětí<br>( <i>Interquartile range</i> )                      |
| VO <sub>2</sub> max. | maximální spotřeba kyslíku                                                    |
| LBP                  | bolesti bederní oblasti<br>( <i>low back pain</i> )                           |
| MTA                  | příčný břišní sval<br>( <i>musculus transversus abdominis</i> )               |

## Obsah

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 1 ÚVOD.....                                                           | 15 |
| 2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....                                          | 16 |
| 2.1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY STÁRNUTÍ.....                                | 16 |
| 2.2 DOPADY STÁRNUTÍ POPULACE NA SPOLEČNOST .....                      | 16 |
| 2.3 DEFINICE STÁRNUTÍ .....                                           | 17 |
| 2.4 TEORIE STÁRNUTÍ .....                                             | 17 |
| 2.4.1 Programované teorie .....                                       | 17 |
| 2.4.2 Neprogramované teorie.....                                      | 18 |
| 2.4.3 Komplexní teorie stárnutí .....                                 | 20 |
| 2.4.4 Nejnovější poznatky ohledně teorií stárnutí .....               | 20 |
| 2.5 INVOLUČNÍ ZMĚNY TĚLESNÝCH SYSTÉMŮ .....                           | 20 |
| 2.5.1 Muskuloskeletální systém.....                                   | 21 |
| 2.5.2 Respirační systém .....                                         | 23 |
| 2.5.3 Kardiovaskulární systém.....                                    | 25 |
| 2.5.4 Nervový systém .....                                            | 26 |
| 2.5.5 Endokrinní systém .....                                         | 30 |
| 2.5.6 Jiné systémy .....                                              | 32 |
| 2.6 PREVENCE A ZPOMALENÍ INVOLUČNÍCH ZMĚN .....                       | 34 |
| 2.7 POHYBOVÁ DOPORUČENÍ PRO SENIORSKOU POPULACI .....                 | 35 |
| 2.8 SPECIFIKA POHYBOVÉ AKTIVITY U SENIORŮ.....                        | 36 |
| 2.9 VYBRANÉ POHYBOVÉ INTERVENCE .....                                 | 37 |
| 2.9.1 Prostá chůze .....                                              | 38 |
| 2.9.2 Odporové cvičení.....                                           | 39 |
| 2.9.3 Manuální techniky .....                                         | 40 |
| 2.10 TESTOVÁNÍ SENIORSKÉ POPULACE: POUŽITÉ TESTY A JEJICH POPIS ..... | 42 |
| 2.10.1 Charlsonův index komorbidit (CCI) .....                        | 42 |
| 2.10.2 Test kognitivních funkcí .....                                 | 42 |
| 2.10.3 Spirometrické vyšetření .....                                  | 43 |
| 2.10.4 6-minutový test chůze (6MWT) .....                             | 44 |

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.10.5 Algometrické vyšetření .....                                             | 45 |
| 2.10.6 Měření akromiální vzdálenosti .....                                      | 46 |
| 2.10.7 Test opakovaného vstávání ze židle.....                                  | 46 |
| 2.10.8 Škála VAS pro hodnocení muskuloskeletální bolesti.....                   | 47 |
| 2.10.9 Míra rozpínání hrudního koše.....                                        | 47 |
| 2.10.10 Dotazníky .....                                                         | 47 |
| 2.11 AKTUÁLNÍ STAV SLEDOVANÉ PROBLEMATIKY, VYMEZENÍ PROBLÉMU .....              | 52 |
| 3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....                                                     | 54 |
| 3.1 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE, VÝZKUMNÉ OTÁZKY, HYPOTÉZY .....                         | 54 |
| 3.1.1 Cíle práce .....                                                          | 54 |
| 3.1.2 Úkoly práce.....                                                          | 54 |
| 3.1.3 Výzkumné otázky práce.....                                                | 54 |
| 3.1.4 Hypotézy práce .....                                                      | 54 |
| 3.1.5 Přesah výzkumných hypotéz do dostupné literatury .....                    | 58 |
| 4 METODIKA PRÁCE .....                                                          | 64 |
| 4.1 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU .....                                    | 64 |
| 4.1.1 Inkluzní kritéria.....                                                    | 64 |
| 4.1.2 Randomizace.....                                                          | 65 |
| 4.1.3 Charakteristika jednotlivých skupin .....                                 | 65 |
| 4.2 MĚŘENÍ A SBĚR DAT .....                                                     | 70 |
| 4.2.1 Průběh experimentu .....                                                  | 70 |
| 4.2.2 Vstupní sběr dat .....                                                    | 70 |
| 4.2.3 Výstupní sběr dat I. ....                                                 | 75 |
| 4.2.4 Výstupní sběr dat II. (Follow-up assessment) .....                        | 75 |
| 4.3 ANALÝZA DAT .....                                                           | 76 |
| 5 VÝSLEDKY .....                                                                | 78 |
| 5.1 ROZVÍJENÍ HORNÍHO HRUDNÍKU .....                                            | 79 |
| 5.1.1 Rozvíjení horního hrudníku vzhledem k Charlsonovu indexu komorbidit ..... | 84 |
| 5.1.2 Rozvíjení horního hrudníku vzhledem k BMI.....                            | 87 |
| 5.2 VZDÁLENOST UŠLÁ BĚHEM 6-MINUTOVÉHO TESTU CHŮZE.....                         | 91 |

|                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2.1 Vzdálenost ušlá během 6-minutového testu chůze vzhledem k věku.....  | 94  |
| 5.3 BOLEST HLAVY A KRČNÍ PÁTEŘE.....                                       | 97  |
| 5.4 BOLEST BEDERNÍ PÁTEŘE.....                                             | 100 |
| 5.5 SKÓRE SOCIÁLNÍ MOTIVACE.....                                           | 103 |
| 5.6 SKÓRE PSYCHOLOGICKÉ MOTIVACE .....                                     | 106 |
| 6 DISKUSE.....                                                             | 108 |
| 6.1 DISKUSE VZHLEDEM K ROZVÍJENÍ HORNÍHO HRUDNÍKU .....                    | 111 |
| 6.1.1 Přesah vzhledem k výzkumným hypotézám.....                           | 120 |
| 6.2 DISKUSE VZHLEDEM KE VZDÁLENOSTI UŠLÉ BĚHEM 6-MINUTOVÉHO TESTU CHŮZE... | 121 |
| 6.2.1 Přesah vzhledem k výzkumným hypotézám.....                           | 126 |
| 6.3 DISKUSE VZHLEDEM K BOLESTI HLAVY A KRČNÍ PÁTEŘE .....                  | 127 |
| 6.3.1 Přesah vzhledem k výzkumným hypotézám.....                           | 129 |
| 6.4 DISKUSE VZHLEDEM K BOLESTI BEDERNÍ PÁTEŘE .....                        | 130 |
| 6.4.1 Přesah vzhledem k výzkumným hypotézám.....                           | 134 |
| 6.5 DISKUSE VZHLEDEM KE SKÓRE SOCIÁLNÍ MOTIVACE .....                      | 135 |
| 6.5.1 Přesah vzhledem k výzkumným hypotézám.....                           | 138 |
| 6.6 DISKUSE VZHLEDEM KE SKÓRE PSYCHOLOGICKÉ MOTIVACE.....                  | 139 |
| 7 LIMITACE .....                                                           | 140 |
| 8 ZÁVĚR .....                                                              | 142 |
| 9 SEZNAM LITERATURY .....                                                  | 144 |

# 1 ÚVOD

Celosvětová populace stárne stále rychlejším tempem, což představuje výzvu, na kterou je třeba se včas připravit. Jedním z možných řešení je rozvoj preventivních pohybových programů zaměřených na podporu zdraví seniorů a udržení jejich fyzické i psychické kondice do co nejvyššího věku. I mírný pokles těchto schopností totiž často vede v této populaci k omezení soběstačnosti v běžných denních aktivitách a zvyšuje riziko částečné nebo úplné závislosti těchto jedinců na pomoci druhé osoby.

V klinické praxi existuje řada pohybových doporučení pro všechny věkové skupiny. Mnohá z nich kladou důraz především na vytrvalostní trénink, který má nesporné zdravotní přínosy. Nicméně se často opomíjí specifické pohybové nároky seniorů pro fungování v každodenním životě. Současné vědecké studie stále více upozorňují na význam pravidelného silového tréninku, který v kombinaci s vytrvalostním cvičením přispívá ke komplexnějšímu rozvoji pohybových dovedností u starších dospělých.

Tato práce se zaměřuje na hodnocení účinků čtyřtýdenního pravidelného cvičení na plicní funkce a vybrané zdravotní parametry u seniorů ve věkovém rozmezí 60-80 let. Intervenční program zahrnoval prostou chůzi a její kombinaci s manuální terapií nebo odporovým cvičením. Tréninkový plán byl vytvořen ve spolupráci s *University of Valencia* na základě dostupné literatury a klinických zkušeností členů výzkumného týmu. Během tohoto procesu byly specifikovány jednotlivé cviky využity v rámci studie, rovněž i jejich dávkování.

Do studie byli zařazeni pouze senioři splňující všechna inkluzní kritéria, tedy relativně zdraví jedinci ve věku 60-80 let, nekuřáci, bez kognitivního deficitu a s Charlsonovým indexem komorbidit do hodnoty 3, včetně. Je důležité zdůraznit, že se jedná o specifickou populaci, a proto nelze výsledky výzkumu nekriticky zobecňovat na celou seniorskou populaci.

Tato práce má teoreticko-empirický charakter. První část se věnuje nejnovějším vědeckým poznatkům o stárnutí, involučních změnách a možnostech jejich ovlivnění. Druhá část popisuje provedený experiment, včetně metodiky, sběru dat, výsledků a diskuse nad získanými poznatky.

## 2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Příslušná část práce se věnuje nastínění problematiky stárnutí; involučním změnám, ke kterým vlivem stárnutí v těle dochází a prostředkům, kterými je možné rozvoj těchto změn oddálit, nebo alespoň zpomalit. Tato sekce práce se opírá o nejnovější poznatky získané z dostupné literatury zabývající se problematikou stárnutí.

### 2.1 Úvod do problematiky stárnutí

Ve světové populaci prudce roste počet lidí starších 60 let. Této výzvě čelí všechny země světa a je nezbytné zajistit jejich připravenost na příslušný demografický posun (World Health Organization, 2024). Nárůst této populace je způsoben zejména klesající úrovní úmrtnosti, která je následkem dnešní obecně zvýšené úrovně života v daných krajinách. Celosvětově dosáhla očekávaná průměrná délka života v roce 2019 72,8 let, což je od roku 1990 nárůst o téměř 9 let. Předpokládá se, že další snížení úmrtnosti povede v celosvětovém měřítku do roku 2050 k hodnotě průměrné délky dožití přibližně 77,2 let (United Nations, 2022). V roce 2019 dosahoval celosvětový počet lidí ve věku 60 let a starších 1 miliardy. Toto číslo se podle dostupných odhadů do roku 2030 zvýší na 1,4 miliardy a na 2,1 miliardy do roku 2050 (World Health Organization, 2024).

### 2.2 Dopady stárnutí populace na společnost

Stárnutí s sebou přináší řadu specifických výzev, kterým je nutné ve společnosti věnovat zvýšenou pozornost. S vyšším věkem roste náchylnost k nemocem, zdravotním omezením a nežádoucím stavům, jež často vyžadují intenzivnější lékařskou péči nebo asistenci druhé osoby. Zdravotní systémy jednotlivých zemí by proto měly být do budoucna posíleny, aby zvládly rostoucí počet starších pacientů s jedním či více chronickými onemocněními (Lu et al., 2023).

Dosažení vyššího věku, ať už s přidruženými zdravotními problémy nebo bez nich, bývá často spojeno také s řadou socioekonomických jevů, jako je věková diskriminace (ageismus), omezení v každodenních činnostech, finanční nejistota, sociální izolace nebo



závislost na pomoci druhých (Higo et al., 2015). Udržení fyzického i psychického zdraví seniorů co nejdéle je proto klíčové pro prevenci nebo redukci těchto negativních jevů.

## 2.3 Definice stárnutí

Definice stárnutí se mezi jednotlivými odborníky mírně liší, což odráží různé pohledy na jeho mechanismy a dopad. Zatímco většina souhlasí s tím, že stárnutí je progresivní pokles fyziologických funkcí, někteří zdůrazňují jeho genetický a molekulární podklad, zatímco jiní se zaměřují spíše na jeho klinické projevy a sociální dopady. Jedna z definic stárnutí ho popisuje jako „přetrvávající pokles jednotlivých kondičních složek v důsledku zhoršení vnitřního prostředí organismu“ (Rose, 1994). Jiná definice stárnutí popisuje jako „soubor změn, které postupně zvyšují pravděpodobnost úmrtí člověka“ (Medawar, 1952). Novější definice se postupně odklánějí od negativních stránek stárnutí a popisují jej jako zcela fyziologický jev: „stárnutí je považováno za přirozený stav, nikoli za nemoc, což zdůrazňuje jeho roli jako univerzálního a přirozeného procesu v živých organismech“ (Saborido et al., 2022). Tyto variace v definici ilustrují složitost stárnutí jako biologického jevu.

## 2.4 Teorie stárnutí

Stárnutí je složitý biologický proces, který vede u všech živých organismů k postupnému poklesu fyziologických funkcí a zvýšené náchylnosti k nemocem. Zatímco přesné mechanismy stárnutí zůstávají předmětem odborné debaty, vědci definovali dvě kategorie teorií, které mohou vysvětlit, proč a jak ke stárnutí dochází: programované teorie a neprogramované teorie (Pamplona et al., 2023).

### 2.4.1 Programované teorie

Programované (genetické) teorie stárnutí předpokládají, že stárnutí je biologicky regulováno a řídí se předem určeným genetickým programem. Naznačují, že délka života je řízena vnitřními biologickými hodinami, které v průběhu času regulují buněčné a systémové změny. Mezi tyto teorie řadíme

- *Teorii buněčného stárnutí.* Tato teorie předpokládá, že lidské buňky mají omezenou schopnost dělit se a po překročení tohoto limitu se stávají stárnoucími – fenomén nyní známý jako „Hayflickův limit“ (Shay et al., 2000).
- *Neuroendokrinní teorii.* Podle této teorie je stárnutí organismu následkem hormonálních změn, zejména hypotalamo-hypofyzární osy. Jelikož neuroendokrinní systém řídí řadu fyziologických funkcí jako jsou vývoj, růst a dospívání, jeho funkční změny mohou vést k dysregulaci těchto funkcí a následnému poškození organismu (Troen, 2003).
- *Imunitní teorii.* Teorie vychází ze známých faktů. Zaprvé, že s přibývajícím věkem dochází k poklesu funkční kapacity imunitního systému. Zadruhé, s věkem dochází také ke zvýšení míry autoimunitních reakcí v organismu. A v neposlední řadě dochází k poklesu humorální (látkové) imunity. Imunitní systém tak časem slábne, což vede ke zvýšené náchylnosti k infekcím, autoimunitním onemocněním a kancerózním zvrátům buněk (Fulop et al., 2014).

#### 2.4.2 Neprogramované teorie

Neprogramované (stochastické) teorie předpokládají, že stárnutí je výsledkem nahromaděného poškození buněk a tkání v průběhu času, způsobeného environmentálními a metabolickými faktory. Stárnutí je vnímáno spíše jako důsledek opotřebení než jako naprogramovaný proces. Do těchto teorií patří

- *Teorie volných radikálů.* Volné radikály jsou atomy nebo molekuly obsahující nespárovaný elektron, což je činí vysoce reaktivními – snaží se co nejrychleji získat vazbu na jiný elektron a vytvořit tím stabilní strukturu. Předpokládá se, že většina změn probíhajících ve stáří může být důsledkem působení volných radikálů, které v organismu interagují s buňkami a tím způsobují molekulární poškození (Sohal et al., 1996).

- *Mitochondriální teorie.* Hypotéza mutací mitochondriální DNA a teorie volných radikálů představují syntézu několika teorií. Předpokládá se, že reaktivní formy kyslíku významně přispívají k hromadění mutací v mitochondriální DNA, což vede k bioenergetickému nedostatku a může mít za následek stárnutí a buněčnou smrt. Tento proces je označován jako redoxní mechanismus mitochondriálního stárnutí (Chistiakov et al., 2014).
- *Teorie poškození DNA.* Tato teorie naznačuje, že stárnutí je primárně způsobeno nahromaděním genetického poškození DNA v průběhu času. Toto poškození, ke kterému dochází v důsledku faktorů prostředí (UV záření, znečištění, chemikálie) a běžných metabolických procesů, vede k chybám v replikaci DNA a buněčné dysfunkci. Jak se v buňkách hromadí mutace DNA, jejich schopnost fungovat správně klesá, což přispívá k procesu stárnutí a rozvoji nemocí souvisejících s věkem. Teorie je založena na myšlence, že mechanismy opravy DNA, které jsou klíčové pro udržení buněčné integrity, se s věkem stávají méně účinnými, což vede k postupnému hromadění genetických chyb. To časem vede k narušení buněčné homeostázy, v důsledku čeho dochází ke stárnutí jak na buněčné úrovni, tak na úrovni organismu (Maynard et al., 2015).
- *Teorie opotřebení.* Tato teorie naznačuje, že stárnutí je výsledkem nahromaděného poškození buněk, tkání a orgánů v průběhu času. K tomu dochází v důsledku jejich každodenní aktivity, vystavení vlivům prostředí a metabolickým procesům. Tato teorie přirovnává lidské tělo ke stroji, který neustálým stresem a používáním postupně chátrá (Jin, 2010).
- *Teorie chyba-pohroma (error – catastrophe theory).* Podle této teorie je stárnutí důsledkem hromadění chyb při práci s genetickou informací, zejména při procesu replikace, transkripce a translace DNA. V průběhu času tyto chyby vedou k syntéze defektních proteinů a buněčné dysfunkci, což nakonec způsobí katastrofální selhání biologických systémů (Loue et al., 2008).

### 2.4.3 Komplexní teorie stárnutí

V průběhu posledních desetiletí výzkumníci odhalili několik klíčových biologických mechanismů, které jsou základem stárnutí, což vedlo k rozvoji *Teorie charakteristických znaků stárnutí* (*Hallmarks of Aging Theory*). Tato teorie, poprvé formulována v roce 2013 identifikuje devět hlavních procesů, které řídí proces stárnutí. Teorie představuje syntézu výše popsaných programovaných i neprogramovaných teorií. Zatímco některé znaky stárnutí vycházejí z genetické regulace a předem naprogramovaných mechanismů, jiné jsou pravděpodobně následkem nahromaděného poškození buněk v průběhu času. Tyto procesy spolu komplexně interagují a přispívají ke zhoršení buněčných funkcí, homeostázy tkání a celkové integrity organismu (López-Otín et al., 2013).

### 2.4.4 Nejnovější poznatky ohledně teorií stárnutí

Do roku 2025 se teorie stárnutí vyvíjely, přičemž některé získaly široké přijetí a jiné byly vyvráceny. Mezi dnes uznávané teorie patří *Teorie charakteristických znaků stárnutí*, která v sobě integruje programované i neprogramované procesy, jako je genomická nestabilita, mitochondriální dysfunkce a stárnutí buněk. *Teorie poškození DNA* a *Mitochondriální teorie* jsou také široce přijímány a vysvětlují stárnutí prostřednictvím nahromaděných genetických chyb a mitochondriálního úbytku. Mezi vyvrácené nebo zdiskreditované teorie patří *Teorie volných radikálů* a *Teorie opotřebení*. Tyto teorie byly z velké části odmítnuty kvůli zjištěním, že stárnutí zahrnuje složitější biologické procesy, včetně opravných mechanismů, které působí proti opotřebení a oxidačnímu poškození (Mitteldorf, 2010; Gladyshev, 2014).

## 2.5 Involuční změny tělesných systémů

Stárnutí je zpravidla doprovázeno změnami struktury a funkce jednotlivých orgánů. V těle se postupně projevují změny, jako je zkrácení telomer chromozomů, úbytek kmenových buněk nebo dysfunkce makrofágů. To vede k buněčnému stárnutí, které

významně zvyšuje výskyt dysfunkcí jednotlivých tělesných systémů u starších jedinců (Cai et al., 2024).

### 2.5.1 Muskuloskeletální systém

#### *Svaly*

Jako největší orgán těla tvořící asi 40 % tělesné hmotnosti je systém kosterního svalstva nezbytný pro vykonávání všech aktivit každodenního života (*activities of daily living, ADL*). U starších osob se tyto aktivity stávají postupně náročnějšími v důsledku sarkopenie, což je postupná ztráta svalové hmoty, síly a celkové fyzické zdatnosti (Beaudart et al., 2015). Na úrovni svalové tkáně byl senescentní sval charakterizován úbytkem svalových vláken, jejich atrofií a seskupením dle jednotlivých typů (Doherty, 2003; Koopman, 2010). Po dosažení věku 50 let se hmota kosterního svalstva snižuje ročním tempem o 1–2 % se současnou ztrátou síly o 1,5 % každý rok a která se zrychluje na 3 % ročně po dosažení věku 60 let (Hughes et al., 2002). Úbytek svalové hmoty za rok je vyšší u mužů (1 %) než u žen (0,5 %) (Mijnarends et al., 2013). Snížení počtu svalových vláken a jejich velikosti vede k menší svalové průřezové ploše (*muscle cross-sectional area, CSA*), která má opět za následek pokles svalové síly jedince (Nilwik et al., 2013).

V průběhu let bylo navrženo několik mechanismů, které hrají roli v etiologii ztráty svalové hmoty související s věkem. Patří mezi ně zvýšená hladina buňko-jaderné apoptózy (Buford et al., 2010, Marzetti et al., 2012), oxidativní stres (Johnston et al., 2008), denervace svalových vláken (Degens a Alway, 2006) a snížený regenerační potenciál satelitních buněk (Buford et al., 2010). Zbývá však zjistit, do jaké míry tyto mechanismy skutečně vedou ke ztrátě nebo atrofii svalových vláken u seniorské populace.

#### *Kosti*

Změny kosterního systému související s věkem jsou spojeny se ztrátou kostní hmoty a hustoty, což vede ke zvýšení rizika vzniku zlomenin a rozvoje osteoporózy (Chandra et al., 2021). Involuční změny ve struktuře kostí zahrnují redukci kostní hmoty a mikroarchitektonické změny, které rezultují do poklesu integrity skeletu s následným zhoršením jeho biomechanických vlastností (Clézardin et al., 2021; Zioupos et al., 2020). Pokles minerální hustoty kostí (*bone mineral density, BMD*) je charakteristickým znakem

stárnutí kosterního systému. Toto snížení je způsobeno především nerovnováhou mezi tvorbou kosti a kostní resorpcí, přičemž resorpce kosti je s přibývajícím věkem v převaze (Bobin, et al. 2024). Kromě toho jsou přítomny změny v mikroarchitektuře kosti, včetně trabekulárního ztenčování a zvýšené kortikální porozity (Bobin et al., 2024). Jak kost stárne, dochází k výrazným změnám v jejím složení, včetně změn v kolagenové matici a obsahu minerálů. Nárůst síťování kolagenu má za následek zvýšení tuhosti kosti a snížení její mechanické odolnosti. To jsou faktory, které způsobují křehkost kostí hmoty a zvyšují riziko výskytu zlomenin (Burr et al., 2019). Nejnovější výzkumy zdůrazňují také vzájemné působení imunitního a kosterního systému. Imunitní systém během života ovlivňuje kostní remodelaci a reguluje kostní hmotu prostřednictvím produkce cytokinů, chemokinů a růstových faktorů (Fischer et al., 2022).

### *Klouby*

Změny ve struktuře synoviálních kloubů hrají klíčovou roli při určování celkové mobility a kvality života jedince (Loeser, 2010). Tyto klouby, nezbytné pro usnadnění pohybu a poskytování mechanické podpory těla, procházejí během stárnutí řadou modifikací. Tyto modifikace zahrnují změny na kloubních útvarech jako je chrupavka, synoviální tekutina, vazy a kloubní pouzdro, což často vede ke snížení funkce kloubu (Walk et al., 2022). Ve složení synoviální tekutiny, klíčové pro lubrikaci a zásobení kloubu živinami, dochází k poklesu produkce lubrikačních látek, jako je kyselina hyaluronová, která je zodpovědná za optimální viskozitu synoviální tekutiny. Také se objevuje modifikace koncentrace proteinů, zvýšení koncentrace zánětlivých cytokinů a snížení koncentrace protizánětlivých působků (Gul et al., 2023). Jednou ze strukturálních změn kloubů je degenerace kloubní chrupavky, která s věkem ztrácí elasticitu a ztenčuje se. Tato degenerace znemožňuje hladké klouzání kloubních povrchů, což vede ke zvýšenému tření kloubních ploch a nepohodlí během pohybu. Jak se biomechanické vlastnosti chrupavky zhoršují, pohyblivost kloubů se snižuje, což způsobuje ztuhlost a omezení rozsahu pohybu (Shamji et al., 2010). Vazy a šlachy ztrácejí svou elasticitu a stávají se tužšími, což má dopad na stabilitu a pružnost kloubů. Snížení flexibility těchto tkání může vést k vyššímu riziku zranění, jelikož dochází k omezení schopnosti kloubu absorbovat nárazy a otřesy (Zhang et al., 2016). Synoviální membrána,

zodpovědná za produkci synoviální tekutiny a udržování zdravého kloubního prostředí, je s postupujícím věkem více náchylná k zánětu. Chronický zánět synoviální membrány může vést ke zvýšené produkci zánětlivých mediátorů, což způsobuje další poškození kloubních struktur. Zánět v synoviální membráně může mít za následek bolest, otok a sníženou pohyblivost, což opět negativně ovlivňuje pohybový projev jedince jako i schopnost vykonávat ADL (Gul et al., 2023).

### 2.5.2 Respirační systém

I respirační systém podléhá s věkem různým anatomickým, fyziologickým a imunologickým změnám. S postupujícím věkem dochází ke strukturálním změnám hrudního koše, zejména kalcifikací jeho jednotlivých částí, což způsobuje snížení poddajnosti (*compliance*) hrudní stěny. Toto ztuhnutí hrudního koše a věkem podmíněná kyfóza hrudní páteře osteoporotické etiologie snižují schopnost hrudního koše expandovat během nádechu a staví bránici do mechanicky nevýhodné pozice pro vytváření účinné kontrakce (Sharma et al., 2006). Nejen mechanicky nevýhodná pozice ovlivňuje funkci bránice, věkem dochází také ke snižování svalové síly respiračních svalů. Proces postupné atrofie a oslabení svalových vláken, který se vyskytuje v dýchacích svalech během stárnutí, je známý jako respirační sarkopenie (Kera et al., 2019). Snížení svalové síly bránice s věkem souvisí se svalovou atrofií a poklesem počtu rychlých svalových vláken. S přibývajícím věkem také dochází ke snížení svalové síly ostatních respiračních svalů, co vede k vyššímu riziku respiračního selhání, zejména při zvýšené ventilační zátěži (Nagano et al., 2021).

Kromě muskuloskeletálních změn v hrudní oblasti je často u seniorů přítomná také senilní hyperinflace plic neboli emfyzém. Emfyzém je definován jako abnormální zvětšení velikosti dýchacích prostor distálně od terminálního bronchiolu. Obvykle je spojen se ztrátou elastické plicní tkáně v důsledku nerovnováhy aktivity proteáz, elastáz a jejich inhibitorů (Barnes et al., 2000). K vzniku emfyzému přispívá také dlouhodobé působení dalších faktorů jako je snížená hygiena dýchacích cest (Rogers, 2005), změny ve složení plicního surfaktantu (Agudelo et al., 2020), zvýšení oxidačního stresu (Barnes, 2022), chronický zánět (Barnes, 2022) nebo imunologické změny v bronchoalveolární tekutině (Löfdahl et al., 2005).

Stárnutí vede k různým změnám parametrů funkce plic, které odrážejí strukturální / fyziologické změny v dýchacím systému. Níže je uveden přehled toho, jak je každý plicní parametr u starších osob ovlivněn:

- FEV1 (1-vteřinový usilovný výdechový objem) zpravidla klesá jako následek zvýšené rigidity hrudní stěny a snížení její *compliance* (Vaz Fragoso et al., 2012; Stanojevic et al., 2008).
- FVC (usilovná vitální kapacita) se snižuje v důsledku zvýšené rigidity hrudní stěny, ztráty elasticity plicní tkáně a snížené síly dýchacích svalů (Thomas et al., 2019; Cho, 2023).
- VC (vitální kapacita) se snižuje jako následek zvýšené funkční reziduální kapacity a reziduálního objemu plic (Sharma et al., 2006).
- FEV1/FVC (Tiffeneau-Pinelliho index) klesá s věkem spíše v důsledku poklesu FEV1 než poklesu FVC. Tento pokles může u starších osob zkomplikovat diagnostiku obstrukčních plicních onemocnění – rozlišení mezi normálním stárnutím a přítomností obstrukční nemoci vyžaduje pečlivou interpretaci hodnot (Berry, 2023; Thomas et al., 2019).
- MIP (maximální nádechový tlak), MEP (maximální výdechový tlak) jako parametry s věkem zpravidla klesají, zejména jako důsledek snížené svalové síly respiračních svalů (Gama Maciel et al., 2018; Sharma et al., 2006).
- MVV (maximální minutová ventilace) klesá, což odráží zejména sníženou funkci dýchacích svalů a plic obecně (Cho, 2023).
- RV (reziduální objem) se zvyšuje v důsledku zachytávání vzduchu v plicích (emfyzém) a ztráty jejich elastického zpětného rázu (*elastic recoil capacity*) (Pride, 2005). Zvýšení RV naznačuje nemožnost dostatečného vyprázdnění plic na konci výdechu a přítomnost plicní hyperinflace (Mittman et al., 1965).
- FRC (funkční reziduální kapacita) se může s věkem mírně zvyšovat v důsledku vyššího RV, ačkoli změny v mechanice hrudní stěny mohou tento parametr také ovlivnit (Pride, 2005).
- TLC (celková kapacita plic) zůstává s věkem relativně nezměněna nebo se může s věkem mírně snižovat v závislosti na faktorech, jako je zakřivení páteře a poddajnost hrudní stěny (Pride, 2005; Sharma et al., 2006).



Závěrem lze říct, že jednotlivé parametry plic podléhají s věkem významným změnám. Tyto změny odrážejí jak strukturální přestavbu respiračního systému, jako je ztráta elasticity plic a ztuhlost hrudní stěny, tak funkční pokles, jako je snížená síla respiračních svalů.

### 2.5.3 Kardiovaskulární systém

Kardiovaskulární stárnutí se týká přirozených změn, ke kterým dochází v kardiovaskulárním systému, jak člověk stárne. Tyto změny ovlivňují srdce, cévy a celkovou oběhovou funkci. Změny, které se s věkem objevují v kardiovaskulárním systému můžeme rozdělit na funkční a strukturální.

Mezi strukturální změny řadíme například srdeční hypertrofii a fibrózu (Abdellatif et al., 2023), degenerativní změny ve stěnách velkých elastických tepen (Kohn et al., 2015) a chlopní (Strait et al., 2012). Velké tepny elastického typu, jako je aorta nebo karotida, vykazují věkem podmíněnou dilataci, která souvisí se zvětšením průměru lumen a ztlustění cévních stěn hlavně ve vnitřní vrstvě (*tunica intima*) (Vakka et al., 2023). Toto ztlustění je spojeno s tuhnutím arteriální stěny, které je způsobeno ztrátou elastinových lamel a jejich nahrazením kolagenovými vlákny, což dále vede ke zvýšení systolického tlaku a snížení diastolického tlaku (Zieman et al., 2005). Arteriální tuhost je také spojena s endoteliální dysfunkcí zejména v důsledku chronického zánětu a oxidačního stresu (Donato et al., 2007). Věkem podmíněné změny systolického tlaku vedou ke zvýšení *afterloadu* levé komory, její hypertrofii a zvýšení požadavků myokardu na dodávku kyslíku (O'Rourke et al., 2007). Snížení diastolického tlaku zároveň ohrožuje perfusi myokardu a může vést k jeho ischemii (Messerli et al., 2009).

Funkční změny úzce souvisejí se změnami strukturálními a zahrnují mimo jiné snížení maximální tepové frekvence (Christou et al., 2008), zvýšenou přítomnost poruch srdečního rytmu (Mirza et al., 2013), zvýšení odporu periferního řečiště (Laurent et al., 2020) nebo snížení funkce baroreceptorů krevního řečiště (Monahan, 2007). Ventrikulární arytmie jsou u starších lidí běžné a postihují více než 70 % jedinců ve věku nad 60 let. S postupujícím věkem a přítomností strukturálních změn kardiovaskulárního aparátu se nejen zvyšuje jejich prevalence a komplexnost, také se zhoršuje jejich prognostický význam (Zipes et al., 2006). Odpor periferního řečiště se u starších osob zvyšuje především kvůli tuhnutí stěny tepen,

endoteliální dysfunkci a snížené dostupnosti oxidu dusnatého (Mitchell et al., 2007). Tato tuhost snižuje schopnost krevních cév efektivně se rozšiřovat a smršťovat, čímž se zvyšuje celkový systémový vaskulární odpor. Endoteliální dysfunkce navíc vede ke snížené produkci vazodilatátorů, jako je oxid dusnatý, což dále snižuje možnost vazodilatace cév (Seals et al., 2011). Tyto faktory společně přispívají k vyšší periferní rezistenci, zvýšení krevního tlaku a zvýšení kardiovaskulární zátěže u starších dospělých. Funkce kardiovaskulárních baroreceptorů se s věkem zhoršuje, což vede k redukci baroreflexní senzitivity (Čelovská et al., 2010) a zhoršení regulace krevního tlaku (Ma et al., 2024). Baroreceptory, primárně umístěné v karotickém sinu a aortálním oblouku, jsou zodpovědné za detekci změn krevního tlaku a spouštění kompenzačních autonomních reakcí (Norcliffe-Kaufmann, 2022). Zhoršení funkce baroreceptorů je zpravidla výsledkem komplexních involučních změn postihujících oběhovou soustavu. Snížení arteriální elasticity redukuje detekovatelnost mechanického natažení baroreceptory, což vede k jeho slabší signalizaci do mozku (Monahan, 2007). Také aferentní dráhy přenášející signály z baroreceptorů do mozkového kmene se stávají méně citlivými, což přispívá ke snížení kontroly autonomních reflexů (Dinenno et al., 2001); zároveň dochází ke zhoršení koordinace aktivity sympatiku a parasympatiku, což snižuje účinnost kompenzačních mechanismů a zvyšuje riziko rozvoje ortostatické hypotenze (Monahan et al., 2007).

Závěrem lze konstatovat, že kardiovaskulární systém prochází věkem strukturálními a funkčními změnami. Tyto změny zvyšují riziko rozvoje nežádoucích stavů jako je hypertenze, srdeční selhání, poruchy srdečního rytmu nebo ischemická choroba srdeční.

#### 2.5.4 Nervový systém

Stárnutí má za následek strukturální a funkční úpadek v centrálním i periferním nervovém systému, což zpravidla vede ke zhoršení kognitivních funkcí, motorické kontroly a senzorických funkcí. Tyto změny přispívají ke zvýšenému riziku rozvoje nežádoucích stavů jako jsou neurodegenerativní poruchy, pády a celková autonomní dysregulace organismu (Kesidou et al., 2023).

### *Centrální nervový systém (CNS)*

Centrální nervový systém prochází s rostoucím věkem řadou strukturálních a funkčních změn. Během stárnutí dochází v mozku k rozsáhlým změnám, včetně globální (celkové) nebo fokální (místní) atrofie šedé a bílé hmoty, což má za následek zhoršení kognitivních funkcí (Grajauskas et al., 2019). Míra atrofie mozkové tkáně se u jedinců starších 60 let odhaduje na stratu 0,5 % celkového objemu mozku ročně (Hedman et al., 2002). Prefrontální kortex, zodpovědný za exekutivní funkce a regulaci chování, se výrazně zmenšuje, což vede mimo jiné ke zhoršení rozhodování, řešení problémů nebo plánování v čase (Fjell et al., 2010). Hipokampus, rozhodující pro tvorbu paměti, prodělává s věkem ztrátu neuronů a synaptickou degradaci, což přispívá k poklesu paměti souvisejícím s věkem (Raz et al., 2007). Mozeček, který koordinuje pohyb a rovnováhu, také vykazuje redukci objemu, což vede k poruchám chůze a posturální nestabilitě (Kesidou et al., 2023). Další strukturální změnou ve stárnoucím mozku je degenerace bílé hmoty. Myelinové pochvy chránící axony se s věkem postupně destruuji, čímž se zpomaluje přenos nervových vzruchů. Změny ve struktuře bílé hmoty, pozorovatelné na MRI skenech korelují s pomalejším kognitivním zpracováním, motorickým deficitem a zvýšeným rizikem pádu (Peters, 2002). *Corpus callosum*, propojující obě mozkové hemisféry, ztrácí integritu, snižuje mezipohledickou komunikaci a přispívá k dalšímu zpomalení kognitivních funkcí (Bennett et al., 2014). Primární senzomotorický kortex podléhá také atrofii, stejně jako asociální korové oblasti s následným zhoršením schopnosti učit se, adaptovat se a řešit problémy (Salat et al., 2004).

Involuční změny mozku zahrnují kromě strukturální degradace mozkové tkáně také řadu mikroskopických a buněčných změn. V rámci těchto změn dochází k neuronálním ztrátám a snížením synaptické hustoty, která výrazně ovlivňuje kognici (Morrison et al., 2012). Klesá také možnost synaptické plasticity, klíčové pro učení a paměť, zejména v důsledku změn neurotransmiterových procesů (Neill, 2012). Lipofuscin, oxidační pigment, se hromadí v neuronech a gliových buňkách a narušuje tak jejich funkci (Terman et al., 2004). Zvýšené ukládání  $\beta$ -amyloidu, pozorováno ve stárnoucím mozku i u kognitivně zdravých jedinců, je spojeno s vyšším rizikem rozvoje Alzheimerovy nemoci (Jack et al., 2013).

Buněčné změny zahrnují změny v gliových buňkách jako jsou například mikroglie nebo astrocyty. Mikroglie, imunitní buňky CNS, se stávají méně účinnými při odstraňování

buněčného odpadu, čímž se zvyšuje riziko rozvoje a přítomnosti neurozánětu (Franceschi et al., 2017). Astrocyty, zodpovědné za podporu neuronální sítě a regulaci produkce neurotransmiterů, procházejí funkčními změnami, které narušují neurovaskulární spojení (Rodriguez-Arellano et al., 2016).

S přibývajícím věkem dochází v mozku k řadě neurochemických změn ve smyslu změny hladin jednotlivých neurotransmiterů. Hladina dopaminu klesá, což vede ke zhoršení celkové motorické kontroly, pomalejším reakčním dobám a zvýšenému riziku výskytu dyskinetických symptomů (Mattson et al., 2006). S věkem klesá také hladina serotoninu, což přispívá k nestabilitě nálad, depresivnímu ladění a poruchám spánku (Mendelson, 2000). Deficit acetylcholinu souvisí s poruchou paměti (Schliebs et al., 2011). Glutamátová dysregulace ovlivňuje synaptickou plasticitu a kognitivní funkce, čímž se zvyšuje riziko excitotoxicity (Bishop et al., 2010).

Všechny zmíněné změny CNS probíhající ve stárnoucím mozku mají funkční dopady na každodenní fungování jedince. Jedná se o pokles kognice (Salthouse, 2010), poruchy paměti (Nyberg et al., 2012), zhoršení motorického projevu (Seidler et al., 2010), zpomalení vybraných reflexů (Seidler et al. 2010), zhoršení posturální stability (Arleo et al., 2023), spánkové poruchy (Mander et al., 2017) nebo narušení cirkadiánních rytmů (Duffy et al., 2016).

### *Periferní nervový systém (PNS)*

Stárnutí ovlivňuje PNS prostřednictvím strukturálních, funkčních a biochemických procesů, které vedou ke zhoršení celkové funkce tohoto systému. Na rozdíl od centrálního nervového systému, který je chráněn méně propustnou hematoencefalickou bariérou, je PNS chráněn více propustnou hematoneurální bariérou (Pitřha, 2014), což ho v průběhu času činí zranitelnějším vůči metabolickým, zánětlivým a mechanickým stresorům (Poduslo et al., 1996).

Strukturální změny v PNS zahrnují změny periferních nervů, a to jak degeneraci motorických, tak senzorických axonů, čímž se snižuje rychlost nervového vedení a účinnost přenosu nervových signálů (Verdú et al., 2000). Myelinizovaná vlákna podléhají progresivní demyelinizaci, což vede k opět ke zpomalení vedení nervových vzruchů a slabším svalovým odezvám (Hinman et al., 2006). Ztráta velkých myelinizovaných vláken (vlákna A $\alpha$  a A $\beta$ )

ovlivňuje motorické funkce, propriocepci a vnímání vibrací, čímž se společně s degenerativními procesy muskuloskeletálního systému a CNS významně zvyšuje riziko úrazů a pádů (Clark, 2023). Kromě degenerace nervových vláken dochází věkem také ke snížení kapacity nervové regenerace. Schwannovy buňky, nezbytné pro udržování myelinového obalu nervů a nervovou regeneraci, se stávají méně účinnými, což zpomaluje regeneraci nervů, například po mechanickém traumatu (Painter et al., 2014). Stárnutí snižuje hladiny růstových faktorů, jako je nervový růstový faktor (NGF) a neurotrofický faktor odvozený od mozku (BDNF), což narušuje opravné procesy nervových vláken (Apfel, 2002).

Involuční změny PNS mají přesah také do klinického obrazu starších dospělých, zejména ve smyslu senzomotorického deficitu. Ztráta motorických neuronů vede ke svalové denervaci a atrofii, což přispívá k sarkopenii a svalové slabosti (Piasecki et al., 2016). Pokles vedení vzruchů periferními nervy vede ke zpomalení reakčních dob a posturální nestabilitě, čímž se opět zvyšuje riziko pádu jedince (Romanovsky et al., 2016). Ztráta kožních mechanoreceptorů a celkové zhoršení somatosenzorických funkcí má za následek snížení pocitu dotyku a vibrací (Shaffer et al., 2007), což může opět potencionálně přispívat k poruchám rovnováhy u seniorů. Stárnutí zhoršuje také smysl pro polohu kloubů a kinestetické uvědomění, což dále ovlivňuje koordinaci pohybů a posturální stabilitu (Verschueren et al., 2002). Degenerace nervových vláken C a A $\delta$  může změnit citlivost na bolest, s následkem rozvoje hypoalgie nebo hyperalgie (Gagliese, 2009). Motorický projev seniorů může být ovlivněn i dysfunkcí autonomního nervového systému (ANS). Jedná se zejména o snížení citlivosti cévních baroreceptorů (viz. Kapitola 2.5.3 Kardiovaskulární systém), kdy slábnou autonomní mechanismy zodpovědné za kontrolu krevního tlaku, což může vést k ortostatické hypotenzi a zvýšenému riziku závratí a pádů (Jones et al., 2003). Stárnutí ovlivňuje také inervaci potních žláz, snižuje účinnost termoregulace a zvyšuje náchylnost k tepelnému stresu (Inoue et al., 1999).

Neurochemické a buněčné změny nervového systému s věkem spočívají ve sníženém uvolňování acetylcholinu na neuromuskulárním spojení, což vede k pomalejší svalové kontrakci a zvýšené svalové únavě (Deschenes, 2011). Chronický zánět a oxidační stres, ke kterým je stárnoucí organismus náchylný, přispívají k neurodegeneraci a zhoršené funkci nervů (Korovesis et al., 2023).

Lze konstatovat, že stárnutí vede k progresivní degeneraci PNS, která ovlivňuje jeho motorické, senzorické a autonomní funkce. Tyto změny přispívají k senzomotorickému a autonomnímu deficitu jedince a z pohledu fyzioterapeuta v klinické praxi zvyšují u seniorů zejména riziko pádů.

### 2.5.5 Endokrinní systém

Endokrinní systém prochází několika změnami souvisejícími s věkem, které ovlivňují produkci hormonů a citlivost receptorů. Tyto změny mohou u starších dospělých přispívat k metabolickým změnám a zvýšené náchylnosti k onemocnění (Chahal et al., 2007). Citlivost regulační negativní zpětné vazby klesá a tím se narušuje hormonální rovnováha (van den Beld et al., 2018).

V rámci osy hypotalamus-hypofýza dochází ke snížení funkce hypotalamu, zatímco přední hypofýza ztrácí buňky, s následkem snížené sekrece některých hormonů, např. růstového hormonu (HGH). Pokles sekrece HGH (somatopauza) vede ke snížení hladiny inzulinu podobnému růstového faktoru-1 (IGF-1). Výsledkem je snížení svalové hmoty, zvýšené ukládání tuku a snížení hustoty kostí (Riedl et al., 2001).

U hormonů štítné žlázy dochází zejména k poklesu tyreotropního hormonu (TSH), hladina tyroxinu (T4) zůstává stabilní, zatímco míra konverze T4 na trijodtyronin (T3) klesá. Involuční změny hladiny hormonů štítné žlázy mají v těle řadu následků. Jedná se zejména o snížení bazálního metabolismu (Pataky et al., 2021), tolerance chladu (Pataky et al., 2021), zvýšení rizika rozvoje hypertenze / aterosklerózy (Razvi et al., 2008) nebo poruchy zažívání (Xu et al., 2024). Z hlediska pohybového aparátu je nezbytné zmínit, že pokles T3 u seniorů způsobuje úbytek svalové hmoty a zhoršení kognitivních funkcí (Chen et al., 2023).

Věkem podmíněné změny v metabolismu hormonů nadledvin, zejména kortizolu a dehydroepiandrosteronu (DHEA), mají u starších jedinců významné účinky na muskuloskeletální systém. Zvýšení produkce kortizolu má za následek úbytek svalové hmoty a tím svalové síly, v praxi vede ke snížení celkové mobility jedince (Priego et al., 2021). Dále dochází k rozvoji osteoporózy, a to zvýšením kostní resorpce / zvýšením inhibice osteoblastů, s následkem zvýšení rizika vzniku fraktur (Reynolds et al., 2005). Chronicky zvýšená hladina kortizolu přispívá k systémovému zánětu nízkého stupně, který může zhoršit klinický obraz již přítomné osteoartritidy. Kortizol také ovlivňuje metabolismus kolagenu,

což vede k bolesti / ztuhlosti kloubů a následně opět ke snížení celkové mobility jedince (MacFarlane et al., 2020). DHEA a jeho sulfátová forma (DHEA-S) s věkem významně klesají (adrenopauza). Vzhledem k tomu, že DHEA je prekurzorem androgenů a estrogenů, jeho pokles ovlivňuje svalovou sílu (Rendina et al., 2016), hustotu kostí (Mühlen et al., 2008), kognitivní funkce (Sorwell et al., 2009) a metabolismus kloubní chrupavky (Huang et al., 2020).

Hormony slinivky břišní – inzulin, glukagon a somatostatin – hrají zásadní roli ve zdraví pohybového aparátu, zejména při udržování svalové hmoty, metabolismu kostí a celkové pohyblivosti (Priego et al., 2021). Se stárnutím přispívají změny těchto hormonů k rozvoji řady nežádoucích stavů. Stárnutí je často spojeno s inzulinovou rezistencí, která vede ke ztrátě svalové (Wilkes et al., 2009) a kostní hmoty (Xia et al., 2012). Glukagon hraje roli zejména v energetickém metabolismu, jeho dopad na svaly a kosti při stárnutí je méně významný, než je tomu u inzulinu. U starších jedinců může nadměrná aktivita glukagonu přispět k odbourávání svalových bílkovin. Vyšší poměr glukagonu k inzulinu při stárnutí vede ke špatné kontrole metabolismu glukózy, čímž nepřímo potencuje svalovou atrofii (Adeva-Andany et al., 2021). Somatostatin, vylučovaný pankreatickými delta buňkami, inhibuje růstový hormon (GH), inzulin a glukagon, čímž nepřímo ovlivňuje svaly a kosti. Nadměrná aktivita somatostatinu ve stáří potlačuje uvolňování GH (somatopauza), což vede ke svalové slabosti a snížené regenerační schopnosti organismu (Lieberman et al., 1997). Somatostatin také inhibuje absorpci vápníku a snižuje mineralizaci kostí (Weiss et al., 1981).

Pohlavní hormony – estrogen, testosteron a progesteron – hrají klíčovou roli při udržování svalové hmoty, metabolismu kostí a zdraví kloubů. Postmenopauzální pokles estrogenu vede ke ztrátě kostní hmoty (Khosla et al., 2012), svalové slabosti (Collins et al., 2019) a bolestem kloubů (Roman-Blas et al., 2009). Stárnutí vede k poklesu testosteronu, u mužů tzv. andropauze. Testosteron je primární anabolický hormon pro svaly, stimuluje syntézu bílkovin a inhibuje rozpad svalů. Starší muži s nízkou hladinou testosteronu vykazují zrychlený rozvoj sarkopenie (Shigehara et al., 2022). Jelikož testosteron stimuluje osteoblasty, jeho pokles snižuje novotvorbu kostí a tím zvyšuje riziko vzniku zlomenin (Finkelstein et al., 2013). Role progesteronu v muskuloskeletálním zdraví je méně přímá, ale stále důležitá pro funkci svalů a kostí. Progesteron podporuje tvorbu kostí zvýšením diferenciace osteoblastů. Pokles progesteronu přispívá ke ztrátě kostní hmoty související

s věkem (Prior et al., 2018). Progesteron má také neuroprotektivní a protizánětlivé účinky (Hall et al., 2017), pomáhá snižovat bolesti svalů a záněty, a to zejména u žen po menopauze (Smith et al., 2014).

Problematika věkem podmíněných hormonálních změn a jejich vlivu na muskuloskeletální systém je značně rozsáhlá a komplikovaná, za zmínku ale stojí serotonin a melatonin. Jejich pokles související s věkem může přispět ke změnám ve funkci svalů, kostí a pojivové tkáně. U lidí byla úloha cirkulujícího serotoninu v regulaci kostní hmoty nedávno podpořena zjištěním ze studie premenopauzálních a postmenopauzálních žen. Hladiny serotoninu byly nepřímo spojeny s kostní hustotou (Mödder et al., 2010). Melatonin má četné fyziologické účinky, včetně protizánětlivé a antioxidační funkce. Nezbytnou roli hraje v resetování cirkadiánních rytmů, podpoře hojení ran a regeneraci tkání. Melatonin se také podílí na péči o zdraví kostí a chrupavek. Věkem podmíněný nedostatek melatoninu ovlivňuje kvalitu spánku, který je zásadní pro regeneraci muskuloskeletálního aparátu. Nedostatečný spánek, ať už z hlediska kvality nebo kvantity, je spojen s vyšším rizikem rozvoje muskuloskeletálních poruch, včetně fibromyalgie a kloubní zatuhlosti (Lu et al., 2021).

## 2.5.6 Jiné systémy

### *Imunitní systém*

Involuční změny imunitního systému se týkají postupného poklesu imunitních funkcí, ke kterým dochází se stárnutím, v rámci procesu známého jako imunosenescence. Tyto změny ovlivňují vrozenou i získanou imunitu, což zpravidla vede ke zvýšené náchylnosti k infekcím, snížení účinnosti vakcinace a vyššímu riziku rozvoje autoimunitních onemocnění a chronických zánětů (Fulop et al., 2018). S přibývajícím věkem dochází k poklesu přirozené imunity. Makrofágy a neutrofily jsou při pohlcování a ničení patogenů méně účinné. Objevuje se také snížená funkce přirozených zabíječů (*natural killer cells*), což ovlivňuje schopnost těla bojovat s viry a malignitami. Stárnutí je také spojeno s častým rozvojem a přetrváváním chronického zánětu nízkého stupně, který přispívá k rozvoji celé řady nežádoucích stavů (Lord et al., 2001; Mocchegiani et al., 2004). Brzlík, který produkuje T lymfocyty, se po pubertě výrazně zmenšuje, čímž postupně snižuje produkci nových T lymfocytů (Linton et al., 2006). Objevuje se také dysfunkce B lymfocytů, což má za následek pokles produkce nových, vysoce specifických protilátek (Gibson et al., 2009).



### *Gastrointestinální systém*

Věkem podmíněné změny v dutině ústní a jícnu zahrnují sníženou produkci slin (hyposalivace), která vede k potížím s polykáním, pocitu sucha v ústech (xerostomie) a zvýšeným problémům se zuby (Daves, 2008). Oslabení motility jícnu způsobuje opožděný tranzit potravy a vyšší riziko rozvoje refluxní choroby jícnu (Bitar et al., 2012). Snížená sekrece žaludeční kyseliny (hypochlorhydrie) zhoršuje schopnost trávení bílkovin a mikronutrientů, což může přispívat k anémii a osteoporóze.

Nižší produkce trávicích enzymů zásadně ovlivňuje trávení a vstřebávání makronutrientů (Rémond et al., 2015). Změny ve složení střevní mikroflóry vedou ke zvýšené propustnosti střev a zánětu. Delší průchod potravy tlustým střevem vede k zácpě v důsledku snížené peristaltiky, zatímco snížení absorpce vody výrazně zvyšuje riziko dehydratace a zácpy (Rémond et al., 2015; Odamaki et al., 2016).

### *Lymfatický systém*

Involuční změny lymfatického systému zasahují do všech jeho komponent. Jedná se zejména o strukturální a funkční změny lymfatických uzlin, což ovlivňuje schopnost imunitního systému účinně reagovat na infekce a případný rozvoj malignit. Dochází k poklesu produkce naivních lymfocytů (T a B lymfocytů). Celková schopnost vytvářet nové imunitní reakce se s věkem snižuje (Jakimowicz et al., 2021). Schopnost T lymfocytů rozpoznávat a zareagovat na nové patogeny s věkem klesá. To je částečně způsobeno involucí thymu, která vede ke snížení produkce nových T lymfocytů. Starší dospělí mají tendenci mít vyšší podíl paměťových T lymfocytů, které jsou méně schopny reagovat na nové infekce než naivní lymfocyty. Produkce specifických protilátek B lymfocyty klesá, což vede ke zhoršení celkové humorální imunity (Linton et al., 2006; Gibson et al., 2009). Snížený průtok lymfy v organismu může způsobit nahromadění intersticiální tekutiny, což má za následek lymfedém (otok způsobený akumulací lymfatické tekutiny), zejména na dolních končetinách. Snížená schopnost lymfatického systému odvádět odpadní produkty a přebytečné tekutiny z tkání může také přispívat k rozvoji zánětů a chronických onemocnění (Piller, 2013).

## 2.6 Prevence a zpomalení involučních změn

Prevence involučních změn se opírá o multidisciplinární přístup, který zahrnuje dodržování zásad zdravého životního stylu, medikamentózní terapii a naplnění společenských potřeb jedince. Včasná intervence a průběžná podpora zdraví jsou u seniorů klíčem k udržení jejich nezávislosti a fyzické zdatnosti.

### *Nutriční hledisko*

Výživa si ve stáří zaslouží zvláštní pozornost. Hraje zásadní roli při ovlivňování kvality života, z hlediska fyzického, duševního a sociálního zdraví. Přírozený pokles příjmu potravy je ve vyšším věku velmi častý a často má za následek rozvoj nutričních nedostatků. Tyto nedostatky jsou hlavními rizikovými faktory různých chronických onemocnění a celkového zhoršení zdraví s věkem. Adekvátní výživa tedy hraje zásadní roli v prevenci involučních změn, zejména pro zachování zdraví svalů a kostí. Zvýšený příjem bílkovin je u starších jedinců spojen s prevencí sarkopenie a křehkosti. Vápník a vitamín D jsou nezbytné pro zdraví kostí. Dostatečná hladina vápníku a vitamínu D3 pomáhá v prevenci osteoporózy a zlomenin. Ve stáří je také potřeba dbát dostatečnému příjmu železa, zinku, hořčíku nebo B vitamínů (Kaur et al., 2019). Přípravky jako bisfosfonáty nebo denosumab pomáhají předcházet úbytku kostní hmoty a snižují riziko zlomenin u pacientů s osteoporózou (Reid et al., 2022).

### *Společenské hledisko*

Sociální angažovanost hraje zásadní roli při udržování fyzického i duševního zdraví starších dospělých. Pomáhá předcházet involučním změnám tím, že zpomaluje kognitivní pokles, podporuje celkovou fyzickou mobilitu a přispívá k psychické pohodě jedince. Ve vyšším věku se ztráta sociálního kontaktu stává výraznější v důsledku přirozených změn, jako je odchod do důchodu, úmrtí rodinných příslušníků a přátel nebo osamostatnění dětí. Udržení společenské angažovanosti tak může být pro starší lidi obzvláště náročné. Několik průřezových a longitudinálních studií zjistilo, že účast na sociálních aktivitách souvisí ve stáří s lepším psychickým stavem - psychickou pohodou, celkovou kvalitou života a subjektivním sebevědomím. Díky smysluplnému sociálnímu kontaktu získávají senioři pocit

společenského začlenění a sounáležitosti. V důsledku toho se mohou cítit ocenění, což podporuje schopnost sebezpřijetí. Zapojení do sociálních aktivit rovněž pomáhá definovat a udržovat vlastní identitu a sociální roli, což umožňuje starším lidem udržet si smysl života (Monteiro et al., 2024).

### *Pohybové hledisko*

Pohyb je u seniorů zcela nezbytný pro udržení nezávislosti, snížení zdravotních rizik a zlepšení celkové životní pohody. Komplexní a vyvážené cvičení může pomoci seniorům zůstat aktivní, mobilní a duševně bystří do vysokého věku. Podpora pravidelné fyzické aktivity, i v malých dávkách, může výrazně zlepšit kvalitu jejich života.

Stárnutí přirozeně vede k úbytku svalové hmoty, která může způsobovat celkovou fyzickou slabost a ztrátu nezávislosti jedince. Rozhodujícím faktorem pro udržení svalové síly je nárůst svalové hmoty, čehož lze dosáhnout například odporovým (silovým) cvičením. Míra adaptace na silový trénink je u starších lidí srovnatelná s mírou pozorovanou u lidí mladších. Sarkopenická svalová vlákna mají potvrzený potenciál pro adaptaci na silový trénink (Mayer et al., 2011). Silové cvičení má také blahodárný vliv na zdraví kostí a prevenci osteoporózy. Pravidelný pohyb pomáhá lubrikovat kloubní struktury, čímž snižuje ztuhlost a bolest kloubů. Balanční cvičení u seniorů (Tai Chi, jóga, cvičení na nestabilních plochách) zase zlepšuje posturální stabilitu a redukuje riziko pádů nebo úrazů (Sherrington et al., 2017).

Fyzická aktivita zvyšuje průtok krve do mozku, podporuje jeho neuroplasticitu a kognitivní funkce. Starší dospělí, kteří pravidelně cvičí, mají nižší riziko rozvoje demence (Laurin et al., 2001). Pohyb také stimuluje uvolňování endorfinů, snižuje stres a úzkost. Skupinové aktivity (např. skupinové cvičení) poskytují seniorům pravidelnou sociální interakci a snižují pocit osamělosti a izolace (Smith et al., 2013).

## 2.7 Pohybová doporučení pro seniorskou populaci

Světová zdravotnická organizace vydala v roce 2020 příručku s názvem *WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour*, ve které specifikuje pohybová doporučení pro lidi starší 65 let následovně. Starší dospělí by měli vykonávat alespoň 150–300 minut středně intenzivní aerobní fyzické aktivity nebo alespoň 75–150 minut intenzivní

aerobní fyzické aktivity týdně. Starší dospělí by také měli provádět alespoň 2x týdně silový trénink střední nebo vyšší intenzity, který je zaměřen na všechny hlavní svalové skupiny. V rámci týdne by starší lidé měli vykonávat alespoň 3x také rozmanitou vícesložkovou fyzickou aktivitu, která klade důraz na funkční rovnováhu a silový trénink střední nebo vyšší intenzity. Starší dospělí by měli omezit množství času stráveného sedavými činnostmi. Nahrazení sedavého času fyzickou aktivitou jakékoli intenzity (i nízké) přináší zdravotní výhody (World Health Organization, 2020).

## 2.8 Specifika pohybové aktivity u seniorů

Při navrhování cvičebních programů pro starší jedince je zásadní individualizovat dávkování pohybové intervence, aplikovat strategie pro prevenci pádů a pozorně monitorovat aktuální zdravotní stav jedince s cílem redukovat riziko rozvoje nežádoucích zdravotních stavů (Izquierdo et al., 2021).

U seniorů je přítomné riziko pádů následkem snížení svalové síly a koordinace; poruchy rovnováhy a propriocepce; pomalejšího reakčního času a poruch zraku (katarakta a jiné). Ve cvičebních jednotkách je proto potřeba věnovat dostatečný čas a prostor balančnímu cvičení s cílem zlepšit celkovou posturální stabilitu (Sherrington et al., 2017). V rámci cvičební jednotky by také neměl chybět silový trénink cílený zejména na dolní končetiny a stabilizaci trupu (Mayer et al., 2011). Na místě je také vyhýbat se náhlým změnám polohy (riziko rozvoje ortostatické hypotenze) a cvičení provádět na suchém a bezpečném povrchu pod dohledem odborníka (Sherrington et al., 2017).

Senioři jsou také vystaveni vyššímu riziku rozvoje kardiovaskulárních komplikací jako jsou poruchy srdečního rytmu, ortostatická hypotenze, desaturace nebo dehydratace. Je proto nezbytné dávkovat cvičení adekvátně, například využitím Borgovy škály vnímaného úsilí (*Borg Rating of Perceived Exertion / RPE Scale*) (Borg, 1982). V průběhu cvičení můžeme využít monitorování okysličení organismu s využitím pulzního oxymetru. Cvičební jednotku je potřeba zahájit rozcvíčkou a na jejím konci je vhodné zařadit relaxační cvičení (Fiatarone Singh et al., 2022). Je také nutnost dbát dostatečnému pitnému režimu a pozorně sledovat možný rozvoj nežádoucích stavů (závrať, bolest na hrudi, dušnost) (Izquierdo et al., 2021).

U starších jedinců se může vyskytovat častější kognitivní pokles (demence, exekutivní dysfunkce) než v běžné populaci, který se může projevit sníženou schopností následovat pokyny, pomalejší dobou rozhodování nebo zvýšeným rizikem dezorientace. Je proto potřeba používat jasné strukturované, opakující se aktivity (Baker et al., 2007). U mírné až středně těžké demence dbáme na dohled nad cvičícím s cílem zajistit jeho bezpečí. Snížení intenzity cvičení u těchto jedinců není nutné, pokud je zajištěn odborný dohled nad prováděným cvičením (Fiatarone et al. 1994). Skupinová cvičení mohou také jedincům poskytnout potřebnou sociální a kognitivní stimulaci (Royse et al., 2023).

Vzhledem ke zvýšenému riziku vzniku zlomenin bychom se měli vyvarovat činnostem s velkými dopady nebo nárazy (prudký běh, skákání, dopady). Je na místě vyhýbat se také náhlým silným pohybům. Pohybovou intervencí je potřeba pro jedince upravit i z hlediska výživy a podpořit příjem energeticky adekvátní, pestré stravy bohaté na bílkoviny (Matison et al., 2022).

Přes své četné výhody není cvičení prozatím plně integrováno do praxe geriatrické medicíny. Stále chybí v základním vzdělávání většiny geriatrů a dalších zdravotnických pracovníků (Izquierdo et al., 2021). Za zmínku stojí také potřeba implementace strategií ke zlepšení dostupnosti zařízení spojených s fyzickou aktivitou (parky, tělocvičny, cvičební skupiny), případně úprava veřejných a soukromých prostor k podpoře aktivního životního stylu a redukci sedavého chování (Marteau et al., 2021).

## 2.9 Vybrané pohybové intervence

V rámci této disertační práce jsme využívali prostou chůzi a její kombinaci s odporovým cvičením nebo manuálními technikami s cílem prozkoumat jejich vliv na funkci plic a vybrané parametry fyzického zdraví u seniorů. Chůze, odporové cvičení a techniky manuální terapie jsou základními složkami fyzioterapeutických intervencí využívaných u starších osob, které mohou podpořit celkové zdraví a funkční nezávislost těchto jedinců.

### 2.9.1 Prostá chůze

Chůze je činnost vyznačující se jednoduchou strukturou a snadnou dostupností pro většinu populace, nevyžadující složité sportovní vybavení, představující nejpřirozenější formu lidského pohybu (Battaglia et al., 2020). Chůze také hraje zásadní roli v udržení zdraví a funkční nezávislosti u seniorů. Schopnost chůze je u starších dospělých silným prediktorem přežití (Blain et al., 2010) a její udržení by mělo být u těchto jedinců prioritou. Je proto vhodné, aby senioři pravidelně chodili a přispívali tak ke svému zdraví po stránce fyzické, psychické i sociální (Melzer et al., 2003).

Pravidelná chůze přináší pro starší lidi řadu zdravotních benefitů. Mezi tyto přínosy patří například snížení klidové srdeční frekvence (Donath et al., 2014), zlepšení posturální stability (Battaglia et al., 2020), zlepšení subjektivního vnímání únavy (Donath et al., 2014), zvýšení rychlosti chůze (Gomeňuka et al., 2019), snížení úzkosti (Li et al., 2007) a zlepšení celkového duševního zdraví (Ishii et al., 2007). Vzhledem k široké škále zdravotních přínosů spojených s pravidelnou chůzí se tato práce zaměřuje zejména na respirační parametry a nesnaží se detailně popsat všechny zdravotní benefity chůze, jelikož by to výrazně překročilo její možnosti a rozsah.

Řada literárních zdrojů se shoduje, že aerobní cvičení v různých formách, včetně chůze, pozitivně ovlivňuje plicní funkce seniorů (Park et al., 2010; Kaczmarczyk et al., 2010; Lee et al., 2014), nicméně dosavadní studie o vlivu aerobního cvičení na plicní funkce nepřinesly zcela konzistentní výsledky (Novotová et al., 2022).

V roce 2022 jsme na toto téma provedli literární rešerši, v rámci které jsme analyzovali 7 studií zkoumajících vliv chůze na plicní funkce u zdravých seniorů. Ve všech studiích byla jako nástroj k hodnocení plicních funkcí použita spirometrie, přičemž chůze byla buď samostatnou tréninkovou aktivitou, nebo součástí širší pohybové intervence.

Po intervenci došlo k statisticky významnému zlepšení hodnot FEV1 ve 3 studiích (Kuo et al., 2018; Huang et al., 2005; Shim et al., 2019), které zahrnovaly cvičební program vysoké/střední intenzity (Huang et al., 2005), aerobní trénink s rytmickým funkčním pohybem (Shim et al., 2019) a kombinaci aerobního cvičení se zátěžovou (incentivní) spirometrií (El Kader et al., 2013). Naopak ve 2 studiích (El Kader et al., 2013; Fragoso et al., 2016) nebylo po intervenci zaznamenáno žádné statisticky významné zlepšení FEV1 a to

jak v intervenční, tak v kontrolní skupině. Tyto studie zahrnovaly strukturovaný trénink (Fragoso et al., 2016) a trénink chůze na přístroji *Stepper* (El Kader et al., 2013).

Hodnoty FVC se významně zlepšily ve 3 studiích, které zahrnovaly cvičební program vysoké/střední intenzity (Huang et al., 2005), dlouhodobou pravidelnou chůzi (Saygin, 2015) a aerobní trénink kombinovaný s rytmickým funkčním pohybem (Shim et al., 2019). V žádné z těchto studií nebylo v rámci kontrolní skupiny pozorováno zlepšení FVC. Ve studii využívající přístroj *Stepper* (Kuo et al., 2018) nebylo zaznamenáno žádné významné zlepšení FVC, a to ani v rámci intervenční skupiny.

Tento systematický přehled má několik omezení. Počet studií (7) analyzovaných v naší práci byl relativně nízký. Všechny studie zahrnovaly relativně zdravé a zdatné seniory, kromě jedné studie, která zahrnovala seniory s omezením mobility (Fragoso et al., 2016). Výsledky tohoto systematického přehledu proto není možné nekriticky aplikovat na celou seniorskou populaci.

Navíc, tři ze sedmi studií formulovaly i své vlastní limitace, včetně malé velikosti vzorku (Kuo et al., 2018; Huang et al., 2005), přítomnosti účastníků s omezením mobility (Fragoso et al., 2016), výlučně ženského vzorku / jejich převahy ve zkoumaném souboru (Kuo et al., 2018; Shim et al., 2019), náboru účastníků z jednoho zařízení (Kuo et al., 2018) nebo možnosti zkreslení výsledků kontrolní skupinou, které byla poskytnuta určitá forma intervence (Huang et al., 2005; Shim et al., 2019; Fragoso et al., 2016). Před interpretací těchto výsledků a jejich aplikací do klinické praxe je proto vhodné je zvážit a interpretovat s ohledem na jejich limitace.

### 2.9.2 Odporové cvičení

Odporový trénink, také známý jako silový trénink (*resistance training*, dále pouze RT) je metoda, která se využívá s cílem zlepšení celkového zdraví u osob všech věkových skupin. RT lze definovat jako formu pravidelného cvičení, kdy zevní síla poskytuje kosterním svalům odpor, který postupně stimuluje zvýšení svalové síly a často vede ke svalové hypertrofii. Kvantifikace vnější zátěže během RT může být vyjádřena jako procento z jednorázového individuálního maxima (maximální zátěž, kterou lze zvednout jednou v celém rozsahu pohybu), v anglické literatuře zvané *One Repetition Maximum* (1RM). Dávkování RT může být specifikováno také celkovou zvednutou zátěží, počtem opakování

jednotlivých cviků nebo počtem sérií cviků. Existuje mnoho dalších proměnných, se kterými lze v rámci návrhu programu RT manipulovat, jako jsou intervaly odpočinku mezi sériemi, čas pod napětím (*time under tension*) nebo pořadí jednotlivých cviků (Phillips et al., 2010).

Mezi zdravotní přínosy RT řadíme zejména zvýšení svalové hmoty a síly. Vzhledem k tomu, že stárnutí je často spojeno se sarkopenií, pravidelný RT může tento proces zpomalit nebo dokonce zvrátit, případně zlepšit svalovou sílu a vytrvalost jedince (Snijders et al., 2019). RT pomáhá stimulovat novotvorbu kostí a může snížit riziko rozvoje osteoporózy / zlomenin (Westcott, 2012). Dalším z benefitů RT je zlepšení posturální stability a prevence pádů (Zhong et al., 2024). Pravidelný RT přináší také řadu dalších zdravotních benefitů. Tato problematika je ale značně rozsáhlá a výrazně přesahuje možnosti této disertační práce. V rámci této práce se zaměříme zejména na vliv RT na funkci plic.

Vícero studií se zaměřilo na popsání tohoto vztahu. Studie zaměřená na vysoce intenzivní RT prokázala v intervenční skupině zlepšení svalové síly respiračních svalů, stejně tak jako MEP. FEV1 a FVC zůstaly v intervenční skupině nezměněny (Flor-Rufino et al., 2023). Další studie u participantů podstupujících komplexní pohybovou intervenci, jejíž součástí byl silový trénink, neprokázala žádné zlepšení FEV1 (Oh, 2003). Metaanalýza zkoumající vliv RT na FEV1 u pacientů trpících chronickou obstrukční plicní nemocí (CHOPN) uvádí, že existuje „malý až velký efekt“ (*small to large effect*) jednotlivých odporových intervencí na hodnoty FEV1 (Hashmi et al., 2022). Další studie uvádí, že 12-týdenní intenzivní RT nevedl k žádné změně FEV1 u starších mužů trpících CHOPN (Kongsgaard et al., 2004).

Současné výzkumy tedy naznačují, že zatímco RT, zejména jako součást komplexní pohybové intervence, může pomoci udržet plicní funkce u starších jedinců, zejména těch s CHOPN, jeho přímý dopad na zlepšení FEV1 a FVC zůstává neprokázaný. K objasnění specifických účinků RT na plicní parametry (FEV1, FVC) u starší populace bez CHOPN je potřeba dalšího cíleného výzkumu.

### 2.9.3 Manuální techniky

Mezinárodní federace pro manuální a muskuloskeletální terapii (*The International Federation of Manual and Musculoskeletal Physical Therapists Incorporated, IFOMPT*) definuje manuální terapii jako „specializovanou oblast fyzioterapie / fyzikální terapie s cílem



ovlivnit neuromuskuloskeletální poruchy, založená na klinické úvaze, ve které jsou využívány vysoce specifické léčebné postupy, včetně manuálních technik a terapeutického cvičení“ (IFOMPT, 2024). Toto odvětví fyzioterapie je komplexní a přístup k němu se liší podle jednotlivých metodik a průkopníků manuální medicíny (Karel Lewit, Kaltenborn-Evjenth, Maitland, McKenzie, Mulligan). Manuální medicína zpravidla zahrnuje manipulaci a mobilizaci kloubů nebo měkkých tkání, často spojenou se specifickým pohybem cíleným pro obnovu biomechanických vlastností těchto tkání (Xiu et al., 2020).

Literární rešerše z roku 2012 zkoumala efekt manuální terapie u pacientů trpících CHOPN publikovaný v sedmi studiích. Tyto intervence zahrnovaly různé kombinace cíleného pohybu, technik s cílem podpořit lymfatický systém, mobilizace kloubů, nácviku kinestetických schopností, masáží měkkých tkání, trakce periferních kloubů, technik proprioceptivní neuromuskulární facilitace (PNF) a edukaci o režimových opatřeních. Je nutné podotknout, že se dávkování jednotlivých intervencí značně lišilo – od jednorázové aplikace po sérii aplikací v průběhu určitého časového intervalu. Manuální techniky, jako přístup, jenž je obtížné standardizovat, se v rámci studií také mohl lišit ve smyslu tlaku a síly vyvinutých daným terapeutem na základě subjektivního posouzení konkrétní "tkáňové dysfunkce" (Heneghan et al., 2012). Všechny studie kromě jedné používaly FEV1 a FVC jako primární ukazatel funkce plic.

Minimální klinicky významná změna (*the minimum clinically important difference, MCID*) pro FEV1 (200 ml plus 12 % z výchozí hodnoty) (Gross, 2005) byla dosažena ve dvou studiích, ačkoli byly tyto studie z hlediska zkreslení výsledků hodnoceny jako vysoce rizikové. Naopak, u dvou studií došlo následkem intervence k náhlému zhoršení vybraných parametrů (FEV1, FVC), což se mohlo stát následkem terapií vyvolaného bronchospazmu, případně uvolněním sekretů z dýchacích cest. Ty samé studie paradoxně uvádějí příznivý účinek intervence na subjektivně vnímanou pohodu participantů, což může být výsledkem placebo efektu nebo pointervenčním uvolněním endogenních opioidů (Heneghan et al., 2012).

Zatímco manuální terapie ukazuje potenciál pro zlepšení plicních funkcí u osob, zejména těch s CHOPN, dosavadní důkazy jsou omezeny malou velikostí vzorků a metodologickým nesouladem jednotlivých studií. Další, klinicky kvalitní studie jsou

nezbytné pro plné pochopení účinnosti a bezpečnosti těchto technik, stejně tak pro formulaci jednoznačných závěrů.

## 2.10 Testování seniorské populace: použité testy a jejich popis

V této kapitole jsou uvedeny testy, které byly v rámci této disertační práce aplikovány na účastníky. Cílem bylo vyhodnotit různé aspekty fyzické kondice seniorů, přičemž byly zvoleny testy, které umožňují objektivní a spolehlivý sběr dat. V následujících kapitolách jsou stručně popsány jednotlivé testy a dotazníky, jejich účel a způsob provedení. Konkrétní informace získávané od participantů budou detailně popsány v kapitole zabývající se metodologií této práce.

### 2.10.1 Charlsonův index komorbidit (CCI)

Tento index je klinický nástroj určený k predikci rizika mortality u pacientů s různými přidruženými onemocněními. Příslušný index, vyvinutý v roce 1987 Dr. Mary Charlsonovou (Charlson et al., 1987), přiřazuje vážená skóre konkrétním zdravotním stavům, odrážejícím jejich dopad na celkový zdravotní stav a přežití pacientů. V klinické praxi redukuje CCI komorbiditu do jediného číselného skóre, které může zdravotníkům pomoci se stratifikací pacientů do podskupin na základě závažnosti onemocnění, ale i s vývojem cílených terapeutických plánů. S rostoucí hodnotou CCI se kumulativně zvyšuje riziko úmrtnosti jednotlivce (Roffman et al., 2016).

### 2.10.2 Test kognitivních funkcí

Krátký test kognitivních funkcí (*Mini-Mental State Examination, MMSE*) je pravděpodobně nejznámější a nejčastěji používaný screeningový nástroj pro hodnocení celkové míry kognitivní poruchy jedince v klinickém, výzkumném a komunitním prostředí (Arevalo-Rodriguez et al., 2021). MMSE, také známý jako Folsteinův test, je 30-bodový dotazník a byl vyvinutý v roce 1975 maršálem F. Folsteinem (Folstein et al., 1975). Tento dotazník hodnotí různé kognitivní schopnosti, včetně časoprostorové orientace, krátkodobé paměti, pozornosti, abstraktního myšlení, jazykových dovedností a jemné motoriky. Test je

rychlý a nevyžaduje žádné speciální vybavení ani školení. Každá správná odpověď je ohodnocena body, s maximálním možným skóre dotazníku 30 bodů. Celkové dosažené skóre se v České republice interpretuje následovně:

- 30-27 bodů: bez poruchy kognice
- 26-25 bodů: suspektní mírná porucha kognice
- 24-18 bodů: lehká demence
- 17-6 bodů: středně těžká demence
- 6-0 bodů: těžká demence (Štěpánková et al., 2015).

### 2.10.3 Spirometrické vyšetření

Spirometrie je základní test plicních funkcí, který měří plicní kapacity a objemy (viz. kapitola 2.5.2 Respirační systém). Mezi nejdůležitější proměnné patří FVC, FEV1 a FEV1/FVC. Tyto výsledky mohou být znázorněny graficky lze je použít jako diagnostický nástroj nebo jako prostředek ke sledování zdravotního stavu a rekonvalescence pacientů s plicními a dalšími nemocemi (Lamb et al., 2023).

Počátky spirometrie sahají do roku 1846, kdy anglický chirurg John Hutchinson představil první spirometr (Hutchinson, 1846). Před Hutchinsonem byly provedeny již různé jiné pokusy s cílem změřit objem plic. V průběhu let se spirometrie výrazně vyvinula. V roce 1960 společnost *Jones Medical* představila první bezvodý spirometr, který zjednodušil testování a zvýšil jeho přesnost, hygienu a dostupnost (Kouri et al., 2021).

Interpretace spirometrického vyšetření spočívá v porovnání naměřených dat s hodnotami získanými z referenční populace. Optimální hodnoty nejen pro spirometrii, ale i pro další testy plicních funkcí se liší podle věku, pohlaví, výšky ve stoje a etnické příslušnosti. Tyto hodnoty jsou získány pomocí referenčních rovnic (Miller et al., 2005). Referenční rovnice by měly být odvozeny z populace se stejnými charakteristikami jako populace testovaných jedinců (Belo et al., 2018). Nové referenční hodnoty některých spirometrických parametrů, stanovené iniciativou GLI (*Global Lung Initiative*) pod záštitou ERS (*European Respiratory Society*) nahrazují původní normy. Tyto hodnoty redefinují hranice mezi normálními a abnormálními výsledky testu a jsou běžně zahrnuty v aktualizacích softwaru moderních spirometrů. Aktualizace referenčních hodnot pro

spirometrické vyšetření zohledňuje změny v antropometrických parametrech populace, včetně zastoupení různých etnických skupin (Kociánová, 2017).

Jedna z oficiálních mezinárodních směrnic pro spirometrii byla publikována pod záštitou *American Thoracic Society* neboli Americké plicní společnosti. Tato směrnice je pravidelně aktualizována na základě nejnovějších klinických poznatků. Poslední aktualizace proběhla v roce 2019. Tato směrnice poskytuje standardizované protokoly pro provádění a interpretaci spirometrických testů, které zajišťují přesnost a jednotnost testování plicních funkcí po celém světě. Tento dokument také zahrnuje klíčové aspekty samotného vyšetření jako jsou požadavky na materiální vybavení, příprava pacienta, průběh vyšetření, požadavky ohledně kvality provedení vyšetření a interpretace výsledků. Tato směrnice je široce využívána v klinických a výzkumných podmínkách spolu s referenčními hodnotami určenými iniciativou *Global Lung Function Initiative* (Graham et al., 2019).

#### 2.10.4 6-minutový test chůze (6MWT)

6-minutový test chůze (*Six-Minute Walk Test*, *6MWT*) je spolehlivým nástrojem jak objektivně testovat kardiopulmonální zdatnost jedince. Toto testování poskytuje zejména hodnocení odezvy jedince na fyzickou zátěž, objektivní stanovení funkční kapacity testovaného a stanovení vhodné intenzity cvičení potřebné k udržení / zlepšení zdravotního stavu jedince.

Nejčastější indikací k opakovanému vykonání 6MWT je určování prognózy pacientů s chronickým respiračním nebo kardiologickým onemocněním, případně hodnocení jejich odezvy k dosavadní proběhlé léčbě. Jednorázově lze 6MWT využít k určování kardiopulmonální zdatnosti, morbiditu a mortality jedinců (American Thoracic Society, 2002).

Moderní 6MWT byl společně s guidelineem představen Americkou hrudní společností v roce 2002 (American Thoracic Society, 2002). 6MWT se dočkal také aktualizované verze guidelineu z roku 2014 vydaného Evropskou respirační společností (*European Respiratory Society*) ve spolupráci s ATS (Holland et al., 2014).

6MWT se provádí na rovné 30-metrové dráze. Účastník je instruován, aby chodil tam a zpět svým vlastním tempem po dobu 6 minut s cílem překonat co největší vzdálenost. Dohlížející odborník poskytuje standardizované povzbuzování na začátku každé minuty. Účastník může v případě potřeby zpomalit, odpočinout si nebo zastavit, ale pokud mu to

zdravotní stav dovoluje, měl by co nejdříve pokračovat v chůzi. Po šesti minutách se zaznamená celková ušlá vzdálenost (*Six-Minute Walk Distance, 6MWD*). V průběhu testu lze podle potřeby také zaznamenávat srdeční frekvenci, saturaci krve kyslíkem a subjektivně vnímanou námahu (Holland et al., 2014).

V guidelineech z roku 2002 a 2014 není uvedena žádná univerzální rovnice ani bližší postup pro výpočet referenčních hodnot 6MWD. Literární rešerše autorů Singh et al. (2014) zkoumala metodiku 6MWT a uvádí příklady referenčních rovnic pro výpočet 6MWD využívaných v praxi různými autory. Příklady rovnic pro dospělé zdravé jedince obou pohlaví následují:

- $6MWD = 511 + ((\text{výška} \times \text{výška}) \times 0,0066) - ((\text{věk} \times \text{věk}) \times 0,030) - ((\text{BMI} \times \text{BMI}) \times 0,068)$
- $6MWD = 622,461 - (1,8466 \times \text{věk}) + (61,5036 \times \text{pohlaví})$
- $6MWD = 518,853 + (1,25 \times \text{výška}) - (2,816 \times \text{věk}) - (39,07 \times \text{pohlaví})$
- $6MWD = 720,50 - (160 \times \text{pohlaví}) - (5,14 \times \text{věk}) - (2,23 \times \text{hmotnost}) + (2,72 \times \text{výška})$
- $6MWD = 299,8 - (4,43 \times \text{věk}) + (342,6 \times \text{výška}) - (1,46 \times \text{hmotnost}) + (62,5 \times \text{pohlaví})$
- $6MWD = 64,69 + (3,12 \times \text{výška}) + (23,29 \times \text{FEV1})$
- $6MWD = (2,81 \times \text{výška}) + (0,79 \times \text{věk}) - 28,5$
- $6MWD = 868,8 - (\text{věk} \times 2,99) - (\text{pohlaví} \times 74,7)$  (Singh et al., 2014).

#### 2.10.5 Algometrické vyšetření

Algometrie je metoda používaná k měření citlivosti jedince na algický podnět a prahů bolesti ve svalech nebo jiných měkkých tkáních. Nejběžnějším nástrojem využívaným v rámci tohoto vyšetření je tlakový algometr, který aplikuje řízenou sílu na tkáň k posouzení jejich prahu bolesti při tlaku (*pressure pain threshold, PPT*). PPT poskytuje kvantifikované měření lokální „citlivosti“ a je tedy velmi užitečným ukazatelem v různých klinických situacích. Tělesné oblasti, kde neobvykle nízká síla vyvolává bolest, například ve vztahu ke kontralaterální části těla, mohou naznačovat přítomnost dysfunkce tkání, kterou může být obtížné detekovat jinými metodami než právě měřením citlivosti na tlak. Sledováním citlivosti pomocí PPT může být možné také kvantifikovat úroveň rekonvalescence u vybraných zdravotních stavů spojených s rozvojem neuromuskuloskeletálních dysfunkcí (Sands et al., 2009). Tlaková algometrie je v praxi často využívána pro hodnocení

muskuloskeletální hyperalgezie u řady zdravotních stavů jako jsou syndrom myofasciální bolesti, tenzní bolesti hlavy, fibromyalgie a artritida (Finocchietti et al., 2015).

Algometry mají zpravidla aplikační plochu o velikosti 1 cm<sup>2</sup> a zobrazují hodnoty aplikované síly v newtonech (N), ve starší literatuře se jedná o kilopondy (kp). Aplikace síly by měla být kolmá k povrchu těla a rychlost aplikace by měla být konstantní a dosahovat hodnot přibližně 1 kg·cm<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> (Fischer, 1988) nebo 10 N·s<sup>-1</sup> (Ylinen et al., 2007), aby byla zajištěna spolehlivost měření (Jensen et al., 1986). Aplikace síly vyšší rychlostí může vést k falešně nízké prahové hodnotě (Jensen et al., 1986).

#### 2.10.6 Měření akromiální vzdálenosti

Zkrácení malého prsního svalu (*musculus pectoralis minor*) je jednou z příčin dysfunkce lopatky, kyfotizace horního trupu nebo předsunutého držení ramene (Lee et al., 2015). Způsobuje také zvýšení vnitřní rotace lopatky a jejího předního naklonění (Ludewig et al., 2009). Jednou z metod pro hodnocení pozice ramene je měření akromiální vzdálenosti (*acromion distance, AD*) v uvolněné poloze na zádech s pažemi umístěnými podél těla a s lokty ve flexi (Sahrmann, 2002). Vyšetření se může provádět také ve stoje (Struyf et al., 2009). Ve stoje je AD horizontální vzdálenost mezi zadním okrajem nadpažku a stěnou. Tato pozice byla schválena s ohledem na platnost výsledků a spolehlivost jejího provedení (Temprom et al., 2019).

#### 2.10.7 Test opakovaného vstávání ze židle

Test opakovaného vstávání ze židle (*The five-times sit-to-stand test, 5TSTS*) je nástroj používaný k hodnocení celkové síly, rovnováhy a rizika pádů jednotlivce. Měří dobu potřebnou k tomu, aby se člověk co nejrychleji zvedl ze sedu do stoje pětkrát za sebou (de Melo et al., 2022). Špatný výsledek 5TSTS bývá spojen se zvýšeným rizikem opakovaných pádů (Buatois et al., 2008), pomalou rychlostí chůze (Bohannon et al., 2005) a sníženou schopností samostatně vykonávat ADL (Cress et al., 1996).

### 2.10.8 Škála VAS pro hodnocení muskuloskeletální bolesti

Vizuální analogová škála (*Visual Analogue Scale, VAS*) je široce používaný nástroj pro hodnocení subjektivní intenzity bolesti v různých oblastech těla. Obvykle se skládá z 10-centimetrové čáry označené na jednom konci jako „žádná bolest“ a na druhém „nejhorší představitelná bolest“. Pacienti označují úroveň bolesti vyznačením bodu na čáře, který odpovídá jejich aktuálnímu vnímání intenzity bolesti (Jensen et al., 2003). Skóre VAS se interpretuje měřením vzdálenosti od kotvy „žádná bolest“ ke značce uvedené pacientem, čímž se získá konkrétní skóre někde mezi 0 a 100 milimetry. Běžně přijímané kategorizace bolesti jsou:

- 0–4 mm: bez bolesti
- 5–44 mm: mírná bolest
- 45–74 mm: střední bolest
- 75–100 mm: silná bolest (Jensen et al., 2003).

### 2.10.9 Míra rozpínání hrudního koše

Rozpínavost hrudního koše (*chest wall expansion*) představuje rozdíl v obvodu hrudníku mezi maximálním nádechem a maximálním výdechem, přičemž se obvykle měří krejčovským metrem na specifických úrovních hrudníku. Tento ukazatel lze také definovat jako schopnost hrudního koše měnit svůj objem v souvislosti s pohybem plic (Adachi et al., 2015). Výzkumy prokázaly, že pohyblivost hrudní stěny úzce souvisí u zdravých jedinců s funkcí plic (Lanza et al., 2013; Mustafaoglu et al., 2020). S vyšší schopností rozpínat hrudník bývá spojena vyšší síla dýchacích svalů a optimálnější hodnoty FVC (Lanza et al., 2013).

### 2.10.10 Dotazníky

#### *Dotazník stařecké křehkosti*

Stařecká křehkost je stav spojený s věkem, který se projevuje celkovým poklesem funkční schopnosti organismu a zvýšenou náchylností k nepříznivým zdravotním stavům. Jde o zhoršení fyzické kondice nad rámec běžného procesu stárnutí. Snížená rezerva orgánových systémů, svalů a kostí omezuje schopnost těla reagovat na stresory, jako jsou

nemoci nebo pády. Tento stav zvyšuje riziko rozvoje zdravotních komplikací, nežádoucích vedlejších účinků léčby a úmrtnosti (Xue et al., 2020).

*FRAIL Questionnaire* je krátký, screeningový nástroj určený k hodnocení křehkosti u jedinců, zejména starších dospělých. Hodnotí pět klíčových domén, z nichž každá je reprezentována písmenem ve zkratce „FRAIL“:

- F (*fatigue*) Únava: hodnotí celkový pocit únavy jedince.
- R (*resistence*) Odolnost: hodnotí obtížnost chůze po schodech.
- A (*ambulation*) Chůze: hodnotí obtížnost chůze na krátké vzdálenosti.
- I (*illnesses*) Nemoci: hodnotí přítomnost vícero souběžných nemocí.
- L (*loss of weight*) Ztráta hmotnosti: zaznamenává případný neúmyslný úbytek hmotnosti o více než 5 % za posledních šest měsíců (Gleason et al., 2017).

Vybrané odpovědi získávají 1 bod, přičemž celkové skóre následně kategorizuje jednotlivce takto:

- 0 bodů: bez přítomnosti křehkosti
- 1–2 body: předstupeň křehkosti
- 3–5 bodů: křehkost (Gleason et al., 2017).

#### *Dotazník kvality života*

Dotazníky kvality života (*Quality of Life Questionnaires, QoL Questionnaires*) jsou nástroje určené k posouzení celkové pohody jednotlivce, zahrnující fyzické, duševní a sociální aspekty zdraví. Tyto nástroje jsou široce používány v klinickém prostředí, výzkumu a veřejném zdraví k vyhodnocení dopadu nemocí, léčby a intervencí na každodenní život pacientů (Namjoo et al., 2021).

V dnešní době existuje vícero dotazníků kvality života, jako jsou například WHOQOL-BREF, EQ-5D, SF-36, SF-12, SF-8, McGillův dotazník a jiné. Při výběru dotazníku je potřeba zvážit faktory jako účel dotazníku, charakteristiky vyšetřované populace, relevantní aspekty kvality života pro dané účely nebo délka a náročnost administrace daného dotazníku (Namjoo et al., 2021; Wang et al., 2012).

Pro účely této disertační práce jsme využívali SF-8 dotazník, zejména pro jeho stručnost. I přes svou kratší délku si zachovává schopnost vytvářet spolehlivá a platná



měřítka fyzického a duševního zdraví jedince. SF-8 je zkrácenou verzí dotazníku SF-36 a skládá se z 8 položek, které hodnotí celkový zdravotní stav jedince napříč klíčovými oblastmi. SF-8 se běžně používá v klinických studiích, epidemiologických studiích a zdravotních průzkumech a poskytuje rychlou a účinnou metodu hodnocení celkového zdraví (Onagbiye et al., 2018). Příslušný dotazník obsahuje otázky týkající se domén jako je provádění běžných úkolů, pocit energie / vnímané únavy, emocionální pohoda, sociální fungování jedince, bolest a celkové vnímání zdraví. SF-8 používá bodovací systém, kde jsou odpovědi na každou položku převedeny do stupnice, která odráží celkovou závažnost zdravotního problému. Ty jsou pak sečteny, aby se vytvořilo obecné zdravotní skóre. Generuje skóre pro složky fyzického i duševního zdraví, podobně jako SF-36, ale ve stručnější podobě (Onagbiye et al., 2018).

#### *Dotazník motivace*

Dotazníky zaměřené na motivaci poskytují cenné informace o důvodech, které jednotlivce vedou k fyzické aktivitě. Jsou široce využívány ve sportovní psychologii a výzkumech zaměřených na tuto oblast. Výzkumníci je používají k analýze typů motivace (vnitřní vs. vnější), k předpovědi adherence ke cvičebním programům a k návrhu intervencí podporujících dlouhodobou účast na fyzické aktivitě (Albuquerque et al., 2017).

V dnešní době existuje vícero dotazníku tohoto druhu, mezi ně patří například MPAM-R (*Motivation for Physical Activity Measure, revised*) nebo EMI-2 (*Exercise Motivations Inventory*).

MPAM-R je dotazník určený k posouzení klíčových důvodů, proč se jednotlivci zapojují do fyzické aktivity, se zaměřením na pět primárních motivů: zdatnost, vzhled, kompetence/výzvy, sociální interakce a požitek. Běžně se používá ve sportovní psychologii a behaviorálním výzkumu k rozlišení mezi vnitřní a vnější motivací. Každá položka je hodnocena na 7-bodové Likertově stupnici: 1 = „Pro mě to vůbec neplatí.“ až 7 = „Pro mě to platí absolutně.“ Škálové odpovědi pro každou premisu se sečtou a zprůměrují, čím se získá průměrné skóre pro konkrétní motivační doménu. Vyšší skóre znamená silnější motivaci v této kategorii (Ryan et al., 1997).

EMI je komplexní nástroj, který vyhodnocuje širší škálu cvičebních motivací a zahrnuje čtrnáct faktorů, jako je zvládání stresu, zdravotní přínosy, kontrola hmotnosti,

sociální aspekty, soutěživost a osobní výzvy. Tento soupis pomáhá výzkumníkům porozumět různým psychologickým a externím vlivům, které vedou jednotlivce k účasti na fyzické aktivitě. Každá položka je hodnocena na 5-bodové Likertově stupnici, obdobně jako u MPAM-R: 0 = „Pro mě to vůbec neplatí.“ až 4 = „Pro mě to platí absolutně.“ Princip hodnocení celkového výsledku je podobné tomu u MPAM-R (Markland et al., 1997).

#### *Dotazník pro detekci sarkopenie*

Sarkopenie, stav charakterizovaný progresivní ztrátou svalové hmoty, síly a funkce, je významným problémem stárnoucí populace. Brzká identifikace sarkopenie je zásadní pro provádění včasných preventivních a terapeutických intervencí (Beaudart et al., 2015; Hughes et al., 2002).

Dotazník SARC-F je jednoduchý screeningový nástroj určený k identifikaci rizikových jedinců z hlediska sarkopenie a to na základě pěti klíčových funkčních kritérií: síla, schopnost chůze, vstávání ze židle, chůze po schodech a historie pádů. Tento nástroj je široce používán díky své snadné administraci, která vyžaduje pouze vlastní hlášení jedince, bez potřeby specializovaného vybavení. V roce 2018 byl SARC-F začleněn, jako nástroj vhodný pro detekci sarkopenie, do diagnostického algoritmu pro sarkopenii pod záštitou EWGSOP (*The European Working Group on Sarcopenia in Older People*) (Cruz-Jentoft et al., 2019).

Dotazník SARC-F se skládá z pěti otázek hodnotících obtíže při zvedání a přenášení břemen ( $\geq 4,5$  kg), chůzi po místnosti, vstávání ze židle, chůzi do schodů a četnost pádů v posledním roce. Každá otázka je hodnocena body od 0 do 2, s celkovým možným skóre dotazníku v rozmezí od 0 do 10. Vyšší skóre ukazuje na vyšší riziko sarkopenie, přičemž práh  $\geq 4$  ukazuje na suspektní sarkopenii. Tento screeningový nástroj je cenný pro její včasnou detekci, podněcuje ale také další diagnostické hodnocení a intervenční strategie ke zlepšení mobility, síly a celkové kvality života u starších dospělých (Malmstrom et al., 2013).

#### *Dotazník pointervenčního vnímání změn*

Dotazník pointervenčního vnímání změn (*The Patient Global Impression of Change, PGIC*) je nástroj používaný v klinickém výzkumu a rehabilitaci k posouzení změny zdravotního stavu, kterou pacient vnímá sám po ukončení intervence. Pomáhá měřit účinnost

léčby tím, že vybízí pacienty ke zhodnocení dosavadní změny svého zdravotního stavu. Tento dotazník obvykle obsahuje kvalitativní i kvantitativní hodnocení zdravotního stavu samotným pacientem. V rámci kvalitativního hodnocení pacienti hodnotí subjektivně vnímanou změnu pomocí kategorií jako „Velmi jsem se zhoršil.“, „Zhoršil jsem se.“, „Spíše jsem se zhoršil.“, „Nepozoruji žádnou změnu.“, „Spíše jsem se zlepšil.“, „Zlepšil jsem se.“ nebo „Velmi jsem se zlepšil“. Kvantitativní škála má stupně (často od 0 do 10), které představují úroveň vnímané změny jedincem, přičemž nižší hodnoty ukazují na zlepšení a ty vyšší odrážejí zhoršení zdravotního stavu (Rampakakis et al., 2015).

## 2.11 Aktuální stav sledované problematiky, vymezení problému

S celosvětově rostoucím počtem osob starších 60 let je nezbytné čelit této výzvě včas, mimo jiné prostřednictvím rozvoje preventivních pohybových programů, které těmto lidem pomohou udržet si zdraví co nejdéle (Izquierdo et al., 2021). Vzhledem ke specifickým seniorské populace je důležité, aby byly tyto programy navrhovány v souladu s pohybovými doporučeními renomovaných autorit pro tuto cílovou skupinu (World Health Organization, 2020). Pro vyšší věk je typický výskyt sarkopenie a syndromu stařecké křehkosti, které souvisejí s dalšími nežádoucími stavy, jako jsou pády, poruchy mobility, potřeba dlouhodobé péče a zvýšené riziko úmrtí (Cruz-Jentoft et al., 2019).

Řada dosavadních studií již potvrdila pozitivní vliv pravidelné pohybové aktivity u seniorů na vybrané zdravotní ukazatele, jako jsou kognitivní funkce (Laurin et al., 2001), posturální stabilita (Sherrington et al., 2017), klidová srdeční frekvence (Donath et al., 2014), rychlost chůze (Gomeňuka et al., 2019), celkové duševní zdraví (Ishii et al., 2007; Li et al., 2007) a v neposlední řadě také funkce respiračního systému (Huang et al., 2005; Saygin, 2015; Flor-Rufino et al., 2023). Ke zlepšení respiračních parametrů docházelo především ve studiích, které zahrnovaly jednoduchou chůzi nebo její modifikace (Huang et al., 2005; Saygin, 2015). Naproti tomu studie zaměřené na účinky odporového cvičení na respirační systém přinesly nejednoznačné a často protichůdné výsledky (Flor-Rufino et al., 2023; Oh, 2003; Kongsgaard et al., 2004), přičemž většina z nich se soustředila na osoby trpící chronickou obstrukční plicní nemocí (CHOPN) (Hashmi et al., 2022). Stejně nejednotné výsledky přinesly také studie zkoumající vliv manuálních technik na funkci respiračního systému, přičemž mnohé z nich navíc vykazovaly vysoké riziko zkreslení (Heneghan et al., 2012).

Na základě těchto nejasností jsme se rozhodli prozkoumat efekt strukturovaného pohybového programu na respirační (FVC, FEV1) a další zdravotní parametry u seniorů bez konkrétního přidruženého onemocnění. S ohledem na aktuální pohybová doporučení (World Health Organization, 2020) jsme měli za cíl sledovat účinky aerobní aktivity (prosté chůze prováděné v přiměřené intenzitě) a její kombinace s anaerobní složkou (odporové cvičení).

Aerobní aktivitu jsme definovali podle *American College of Sports Medicine* (ACSM) jako jakoukoliv činnost zapojující velké svalové skupiny, vykonávanou rytmicky a

kontinuálně (Wahid et al., 2016). Mezi typické příklady aerobního cvičení patří jízda na kole, tanec, turistika, jogging, plavání a chůze (Harsh et al., 2017).

Anaerobní aktivitu jsme definovali rovněž dle ACSM jako intenzivní pohybovou aktivitu krátkého trvání, která čerpá energii převážně z vnitrosvalových zásob, nezávisle na přítomnosti kyslíku. Mezi typické anaerobní aktivity patří sprinty, vysoce intenzivní intervalový trénink a odporové cvičení (Harsh et al., 2017).

Jedna ze studií (Salvadori et al., 2014) prokázala vyšší zdravotní přínos kombinace aerobního a anaerobního tréninku (úprava lipidového profilu, redukce BMI) oproti aerobnímu cvičení samotnému. V naší studii jsme se proto rozhodli tuto kombinaci využít s cílem prozkoumat její případnou zvýšenou účinnost na zdraví seniorů.

Do metodiky jsme navíc zařadili i manuální techniky, a to především za účelem zhodnocení jejich efektivity v kombinaci s aerobní složkou pohybové intervence. Samostatně prováděná manuální terapie představuje dostupnou a nenákladnou možnost, jak mohou starší osoby podpořit mobilitu hrudníku a funkci plic, což může přispět ke zlepšení celkového zdravotního stavu i kvality života. Přestože některé studie poukazují na možný pozitivní efekt těchto technik na plicní funkce, dosavadní důkazy zůstávají nejednoznačné (Heneghan et al., 2012).

V rámci rešerše dostupné literatury je třeba upozornit na značnou metodologickou heterogenitu jednotlivých studií – liší se zkoumaným vzorkem (často převažují ženy či osoby s CHOPN), zkoumanými veličinami a také výsledky. Metodiku této práce jsme proto navrhli nejen na základě literárních podkladů, ale i klinických zkušeností členů výzkumného týmu. Podle našich poznatků se jedná o první studii tohoto druhu, která by – v případě potřeby – mohla sloužit jako základ pro další výzkum.

## 3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

### 3.1 Cíle a úkoly práce, výzkumné otázky, hypotézy

#### 3.1.1 Cíle práce

Cílem této práce je zhodnotit vliv prosté chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií na vybrané dechové a další zdravotní parametry u seniorské populace.

#### 3.1.2 Úkoly práce

- Syntéza informací z dosavadní dostupné literatury ohledně involučních změn a možnosti jejich ovlivnění pohybovými intervencemi.
- Formulace jednotlivých výzkumných hypotéz a otázek.
- Návrh metodiky experimentu pro ověření vlivu vybraných pohybových intervencí na zdraví seniorské populace.
- Realizace vlastního experimentu.
- Statistická analýza a interpretace dat.
- Konfrontace výzkumných otázek a hypotéz.
- Formulace závěrů.
- Formulace případných doporučení pro klinickou praxi a další výzkum.

#### 3.1.3 Výzkumné otázky práce

- Jaký vliv má pravidelná chůze, případně její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií na vybrané zdravotní ukazatele v seniorské populaci?
- Je kombinace chůze s odporovým cvičením / manuální terapií účinnější v ovlivnění těchto ukazatelů nežli chůze samotná?

#### 3.1.4 Hypotézy práce

V rámci této práce jsme si definovali 2 zastřešující hypotézy (H1, H2), na které navazují dílčí hypotézy (H1.1, H1.2, H1.3 atd.) jako způsob operacionalizace jednotlivých měřených parametrů. Jednotlivé hypotézy jsou formulovány následujícím způsobem.

H1: Předpokládáme, že chůze samotná, případně její kombinace s odporovým cvičením či manuální terapií povede ke zlepšení alespoň některých sledovaných zdravotních ukazatelů u zkoumaného vzorku ve srovnání s kontrolní skupinou.

H1.1: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke zlepšení hodnot 6MWD.

H1.2: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke zlepšení hodnot FVC.

H1.3: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke zlepšení hodnot FEV1.

H1.4: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke zvýšení prahu bolesti (*pain pressure threshold*).

H1.5: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke zlepšení rozvíjení horního hrudníku.

H1.6: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke zlepšení rozvíjení spodního hrudníku.

H1.7: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke snížení muskuloskeletální bolesti.

H1.7.1: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti hlavy a krku.

H1.7.2: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti ramen.

H1.7.3: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti hrudníku.

H1.7.4: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti beder.

H1.7.5: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti pánve a kyčlí.

H1.7.6: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti kolen.

H1.7.7: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti kotníků a chodidel.

H1.8: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke snížení akromiální vzdálenosti.

H1.9: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke snížení času potřebného k vykonání Opakovaného testu vstávání ze židle (5-STST).

H1.10: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke snížení celkové křehkosti.

H1.11: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke zlepšení kvality života.

H1.12: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke změnám v oblasti psychické motivace k pohybu.

H1.13: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke změnám v oblasti fyzické motivace k pohybu.

H1.14: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke změnám v oblasti společenské motivace k pohybu.

H1.15: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke snížení projevů sarkopenie.

H2: Předpokládáme, že kombinace chůze s odporovým cvičením či manuální terapií bude v příznivém ovlivnění těchto parametrů u seniorů účinnější nežli chůze samotná.

H2.1: Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve zlepšení hodnot 6MWD než chůze samotná.

H2.2: Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve zlepšení hodnot FVC než chůze samotná.



H2.3: Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve zlepšení hodnot FEV1 než chůze samotná.

H2.4: Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve zvýšení prahu bolesti (*pain pressure threshold*) hodnot FEV1 než chůze samotná.

H2.5: Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve zlepšení rozvíjení horního hrudníku než chůze samotná.

H2.6: Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve zlepšení rozvíjení spodního hrudníku než chůze samotná.

H2.7: Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve snížení muskuloskeletální bolesti než chůze samotná.

H2.7.1: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti hlavy a krku než chůze samotná.

H2.7.2: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti ramen než chůze samotná.

H2.7.3: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti hrudníku než chůze samotná.

H2.7.4: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti beder než chůze samotná.

H2.7.5: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti pánve a kyčlí než chůze samotná.

H2.7.6: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti kolen než chůze samotná.

H2.7.7: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti kotníků a chodidel než chůze samotná.

H2.8: Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve snížení akromiální vzdálenosti než chůze samotná.

H2.9: Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve snížení času potřebného k vykonání Opakovaného testu vstávání ze židle (5-STST) než chůze samotná.

H2.10: Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve snížení celkové křehkosti než chůze samotná.

H2.11: Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve zlepšení kvality života než chůze samotná.

H2.12: Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější v ovlivnění psychologické motivace k pohybu než chůze samotná.

H2.13: Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější v ovlivnění fyzické motivace k pohybu než chůze samotná.

H2.14: Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější v ovlivnění společenské motivace k pohybu než chůze samotná.

H2.15: Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve snížení projevů sarkopenie než chůze samotná.

### 3.1.5 Přesah výzkumných hypotéz do dostupné literatury

Výzkumné hypotézy v této práci byly formulovány kombinací dosavadních vědeckých poznatků a klinických zkušeností vědeckého týmu. Dosavadní literatura často poskytovala protichůdné výsledky ohledně zkoumaných parametrů, nebo zkoumala jinou cílovou skupinu jedinců (mladší jedinci, pacienti s CHOPN apod.). To limitovalo možnost aplikovat tyto poznatky na seniory bez přidruženého onemocnění. Tento fakt výraznou mírou přispěl k potřebě prozkoumat efekt zmíněných intervencí, případně jejich kombinace na vybrané zdravotní parametry u zkoumané populace seniorů.

#### *Prostá chůze*

Na základě dostupné literatury jsme si u dospělé populace byli vědomi příznivých účinků chůze na celou škálu zdravotních parametrů (Donath et al., 2014; Battaglia et al., 2020; Gomeňuka et al., 2019; Li et al., 2007; Ishii et al., 2007). Proto jsme předpokládali, že pravidelná chůze má u seniorů předpoklady k příznivému ovlivnění alespoň některých sledovaných parametrů. Studie zkoumající efekt pravidelné svižné chůze prokázala zlepšení 6MWD u starších žen se sedavým způsobem života (Blain et al., 2017).

Co se týče vlivu chůze na spirometrické ukazatele, dosavadní literatura neposkytuje jednoznačné závěry. V řadě studií došlo po pohybové intervenci zahrnující chůzi ke zlepšení spirometrických ukazatelů (Kuo et al., 2018; Huang et al., 2005; Shim et al., 2019; Saygin, 2015), zatímco v jiných studiích nebyl na tyto parametry pozorován žádný efekt (El Kader et al., 2013; Fragoso et al., 2016).

Výzkumů o přímé souvislosti mezi postavením lopatek a pravidelnou chůzí je nedostatek. Bylo však prokázáno, že chůze může zlepšovat celkové držení těla a tím potenciálně snížit tendenci k protrakci lopatek (Melzer et al., 2004; Vaishnav et al., 2010). Pokud jde o kyfotické držení těla a pohybové intervence zahrnující chůzi, poznatky v literatuře nejsou zdaleka jednotné. Studie prokázaly jak existenci příznivého vlivu chůze (Lee et al., 2024) na kyfotické držení těla, tak i jeho absenci (Huang et al., 2021).

Pravidelná chůze může dle našeho názoru nepřímo vést také ke zlepšení rozvíjení hrudníku, a to skrze opakovaně zvýšené nároky na dechové exkurze hrudníku a skrze zlepšení koordinace dýchacích svalů (Sanna et al., 1999; Romagnoli et al., 2004). Přímé studie zkoumající vliv pravidelné chůze na rozvíjení hrudníku v dostupné literatuře chybí, nebo jsme na tyto studie v rámci naší rešerše nenarazili.

Metaanalýza z roku 2015 uvádí, že je pravidelná chůze ve srovnání s kontrolními intervencemi spojena s významným snížením muskuloskeletálních bolestí, nicméně dlouhodobý analgetický efekt chůze zůstává nejasný (O'Connor et al., 2015). Dostupné důkazy naznačují, že chůze, pokud je vhodně dávkovaná, u chronických onemocnění spíše zlepšuje než zhoršuje muskuloskeletální bolest. Dle našeho názoru však existuje však i riziko zhoršení muskuloskeletálních bolestí, a to, pokud je chůze příliš intenzivní, dlouhá nebo prováděná bez ohledu na komorbidity jedince.

Na základě dostupné literatury nám není známo, jak pravidelná prostá chůze ovlivňuje výsledky Opakovaného testu vstávání ze židle (*The five-times sit-to-stand test, 5TSTS*), jelikož se nám nepodařilo objevit studie zkoumající tento vztah přímým způsobem. Pravidelná prostá chůze však má potenciál zlepšovat kvalitu života jedince (Li et al., 2007; Ishii et al., 2007) a také redukovat projevy stařecké křehkosti (Kwan et al., 2020).

### *Odporové cvičení*

Dosavadní literatura také poukazuje na zdravotní benefity odporového cvičení (Snijders et al., 2019; Westcott, 2012; Zhong et al., 2024; Brooks et al., 2006). Vliv odporového cvičení na 6MWD byl popsán ve vícero studiích, nicméně se tyto studie zabývají zejména pacienty trpícími CHOPN, což může limitovat zobecnitelnost výsledků na seniorskou populaci bez konkrétního přidruženého onemocnění. I tyto studie ale přinesly nejednoznačné výsledky. Randomizovaná kontrolovaná studie ukazuje, že odporové cvičení s využitím jedné i obou končetin vedlo ke zlepšení hodnot 6MWD. Odporové cvičení s využitím jedné končetiny ale vedlo ke snížení námahové dušnosti, čímž umožnilo více lidem dosáhnout klinicky relevantního zlepšení v 6MWD (Nyberg et al., 2021). Metaanalýza z roku 2022 zase uvádí, že odporové cvičení u seniorů nevedlo v jednotlivých studiích k významnému zlepšení 6MWD (Kashi et al., 2022). Tyto diskrepance v dostupné literatuře mohou být dle našeho názoru způsobeny heterogenitou výzkumných metodik jednotlivých studií. Zmíněná metaanalýza nicméně uvádí, že odporové cvičení vedlo u seniorů ke zlepšení jiných zdravotních parametrů jako jsou psychické zdraví, kvalita života, muskuloskeletální bolest, společenské fungování, svalová síla končetin a síla stisku ruky (*handgrip test*) (Kashi et al., 2022).

Co se týče vlivu odporového cvičení na spirometrické parametry, dosavadní poznatky nejsou zcela jednoznačné. V rámci několika studií zaměřených na silový trénink zůstaly hodnoty FEV1 a FVC nezměněny (Flor-Rufino et al., 2023; Oh, 2003; Kongsgaard et al., 2004). V další studii s odporovým cvičením si intervenční skupina udržela hodnoty FEV1 a FVC v časovém horizontu 6 měsíců, zatímco kontrolní skupina vykazovala statisticky významný pokles těchto hodnot. Odporový trénink tedy poklesu spíše zabránil, než aby zvýšil výchozí spirometrické hodnoty měřených jedinců (Flor-Rufino et al., 2023). Další studie zase prokázala zlepšení spirometrických ukazatelů po pravidelném odporovém tréninku u kuřáků se sedavým způsobem života (Singh et al., 2011). K objasnění jednoznačného účinku odporového cvičení na spirometrické ukazatele, a to konkrétně u starší populace bez CHOPN, je zapotřebí dalšího cíleného výzkumu.

Výzkum odporového cvičení poskytuje také důkazy o jeho příznivém vlivu na pozici lopatky (Van de Velde et al., 2011; McDonough et al., 2014) a redukci kyfotického držení těla (Schubert et al., 2016; Moyer et al., 2015). Zaměřením se na specifické svalové skupiny

může odporové cvičení korigovat posturální odchylky a přispět tak k fyziologickému uspořádání tělesných segmentů.

Co se týče přímého vlivu odporového cvičení na výsledky Opakovaného testu vstávání ze židle (*The five-times sit-to-stand test, 5TSTS*), dovolíme si tvrdit, že tento vztah zatím nebyl detailně prozkoumán. Soudíme tak na základě absence literatury na dané téma, které jsme v rámci rešerše dostupné literatury zkoumali.

### *Manuální techniky*

Manuální techniky a jejich vliv na zdraví byly popsány také řadou studií. Studie zahrnující pacienty s CHOPN uvádí, že po ošetření bránice manuálními technikami došlo u účastníků ke zlepšení řady zdravotních ukazatelů, včetně 6MWD (Clarke et al., 2019).

Přestože je manuální terapie běžně používanou léčebnou metodou, jen velmi málo výzkumů zkoumalo její vliv na plicní funkce. Ve studii z roku 2016 nebyl pozorován žádný významný efekt manuální terapie na spirometrické parametry (FVC, FEV1) (Wall et al., 2016). Na druhé straně, studie zkoumající efekt manuální terapie i její kombinace s další cvičební intervencí uvádí, že jak u skupiny manuální terapie samotné, tak u skupiny kombinující manuální terapii s další tréninkovou aktivitou, došlo k významnému zlepšení hodnot FVC a FEV1 (Engel et al., 2007). Studie zkoumající vliv manuálních technik u pacientů s CHOPN uvádí, že v krátkodobém horizontu vedl terapeutický zásah ke zhoršení spirometrických ukazatelů (Noll et al., 2009). V dalších studiích zase vedla manuální terapie jak ke zlepšení hodnot řady ukazatelů plicních funkcí (FVC, FEV1, VC) (Yelvar et al., 2016), tak k jejich stagnaci (Cruz-Montecinos et al., 2017).

Ve studii zkoumající vliv manuální terapie na vybrané respirační ukazatele u pacientů po COVID-19 došlo kromě významného zlepšení hodnot FEV1 také ke zlepšení rozvíjení hrudního koše (Khedekar et al., 2023). To je v souladu s výsledky jiné studie, která prokázala pozitivní vliv manuální terapie na rozvíjení hrudního koše a rozsah pohybu páteře do vícero směrů (Ganesh et al., 2020). U pacientů s mechanickou příčinou bolesti krční páteře nevedla manuální terapie k žádnému významnému zlepšení rozvíjení hrudníku (Hafez et al., 2024). Tyto protichůdné závěry mohou být dle našeho názoru způsobeny jednak nejednotností manuálních technik využitých v daných studiích, stejně tak vysokou variabilitou jejich provedení.

Řada studií také zkoumala vliv manuální terapie na muskuloskeletální bolesti, například u pacientů s bolestí dolní části zad (Bialosky et al., 2014), bolesti ramen (Jain et al., 2014) a bolesti krční páteře (Lopez-Lopez et al., 2015). Tyto studie poskytly především přímé důkazy podporující příznivé účinky manuální terapie (Fisher et al., 2009), přičemž primárním přínosem bylo snížení muskuloskeletální bolesti jedince v klidu i při aktivitě.

Studie zkoumající efekt manuální terapie a její kombinace s odporovým cvičením na pozici a funkci lopatek uvádí významné zlepšení pointervenční funkce postižené horní končetiny u pacientů se subakromiálním syndromem (*impingement syndrome*) ve všech intervenčních skupinách. Avšak pouze změna ve skupině kombinující odporové cvičení a manuální terapií překročila minimální detekovatelnou změnu (*minimal detectable change*) (Franchignoni et al., 2013; Camargo et al., 2015). Je třeba zdůraznit, že obě intervence použité v této studii snížily také mechanickou hyperalgezií v oblasti ramenního kloubu (*pain pressure threshold*) (Camargo et al., 2015).

Redukce funkčního omezení jedince, včetně bolesti, následující manipulaci páteře byla u pacientů s bolestmi bederní oblasti (LBP) spojena s poklesem předozadní tuhosti páteře (Fritz et al., 2011; Wong et al., 2015; Alqhtani et al., 2015). Tento pokles tuhosti páteře vede ke zvýšení jejího celkového rozsahu pohybu, který může být následně využíván jedinci s LBP během aktivit každodenního života, jako je například vstávání ze sedu (*sit-to-stand*) (Carpino et al., 2020).

Studie z roku 2025 využívala krysího modelu sarkopenické atrofie svalových vláken a následně zkoumala účinky manipulace těchto tkání na obnovu svalové hmoty a hladinu pro-/protizánětlivých cytokinů. Výsledky této studie prokazují schopnost manuální terapie urychlit regeneraci svalové hmoty (Mustaklem et al., 2025). Tato zjištění, společně se změnami hladiny cytokinů podporují myšlenku, že manuální terapie může být efektivní v rámci léčby muskuloskeletálních dysfunkcí u stavů, jako je sarkopenie. Změny hladiny cytokinů v cílových tkáních i systémově naznačují potenciál manuální terapie jakožto nefarmakologického prostředku terapie u řady patologických stavů, v jejichž etiologii hraje chronický zánět významnou roli (Furman et al., 2019).

U dospělých pacientek s tenzní bolestí hlavy vedla manuální terapie také ke zlepšení kvality života (Espí-López et al., 2016). Bylo zjištěno, že manuální terapie měla u pacientů s výhřezem meziobratlového disku v bederní oblasti pozitivní vliv na psychologické faktory,

jako je bolest, kineziofobie, katastrofizace bolesti, úzkost, deprese a kvalita života (Taskaya et al., 2024).

Co se týče přímého vlivu manuální terapie na stařeckou křehkost, v dosavadní literatuře jsme nenašli žádnou studii zabývající se přímo tímto vztahem.

## 4 METODIKA PRÁCE

### 4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Experiment v rámci této práce úspěšně ukončilo celkem 88 účastníků. Jednalo se o muže a ženy ve věkovém rozmezí 60-80 let bez závažného kardiorespiračního onemocnění. Velikost vzorku byla určena pomocí apriori analýzy, ke které byla navíc připočtena míra předpokládaného vypadnutí (*expected dropout rate*). Tato míra činila 10 % a byla určena na základě dostupné literatury (Viken et al., 2019) a domluvě v rámci výzkumného týmu. Účastníci byli osloveni pomocí pozvánek zejména v rámci Univerzity 3. věku UK FTVS a sportovního klubu TJ Sokol Liboc. Základní klinická data zkoumaného vzorku jsou shrnuta v následující tabulce.

*Tabulka 1. – Charakteristika zkoumaného souboru (za znamínkem  $\pm$  je uvedena směrodatná odchylka pro daný parametr)*

|                          | Vzorek celkově    | Ženy              | Muži              |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Počet (N)                | 88                | 75                | 13                |
| Průměrný věk (roky)      | 70,59 $\pm$ 5,42  | 70,66 $\pm$ 5,44  | 70,15 $\pm$ 5,49  |
| Výška (m)                | 1,66 $\pm$ 0,09   | 1,64 $\pm$ 0,07   | 1,79 $\pm$ 0,06   |
| Váha (kg)                | 70,52 $\pm$ 14,10 | 67,93 $\pm$ 12,04 | 85,46 $\pm$ 16,23 |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> ) | 25,53 $\pm$ 4,27  | 25,39 $\pm$ 4,28  | 26,33 $\pm$ 4,29  |

#### 4.1.1 Inkluzní kritéria

Pro zařazení do studie museli jednotliví zájemci splnit všechna následující kritéria:

- věk: 60-80 let
- hodnota CCI menší než 3, včetně
- nekuřáctví (alespoň v průběhu posledních 6 měsíců)
- absence závažného kardiorespiračního onemocnění



- absence kognitivního deficitu
- schopnost chodit 6 minut vkuse bez nutnosti asistence / kompenzační pomůcky
- schopnost poskytnout dobrovolný písemný souhlas s účastí na studii.

#### 4.1.2 Randomizace

Randomizace v rámci tohoto projektu proběhla v souladu s metodou SNOSE (*Sequentially Numbered Opaque Sealed Envelopes*). Před započítím experimentu bylo připraveno 96 zapečetěných, neprůhledných obálek s rovnoměrným zastoupením čísel 1–4. Každá ze skupin v tomto experimentu byla reprezentována konkrétním číslem: 24 obálek obsahovalo číslo „1“ pro první experimentální skupinu, 24 obsahovalo číslo „2“ pro druhou experimentální skupinu, 24 číslo „3“ pro třetí experimentální skupinu a 24 obsahovalo číslo „4“ pro kontrolní skupinu. Účastníci byli poté požádáni, aby náhodně vybrali jednu zapečetěnou obálku, která určila jejich příslušnost k dané skupině.

#### 4.1.3 Charakteristika jednotlivých skupin

Participantů byli na základě výše popsané randomizace náhodně přiděleni do jedné ze 4 skupin. Popis jednotlivých skupin a intervence, které se účastnili následuje.

Skupina 1 (skupina „chůze“) podstoupila pravidelnou chůzi dvakrát týdně, přičemž jedna cvičební jednotka trvala 40 minut. Trénink chůze probíhal v kryté tělocvičně s rovným suchým povrchem. Intenzita chůze byla stanovena pomocí Borgovy škály vnímaného úsilí (*Borg's Rate of Perceived Exertion, RPE*). Intenzita se v průběhu experimentu postupně zvyšovala.

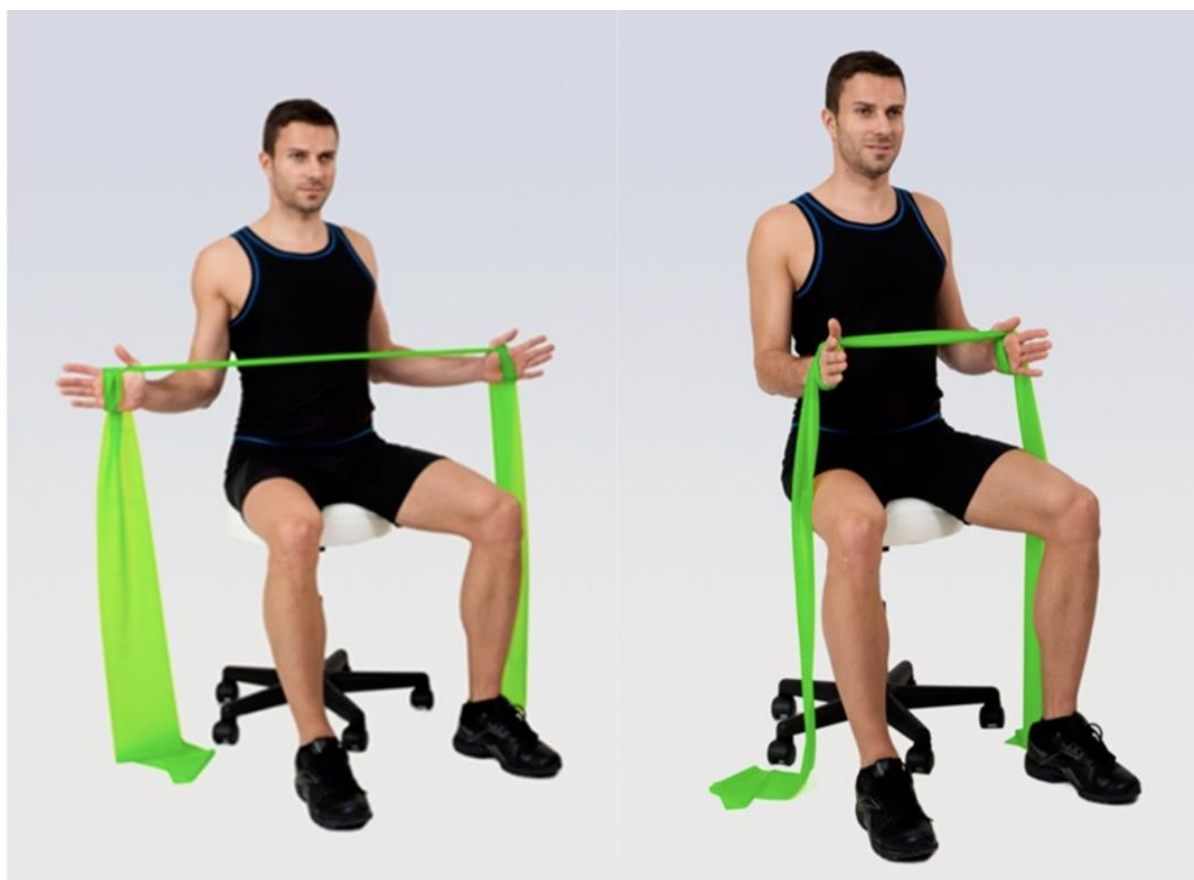
Skupina 2 (skupina „manuální techniky + chůze“) absolvovala 20 minut manuálních technik zaměřených na hrudní a krční oblast a následně 40 minut chůze shodně se skupinou 1. Manuální techniky zahrnovaly masáž měkkých tkání v hrudní a krční oblasti, protahování hrudních a krčních svalů a také mobilizaci kloubů v uvedených oblastech. Tyto techniky účastníci po zainstruování na sobě vykonávali sami, vždy pod odborným dohledem. Účastníci byli také poučeni o bráničním dýchání. Protokol tréninku manuálních technik byl navržen na základě studií zabývajících se těmito technikami a jejich dopadem na držení těla

a celkové zdraví u starších osob (Bennell et al., 2010; Van de Velde et al., 2011). Tréninkový protokol byl pro tuto skupinu následovný:

- Návuk bráničního dýchání vleže na zádech (1 min)
- Mobilizace krční páteře jejím aktivním napřimováním vleže na zádech (15 opakování)
- Mobilizace ramenního pletence krouživými pohyby ramen ve stoje (0,5 min)
- Masáž mezižeberních svalů parasternálně / paravertebrálně ve stoje (2 min)
- Mobilizace horní krční páteře a krčních kloubů aktivním pohybem do protrakce / retrakce hlavy ve stoje (15 opakování)
- Automasáž kývače hlavy (*m. sternocleidomastoideus*) ve stoje (4 min)
- Automasáž trapézových svalů ve stoje (4 min)
- Návuk bráničního dýchání ve stoje (1 min)
- Mobilizace páteře v úklonu a protažení laterálních svalů trupu v kombinaci s bráničním dýcháním (3 min)
- Mobilizace lopatek aktivním pohybem do jejich protrakce / retrakce v kombinaci s bráničním dýcháním (15 opakování)
- Stejně jako v kroku 1 (1 min).

Skupina 3 (skupina „odporové cvičení + chůze“) absolvovala 20 min cvičení s odporovou gumou a následně 40 minut chůze shodně se skupinou 1. Část intervence zahrnující odporové cvičení pozůstávala ze série cviků zaměřených zejména na korekci kyfotického držení těla. Účastníci prováděli celkem 3 cviky (obrázek 1, obrázek 2 a obrázek 3) ve 3 sériích a 10 opakováních v rámci každé série. Mezi jednotlivými sériemi byla dodržena vždy 1 min jako čas pro odpočinek. Počet opakování jednotlivých cviků se postupně zvyšoval. K odporovému cvičení byl použit elastický odporový pás (*Sanctband band Orange-soft a Sanctband Lime Green-medium*, oba typy s délkou 3,5 m). Tyto odporové pásy jsou běžně využívány při tréninkových intervencích a všechny prováděné cviky byly navrženy na základě dostupné literatury (Pavlů, 2016). Tyto 3 cviky byly provedeny v sedě a jejich popis následuje:

*Obrázek 1 - Ilustrační obrázek cviku 1—cvik podporuje zevní rotaci v ramenních kloubech a napřímení trupu: v první fázi cviku se provádí zevní rotace v ramenních kloubech proti odporu gumy (koncentrická kontrakce zevních rotátorů ramene) přičemž je zdůrazněno napřímení trupu; ve druhé fázi se brzdí pohyb do vnitřní rotace, do které je člověk tažen odporovou gumou (excentrická kontrakce zevních rotátorů ramene). Daným cvikem je v rámci principu reciproční inhibice snížena činnost svalů vnitřních rotátorů ramenních kloubů, a to s cílem redukce vnitřně-rotáčního postavení těchto kloubů.*



*Převzato z: Übungen Mit Dem Sanctband (Pavlů, D.; 2016)*

*Obrázek 2 – Ilustrační obrázek cviku 2—cvik podporuje činnost zevních rotátorů kyčelních kloubů a napřímení trupu: v první fázi cviku se provádí koncentrická kontrakce zevních rotátorů kyčelního kloubu proti odporu gumy; ve druhé fázi dochází k excentrické kontrakci zevních rotátorů kyčelního kloubu, cvičení je provázáno aktivním záběrem paží do zevní rotace.*



*Převzato z: Übungen Mit Dem Sanctband (Pavlů, D.; 2016)*

*Obrázek 3 - Ilustrační obrázek cviku 3—cvik podporuje napříměné držení těla a otevření ventrální strany hrudníku: v první fázi cviku jedinec napřímí trup (koncentrická kontrakce svalů, které narovnají trup) proti odporu gumy; ve druhé fázi cviku jedinec pohyb zpomaluje do shrbení, do kterého jej vtáhne odporová guma (excentrická kontrakce svalů, které narovnají trup).*



*Převzato z: Übungen Mit Dem Sanctband (Pavlů, D.; 2016)*

Skupina 4 (kontrolní skupina) byla požádána, aby zachovala svůj pravidelný režim a nijak výrazně jej neměnila.

## 4.2 Měření a sběr dat

Po schválení Etickou komisí UK FTVS (viz přílohy) probíhal celý experiment v areálu Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy na Praze 6. Cílová skupina byla oslovena prostřednictvím pozvánky ke studii (viz přílohy). Vstupní sběr dat se uskutečnil v Kineziologické laboratoři Katedry fyzioterapie. Zájemci, kteří splnili všechny podmínky pro zařazení do studie, byli podrobně informováni o jejím průběhu. V případě souhlasu s účastí podepsali Informovaný souhlas (viz přílohy).

Po celou dobu trvání experimentu byl každý účastník veden pod unikátním kódem, který sloužil k anonymizaci dat a ochraně identity a soukromí daného účastníka. Jediným dokumentem obsahujícím celé jméno účastníka byl Informovaný souhlas, jenž byl po podepsání bezpečně uložen na Katedře fyzioterapie.

### 4.2.1 Průběh experimentu

Tento experiment probíhal v celkovém trvání 4 týdnů. Po úspěšném zařazení účastníka do studie na základě pohovoru a vstupního vyšetření se tento jedinec v průběhu 4 týdnů (vyjma kontrolní skupiny) 2x týdně účastnil cvičebné jednotky organizované v Multifunkční tělocvičně bloku F v areálu UK FTVS na Praze 6. Ihned po ukončení této části experimentu byl vykonán opakovaný sběr dat (Výstupní sběr dat I.) s cílem identifikovat krátkodobý efekt konkrétní intervence. Pro zjištění možného dlouhodobějšího efektu na jedince byl tento výstupní sběr dat vykonán podruhé (Výstupní sběr dat II.), a to s odstupem 1 měsíce od Výstupního sběru dat I. Jsme si vědomi toho, že odstup 1 měsíce od intervence není zcela dostačující pro hodnocení jejího dlouhodobého efektu, nicméně jsme se pro účely této disertační práce rozhodli definovat dlouhodobější efekt jako časový úsek 1 měsíce od ukončení experimentu (*follow-up period*).

### 4.2.2 Vstupní sběr dat

#### *Klinické informace*

Vstupní sběr dat zahrnoval základní informace o účastnících – jméno, příjmení, věk, výšku, hmotnost, civilní stav a nejvyšší dosažené vzdělání. Dále byla vypočtena hodnota CCI a pomocí testu MMSE byl posouzen kognitivní stav jednotlivce. Jak již bylo zmíněno, do studie byli zařazeni pouze ti jedinci, kteří netrpěli závažným kardiorepiračním

onemocněním, byli nekuřáci, schopni samostatné chůze a nevykazovali kognitivní deficit. Kromě toho bylo nutné, aby jejich hodnota CCI nepřesáhla 3. Mimo základní klinické informace byli u jedinců, kteří splnili kritéria pro zařazení do studie odebírány hodnoty řady zdravotních ukazatelů, a to v pořadí, jak jsou v následujícím textu popsány.

### *Spirometrie*

Spirometrické vyšetření bylo prováděno v sedě s využitím spirometru SPIROVIT SP-10. Po krátkém vysvětlení procedury bylo vykonané samotné měření. Pro každý ukazatel (FVC, FEV1) byly provedeny minimálně 3 pokusy s minutovou přestávkou mezi každým předchozím a následujícím pokusem. Každý pokus začínal ostrým a rychlým startem, nesměl v počátku provokovat kašel, zatímco testovaný udržoval plynulý, nepřetržitý výdech. V průběhu testování byl použit nosní klip pro prevenci úniku vzduchu nosem. Pro každý parametr byl zaznamenán nejlepší výsledek ze všech pokusů a tento pokus byl později zahrnut do datové analýzy (Graham et al., 2019). U starších pacientů se pro dosažení relevantních výsledků spirometrického vyšetření vyžaduje dostatečnost kognitivních funkcí. Kognitivní deficit, nepochopení instrukcí nebo neochota aktivně spolupracovat často vedou k submaximálním výsledkům vyšetření (Vaz Fragoso et al., 2005).

### *Rozpínání hrudního koše*

Míra rozpínání hrudního koše byla u účastníků hodnocena pomocí krejčovského metru se zaměřením na horní a dolní část hrudníku. Obvod horní části hrudníku byl měřen v úrovni 5. hrudního obratle, zatímco obvod dolní části v úrovni 10. hrudního obratle. Za ukazatel rozpínavosti byl na uvedených úrovních považován rozdíl mezi obvodem hrudníku při maximálním nádechu a maximálním výdechu. Každé měření bylo provedeno dvakrát v jednom časovém úseku a výsledné hodnoty byly zprůměrovány.

### *6-minutový test chůze*

Test byl proveden jednorázově v rámci jednoho časového úseku. Před jeho zahájením byli účastníci seznámeni s potřebnými informacemi pro jeho správné pochopení a provedení. Rozcvičení či zahřívací fáze pohybem nebyly před testem povoleny. Před samotným zahájením 6MWT účastník odpočíval v sedě na židli umístěné poblíž startovní čáry. V tomto klidovém stavu byly zaznamenány výchozí hodnoty saturace krve kyslíkem, tepové

frekvence a subjektivního vnímání dušnosti a únavy (American Thoracic Society, 2002). Účastníci měli na sobě sportovní oblečení a pevnou obuv s cílem minimalizovat riziko pádu.

Test byl prováděn ve vyznačeném koridoru o délce 30 metrů, který byl označen viditelnými značkami po každých 3 metrech. Startovní i obrátkové body byly jasně označeny (Guyatt et al., 1985). Účastník byl instruován, aby se během 6 minut snažil ujít co nejdelší vzdálenost chůzí, bez běhu, přičemž měl ideálně udržovat konstantní tempo chůze. Během testu bylo dodrženo standardizované schéma verbálního povzbuzení dle protokolu:

- 1. minuta: „Vedete si dobře. Zbývá 5 minut.“
- 2. minuta: „Pokračujte jako doteď. Zbývají 4 minuty.“
- 3. minuta: „Vedete si dobře. Jste v polovině.“
- 4. minuta: „Pokračujte jako doteď. Zbývají pouze 2 minuty.“
- 5. minuta: „Vedete si dobře. Zbývá pouze 1 minuta.“
- 6. minuta: „Prosím, zastavte se, kde právě jste.“ (Holland et al., 2014).

Bezprostředně po ukončení testu byly opětovně zaznamenány hodnoty saturace krve kyslíkem, tepové frekvence a subjektivního vnímání dušnosti a únavy pomocí vhodné škály (RPE). Zaznamenána byla také celková vzdálenost ušlá účastníkem během 6 minut, zaokrouhlená na nejbližší metr (Holland et al., 2014).

#### *Škála VAS pro hodnocení muskuloskeletální bolesti*

Pro hodnocení muskuloskeletální bolesti byla účastníkům předložena vizuální analogová škála, která kvantifikovala subjektivní bolest různých částí těla – hlava / krk / šíje, ramena, hrudník, bederní oblast, pánev / kyčle, kolena, kotníky / chodidla. Škála stoupala numericky směrem zleva doprava, přičemž nižší čísla vlevo označovala žádnou nebo mírnou bolest, pravá polovina škály označovala střední až výraznou bolest.



### *Algometrické vyšetření*

V rámci algometrického vyšetření byl vyšetřován PPT v horních trapézových svalech oboustranně, a to v místech výskytu typických spoušťových bodů (TrPs). Algometrické vyšetření probíhalo s využitím algometru typu II. značky SBMEDIC. Měření PPT na horních trapézových svalech probíhalo v sedě na židli. Samotnému použití algometru předcházelo jednorázové palpační ověření přítomnosti TrPs v daném místě, přičemž se přítomnost TrPs považovala za potvrzenou v případě, že palpce přes TrPs vyvolala lokální / přenesenou bolest a svalový záškub. Palpce byla prováděna uchopením vyšetřovaného místa mezi konečky 2 prstů (*pincer technique*) a následným tlakem těchto prstů proti vyšetřované tkáni (Hurt et al., 2024). Palpce proběhla 3x na každé straně, s dodržением minutové přestávky mezi každým pokusem. Pro zvýšení reliability měření toto vyšetření u daného účastníka vždy prováděl stejný vyšetřující.

Vyšetřované body byly vytipovány na základě dostupných poznatků (Travel et al., 1999). Jednalo se zejména o TrPs ve svalovém břišku trapézových svalů, přibližně uprostřed spojnice krku a ramene, těsně nad horním úhlem lopatky. Přenesená bolest se z příslušného TrPs propaguje zpravidla podél posterolaterálního krku, za ucho, do temporální oblasti hlavy a někdy do úhlu čelisti (Travel et al., 1999). Vyšetření přítomnosti zmíněných TrPs jsme si vybrali pro relativní jednoduchost jejich palpační identifikace. TrPs v horním trapézu jsou jak výsledkem, tak ukazatelem protrakce hlavy a ramen (Yong et al., 2025), odrážejí chronické přetížení / svalovou nerovnováhu v dané oblasti (Page, 2011) a často vedou k dalším dysfunkcím (horní zkřížený syndrom, změna dechové mechaniky apod.) (Koo et al., 2024).

### *Měření akromiální vzdálenosti*

Měření akromiální vzdálenosti probíhalo v leže na zádech, s flektovanými lokty a rukama volně položenými na břiše. Účastníci byli vyzváni, aby se pro účely měření svlékli do půlky pasu, v případě ženských účastnic do spodního prádla. Pro měření vzdálenosti zadní porce akromionu od lehátka bylo použito manuální posuvné měřítko. Každá strana byla měřena celkem 3x a pro každé měření se účastník musel nastavit do měřené polohy zvlášť. Pro zvýšení reliability měření akromiální vzdálenosti u daného účastníka opět prováděl

stejný vyšetřující. Všechny 3 pokusy se následně zprůměrovaly a tento průměr se využil pro účely statistické analýzy.

#### *Test opakovaného vstávání ze židle*

Pomocí testu opakovaného vstávání ze židle (*Five times sit-to-stand test*) byla měřena celková fyzická obratnost účastníků. V průběhu tohoto testu byli participanti s rukami překříženými na hrudi vyzváni k tomu, aby 5x po sobě co možná nejrychleji vstali z 43 centimetrů vysoké židle bez opěrky rukou. Tento test opakovali 5x v průběhu jednoho vyšetření, z toho 2x v rámci jeho nácviku. Účastníkům byl v rámci tohoto testu měřen čas, za který byli schopni splnit výše zmíněný úkol. Tento test se využívá u všech věkových skupin k hodnocení svalové síly dolních končetin, rovnováhy a posouzení rizika pádů jedince (Whitney et al., 2005).

#### *Škála křehkosti*

V rámci škály křehkosti (*FRAIL scale*) účastníci hodnotili přítomnost vybraných jevů spojených se stařeckou křehkostí jako jsou únava, schopnost chůze po schodech, schopnost chůze a přesunů, přítomnost komorbidit nebo ztráta hmotnosti. Odpovědi na jednotlivé otázky, které naznačovali přítomnost křehkosti byli ohodnoceny 1 bodem. V opačném případě se jednalo o 0 bodů. Maximální dosažitelný počet bodů v testu, svědčící pro přítomnost stařecké křehkosti, byl 5 bodů. Minimální počet bodů byl 0 bodů a v tomto případě se u jedince stařecká křehkost s největší pravděpodobností nevyskytovala.

#### *Kvalita života*

Dotazník kvality života se zaměřoval zejména na hodnocení aspektů jako je celková energie, fyzická bolest nebo psychická pohoda jedince. Na každou otázku mohl testovaný odpovědět 5 způsoby od „Vůbec / Žádné“ přes „Běžné / Únosné“ po „Výrazně / Omezující“. Body za jednotlivé odpovědi se následně sčítaly a tím se určilo celkové skóre dotazníku.

#### *Motivace*

V rámci dotazníkového šetření zaměřeného na motivaci k pohybové aktivitě účastníci hodnotili míru souhlasu s jednotlivými tvrzeními, která jim byla nahlas přečtena. Tato tvrzení se vztahovala k různým aspektům motivace – fyzickým, psychologickým a sociálním.

Odpovědi byly škálovány pomocí pětibodové osy: „Výrazně nesouhlasím“, „Spíše nesouhlasím“, „Nemám názor“, „Spíše souhlasím“ a „Výrazně souhlasím“. Každé tvrzení bylo bodově ohodnoceno a součtem bodů v jednotlivých oblastech bylo získáno dílčí skóre, které reflektovalo úroveň motivace v dané dimenzi.

### *Sarkopenie*

Dotazník sloužící k hodnocení sarkopenie se zaměřoval na vybrané funkční schopnosti, konkrétně sílu, schopnost chůze, vstávání ze sedu, chůzi po schodech a výskyt pádů v průběhu posledního roku. Každá odpověď byla ohodnocena bodovou škálou od 0 do 2 bodů. Celkové skóre dotazníku bylo získáno součtem bodů ze všech položek a sloužilo k celkovému zhodnocení rizika přítomnosti sarkopenie.

#### 4.2.3 Výstupní sběr dat I.

Výstupní sběr dat byl realizován co nejdříve po ukončení intervence s cílem zachytit krátkodobý efekt aplikovaných postupů v jednotlivých experimentálních skupinách. Postup sběru dat byl totožný s výchozím (vstupním) měřením, s výjimkou jedné doplňující položky – účastníci byli navíc dotazováni na své subjektivní vnímání případných změn zdravotního stavu.

### *Vnímání pointervenčních zmen a motivace*

V rámci tohoto dotazníku se jednalo jednak o slovní popis vnímané změny, účastníci tuto změnu také hodnotili vizuálně na 10-bodové škále, která měla v extrémech tvrzení „Výrazně jsem se zlepšil.“ a „Výrazně jsem se zhoršil.“.

#### 4.2.4 Výstupní sběr dat II. (*Follow-up assessment*)

Toto měření probíhalo 4 týdny od ukončení experimentu – od Výstupního vyšetření I a bylo s tímto vyšetřením totožné.

### 4.3 Analýza dat

V rámci disertační práce byly analyzovány údaje získané ve 3 časových bodech (vstupní, výstupní a následné kontrolní vyšetření) s cílem identifikovat statisticky významné změny sledovaných proměnných v čase, jakož i rozdíly mezi jednotlivými skupinami či úrovněmi vybraných kovariátů. Před samotnou aplikací statistických testů proběhla úvodní deskriptivní analýza. V každé kombinaci skupiny a časového bodu byly vypočteny základní statistické charakteristiky – aritmetický průměr a směrodatná odchylka – a údaje byly vizualizovány prostřednictvím grafických výstupů. Normalita výsledků byla posuzována jednak vizuálně pomocí histogramů a Q-Q grafů, a následně i formálně pomocí Shapiro-Wilkova testu. V případech, kdy nebyly splněny předpoklady normality, nebo když šlo o ordinální proměnné, byly zvoleny neparametrické testy. Odlehle hodnoty byly identifikovány na základě mezikvartilového rozpětí (IQR) jako extrémní odchylky od typického rozsahu dat. Pokud se takové hodnoty vyskytly, byly z analýzy vyloučeny, aby se předešlo jejich neúměrnému vlivu na výsledky.

K posouzení změn skóre v čase a mezi skupinami byly použity následující analytické přístupy:

1. Opakovaná analýza rozptylu (*Repeated Measures ANOVA*) nebo smíšená analýza rozptylu (*Mixed ANOVA*) byla použita v případech, kdy byly splněny předpoklady normality a homogenity rozptylů. Modely hodnotily hlavní efekty času a skupiny, jakož i jejich interakci. V případě významných výsledků následovala dodatečná párová srovnání mezi časovými body a skupinami.
2. Friedmanův test, jako neparametrická alternativa k *Repeated Measures ANOVA*, byl využit při nesplnění předpokladů normality dat nebo při výskytu ordinálních proměnných. Významné výsledky byly následně rozpracovány pomocí párových Wilcoxonových testů, přičemž se použila Bonferroniho korekce na úpravu hladiny statistické významnosti.
3. Lineární smíšené modely se využily k hodnocení vlivu spojitých a faktorových kovariátů na skóre v čase a mezi skupinami. Tyto modely zohlednily opakovaná měření v rámci stejných osob a poskytly odhady hlavních efektů i jejich interakcí.

4. U spojitých kovariátů byly hodnoceny lineární trendy skóre vzhledem k hodnotám kovariátu zvlášť pro každou skupinu. Srovnávaly se směrnice regresních křivek, tedy změna skóre při jednotkové změně hodnoty kovariátu, a ověřovalo se, zda se tyto trendy mezi skupinami významně liší.
5. Vizualizace dat byla klíčovou součástí analýzy. Spojnicové grafy zobrazovaly vývoj skóre v čase v jednotlivých skupinách, krabicové grafy znázorňovaly rozdíly mezi kategoriemi kovariátů a bodové grafy s regresními přímkami ukazovaly vztahy mezi skóre měřené veličiny a spojitými kovariáty.

Výsledky byly interpretovány s ohledem na hladinu statistické významnosti  $p < 0.05$ . V části Výsledky se podrobně rozebírají jen ty případy, kde se prokázaly statisticky významné interakce. Ostatní analýzy byly použity k doplnění souvislostí a objasnění vývoje proměnných v čase. Všechny statistické analýzy byly realizovány v prostředí R, verze 4.2.3 (*R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria*).

## 5 VÝSLEDKY

V této části práce jsou uvedeny statisticky významné výsledky, které jsou zde také popsány a jejich interpretace se nachází v diskusní části této práce. Vzhledem k velkému množství získaných dat prezentujeme pouze výsledky, které dosáhly hladiny statistické významnosti ( $p < 0.05$ ), a to z důvodu jejich přehlednosti a relevance k hlavním cílům studie. Ostatní výsledky, které nedosáhly statistické významnosti, nejsou v práci detailně rozebírány.

## 5.1 Rozvíjení horního hrudníku

Rozvíjení horního hrudníku (*upper chest-wall expansion*) bylo měřené jako rozdíl obvodu horního hrudníku (na úrovni 5. hrudního obratle) během maximálního nádechu a maximálního výdechu. Hodnoty zkoumané v následující statistické analýze odpovídají tomuto obvodovému rozdílu v centimetrech.

Obrázek 1 – Vrchní tabulka (*Summary Statistics*) reprezentuje hodnoty rozvíjení horního hrudníku u všech skupin (1-4) v různých časových bodech (CE – vstupní měření, CF – výstupní měření, CG – follow-up měření).

Spodní tabulka (*ANOVA Table*) ukazuje výsledky analýzy ANOVA pro opakovaná měření, která zkoumá vliv skupiny, času a jejich interakce (*group x time interaction*) na výsledné hodnoty rozvíjení horního hrudníku.

| group | time | variable | n  | mean  | sd    |
|-------|------|----------|----|-------|-------|
| 1     | CE   | score    | 17 | 4.256 | 1.550 |
| 2     | CE   | score    | 21 | 4.629 | 1.858 |
| 3     | CE   | score    | 21 | 4.681 | 2.172 |
| 4     | CE   | score    | 17 | 5.182 | 1.360 |
| 1     | CF   | score    | 17 | 5.274 | 1.599 |
| 2     | CF   | score    | 21 | 5.069 | 1.718 |
| 3     | CF   | score    | 21 | 5.421 | 2.235 |
| 4     | CF   | score    | 17 | 5.585 | 1.496 |
| 1     | CG   | score    | 17 | 5.635 | 2.011 |
| 2     | CG   | score    | 21 | 4.886 | 1.791 |
| 3     | CG   | score    | 21 | 5.179 | 1.994 |
| 4     | CG   | score    | 17 | 5.062 | 1.421 |

|   | Effect     | DFn  | DFd    | F      | p        | p<.05 | ges   |
|---|------------|------|--------|--------|----------|-------|-------|
| 1 | group      | 3.00 | 72.00  | 0.194  | 9.00e-01 |       | 0.007 |
| 2 | time       | 1.74 | 125.04 | 13.257 | 1.72e-05 | *     | 0.024 |
| 3 | group:time | 5.21 | 125.04 | 2.727  | 2.10e-02 | *     | 0.015 |

V tabulce *Summary Statistics* můžeme pozorovat hodnoty průměrů a směrodatných odchylek veličiny (rozvíjení horního hrudníku) u všech skupin v jednotlivých časových intervalech. Můžeme konstatovat, že u skupiny 1 docházelo v čase k postupnému nárůstu průměru od prvního ( $4.256 \pm 1.55$  SD), přes druhé ( $5.274 \pm 1.599$  SD) až po třetí měření ( $5.635 \pm 2.011$  SD). U skupin 2, 3 a 4 sledujeme nárůst mezi prvním a druhým měřením, následně dochází k poklesu hodnot.

Tabulka *ANOVA Table* ukazuje výsledky analýzy ANOVA pro opakovaná měření s použitím součtů čtverců (*sum of squares*) typu III. V této tabulce pozorujeme statisticky

významný efekt času ( $F = 13.26$ ,  $p < 0.0001$ ) a významnou interakci čas x skupina ( $F = 2.73$ ,  $p = 0.021$ ), zatímco samotný efekt skupiny byl nevýznamný ( $F = 0.194$ ,  $p = 0.9$ ).

Obrázek 2 - Tato tabulka uvádí výsledky analýzy ANOVA s opakovanými měřeními v rámci skupiny, které testují vliv času na hodnoty rozvíjení horního hrudníku u všech skupin (1-4).

```
# A tibble: 4 x 8
  group Effect  DFn  DFd    F      p `p<.05`  ges
  <dbl> <chr>  <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <chr>  <dbl>
1 1      time      2    32 18.1 0.00000547 "***" 0.108
2 2      time      2    40 1.09 0.347      ""   0.011
3 3      time      2    40 3.82 0.03       "***" 0.021
4 4      time      2    32 3.90 0.031      "***" 0.025
```

V rámci skupiny 1 můžeme pozorovat silný a významný vliv času na hodnoty měřené veličiny ( $F = 18.1$ ,  $p < 0.0001$ ). Hodnoty měřené veličiny se v průběhu času významně měnily. Ve skupině 2 nedošlo v čase k žádné významné změně hodnot měřené veličiny. Ve skupinách 3 a 4 byl pozorován statisticky významný, i když mírný, vliv času. To je v souladu s dřívějšími zjištěními o významných interakcích (*group x time interaction*) – vliv času se v jednotlivých skupinách lišil.

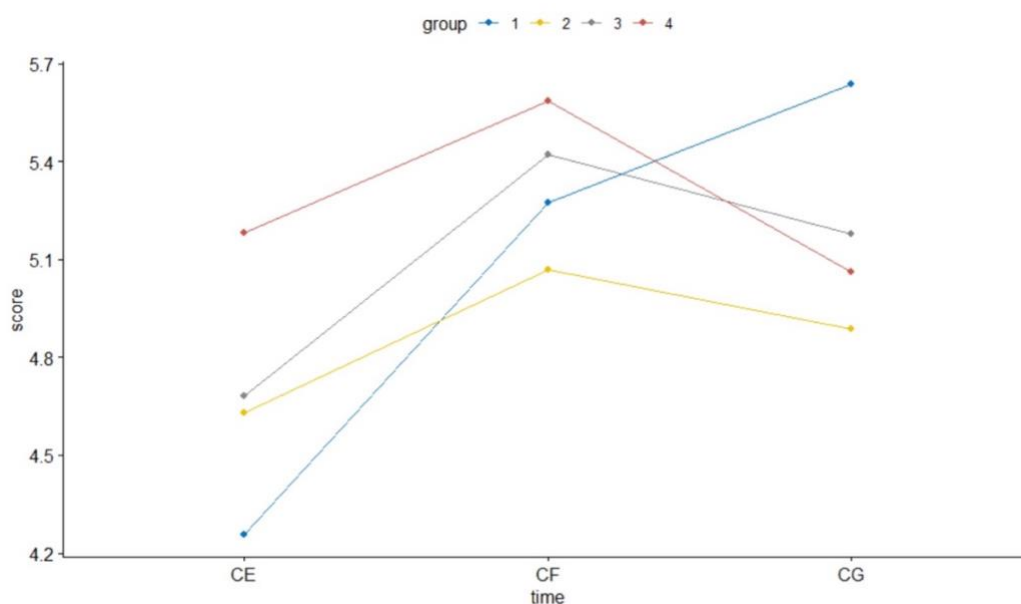


Obrázek 3 - Tato tabulka uvádí výsledky z post-hoc párových srovnání hodnot rozvíjení horního hrudníku mezi jednotlivými časovými body (CE – vstupní měření, CF – výstupní měření, CG – follow-up měření) v rámci každé skupiny (1–4). Cílem je určit, ve kterých časových bodech jsou rozdíly ve skóre v rámci každé skupiny statisticky významné.

| group | .y    | group1 | group2 | n1 | n2 | statistic | df | p        | p.adj    | p.adj.signif |
|-------|-------|--------|--------|----|----|-----------|----|----------|----------|--------------|
| 1     | score | CE     | CF     | 17 | 17 | -5.0      | 16 | 0.000109 | 0.000327 | ***          |
| 1     | score | CE     | CG     | 17 | 17 | -4.9      | 16 | 0.000164 | 0.000492 | ***          |
| 1     | score | CF     | CG     | 17 | 17 | -1.6      | 16 | 0.125    | 0.375    | ns           |
| 2     | score | CE     | CF     | 21 | 21 | -1.7      | 20 | 0.098    | 0.294    | ns           |
| 2     | score | CE     | CG     | 21 | 21 | -0.7      | 20 | 0.486    | 1        | ns           |
| 2     | score | CF     | CG     | 21 | 21 | 0.7       | 20 | 0.511    | 1        | ns           |
| 3     | score | CE     | CF     | 21 | 21 | -3.1      | 20 | 0.006    | 0.018    | *            |
| 3     | score | CE     | CG     | 21 | 21 | -1.6      | 20 | 0.128    | 0.384    | ns           |
| 3     | score | CF     | CG     | 21 | 21 | 0.9       | 20 | 0.361    | 1        | ns           |
| 4     | score | CE     | CF     | 17 | 17 | -1.9      | 16 | 0.078    | 0.233    | ns           |
| 4     | score | CE     | CG     | 17 | 17 | 0.5       | 16 | 0.602    | 1        | ns           |
| 4     | score | CF     | CG     | 17 | 17 | 3.8       | 16 | 0.001    | 0.004    | **           |

Ve skupině 1 pozorujeme významné změny hodnot měřené veličiny, zejména mezi časy CE (vstupní měření) a CF (výstupní měření). Tato změna byla zachována i při následném sledování v časovém bodu CG (*follow-up*), a to vzhledem k časovému bodu CE. Ve skupině 2 nebyla pozorována žádná významná změna měřené veličiny. Skupina 3 vykazuje pouze významnou změnu mezi časovými body CE a CF, což naznačuje opožděnou nebo postupnou změnu. Ve skupině 4 pozorujeme změnu měřené veličiny mezi časovými body CF a CG.

Obrázek 4 - Tento spojnicový graf (line plot) znázorňuje trajektorie průměrných hodnot rozvíjení horního hrudníku pro čtyři skupiny (1–4) měřené ve jednotlivých časových bodech (CE – vstupní měření, CF – výstupní měření, CG – follow-up měření). Osa X znázorňuje jednotlivé časové body (CE, CF, CG). Osa Y znázorňuje hodnoty rozvíjení horního hrudníku. Spojnice pro skupinu 1 je znázorněna modrou barvou, pro skupinu 2 barvou žlutou, skupina 3 barvou šedou a skupina 4 barvou červenou.



Skupina 1 (modrá spojnice) ukazuje strmý nárůst hodnot veličiny z času CE do CF a pokračuje ve zvyšování až do bodu CG. Skupina 2 (žlutá spojnice) naznačuje mírný nárůst hodnot veličiny z času CE do CF, poté pokles v bodě CG. Skupina 3 (šedá spojnice) vykazuje nárůst z bodu CE do bodu CF, poté mírný pokles do bodu CG. Skupina 4 (červená spojnice) vykazuje nárůst z bodu CE do CF, ale jasný pokles v bodě CG.

Obrázek 5 - Tato tabulka uvádí výsledky párových srovnání (pairwise comparisons) mezi jednotlivými skupinami (1–4) ve všech časových bodech (CE – vstupní měření, CF – výstupní měření, CG – follow-up měření).

```
# A tibble: 18 x 10
```

|    | time  | .y.   | group1 | group2 | n1    | n2    | p     | p.signif | p.adj | p.adj.signif |
|----|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|----------|-------|--------------|
| *  | <fct> | <chr> | <chr>  | <chr>  | <int> | <int> | <dbl> | <chr>    | <dbl> | <chr>        |
| 1  | CE    | score | 1      | 2      | 17    | 21    | 0.526 | ns       | 1     | ns           |
| 2  | CE    | score | 1      | 3      | 17    | 21    | 0.47  | ns       | 1     | ns           |
| 3  | CE    | score | 2      | 3      | 21    | 21    | 0.925 | ns       | 1     | ns           |
| 4  | CE    | score | 1      | 4      | 17    | 17    | 0.136 | ns       | 0.818 | ns           |
| 5  | CE    | score | 2      | 4      | 21    | 17    | 0.347 | ns       | 1     | ns           |
| 6  | CE    | score | 3      | 4      | 21    | 17    | 0.394 | ns       | 1     | ns           |
| 7  | CF    | score | 1      | 2      | 17    | 21    | 0.73  | ns       | 1     | ns           |
| 8  | CF    | score | 1      | 3      | 17    | 21    | 0.803 | ns       | 1     | ns           |
| 9  | CF    | score | 2      | 3      | 21    | 21    | 0.53  | ns       | 1     | ns           |
| 10 | CF    | score | 1      | 4      | 17    | 17    | 0.617 | ns       | 1     | ns           |
| 11 | CF    | score | 2      | 4      | 21    | 17    | 0.385 | ns       | 1     | ns           |
| 12 | CF    | score | 3      | 4      | 21    | 17    | 0.782 | ns       | 1     | ns           |
| 13 | CG    | score | 1      | 2      | 17    | 21    | 0.213 | ns       | 1     | ns           |
| 14 | CG    | score | 1      | 3      | 17    | 21    | 0.446 | ns       | 1     | ns           |
| 15 | CG    | score | 2      | 3      | 21    | 21    | 0.605 | ns       | 1     | ns           |
| 16 | CG    | score | 1      | 4      | 17    | 17    | 0.363 | ns       | 1     | ns           |
| 17 | CG    | score | 2      | 4      | 21    | 17    | 0.769 | ns       | 1     | ns           |
| 18 | CG    | score | 3      | 4      | 21    | 17    | 0.845 | ns       | 1     | ns           |

Navzdory viditelným rozdílům v trendech v rámci skupiny v čase tato tabulka ukazuje, že mezi skupinami nejsou v žádném jednotlivém časovém bodě (CE, CF nebo CG) žádné významné rozdíly. To je v souladu s nevýznamným efektem skupiny z dřívější analýzy ANOVA ( $F = 0.194$ ,  $p = 0.9$ ).

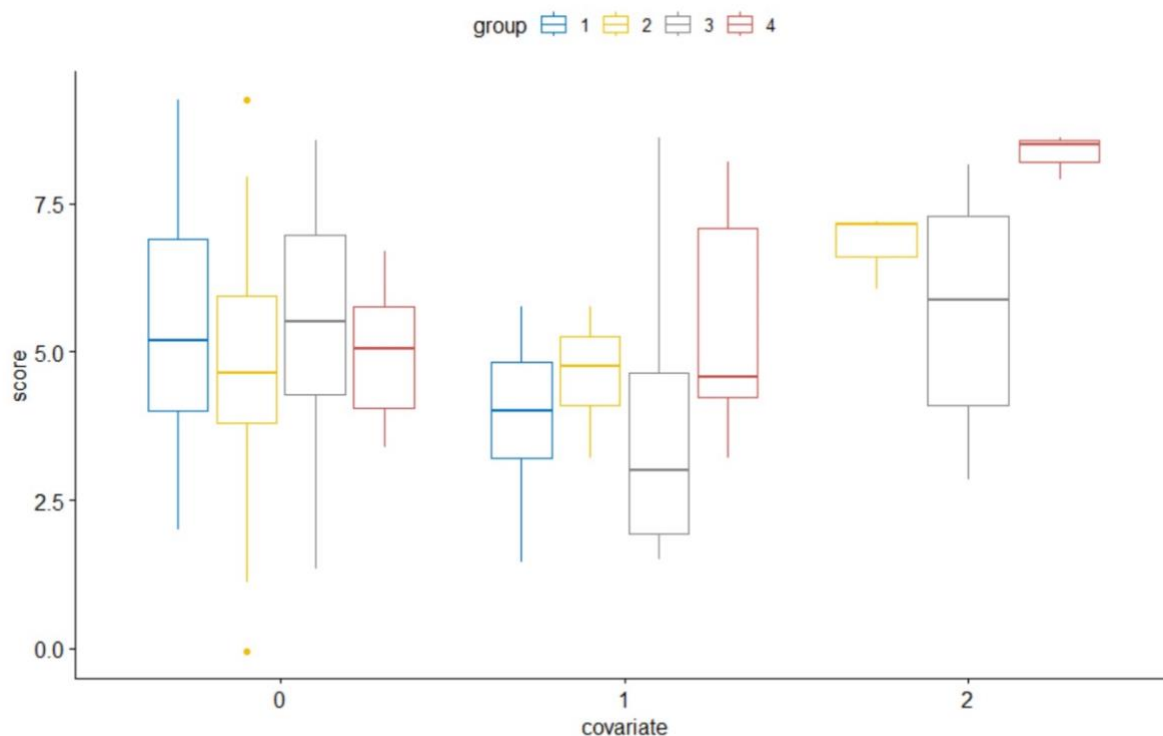
### 5.1.1 Rozvíjení horního hrudníku vzhledem k Charlsonovu indexu komorbidit

Obrázek 6 – Tabulka zobrazuje výsledky analýzy ANOVA, která vyhodnocuje vliv kovariantní proměnné CCI, její interakci se skupinou, časem a jejich kombinacemi.

| Effect               | DFn | DFd | F     | p        | p<.05 | ges      |
|----------------------|-----|-----|-------|----------|-------|----------|
| time                 | 2   | 192 | 2.804 | 0.063000 |       | 0.028000 |
| group                | 3   | 192 | 0.739 | 0.530000 |       | 0.011000 |
| covariate            | 2   | 192 | 7.266 | 0.000908 | *     | 0.070000 |
| time:group           | 6   | 192 | 0.510 | 0.801000 |       | 0.016000 |
| time:covariate       | 4   | 192 | 0.020 | 0.999000 |       | 0.000422 |
| group:covariate      | 5   | 192 | 2.974 | 0.013000 | *     | 0.072000 |
| time:group:covariate | 10  | 192 | 0.203 | 0.996000 |       | 0.010000 |

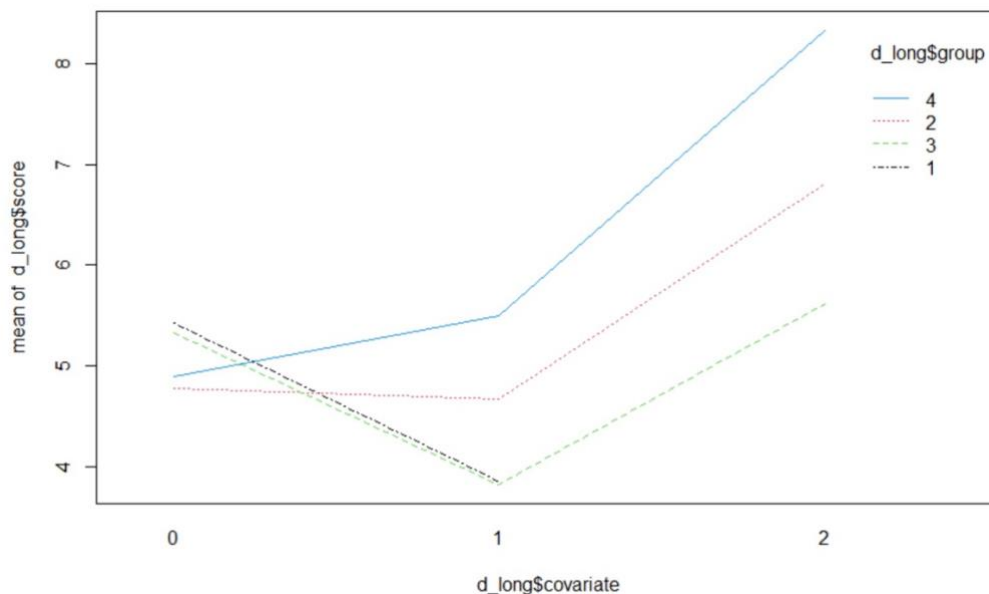
Výsledky naznačují, že kovariantní proměnná (CCI) významně ovlivňuje skóre ( $F = 7.27$ ,  $p < 0.001$ ), zatímco interakce skupina x kovariát naznačuje, že se vliv kovariantní proměnné napříč skupinami liší.

Obrázek 7 - Tento boxplot zobrazuje rozložení hodnot rozvíjení horního hrudníku napříč třemi úrovněmi Charlsonova indexu komorbidit (hodnoty indexu = 0, 1, 2) pro každou ze čtyř skupin (1–4). Každý barevný box představuje jednu skupinu (1–4) pro specifické skóre CCI (0–2).



Tento boxplot podporuje zjištění, že Charlsonův index komorbidit (CCI) významně ovlivňuje hodnoty rozvíjení horního hrudníku a že se tento vliv liší mezi skupinami. Osa X reprezentuje jednotlivé hodnoty CCI, zatímco osa Y hodnoty měřené veličiny. Pro hodnoty CCI = 0, vykazují všechny skupiny široké mezikvartilové rozpětí (*Interquartile range, IQR*) a pár odlehlých hodnot. Mediány se vzájemně liší, ale překrývání zůstává vysoké. Pro CCI = 1 se rozložení jeví těsnější (zmenšení IQR) s obecně nižším skóre. Pro CCI = 2 skupina 1 chybí (v této skupině neměl žádný účastník hodnoty CCI = 2), skupina 2 vykazuje vyšší hodnoty, skupina 3 širokou variabilitu a skupina 4 má nejvyšší medián a nejmenší rozptyl – což naznačuje shluk vysokých skóre měřené veličiny.

Obrázek 8 - Tento spojnicový graf zobrazuje průměrné hodnoty rozvíjení horního hrudníku napříč třemi úrovněmi Charlsonova indexu komorbidit (pro jednotlivé skóre CCI = 0, 1, 2) pro každou ze čtyř skupin (1-4). Každá spojnice představuje jednu skupinu, což umožňuje porovnání, jak se vliv komorbidity na skóre liší mezi skupinami.



Z grafu je patrné, že skupiny 2 a 3 vykazují nejnižší průměrné skóre měřené veličiny při střední úrovni komorbidit (CCI = 1), zatímco skupina 4 vykazuje výrazný nárůst skóre této veličiny s rostoucí komorbiditou. Skupina 1 zůstává relativně stabilní. Tento průběh podporuje výsledky interakce mezi skupinou a komorbiditou, naznačující, že vliv komorbidity na rozvíjení hrudníku se mezi skupinami liší.

Obrázek 9 - Tato tabulka uvádí výsledky párových srovnání post-hoc mezi různými úrovněmi Charlsonova indexu komorbidit (skóre CCI = 0, 1, 2) v rámci každé skupiny (1–4) se zaměřením na skóre výsledné proměnné.

```
# A tibble: 10 x 10
```

|    | group | .y.     | group1 | group2 | n1    | n2    | p         | p.signif | p.adj     | p.adj.signif |
|----|-------|---------|--------|--------|-------|-------|-----------|----------|-----------|--------------|
| *  | <fct> | <chr>   | <chr>  | <chr>  | <int> | <int> | <dbl>     | <chr>    | <dbl>     | <chr>        |
| 1  | 1     | score 0 | 1      | 1      | 39    | 12    | 0.00681   | **       | 0.00681   | **           |
| 2  | 2     | score 0 | 1      | 1      | 51    | 9     | 0.856     | ns       | 1         | ns           |
| 3  | 2     | score 0 | 2      | 2      | 51    | 3     | 0.056     | ns       | 0.168     | ns           |
| 4  | 2     | score 1 | 2      | 2      | 9     | 3     | 0.0714    | ns       | 0.214     | ns           |
| 5  | 3     | score 0 | 1      | 1      | 39    | 12    | 0.0303    | *        | 0.091     | ns           |
| 6  | 3     | score 0 | 2      | 2      | 39    | 12    | 0.67      | ns       | 1         | ns           |
| 7  | 3     | score 1 | 2      | 2      | 12    | 12    | 0.0365    | *        | 0.109     | ns           |
| 8  | 4     | score 0 | 1      | 1      | 33    | 12    | 0.145     | ns       | 0.434     | ns           |
| 9  | 4     | score 0 | 2      | 2      | 33    | 3     | 0.0000197 | ****     | 0.0000591 | ****         |
| 10 | 4     | score 1 | 2      | 2      | 12    | 3     | 0.000619  | ***      | 0.00186   | **           |

Tato tabulka ukazuje, že kovariát měl statistický významný vliv na hodnoty měřené veličiny ve skupinách 1 a 4. Ve skupinách 2 a 3 nebyly pozorovány žádné statisticky významné rozdíly. Tyto výsledky potvrzují, že účinky kovariátu se lišily mezi skupinami.

### 5.1.2 Rozvíjení horního hrudníku vzhledem k BMI

Obrázek 10 – Tato tabulka shrnuje hodnoty BMI napříč jednotlivými skupinami (1–4) a časovými body (CE – vstupní měření, CF – výstupní měření, CG – follow-up měření).

## BMI

```
# A tibble: 12 x 6
```

|    | group | time  | variable  | n     | mean  | sd    |
|----|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|
|    | <fct> | <fct> | <fct>     | <dbl> | <dbl> | <dbl> |
| 1  | 1     | CE    | covariate | 17    | 24.9  | 4.81  |
| 2  | 2     | CE    | covariate | 21    | 25.4  | 3.07  |
| 3  | 3     | CE    | covariate | 21    | 26.0  | 4.74  |
| 4  | 4     | CE    | covariate | 16    | 25.1  | 4.41  |
| 5  | 1     | CF    | covariate | 17    | 24.9  | 4.81  |
| 6  | 2     | CF    | covariate | 21    | 25.4  | 3.07  |
| 7  | 3     | CF    | covariate | 21    | 26.0  | 4.74  |
| 8  | 4     | CF    | covariate | 16    | 25.1  | 4.41  |
| 9  | 1     | CG    | covariate | 17    | 24.9  | 4.81  |
| 10 | 2     | CG    | covariate | 21    | 25.4  | 3.07  |
| 11 | 3     | CG    | covariate | 21    | 26.0  | 4.74  |
| 12 | 4     | CG    | covariate | 16    | 25.1  | 4.41  |

Tato tabulka shrnuje hodnoty BMI (průměr, směrodatná odchylka SD) v jednotlivých skupinách (1-4) a časových bodech (CE, CF, CG). Jelikož jsme hodnoty BMI získávali pouze při vstupním vyšetření, jednotlivé hodnoty BMI se z tohoto důvodu v tabulce opakují.

*Obrázek 11 - Tento model zahrnuje BMI jako spojitou kovariantní proměnnou a zkoumá její vliv na hodnoty rozvíjení horního hrudníku v čase v jednotlivých skupinách.*

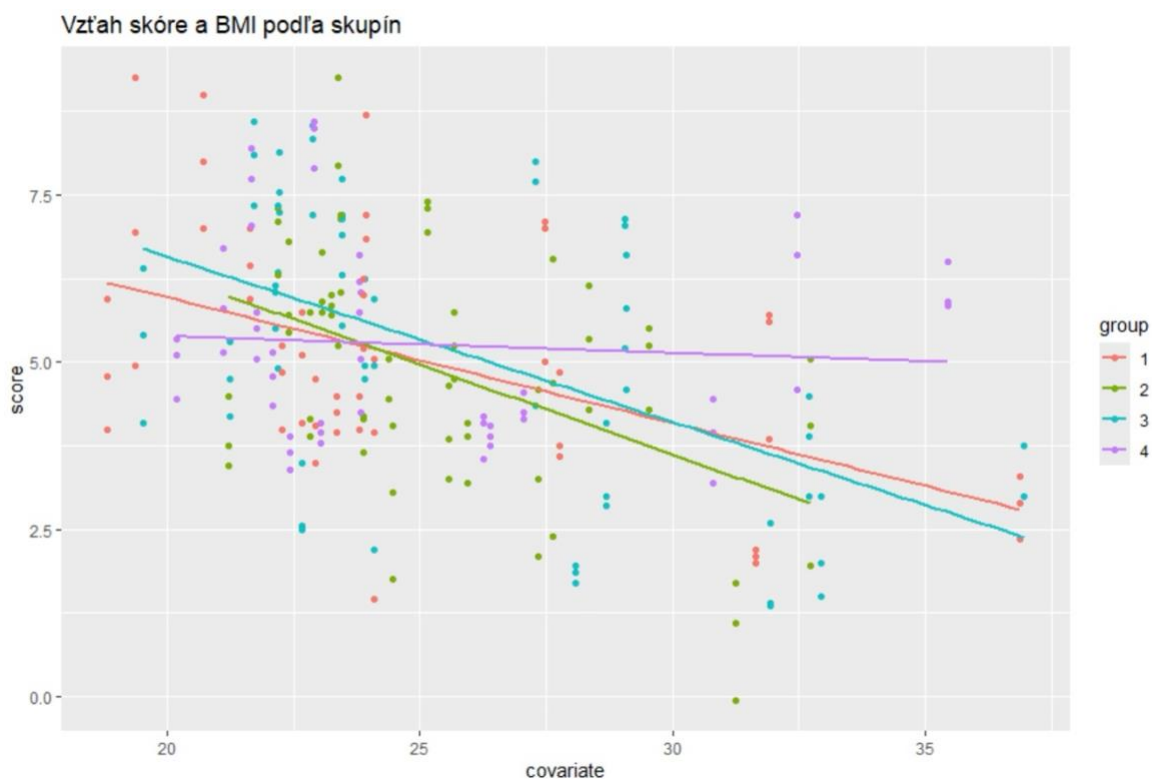
|                      | numDF | denDF | F-value  | p-value |
|----------------------|-------|-------|----------|---------|
| (Intercept)          | 1     | 134   | 857.5435 | <.0001  |
| group                | 3     | 67    | 0.2251   | 0.8786  |
| time                 | 2     | 134   | 13.4827  | <.0001  |
| covariate            | 1     | 67    | 19.6168  | <.0001  |
| group:time           | 6     | 134   | 2.4330   | 0.0290  |
| group:covariate      | 3     | 67    | 1.5770   | 0.2031  |
| time:covariate       | 2     | 134   | 0.3026   | 0.7394  |
| group:time:covariate | 6     | 134   | 1.1951   | 0.3127  |

Tento model nám ukazuje vliv času jako významný ( $F = 13.48$ ,  $p < 0.0001$ ), tudíž lze konstatovat, že celkové skóre se v průběhu času měnilo. Vliv kovariátu (BMI) je vysoce významný ( $F = 19.62$ ,  $p < 0.0001$ ), BMI tudíž silně souvisí s hodnotami měřené veličiny. Vyšší nebo nižší BMI pravděpodobně ovlivňuje skóre bez ohledu na skupinu. Interakce skupiny a času je také významná. Vliv času se liší v závislosti na skupině, což podporuje dřívější zjištění. Efekt skupiny a interakcí skupina x BMI, čas x BMI a skupina x čas x BMI nejsou statisticky významné.

Na základě dostupných dat lze předpokládat, že BMI významně predikuje výsledek. Neinteraguje však se skupinou ani časem – jeho vliv je konzistentní ve všech podmínkách. Rozdíly mezi skupinami zůstávají nevýznamné, ale čas a interakce skupina x čas zůstávají důležité.



Obrázek 12 - Tento korelační diagram (scatter plot) znázorňuje souvislost mezi BMI (osa X) a rozvíjením horního hrudníku (osa Y) napříč jednotlivými skupinami (1-4) s regresní přímkou pro každou z nich.



Korelační diagram ilustruje negativní souvislost mezi BMI a rozvíjením horního hrudníku ve skupinách 1–3, zatímco skupina 4 vykazuje malý až žádný negativní trend. To naznačuje, že vyšší BMI je obecně spojeno se sníženým rozpínáním horního hrudníku, alespoň u skupin 1, 2 a 3.

Obrázek 13 - Tato tabulka uzavírá analýzu kovariantní proměnné BMI shrnutím skupinově specifických regresních sklonů (vliv BMI na skóre) a testováním párových rozdílů v těchto sklonech.

```
> summary(trends)
group covariate.trend      SE df lower.CL upper.CL
1      -0.188 0.0777 67    -0.343  -0.0329
2      -0.270 0.1090 67    -0.487  -0.0522
3      -0.247 0.0706 67    -0.388  -0.1065
4      -0.025 0.0875 67    -0.200   0.1497

Results are averaged over the levels of: time
Degrees-of-freedom method: containment
Confidence level used: 0.95
> pairs(trends)
contrast      estimate      SE df t.ratio p.value
group1 - group2  0.0818 0.134 67   0.611  0.9282
group1 - group3  0.0595 0.105 67   0.567  0.9415
group1 - group4 -0.1630 0.117 67  -1.393  0.5083
group2 - group3 -0.0222 0.130 67  -0.171  0.9982
group2 - group4 -0.2447 0.140 67  -1.751  0.3059
group3 - group4 -0.2225 0.112 67  -1.979  0.2063

Results are averaged over the levels of: time
Degrees-of-freedom method: containment
P value adjustment: tukey method for comparing a family of 4 estimates
```

Předchozí diagram ukázal, že vyšší BMI mělo nepříznivý vliv na expanzi hrudníku ve skupinách 1–3, ale ne ve skupině 4. Rozdíly ve sklonech regresních křivek mezi skupinami však nejsou statisticky významné, což naznačuje, že ačkoli tento trend existuje, nemůžeme jednoznačně tvrdit, že by skupiny byly ovlivněny statisticky odlišně.

## 5.2 Vzdálenost ušlá během 6-minutového testu chůze

Obrázek 14 - Tabulka reprezentuje hodnoty 6MWD (6-minute walk distance) u všech skupin (1-4) v různých časových bodech (DF – vstupní měření, DP – výstupní měření, DZ – follow-up měření).

```
# A tibble: 12 x 6
  group time variable     n mean  sd
  <fct> <fct> <fct>   <dbl> <dbl> <dbl>
1 1 DF score    17  570.  56.2
2 2 DF score    21  567.  49.6
3 3 DF score    22  537.  62.9
4 4 DF score    17  569.  67.2
5 1 DP score    17  572.  44.7
6 2 DP score    21  585.  65.1
7 3 DP score    22  568.  64.2
8 4 DP score    17  565.  78.9
9 1 DZ score    17  583.  50.7
10 2 DZ score    21  601.  77.3
11 3 DZ score    22  568.  66.2
12 4 DZ score    17  571.  74.3
```

Hodnoty 6MWD u skupiny 1 v průběhu času mírně vzrostly. Skupina 2 vykazuje konzistentní nárůst skóre ve sledu časových bodů DF → DP → DZ. Skupina 3 se zlepšila mezi časovými body DF a DP, poté došlo ke stabilizaci hodnot. Skupina 4 zůstává relativně stabilní, i když s mírnými výkyvy hodnot měřené veličiny.

Obrázek 15 - Tato tabulka reprezentuje výsledky analýzy ANOVA s opakovanými měřeními, která testuje vliv skupiny, času a jejich interakce na závislou proměnnou (6MWD).

ANOVA Table (type III tests)

|   | Effect     | DFn  | DFd    | F      | p        | p<.05 | ges   |
|---|------------|------|--------|--------|----------|-------|-------|
| 1 | group      | 3.00 | 71.00  | 0.907  | 4.42e-01 |       | 0.033 |
| 2 | time       | 1.68 | 119.23 | 11.857 | 6.24e-05 | *     | 0.017 |
| 3 | group:time | 5.04 | 119.23 | 2.981  | 1.40e-02 | *     | 0.013 |

Výsledky analýzy ANOVA naznačují absenci významného vlivu skupiny ( $p = 0.442$ ) na výstupní proměnnou (6MWD), co naznačuje, že se průměrné skóre 6MWD mezi skupinami v čase nelišilo. Nicméně byl zjištěn významný vliv času ( $F = 11.86$ ,  $p < 0.001$ ), což naznačuje, že se výsledek v čase měnil bez ohledu na příslušnost ke skupině. Důležité také je, že byla zjištěna významná interakce mezi skupinou a časem ( $F = 2.98$ ,  $p = 0.014$ ), což znamená, že se průběh změn v čase mezi skupinami lišil.

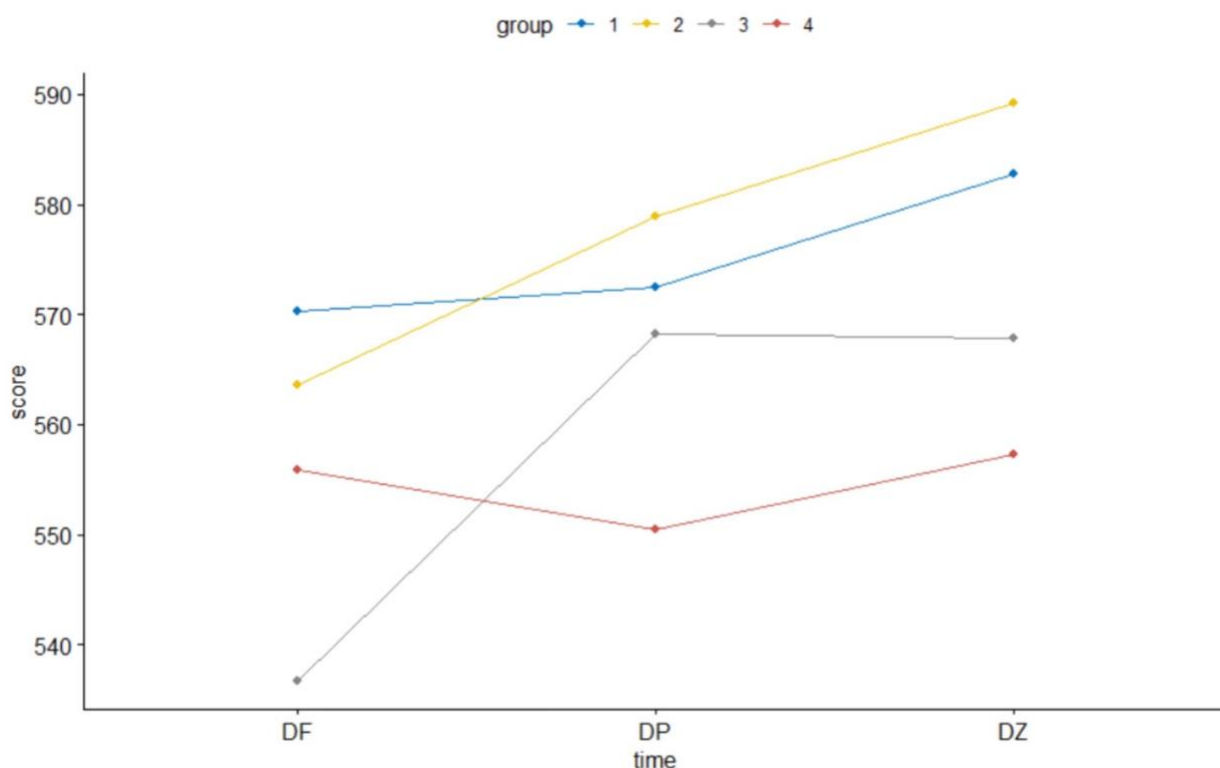
Obrázek 16 – Tato tabulka uvádí párová srovnání časových bodů (DF – vstupní měření, DP – výstupní měření, DZ – follow-up měření) v rámci každé skupiny (1–4).

# A tibble: 12 x 11

|    | group | .y.   | group1 | group2 | n1    | n2    | statistic | df    | p        | p.adj    | p.adj.signif |
|----|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-----------|-------|----------|----------|--------------|
| *  | <fct> | <chr> | <chr>  | <chr>  | <int> | <int> | <dbl>     | <dbl> | <dbl>    | <dbl>    | <chr>        |
| 1  | 1     | score | DF     | DP     | 17    | 17    | -0.272    | 16    | 0.789    | 1        | ns           |
| 2  | 1     | score | DF     | DZ     | 17    | 17    | -1.75     | 16    | 0.099    | 0.296    | ns           |
| 3  | 1     | score | DP     | DZ     | 17    | 17    | -1.77     | 16    | 0.096    | 0.289    | ns           |
| 4  | 2     | score | DF     | DP     | 20    | 20    | -1.72     | 19    | 0.101    | 0.303    | ns           |
| 5  | 2     | score | DF     | DZ     | 20    | 20    | -2.88     | 19    | 0.01     | 0.029    | *            |
| 6  | 2     | score | DP     | DZ     | 20    | 20    | -1.50     | 19    | 0.151    | 0.453    | ns           |
| 7  | 3     | score | DF     | DP     | 22    | 22    | -3.61     | 21    | 0.002    | 0.005    | ***          |
| 8  | 3     | score | DF     | DZ     | 22    | 22    | -4.61     | 21    | 0.000149 | 0.000447 | ***          |
| 9  | 3     | score | DP     | DZ     | 22    | 22    | 0.0778    | 21    | 0.939    | 1        | ns           |
| 10 | 4     | score | DF     | DP     | 16    | 16    | 0.743     | 15    | 0.469    | 1        | ns           |
| 11 | 4     | score | DF     | DZ     | 16    | 16    | -0.220    | 15    | 0.829    | 1        | ns           |
| 12 | 4     | score | DP     | DZ     | 16    | 16    | -1.59     | 15    | 0.133    | 0.399    | ns           |

Skupina 1 nevykazovala žádné významné rozdíly mezi jednotlivými časovými body. U skupiny 2 byl mezi časovými body DF a DZ zjištěn významný rozdíl ( $p = 0.029$ ), což naznačuje významnou změnu skóre 6MWD v čase mezi těmito body. Skupina 3 vykazovala signifikantní rozdíly jak mezi časovými body DF - DP ( $p = 0.005$ ), tak mezi body DF - DZ ( $p < 0.001$ ), což ukazuje na významné změny skóre v čase v rámci této skupiny. Skupina 4 mezi jednotlivými časovými body nevykazovala žádné významné rozdíly.

Obrázek 17 - Tento spojniový graf znázorňuje vývoj hodnot 6MWD v čase (DF – vstupní měření, DP – výstupní měření, DZ – follow-up měření) napříč skupinami (1-4). Každá barevná čára představuje jednu skupinu a znázorňuje, jak se průměrné skóre v těchto skupinách měnilo v čase.



Skupina 1 (modrá spojnice) a skupina 2 (žlutá spojnice) vykazují jasný vzestupný trend, skóre se v čase zvyšuje. Skóre ve skupině 3 (šedá spojnice) prudce roste mezi časovými body DF a DP, poté dochází k ustálení hodnot. Skupina 4 (červená spojnice) začíná níže než 2 intervenční skupiny (1, 2) a po počátečním poklesu vykazuje pouze mírný nárůst mezi časovými body DP a DZ.

Výsledky předchozí analýzy ANOVA prokázaly významnou interakci mezi časem a skupinou ( $p = 0.014$ ), což znamená, že se průběh změny skóre 6MWD v čase mezi skupinami liší. Post hoc testy potvrdily, že v rámci specifických skupin došlo k významným změnám, zejména tam, kde se sklony jeví jako strmé (skupiny 2 a 3).

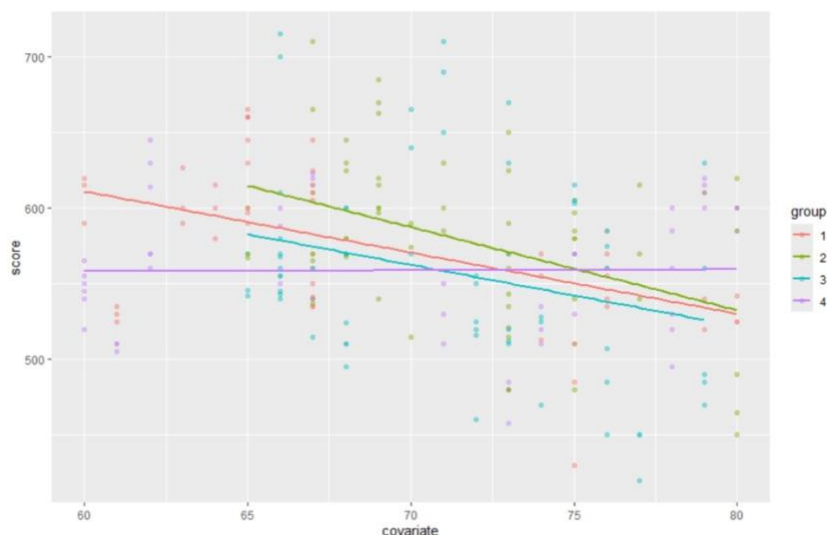
### 5.2.1 Vzdálenost ušlá během 6-minutového testu chůze vzhledem k věku

Obrázek 18 - Tento model zkoumá, jak příslušnost ke skupině, čas a věk (jako spojitá kovariantní proměnná) ovlivňují výslednou proměnnou (6MWD).

|                      | numDF | denDF | F-value  | p-value |
|----------------------|-------|-------|----------|---------|
| (Intercept)          | 1     | 132   | 9395.188 | <.0001  |
| group                | 3     | 66    | 0.821    | 0.4870  |
| time                 | 2     | 132   | 15.404   | <.0001  |
| covariate            | 1     | 66    | 6.882    | 0.0108  |
| group:time           | 6     | 132   | 2.516    | 0.0245  |
| group:covariate      | 3     | 66    | 1.405    | 0.2490  |
| time:covariate       | 2     | 132   | 0.034    | 0.9661  |
| group:time:covariate | 6     | 132   | 0.854    | 0.5311  |

Smíšený lineární model pro kovariát věk nám ukázal, že se skóre 6MWD významně měnilo v čase ( $p < 0.001$ ). Výsledky také naznačují, že věk významně ovlivňuje 6MWD ( $p = 0.01$ ). Dále se potvrdila významná interakce skupina  $\times$  čas ( $p = 0.02$ ), což naznačuje, že se vývoj skóre 6MWD v čase mezi skupinami lišil. Jednotlivé interakce zahrnující věk ale nebyly významné, tudíž lze konstatovat, že vliv věku na 6MWD byl konzistentní napříč skupinami a jednotlivými časovými body.

Obrázek 19 - Tento korelační diagram znázorňuje vztah mezi věkem (osa X) a hodnotami 6MWD (osa Y) napříč všemi skupinami (1–4), přičemž každá je reprezentována samostatnou regresní přímkou.



Obecně lze pozorovat mírně negativní trend: s rostoucím věkem má skóre u většiny skupin tendenci klesat. Skupiny 1, 2 a 3 vykazují mírný pokles skóre s rostoucím věkem, přičemž skupina 2 (zelená přímka) vykazuje nejstrmější pokles. Skupina 4 (fialová přímka) vykazuje téměř horizontální průběh, což naznačuje, že v této skupině neexistuje jasný vztah mezi věkem a hodnotami 6MWD.

Tento graf vizuálně potvrzuje výsledek předchozí analýzy ANOVA a to, že věk má významný vliv na skóre sledované veličiny ( $p = 0.011$ ). Věk však významně neinteraguje se skupinou ani časem – to znamená, že je míra změny skóre podle věku napříč skupinami podobná.



Obrázek 20 - Tato tabulka ukazuje regresní sklony (trendy) v jednotlivých skupinách (1-4) pro vztah mezi věkem a hodnotami 6MWD.

| group | covariate.trend | SE   | df | lower.CL | upper.CL |
|-------|-----------------|------|----|----------|----------|
| 1     | -4.0496         | 1.97 | 66 | -7.99    | -0.1069  |
| 2     | -5.4907         | 2.70 | 66 | -10.89   | -0.0921  |
| 3     | -4.0491         | 2.43 | 66 | -8.91    | 0.8095   |
| 4     | 0.0613          | 1.79 | 66 | -3.51    | 3.6303   |

Results are averaged over the levels of: time  
 Degrees-of-freedom method: containment  
 Confidence level used: 0.95

Skupiny 1 a 2 vykazují negativní sklony, které naznačují že se s rostoucím věkem hodnoty 6MWD v těchto skupinách snižují. Důležité je, že pro skupiny 1 a 2 intervaly spolehlivosti neobsahují nulu, což znamená, že se tyto negativní účinky jeví jako statisticky významné. U skupiny 3 můžeme pozorovat podobný negativní trend, nicméně tento efekt nebyl statisticky významný. Skupina 4 vykazuje mírně pozitivní sklon regresní křivky, zatímco se její interval spolehlivosti pohybuje od -3,51 do +3,63, včetně nuly, což naznačuje, že v této skupině neexistuje žádný významný vztah mezi věkem a skóre.



### 5.3 Bolest hlavy a krční páteře

Obrázek 21 – Protože je zkoumaná proměnná ordinální a měřena opakovaně v čase, k posouzení změn bolesti hlavy a krční páteře v čase byl použit Friedmanův test. Tato tabulka shrnuje hodnoty bolesti hlavy a krční páteře napříč jednotlivými skupinami (1–4) a časovými body (G – vstupní měření, R – výstupní měření, AC – follow-up měření).

```
## Table: Summary Statistics
##
## |group|time|variable|n|mean|sd|
## |:-----|:-----|:-----|---:|-----:|-----:|
## |1|AC1|score|17|0.765|1.751|
## |2|AC1|score|21|1.190|2.639|
## |3|AC1|score|22|0.091|0.426|
## |4|AC1|score|17|0.647|1.455|
## |1|G1|score|17|1.000|2.000|
## |2|G1|score|21|1.714|2.148|
## |3|G1|score|22|1.455|1.738|
## |4|G1|score|17|1.765|2.107|
## |1|R1|score|17|1.471|2.375|
## |2|R1|score|21|1.000|1.732|
## |3|R1|score|22|0.318|1.129|
## |4|R1|score|17|1.000|2.475|
```

Skupina 1 vykazuje mírný nárůst hodnot z časového bodu G do R, poté pokles u AC. Skupiny 2 a 4 vykazují postupný pokles hodnot v čase. Skupina 3 vykazuje výrazný pokles skóre skrze jednotlivé časové body.

Obrázek 22 - Tento výsledek ukazuje výstup Friedmanova testu.

```

      .y.      n statistic      df      p method
* <chr> <int>    <dbl> <dbl>    <dbl> <chr>
1 score     62     33.7      2 0.0000000493 Friedman test

```

Mezi třemi časovými body (G – vstupní měření, R – výstupní měření, AC – follow-up měření) je statisticky významný rozdíl ve skóre, jak ukazuje extrémně nízká hodnota p ( $p < 0,000001$ ). To znamená, že alespoň jeden z časových bodů se významně liší v mediánu skóre ve srovnání s ostatními.

Obrázek 23 - Tento výstup zobrazuje výsledky Friedmanova testu pro každou skupinu zvlášť (1-4) a hodnotí, zda se skóre významně změnilo v jednotlivých časových bodech (G, R, AC).

```

      group .y.      n statistic      df      p method
* <fct> <chr> <int>    <dbl> <dbl>    <dbl> <chr>
1 1      score     13      4      2 0.135  Friedman test
2 2      score     15     10.3    2 0.00570 Friedman test
3 3      score     20     18      2 0.000123 Friedman test
4 4      score     14     12      2 0.00248 Friedman test

```

Skupina 1 neprokázala významný vliv času ( $p = 0.135$ ), což naznačuje stabilitu skóre v čase. Skupiny 2, 3 a 4 vykazovaly statisticky významné změny skóre v čase ( $p < 0.01$ ). Tato zjištění podporují myšlenku, že časový efekt nebyl jednotný ve všech skupinách.

Obrázek 24 – Tabulka prezentuje post-hoc Wilcoxonovy testy s Bonferroniho korekcí pro ověření rozdílů mezi konkrétními časovými body.

```

# A tibble: 3 x 9
      .y. group1 group2  n1  n2 statistic      p      p.adj p.adj.signif
* <chr> <chr> <chr> <int> <int>    <dbl>    <dbl>    <dbl>    <chr>
1 score AC1   G1     62   62      0 0.0000535 0.00016 ***
2 score AC1   R1     62   62      0 0.174      0.522 ns
3 score G1    R1     62   62    237 0.000286 0.000858 ***

```

Podle výsledků analýzy došlo k významnému poklesu skóre mezi časovými body G a AC ( $p < 0.001$ ) a G a R ( $p < 0.001$ ), což naznačuje, že se skóre od prvního měření do obou pozdějších časových bodů významně snížilo. Mezi R a AC nebyl zjištěn žádný významný

rozdíl ( $p = 0.5$ ), což naznačuje, že po počátečním poklesu z časového bodu G se skóre mezi časy R a AC stabilizovalo. To naznačuje časný pokles, po kterém v průběhu času následovalo stagnační ustálení hodnot skóre.

*Obrázek 25 - Tato tabulka ukazuje výsledky Wilcoxonova testu rozdělené podle jednotlivých skupin a porovnávající skóre mezi všemi časovými body. Zkratka „NaN“ označuje situace, kdy se v analýze vyskytlo stejné skóre všech participantů, a tudíž nebylo možné spolehlivě vykonat Wilcoxonův test. Tyto výsledky budeme pro účely naší analýzy hodnotit jako statisticky nevýznamné.*

```
# A tibble: 12 x 10
```

|    | group | .y.   | group1 | group2 | n1    | n2    | statistic | p     | p.adj | p.adj.signif |
|----|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-----------|-------|-------|--------------|
| *  | <fct> | <chr> | <chr>  | <chr>  | <int> | <int> | <dbl>     | <dbl> | <dbl> | <chr>        |
| 1  | 1     | score | AC1    | G1     | 13    | 13    | 0         | NaN   | NaN   | ""           |
| 2  | 1     | score | AC1    | R1     | 13    | 13    | 0         | 0.346 | 0.692 | "ns"         |
| 3  | 1     | score | G1     | R1     | 13    | 13    | 0         | 0.346 | 0.692 | "ns"         |
| 4  | 2     | score | AC1    | G1     | 15    | 15    | 0         | 0.034 | 0.1   | "ns"         |
| 5  | 2     | score | AC1    | R1     | 15    | 15    | 0         | 1     | 1     | "ns"         |
| 6  | 2     | score | G1     | R1     | 15    | 15    | 15        | 0.053 | 0.16  | "ns"         |
| 7  | 3     | score | AC1    | G1     | 20    | 20    | 0         | 0.008 | 0.017 | "*"          |
| 8  | 3     | score | AC1    | R1     | 20    | 20    | 0         | NaN   | NaN   | ""           |
| 9  | 3     | score | G1     | R1     | 20    | 20    | 45        | 0.008 | 0.017 | "*"          |
| 10 | 4     | score | AC1    | G1     | 14    | 14    | 0         | 0.035 | 0.07  | "ns"         |
| 11 | 4     | score | AC1    | R1     | 14    | 14    | 0         | NaN   | NaN   | ""           |
| 12 | 4     | score | G1     | R1     | 14    | 14    | 21        | 0.035 | 0.07  | "ns"         |

Při analýze jednotlivých skupin se statisticky významné výsledky vyskytly pouze v rámci skupiny 3, přičemž skupiny 1, 2 a 4 nevykazovaly významné rozdíly mezi jednotlivými časovými body. V rámci skupiny 3 lze konstatovat, že se subjektivně vnímané skóre bolesti hlavy a krční páteře významně snížilo mezi časovými body G a R ( $p = 0.017$ ) a také mezi body G a AC ( $p = 0.017$ ).

## 5.4 Bolest bederní páteře

Obrázek 26 - Tabulka reprezentuje průměrné hodnoty subjektivního hodnocení bolesti bederní páteře u všech skupin (1-4) v různých časových bodech (J – vstupní měření, U – výstupní měření, AF – follow-up měření). V závorkách za aritmetickými průměry měřené veličiny můžeme najít hodnoty směrodatných odchylek pro danou průměrnou hodnotu.

|         | J (Baseline) | U (Post)    | AF (Follow-up) |
|---------|--------------|-------------|----------------|
| GROUP 1 | 1.55 (2.20)  | 0.68 (1.83) | 0.57 (1.54)    |
| GROUP 2 | 2.95 (2.31)  | 2.15 (2.68) | 1.40 (2.23)    |
| GROUP 3 | 2.39 (2.62)  | 1.72 (2.72) | 1.40 (2.48)    |
| GROUP 4 | 1.42 (2.29)  | 0.85 (1.34) | 0.56 (0.96)    |

Skupina 1 vykazuje mírný nárůst hodnot v čase. Skupina 2 vykazuje snížení bolesti bederní oblasti v časovém bodě U (po ukončení intervence) a poté opět návrat k hodnotám podobným původním hodnotám v čase J (před intervencí). Skupina 3 vykazuje zvýšení hodnot bolesti bederní páteře v časovém bodě U, poté pokles v časovém bodě AF. Skupina 4 vykazuje stabilní hodnoty.

Obrázek 27 – Tabulka ukazuje výsledky Friedmanova testu s cílem posoudit časový efekt intervencí na hodnoty měřené veličiny.

| Skupina | n  | $\chi^2$ | df | p-value    | Interpretácia              |
|---------|----|----------|----|------------|----------------------------|
| Všetky  | 68 | 38.6     | 2  | < 0.000001 | ✓ velmi silný časový efekt |
| 1       | 17 | 8.27     | 2  | 0.0160     | ✓                          |
| 2       | 20 | 8.45     | 2  | 0.0146     | ✓                          |
| 3       | 18 | 13.2     | 2  | 0.00139    | ✓                          |
| 4       | 13 | 13.4     | 2  | 0.00123    | ✓                          |

Friedmanův test potvrdil statisticky významný časový efekt na skóre bolesti ( $\chi^2 = 38.6$ ,  $p < 0.001$ ). Významné změny v čase byly zaznamenány i v rámci všech 4 skupin (všechny  $p < 0.05$ ). To naznačuje, že se bolest během intervence měnila ve všech zkoumaných skupinách. Pro identifikaci konkrétních časových rozdílů byly následně provedeny post-hoc Wilcoxonovy testy.

Obrázek 28 – Obrázek reprezentuje výsledky post-hoc Wilcoxonových testů pro hodnoty subjektivního hodnocení bolesti bederní páteře u všech skupin (1-4) v různých časových bodech (J – vstupní měření, U – výstupní měření, AF – follow-up měření).

```
# A tibble: 12 x 10
  group .y. group1 group2  n1  n2 statistic    p p.adj p.adj.signif
* <fct> <chr> <chr> <chr> <int> <int> <dbl> <dbl> <dbl> <chr>
1 1 score AF1 J1 17 17 0 0.035 0.105 ns
2 1 score AF1 U1 17 17 0 0.095 0.284 ns
3 1 score J1 U1 17 17 13 0.17 0.51 ns
4 2 score AF1 J1 20 20 21.5 0.177 0.531 ns
5 2 score AF1 U1 20 20 17 0.67 1 ns
6 2 score J1 U1 20 20 45 0.008 0.024 *
7 3 score AF1 J1 18 18 0 0.006 0.017 *
8 3 score AF1 U1 18 18 0 0.035 0.106 ns
9 3 score J1 U1 18 18 20.5 0.309 0.927 ns
10 4 score AF1 J1 13 13 0 0.009 0.026 *
11 4 score AF1 U1 13 13 0 0.371 1 ns
12 4 score J1 U1 13 13 37.5 0.083 0.248 ns
```

Ve skupině 2 byl zaznamenán statisticky významný pokles bolesti bederní oblasti mezi časovými body J a AF ( $p = 0.024$ ). Ve skupině 3 byl statisticky významný rozdíl mezi body J a AF ( $p = 0.017$ ). Ve skupině 4 byl zaznamenán významný pokles skóre mezi časy J1

a AF ( $p = 0.026$ ). Ve skupině 1 nebyly zjištěny statisticky významné změny skóre mezi jednotlivými časovými body.

## 5.5 Skóre sociální motivace

Obrázky 29, 30 – Obrázek 29 (Table: Summary Statistics) prezentuje hodnoty (průměr, směrodatná odchylka) skóre sociální motivace pro jednotlivé skupiny (1-4) ve všech časových bodech (U – vstupní měření, AO – výstupní měření, BH – follow-up měření). Obrázek 30 (Table: Výsledky ANCOVA modelu) prezentuje výsledky analýzy ANCOVA pro zkoumaný parametr.

```
## Table: Summary Statistics
##
## |group|time|variable|n|mean|sd|
## |:----|:---|:-----|--:|-----:|-----:|
## |1|AO4|score|17|2.838|0.980|
## |2|AO4|score|20|3.425|0.791|
## |3|AO4|score|22|3.466|0.832|
## |4|AO4|score|18|3.333|0.712|
## |1|BH4|score|17|3.015|1.029|
## |2|BH4|score|20|3.562|0.760|
## |3|BH4|score|22|3.557|0.567|
## |4|BH4|score|18|3.556|0.572|
## |1|U4|score|17|3.441|0.659|
## |2|U4|score|20|3.688|0.280|
## |3|U4|score|22|3.114|0.915|
## |4|U4|score|18|3.139|0.837|
##
##
## Table: Výsledky ANCOVA modelu
##
## |Effect|DFn|DFd|F|p|p<.05|ges|
## |:-----|---:|---:|---:|---:|:-----|-----:|
## |group|3|71|3.131|0.031|*|0.071|
## |time|2|142|1.686|0.189||0.010|
## |group:time|6|142|2.887|0.011|*|0.049|
```



Výsledky analýzy pro opakovaná měření ukázaly statisticky významný hlavní efekt skupiny ( $F=3.13$ ,  $p = 0.031$ ), což naznačuje rozdíly ve skóre mezi jednotlivými skupinami. Hlavní efekt času nebyl statisticky významný ( $F=1.69$ ,  $p = 0.19$ ), avšak interakce skupina x čas byla významná ( $F= 2.89$ ,  $p = 0.01$ ), což poukazuje na rozdílný vývoj skóre v čase mezi skupinami.

Obrázek 31 – Obrázek znázorňuje post-hoc analýzy a meziskupinová srovnání skóre sociální motivace mezi jednotlivými skupinami (1-4) ve všech časových bodech (U – vstupní měření, AO – výstupní měření, BH – follow-up měření).

|                     | group | .y.   | group1 | group2 | n1    | n2    | statistic | df       | p      | p.adj        | p.adj.signif |
|---------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-----------|----------|--------|--------------|--------------|
| *                   | <fct> | <chr> | <chr>  | <chr>  | <int> | <int> | <dbl>     | <dbl>    | <dbl>  | <dbl>        | <chr>        |
| 1                   | 1     | score | A04    | BH4    | 17    | 17    | -2.63     | 16       | 0.018  | 0.054        | ns           |
| 2                   | 1     | score | A04    | U4     | 17    | 17    | -2.65     | 16       | 0.018  | 0.053        | ns           |
| 3                   | 1     | score | BH4    | U4     | 17    | 17    | -1.75     | 16       | 0.099  | 0.296        | ns           |
| 4                   | 2     | score | A04    | BH4    | 19    | 19    | -2.02     | 18       | 0.059  | 0.177        | ns           |
| 5                   | 2     | score | A04    | U4     | 19    | 19    | -0.943    | 18       | 0.358  | 1            | ns           |
| 6                   | 2     | score | BH4    | U4     | 19    | 19    | 0.0978    | 18       | 0.923  | 1            | ns           |
| 7                   | 3     | score | A04    | BH4    | 21    | 21    | -0.562    | 20       | 0.58   | 1            | ns           |
| 8                   | 3     | score | A04    | U4     | 21    | 21    | 1.10      | 20       | 0.286  | 0.858        | ns           |
| 9                   | 3     | score | BH4    | U4     | 21    | 21    | 1.66      | 20       | 0.112  | 0.336        | ns           |
| 10                  | 4     | score | A04    | BH4    | 18    | 18    | -1.86     | 17       | 0.08   | 0.24         | ns           |
| 11                  | 4     | score | A04    | U4     | 18    | 18    | 0.899     | 17       | 0.381  | 1            | ns           |
| 12                  | 4     | score | BH4    | U4     | 18    | 18    | 2.02      | 17       | 0.059  | 0.178        | ns           |
| # A tibble: 18 x 10 |       |       |        |        |       |       |           |          |        |              |              |
|                     | time  | .y.   | group1 | group2 | n1    | n2    | p         | p.signif | p.adj  | p.adj.signif |              |
| *                   | <fct> | <chr> | <chr>  | <chr>  | <int> | <int> | <dbl>     | <chr>    | <dbl>  | <chr>        |              |
| 1                   | A04   | score | 1      | 2      | 17    | 19    | 0.0148    | *        | 0.0887 | ns           |              |
| 2                   | A04   | score | 1      | 3      | 17    | 21    | 0.0129    | *        | 0.0772 | ns           |              |
| 3                   | A04   | score | 2      | 3      | 19    | 21    | 0.996     | ns       | 1      | ns           |              |
| 4                   | A04   | score | 1      | 4      | 17    | 18    | 0.0747    | ns       | 0.448  | ns           |              |
| 5                   | A04   | score | 2      | 4      | 19    | 18    | 0.501     | ns       | 1      | ns           |              |
| 6                   | A04   | score | 3      | 4      | 21    | 18    | 0.494     | ns       | 1      | ns           |              |
| 7                   | BH4   | score | 1      | 2      | 17    | 19    | 0.00332   | **       | 0.0199 | *            |              |
| 8                   | BH4   | score | 1      | 3      | 17    | 21    | 0.00869   | **       | 0.0522 | ns           |              |
| 9                   | BH4   | score | 2      | 3      | 19    | 21    | 0.673     | ns       | 1      | ns           |              |
| 10                  | BH4   | score | 1      | 4      | 17    | 18    | 0.0202    | *        | 0.121  | ns           |              |
| 11                  | BH4   | score | 2      | 4      | 19    | 18    | 0.524     | ns       | 1      | ns           |              |
| 12                  | BH4   | score | 3      | 4      | 21    | 18    | 0.812     | ns       | 1      | ns           |              |
| 13                  | U4    | score | 1      | 2      | 17    | 19    | 0.248     | ns       | 1      | ns           |              |
| 14                  | U4    | score | 1      | 3      | 17    | 21    | 0.382     | ns       | 1      | ns           |              |
| 15                  | U4    | score | 2      | 3      | 19    | 21    | 0.0364    | *        | 0.218  | ns           |              |
| 16                  | U4    | score | 1      | 4      | 17    | 18    | 0.157     | ns       | 0.944  | ns           |              |
| 17                  | U4    | score | 2      | 4      | 19    | 18    | 0.00988   | **       | 0.0593 | ns           |              |
| 18                  | U4    | score | 3      | 4      | 21    | 18    | 0.542     | ns       | 1      | ns           |              |

Post-hoc analýzy poukázaly na trend snížení skóre ve skupině 1 mezi časovými body U4 a AO4, stejně tak mezi body AO4 a BH4, který byl po Bonferroniho korekci na hranici



statistické signifikance ( $p = 0.053$ ,  $p = 0.054$ ). V ostatních skupinách nebyly pozorovány významné změny v čase.

Meziskupinová srovnání v jednotlivých časových bodech odhalila významný rozdíl ve skóre mezi skupinami 1 a 2 v časovém bodě BH4 ( $p = 0.019$ ). Hranici statistické signifikance těsně minul rozdíl mezi skupinami 1 a 3 v čase BH4 ( $p = 0.052$ ) a skupinami 2 a 4 v časovém bodě U4 ( $p = 0.059$ ). Tyto výsledky jsou v souladu s významnou interakcí čas  $\times$  skupina a naznačují odlišný vývoj skóre v čase.

## 5.6 Skóre psychologické motivace

Obrázek 32 – Tabulka ilustruje skóre psychologické motivace, reprezentované průměrem a směrodatnou odchylkou u všech skupin (1-4) v jednotlivých časových bodech (V – vstupní měření, AP – výstupní měření, BI – follow-up měření).

```
## Table: Summary Statistics
##
```

| ## | group  | time   | variable | n      | mean   | sd     |
|----|--------|--------|----------|--------|--------|--------|
| ## | :----- | :----- | :-----   | :----- | :----- | :----- |
| ## | 1      | AP4    | score    | 17     | 3.151  | 0.575  |
| ## | 2      | AP4    | score    | 20     | 3.493  | 0.366  |
| ## | 3      | AP4    | score    | 22     | 3.357  | 0.498  |
| ## | 4      | AP4    | score    | 18     | 3.452  | 0.495  |
| ## | 1      | BI4    | score    | 17     | 3.143  | 0.595  |
| ## | 2      | BI4    | score    | 20     | 3.336  | 0.493  |
| ## | 3      | BI4    | score    | 22     | 3.429  | 0.467  |
| ## | 4      | BI4    | score    | 18     | 3.429  | 0.427  |
| ## | 1      | V4     | score    | 17     | 3.361  | 0.528  |
| ## | 2      | V4     | score    | 20     | 3.486  | 0.467  |
| ## | 3      | V4     | score    | 22     | 3.110  | 0.570  |
| ## | 4      | V4     | score    | 18     | 3.103  | 0.560  |

Obrázek 33 – Tabulka ukazuje výsledky analýzy ANOVA pro opakovaná měření, která zkoumá vliv skupiny, času a jejich interakce (group x time interaction) na výsledné hodnoty dotazníku psychologické motivace.

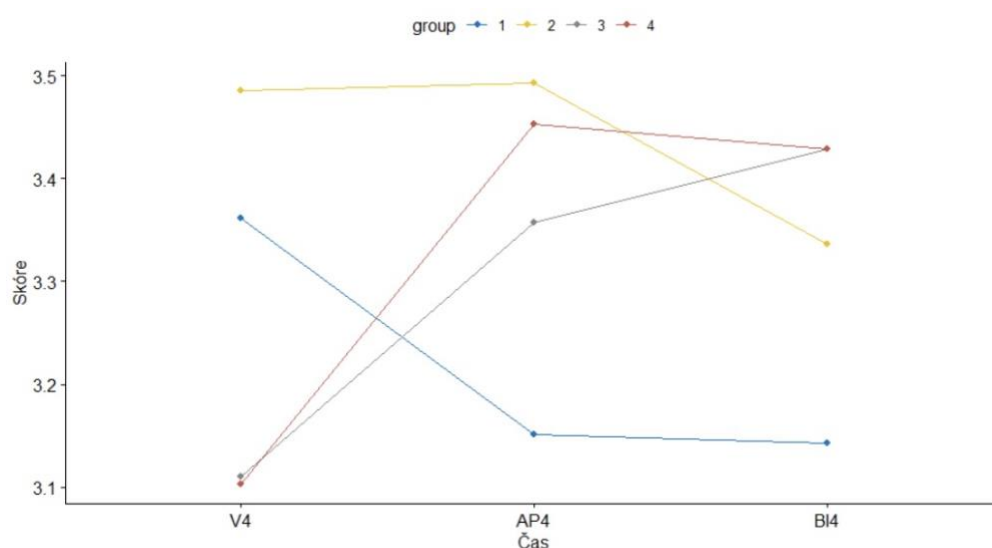
### ANOVA Table (type III tests)

|   | Effect     | DFn  | DFd    | F     | p     | p<.05 | ges   |
|---|------------|------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | group      | 3.00 | 73.00  | 1.228 | 0.306 |       | 0.024 |
| 2 | time       | 1.42 | 103.87 | 0.998 | 0.348 |       | 0.007 |
| 3 | group:time | 4.27 | 103.87 | 2.533 | 0.041 | *     | 0.050 |

Výsledky analýzy ANOVA ukázaly statisticky významnou interakci mezi skupinou a časem ( $F = 2.53$ ,  $p = 0.041$ ), což naznačuje, že vývoj skóre v čase se liší mezi jednotlivými

skupinami. Hlavní efekty času ( $p = 0.348$ ) ani skupiny ( $p = 0.306$ ) nebyly statisticky významné. Přestože interakce skupina:čas byla statisticky významná ( $p = 0.041$ ), post-hoc testy po Bonferroniho korekci neodhalily významné rozdíly mezi konkrétními časy či skupinami. Tato zdánlivá diskrepance je způsobena tím, že analýza ANOVA testovala globální efekt interakce, zatímco párové testy mají nižší statistickou sílu a jsou ovlivněny korekcí na vícenásobné porovnávání. Výsledky však mohou naznačovat existenci mírně rozdílného vývoje skóre mezi skupinami, který by v případě výzkumného zájmu vyžadoval podrobnější analýzu.

*Obrázek 34 – Vizualní reprezentace vývoje skóre psychologické motivace v čase v jednotlivých skupinách.*



## 6 DISKUSE

Cílem této studie bylo zkoumat vliv chůze, chůze v kombinaci s odporovými cvičeními a chůze v kombinaci s manuální terapií na vybrané zdravotní ukazatele u seniorů bez přidruženého onemocnění. Vzhledem k neustálému růstu celosvětové populace starších dospělých je výzkum pohybových intervencí s cílem podpořit zdraví a funkční nezávislosti v této demografické skupině stále důležitější (Gianfredi et al., 2025; Hajizadeh et al., 2025).

Předchozí výzkum prokázal u dospělých jedinců řadu zdravotních benefitů spojených s chůzí (Donath et al., 2014; Battaglia et al., 2020; Ishii et al., 2007; Park et al., 2010; Kuo et al., 2018), silovým tréninkem (Snijders et al., 2019; Westcott, 2012; Zhong et al., 2024; Flor-Rufino et al., 2023; Oh, 2003) a manuální terapií (Heneghan et al., 2012; de Luca et al., 2017; Hughes et al., 2022; Narenthiran et al., 2025; Wormley et al., 2015; Sheng-Che et al., 2015). Nicméně, pokud je nám známo, jen málo studií se těmito intervencemi konkrétně zabývalo u relativně zdravých seniorů bez chronických onemocnění, jako je CHOPN, nebo zkoumalo kombinované účinky chůze se silovým tréninkem / manuální terapií. To zdůrazňuje novost a potenciální přínos této studie při řešení nedostatečně prozkoumané populace a kombinace zmíněných intervencí.

V rámci této studie jsme si stanovili dvě hlavní výzkumné hypotézy (H1, H2) a řadu dílčích hypotéz (H1.1 až H1.15, H2.1 až H2.15), jenž z nich na základě dostupné literatury vycházejí.

### *Podpořené hypotézy*

Na základě výsledků této studie jsme podpořili hlavní hypotézu H1 (Předpokládáme, že chůze samotná, případně její kombinace s odporovým cvičením či manuální terapií povede ke zlepšení alespoň některých sledovaných zdravotních ukazatelů u zkoumaného vzorku ve srovnání s kontrolní skupinou.) u parametrů: rozvíjení horního hrudníku, 6MWD a bolest v oblasti hlavy a krku.

V rámci dílčích hypotéz odvozených z hypotézy H1 jsme podpořili následující hypotézy:

- H1.1: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke zlepšení hodnot 6MWD.

- H1.5: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke zlepšení rozvíjení horního hrudníku.
- H1.7.1: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti hlavy a krku.

Hlavní hypotéza H2 (Předpokládáme, že kombinace chůze s odporovým cvičením či manuální terapií bude v příznivém ovlivnění těchto parametrů u seniorů účinnější nežli chůze samotná.) byla podpořena u parametrů: 6MWD a bolest v oblasti hlavy a krku.

V rámci dílčích hypotéz odvozených z hypotézy H2 jsme podpořili následující hypotézy:

- H2.1: Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve zlepšení hodnot 6MWD než chůze samotná.
- H2.7.1: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti hlavy a krku než chůze samotná.

#### *Vyvrácené hypotézy*

Na základě výsledků této studie jsme vyvrátili hlavní hypotézu H1 (Předpokládáme, že samotná chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením či manuální terapií povede ke zlepšení alespoň některých sledovaných zdravotních ukazatelů u zkoumaného vzorku ve srovnání s kontrolní skupinou.) u parametrů: bolest bederní oblasti a společenská motivace k pohybu.

V rámci dílčích hypotéz odvozených z hypotézy H1 jsme vyvrátili následující hypotézy:

- H1.7.4: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti beder.
- H1.14: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke změnám v oblasti společenské motivace k pohybu.

Hlavní hypotéza H2 (Předpokládáme, že kombinace chůze s odporovým cvičením či manuální terapií bude v příznivém ovlivnění těchto parametrů u seniorů účinnější nežli chůze samotná.) byla vyvrácena u parametrů: rozvíjení horního hrudníku, bolest bederní oblasti a společenská motivace k pohybu.

V rámci dílčích hypotéz odvozených z hypotézy H2 jsme vyvrátili následující hypotézy:

- H2.5: Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve zlepšení rozvíjení horního hrudníku než chůze samotná.
- H2.7.4: Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti beder než chůze samotná.
- H2.14: Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější v ovlivnění společenské motivace k pohybu než chůze samotná.

#### *Ostatní hypotézy*

Na rozdíl od výše uvedených hypotéz, výsledky související se zbytkem formulovaných hypotéz nedosáhly hodnot statistické významnosti, proto byly tyto hypotézy zamítnuty a v práci nejsou více rozebírány. To ukazuje, že současná data neposkytla dostatečné důkazy na podporu očekávaných účinků intervencí souvisejících s těmito hypotézami. Nevýznamné výsledky by však neměly být za každou cenu interpretovány jako důkaz absence účinku intervence, ale spíše jako indikace, že vztah nemohl být v rámci současných parametrů studie prokázán. K těmto zjištěním mohly přispět faktory, jako je velikost vzorku, variabilita charakteristik pacientů nebo další limitace studie, a to jak z hlediska její metodiky, tak z hlediska zpracování dat.

## 6.1 Diskuse vzhledem k rozvíjení horního hrudníku

### *Skupina 1*

V rámci datové analýzy jsme zjistili, že v rámci skupiny 1 (prostá chůze) došlo v čase k postupnému nárustu průměrného skóre rozvíjení horního hrudníku od prvního, přes druhé až po třetí měření. Jako statisticky významné vyšly zejména rozdíly mezi časovými body CE (první měření) / CF (druhé měření) a CE (první měření) / CG (třetí měření). V rámci skupiny 1 můžeme také pozorovat silný a významný vliv času na hodnoty měřené veličiny. Lze tedy konstatovat, že prostá chůze vedla v této skupině k významnému zlepšení rozvíjení horního hrudníku v čase.

Tyto poznatky by mohly být vysvětleny zlepšením koordinace dýchacích svalů nebo snížením skapulární protrakce. Přestože se trénink chůzí široce využívá v programech plicní rehabilitace, je k dispozici jen málo údajů o biomechanice hrudní stěny u chodících lidí (Sanna et al., 1999). U zdravých jedinců se během chůze objem hrudní stěny – včetně horních hrudních oblastí – opakovaně zvětšuje, a to úměrně k rychlosti chůze. Zvýšená ventilační potřeba během chůze je kompenzována postupným využitím inspiračního a expiračního rezervního objemu (Sanna et al., 1999).

Studie využívající optoelektronickou pletysmografii prokázaly, že během chůze a jízdy na kole pracují hrudní koš a břišní svaly koordinovaně na podpoře funkce bránice, a to i při nízké intenzitě cvičení (Romagnoli et al., 2004). Tyto výsledky společně naznačují, že chůze může vést k významným úpravám kinematiky hrudní stěny, zlepšení koordinace dýchacích svalů a zvýšení expanze horní části hrudníku.

Výzkumy zkoumající přímou souvislost mezi držením těla a chůzí jsou omezené. Některé studie však naznačují, že chůze může pozitivně ovlivňovat držení těla a potenciálně snižovat tendenci k protrakci lopatky (Melzer et al., 2004; Vaishnav et al., 2010). Co se týče vlivu chůze na korekci kyfotického držení těla, dosavadní výsledky nejsou zcela jednoznačné – některé studie ukazují příznivý efekt chůze či jejích modifikací na kyfotické držení těla (Lee et al., 2024), zatímco jiné žádný efekt nezaznamenaly (Huang et al., 2021).

Vztah mezi chůzí a horním hrudníkem tedy zůstává stále předmětem diskuse. Většina odborníků se shoduje, že během chůze dochází ke kontralaterálnímu švihu paží, avšak názory

na jeho příčinu se liší. Někteří tvrdí, že švih paží je aktivně generován tělem, zatímco jiní jej považují za pasivní reakci na rotaci vyvolanou dolními končetinami během krokového cyklu (Earls, 2020).

Výzkumy dále ukazují, že chůze má přímý vliv na polohu ramen. Rytmický charakter chůze ovlivňuje pohyb lopatek (Neumann, 2010). Při chůzi jsou svaly horní části těla aktivovány jak koncentricky, tak excentricky. Pravidelné zapojení těchto svalů může zlepšit jejich sílu a koordinaci, což vede k lepší stabilitě a správnému postavení lopatek (Kibler et al., 2012). Optimální polohu lopatek podporuje také aktivace hlubokého stabilizačního systému trupu, která napomáhá fyziologickému postavení trupu a snižuje tendenci k protrakci či jinému vychýlení lopatek (Kibler et al., 2012). Pravidelná chůze upevňuje správné pohybové vzorce prostřednictvím opakování, a nervový systém se stává efektivnějším v řízení a koordinaci svalů zodpovědných za polohu lopatek (Motmans et al., 2006).

Mechanismem korekce postavení lopatky by tak mohlo docházet, jak již bylo řadou studií prokázáno, ke zlepšení celkové biomechaniky dýchání a jejich ukazatelů. Studie publikovaná v časopise *International Journal of Physiotherapy and Research* (Elsa et al., 2021) zkoumala vliv korekčního cvičení lopatek na postavení ramen, plicní funkce a aerobní kapacitu u jedinců s předsunutým držením ramen. Výsledky ukázaly, že tato cvičení vedla mimo jiné k významnému zlepšení rozvíjení horního hrudníku. Tato zjištění naznačují, že korekcí postavení lopatek můžeme pozitivně ovlivnit respirační biomechaniku včetně plicních funkcí, jako je trvání možného zadržení nádechu měřené odporovou spirometrií. Další studie (Thongchote et al., 2024) zjistila, že 8-týdenní cvičební režim, zahrnující protahování prsních svalů a posilování lopatkových svalů, významně zvýšil rozpínání hrudníku, sílu dýchacích svalů a vedl také k redukci kyfotického držení těla u pacientů s CHOPN. Výsledky jiné studie (Yan et al., 2025) ukázaly, že jak cvičení zaměřené na stabilizaci lopatky, tak i trénink dýchání vedly ke zlepšení respiračních funkcí (FVC, FEV1) a rozvíjení spodního hrudníku. To naznačuje, že integrace stabilizace lopatky a dechového stereotypu může zlepšit respirační funkce a celkovou pohyblivost hrudníku.

Na základě výše zmíněných poznatků předkládáme několik způsobů, jak podle nás může pravidelná chůze obecně zlepšit rozvíjení hrudního koše. Rytmické dýchání během chůze zlepšuje synchronizaci svalové aktivity mezi bránicí, mezižeberními a pomocnými



dýchacími svaly, což umožňuje větší expanzi horní části hrudníku. Kontralaterální švih paží a rotační pohyb trupu při chůzi mechanicky působí na horní hrudní oblast a mezižeburní klouby, čímž může zvyšovat jejich flexibilitu. Zapojení hlubokých stabilizačních svalů trupu a stabilizátorů lopatek během chůze může podporovat správné postavení trupu, čímž umožňuje volnější pohyb hrudní stěny. Zvýšená ventilace během chůze využívá inspirační a expirační rezervní objem, což může časem zvyšovat funkční objem hrudníku. Pravidelná chůze také posiluje neuromuskulární koordinaci v oblasti hrudníku a lopatek a podporuje tak biomechanicky efektivní zatížení hrudní stěny při pohybu i v klidu.

Navzdory tomu, že skupina 1 (chůze) nevykazovala zlepšení ve spirometrických parametrech (FEV1, FVC), nikoliv v 6MWD, či akromiální vzdálenosti, došlo v této skupině k signifikantnímu zlepšení rozvíjení horní části hrudníku v čase. Tento jev si vysvětlujeme tím, že pravidelná chůze podpořila lokální mobilitu hrudní stěny a koordinaci dýchacích svalů, zejména svalů horní části hrudníku a lopatek, aniž by se ale tato zlepšení přímo promítla do globálních respiračních parametrů nebo do celkové fyzické výkonnosti. Aktivní a pasivní pohyb paží, rytmická rotace trupu a pravidelné zapojení svalů jádra během chůze mohou zvýšit funkční rozsah pohybu horního hrudníku, zlepšit biomechanické poměry v této oblasti, případně pozitivně ovlivňovat dechový stereotyp. Jinými slovy, chůze může působit lokálně na zlepšení expanze hrudní stěny, aniž by se nutně projevila změnami celkových objemů plic nebo výkonu, které měří standardní spirometrické testy. Tento rozdíl ukazuje, že zlepšení funkční mobility hrudníku nemusí být vždy zachyceno tradičními respiračními ukazateli, ale přesto může mít významný vliv na efektivitu dýchání a držení těla. Jinak lze pouze konstatovat, že skupina 1 byla svým složením poměrně homogenní – ačkoliv ji tvořily převážně ženy. Skupina byla homogenní také z hlediska věku, BMI a hodnot CCI. Muži byli sice vyšší a těžší, ale rozdíly byly v rámci očekávané variability a směrodatné odchylky zůstávaly přijatelné.

### *Skupina 3*

V rámci skupiny 3 (chůze + odporové cvičení) došlo k významnému zlepšení rozvíjení horního hrudníku, i když toto zlepšení bylo menší než ve skupině 1. Ke zlepšení ve skupině 3 došlo mezi časovými body CE (první měření) / CF (druhé měření). Ve skupině 3 byl pozorován statisticky významný, i když mírný, vliv času. Účastníci ve skupině 3 podstoupili

pravidelnou chůzi kombinovanou s odporovým cvičením zaměřeným na redukci vnitřně-rotačního postavení ramenních kloubů, napřímené držení těla a otevření ventrální strany hrudníku.

Naše zjištění jsou v souladu s dosavadními studiemi, které naznačují, že odporové cvičení zaměřené na stabilizaci lopatek a korekci postury může významně ovlivnit expanzi hrudníku i respirační funkce. Bylo například prokázáno, že cvičení zaměřené na stabilizaci lopatky v kombinaci s odporovým cvičením účinně snížilo periskapulární bolest a zlepšilo respirační funkce, včetně rozpínání hrudníku, a to u jedinců s horním zkříženým syndromem (Yan et al., 2025). V randomizované klinické studii u pacientů s CHOPN vedla kombinace protahovacích cvičení a posilovacích cviků zaměřených na stabilizaci lopatky ke snížení protrakce ramen, zlepšení mobility hrudní stěny i dechové síly (MIP, MEP) (Thongchote et al., 2024). Další pilotní práce zahrnující jedince se skapulokostálním syndromem ukázala, že kombinace dechového tréninku a stabilizačních cvičení lopatek vede ke zvýšení hrudní mobility a zmírnění periskapulárních bolestí (Zahid et al., 2024).

V jiné studii bylo prokázáno, že u osob s protrakcí ramen vedlo 3-týdenní cvičení zaměřené na retrakci lopatek ke zvýšení expanze horního hrudníku a výkonu v 6MWT (Elsa et al., 2021). To koreluje s výsledky naší práce, jelikož u skupiny 3 (chůze + odporové cvičení) došlo také k nárustu 6MWD v čase. Zlepšení expanze horní části hrudní stěny přispívá k efektivnější dechové mechanice (de Cordoba Lanza et al., 2013). To vede ke snížení dechové námahy a zlepšení ventilačně–perfuzní rovnováhy v plicích. Efektivnější ventilace zároveň snižuje pocit dušnosti a umožňuje pacientům udržet vyšší intenzitu pohybu po delší dobu (Dharmesh, 2015). Tím se podle našeho názoru vytváří fyziologický základ pro zvýšení výkonnosti jedince v submaximálních testech, jako je 6MWT. Významné zlepšení hodnot 6MWD v naší skupině lze proto interpretovat nejen jako projev lepší svalové a kardiovaskulární kapacity, ale i jako důsledek optimalizace dechových vzorců a zvýšené pohyblivosti hrudníku. Tato zjištění budou podrobně popsána v dalších kapitolách. I v rámci skupiny 3 lze konstatovat, že tato skupina byla svým složením poměrně homogenní – opět ji ale tvořily převážně ženy. Skupina byla homogenní také z hlediska věku, BMI a hodnot CCI.

Tyto nálezy ukazují, že korekce postury a aktivní zapojení ramenních a trupových svalů skrze odporové cvičení mohou přispět ke zlepšení mechaniky hrudníku a podpořit jeho

expanzi. Tento efekt si vysvětlujeme několika vzájemně propojenými mechanismy. Odporové cvičení pravděpodobně vedlo k zefektivnění práce svalů horní části trupu, které stabilizují lopatku a umožňují také efektivnější rozpínání hrudníku při dýchání. Aktivace hlubokého stabilizačního systému trupu během odporového cvičení napomáhá fyziologickému postavení páteře a žeber a tím může zvýšit pohyblivost hrudní stěny. Zlepšení stabilizace lopatek může odstranit případné mechanické omezení expanze horní části hrudníku. Pravidelný trénink opakováním posiluje motorické učení, zatímco nervový systém se stává efektivnějším v koordinaci svalů zapojených do dýchání, což se může přemítat do zlepšení posturálních a dechových vzorců. Odporové cvičení tak neovlivňuje pouze držení těla a funkci ramenního pletence, ale může mít i sekundární vliv na kinematiku hrudníku a expanzi horní části hrudní stěny. Tyto výsledky naznačují, že odporové cvičení zaměřené na skapulární stabilizaci a korekci postury představuje způsob, jak nepřímo podpořit respirační mechaniku a rozpínání horního hrudníku.

#### *Skupina 4*

Kontrolní skupina, charakterizovaná vyšší komorbiditní zátěží (CCI) a malým počtem vysoce obézních mužů, prokázala pokles expanze horní části hrudní stěny mezi časovými body CF (druhé měření) a CG (třetí měření). To může odrážet kombinovaný dopad chronického onemocnění, obezity a absence intervence.

### *Rozvíjení horního hrudníku vzhledem k CCI*

Výsledky ukazují, že kovariantní proměnná (CCI) má významný vliv na skóre měřené veličiny, přičemž interakce skupina x kovariát naznačuje, že účinek kovariantní proměnné se liší mezi skupinami. Post-hoc analýza prokázala, že CCI významně ovlivnil hodnoty rozvíjení horního hrudníku ve skupině 1 a ve skupině 4. Ve zbylých skupinách (2, 3) nebyl pozorován žádný významný efekt CCI na hodnoty měřené veličiny.

Pro zjednodušení vizualizace dat (boxplot, spojnicový graf) jsme využili průměrných hodnot rozvíjení horního hrudníku ze všech 3 měření, jelikož prvotní analýza nevykazovala signifikanci interakce čas x kovariát. Na základě těchto zjištění jsme tedy předpokládali, že se vliv kovariátu na hodnoty měřené veličiny v čase významně nemění. Přestože průměrování 3 časových měření není ideální a zjednodušuje výsledky, umožňuje vizualizovat celkový vliv CCI na jednotlivé skupiny. Z vizuálního zobrazení dat lze vyčíst, že ve skupině 1 bylo rozvíjení horního hrudníku nejvyšší při hodnotách CCI = 0, zatímco při CCI = 1 došlo k mírnému poklesu hodnot měřené veličiny. Lze tedy konstatovat, že se v této skupině větší míra komorbidit vázala k nižším hodnotám měřené veličiny. Tyto poznatky jsou v částečném souladu s dostupnými studiemi, které potvrzují, že vyšší míra komorbidit (CCI >0) přímo či nepřímo ovlivňuje dýchací mechaniku. Obecně respirační biomechaniku negativně ovlivňují stavy jako chronické respirační onemocnění (Ying Yu Tsui et al., 2025; Takara et al., 2012), srdeční onemocnění (Cunha Brandao et al., 2011; Cross et al., 2014), obezita (Lo Mauro et al., 2023), muskuloskeletální patologie – ankylozující spondylitida (Grubisić et al., 2014) nebo kyfotické držení těla (Culham et al., 1994). Jelikož ale skupina 1 vykazovala pouze nízké hodnoty CCI (0, 1) a nebyla významně obézní, není možné tyto poznatky vysvětlit pouze přímou spojitostí s přítomností výše uvedených stavů. Podle našeho názoru mohou i subklinické projevy komorbidit měnit dechovou mechaniku (mělké dýchání), zvyšovat celkovou únavu, snížit aktivitu dýchacích svalů nebo vyvolat mírný zánět, který může měnit biomechanické vlastnosti souvisejících tkání. Naše výsledky mohou odrážet kombinované účinky časných nebo subklinických komorbidit, případně variabilitu měření dat.

Ve skupině 4 jsme pozorovali opačný trend – v případě CCI = 0 bylo rozvíjení horního hrudníku nejnižší a stoupalo úměrně hodnotám CCI. Jelikož je skupina 4 kontrolní, nedá se

toto zlepšení v hodnotách měřené veličiny vysvětlit efektivitou pohybové intervence. Toto zjištění může souviset také s vyšší mírou komorbidit v dané skupině – jedinci s vyšším CCI mohli mít paradoxně vyšší míru rozvíjení hrudního koše. Toto zjištění podle nás nepředstavuje skutečný fyziologický přínos, nýbrž odráží vstupní heterogenitu této skupiny. Zátěž komorbidit vyjádřena pomocí CCI se v této skupině neshodovala s funkční mírou respirační mechaniky. Absence pohybové intervence v této skupině tento paradox pravděpodobně pouze zesílila.

### *Rozvíjení horního hrudníku vzhledem k BMI*

Na základě datové analýzy lze předpokládat, že BMI významně predikuje výsledek, zatímco neinteraguje s časem ani skupinou. V rámci vizualizace dat jsme mezi veličinami pozorovali možný negativní trend u skupin 1-3, zatímco skupina 4 vykazovala mírný (negativní) až žádný trend. Vizualizace dat tedy naznačovala možnou existenci nepřímé úměry mezi hodnotami BMI a rozvíjením horního hrudníku. Nicméně další analýza, široké konfidenční intervaly a nevýznamné p-hodnoty prokázaly, že data nejsou dostatečně silná, aby vyloučila náhodu jako možné vysvětlení výsledků. Ačkoli grafické znázornění regresních přímek naznačovalo, že v intervenčních skupinách (skupiny 1-3) existoval možný negativní vztah mezi BMI a expanzí hrudníku, zatímco v kontrolní skupině nikoli (skupina 4), formální test interakce kovariát x skupina nebyl statisticky významný. To znamená, že naše data rozdílný efekt mezi skupinami statisticky nepotvrzují. Pozorované trendy je proto třeba interpretovat spíše jako explorativní a generující hypotézy než jako průkazné.

Jelikož se naše výsledky blíží k souladu s obecně známými poznatky, předpokládáme, že skutečný vztah mezi veličinami může existovat, nicméně jej nebylo možné v našem případě spolehlivě detekovat. Naše výsledky tedy považujeme za směrově shodné s literaturou, nicméně statisticky neprůkazné. Dostupná literatura opakovaně prokázala vzájemný vztah tělesné konstituce a míry rozvíjení hrudníku (Zammit et al., 2010).

Vyšší BMI mění dechový stereotyp a přesouvá dýchání z hrudního koše směrem k břichu (Zammit et al., 2010). Nadměrné hromadění tuku v hrudně-břišní oblasti omezuje rozpínání hrudní stěny a kontrakci bránice, natahuje břišní svaly, snižuje průměr horních dýchacích cest, mění konfiguraci dýchacích cest a zvyšuje nitrobřišní tlak (Lin et al., 2011). Dechový cyklus se tak více spoléhá na pohyb břicha a méně na rozpínání jednotlivých částí hrudníku (Varela et al., 2009; Salome et al., 2010). Studie zabývající se hodnocením dechových parametrů u obézních žen zjistila, že se tento trend umocňuje věkem. Mladší obézní ženy dosahovali hodnot hrudní expanze podobných jako kontrolní skupina, zatímco starší obézní ženy vykazovaly v hrudní oblasti značné dechové omezení. Jinými slovy, tyto výsledky ukazují, že se u obézních žen pohyblivost hrudního koše s věkem snižuje (de Melo Barcelar et al., 2014). Autoři také uvádějí, že stárnutí u obézních žen ovlivňuje expanzi hrudní stěny zejména snížením poddajnosti (*compliance*) hrudního koše a síly inspiračních svalů (de Melo

Barcelar et al., 2014). U obézních jedinců je výchozí pleurální tlak vyšší a hrudní stěna je z biomechanického hlediska tužší než u zdravých jedinců. Ke generaci pohybu horní části hrudníku je proto zapotřebí většího nádechového úsilí (Behazin et al., 2009). Zvýšený pleurální tlak a snížená poddajnost dýchacího systému způsobují, že konstantní nádechové úsilí u těchto jedinců vede k menší změně objemu hrudního koše v porovnání s jedinci s nižší hmotností (de Jong et al., 2019). V poloze vleže na zádech tlačí u obézních jedinců břišní obsah bránici směrem k hlavě, čímž dále snižuje její volnou pohybovou kapacitu a omezuje tím rozpínání hrudního koše (Sonpeayung et al., 2019).

Souhrnně lze říct, že vyšší BMI vede k omezení expanze hrudní stěny prostřednictvím několika propojených mechanismů, které byly popsány výše. Ačkoli naše data tento vztah pouze naznačují, pozorované trendy jsou v souladu s dostupnou literaturou a obecně známými poznatky.

### 6.1.1 Přesah vzhledem k výzkumným hypotézám

Vzhledem k výzkumným hypotézám, můžeme konstatovat následující. Na základě našich poznatků ohledně rozpínání horního hrudníku považujeme výzkumnou hypotézu H1 (Předpokládáme, že chůze samotná, případně její kombinace s odporovým cvičením či manuální terapií povede ke zlepšení alespoň některých sledovaných zdravotních ukazatelů u zkoumaného vzorku ve srovnání s kontrolní skupinou.) za podpořenou. V intervenčních skupinách 1 a 3 skutečně došlo k pointervenčnímu zlepšení rozvíjení horního hrudníku, zatímco kontrolní skupina vykazovala zhoršení / žádnou změnu tohoto parametru. Dílčí hypotéza H1.5 (Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke zlepšení rozvíjení horního hrudníku.) byla na základě našich výsledků také podpořena.

Co se týče hypotézy H2 (Předpokládáme, že kombinace chůze s odporovým cvičením či manuální terapií bude v příznivém ovlivnění těchto parametrů účinnější nežli chůze samotná.), tuto hypotézu vyvracíme, jelikož to byla právě skupina 1 (chůze), která ze všech skupin vykazovala největší zlepšení zkoumaného parametru. Na základě těchto faktů vyvracíme dílčí hypotézu H2.5 (Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude účinnější ve zlepšení rozvíjení horního hrudníku než chůze samotná.).



## 6.2 Diskuse vzhledem ke vzdálenosti ušlé během 6-minutového testu chůze

V rámci naší analýzy jsme zjistili, že se průměrné hodnoty 6MWD v čase zvyšovaly u skupin 1 a 2. Skupina 3 vykazovala nárůst průměrných hodnot 6MWD, a to mezi časovými body DF (první měření) a DP (druhé měření), poté došlo k jejich stabilizaci. Skupina 4 zůstala relativně stabilní, s mírnými výkyvy hodnot. Byl také zjištěn významný efekt času, což naznačuje, že se výsledek v čase měnil u všech skupin. Významná byla také interakce skupina x čas, což znamená, že se průběh změn v čase mezi skupinami lišil.

Další analýza odhalila signifikantní zvýšení 6MWD ve skupině 2 (manuální techniky a chůze) mezi časovými body DF (první měření) a DZ (třetí měření). Skupina 3 (odporové cvičení a chůze) vykazovala signifikantní zlepšení 6MWD jak mezi časovými body DF a DP, tak mezi body DF a DZ. Skupiny 1 a 4 nevykazovaly žádné významné rozdíly měřené veličiny mezi jednotlivými časovými body.

### *Skupina 2*

Zlepšení hodnot v rámci skupiny 2 mezi prvním a třetím měřením si vysvětlujeme následovně. Příslušná pohybová intervence přinesla efekt, který se buď projevil až s časem (opožděný fyziologický / behaviorální efekt), nebo se akumuloval po skončení intervence. Statistické faktory mohly také způsobit, že okamžitá změna po intervenci byla nevýznamná, zatímco kontrast mezi druhým a třetím měřením byl výraznější. Nicméně podle dostupné literatury mají manuální techniky a chůze, případně jejich kombinace, potenciál zlepšovat výkon jedinců v submaximálních testech.

Techniky manuální terapie jsou popisovány jako schopné zvrátit involuční poškození pojivové tkáně a měkkých tkání, které negativně ovlivňuje funkce daných tkání (Hoeksma et al., 2004). Aplikace manuálních technik na oblast myofasciálních restrikcí produkuje teplo a zvyšuje průtok krve v postižené oblasti, čímž se zlepšuje odtok metabolických odpadních látek. Dochází také k úpravě průběhu fasciálních sítí, propioceptivních a senzorických mechanismů měkkých tkání (Barnes, 1997). Studie zkoumající vliv manuálních technik zacílených na respirační svaly prokázala u intervenční skupiny zlepšení v 6MWD. Tato studie zlepšení vysvětluje možným

zlepšením hodnoty  $VO_{2max}$  (de Carvalho et al., 2008). Další studie přinesla výsledky 12-týdenního programu, který kombinoval manuální techniky (protahování respiračních svalů) a chůze a u pacientů s CHOPN zkoumal vliv na 6MWD a jiné vybrané parametry. Výsledky této studie naznačují, že příslušný tréninkový program snížil hyperaktivitu dýchacích svalů, zlepšil vybrané ukazatele plicních funkcí a 6MWD (Wada et al., 2016). Z této studie plyne, že kombinace manuálních technik a chůze působí na výsledky jedince v submaximálních testech skrze její příznivý vliv na respirační systém jedince. Příznivé účinky intervence na respirační funkce autoři vysvětlují pravděpodobným zlepšením svalové viskoelasticity a optimalizací funkce svalového vřetenka. To vede ke snížení svalové ztuhlosti, zlepšení svalového výkonu a zvýšení torakoabdominální mobility (McHugh et al., 2010; Ito et al., 1999). Protahování svalů může také stimulovat Golgiho šlachové orgány, které se nacházejí v oblasti svalů a šlach, a v případě jejich hyperaktivity na ně může působit inhibičně (Siatras et al., 2008; Kokkonen et al., 2007). Protahování svalů může zvýšit délku svalových vláken, překrytí aktinových a myozinových filament v důsledku čeho se zvýší celková účinnost svalové kontrakce. To vede k menší svalové námaze a snížení celkového energetického výdeje jedince (Siatras et al., 2008). To podle našeho názoru vysvětluje možný přesah do mechanismu, pomocí kterého by se jedinci po absolvování manuálního ošetření svalů zapojených do dechového cyklu mohli zlepšit v 6MWT. Zlepšení 6MWD může být také spojeno se snížením pocitu dušnosti, což jedincům umožňuje chůzi po delší dobu a na větší vzdálenosti (Holland, 2013; Wada et al., 2016).

### *Skupina 3*

Skupina 3 (odporové cvičení + chůze) vykazovala významné zlepšení 6MWD mezi prvním a druhým, ale i prvním a třetím měřením. Již výše jsme diskutovali o příznivém vlivu odporového cvičení na expanzi hrudníku a respirační funkce. Bylo prokázáno, že odporové cvičení lze využít i ke zvrácení svalových dysfunkcí tím, že vede k hypertrofii svalových vláken II. typu (Ortega et al., 2002), což má za následek zvýšení svalové síly a tolerance fyzické zátěže (Bernard et al., 1999). Studie z roku 2021 prokázala, že u osob s protrakcí ramen vedlo 3-týdenní odporové cvičení zaměřené na retrakci lopatek ke zvýšení expanze horního hrudníku a výkonu v 6MWT (Elsa et al., 2021). Jiná studie

zahrnující odporový trénink skládající se ze cviků zaměřených na svalové skupiny horních a dolních končetin prokázala zlepšení 6MWD, které přetrvalo i 1 měsíc po propuštění pacientů z nemocnice (Borges et al., 2014). To je v souladu s našimi výsledky, kdy přínos intervence přetrval i po jejím ukončení (*follow-up*). Další studie také prokázaly příznivý efekt odporového cvičení na hodnoty 6MWD (Nyberg et al., 2014; da Silva e Silva et al., 2018). Jiná studie zahrnující pohybový plán sestávající z pravidelného domácího odporového cvičení vedl ke snížení dušnosti a celkové únavy u pacientů s CHOPN, nicméně nevedl ke zlepšení hodnot 6MWD. Autoři si vysvětlují absenci efektu intervence metodikou experimentu – domácím prostředím a velkou mírou účastníků, kteří studii nedokončili (O'Shea et al., 2007).

Co se týče chůze, jako druhé složky pohybové intervence ve skupině 3, v dosavadní literatuře jsou popsány mechanismy, kterými může chůze přispívat ke zlepšení výkonu jedince v testech jako je 6MWT. Pravidelná chůze příznivě ovlivňuje srdeční činnost a přísun kyslíku do svalů. Randomizovaná kontrolovaná studie z roku 2013 zabývající se pravidelnou chůzí zahrnovala jedince s onemocněním periferních tepen. Tito jedinci dosahovali v porovnání s kontrolní skupinou významného zlepšení hodnot 6MWD (McDermott et al., 2018). Intervence u těchto jedinců zlepšila i další parametry chůze, jako byla maximální doba chůze na běžeckém pásu, doba chůze na běžeckém pásu bez bolesti nebo skóre dotazníku *Walking Impairment Questionnaire* (McDermott et al., 2018). Pravidelná chůze posiluje svaly dolních končetin, což vede k lepší svalové vytrvalosti, oddálení únavy a udržení rychlosti chůze. Půlroční program rychlé chůze vedl u starších žen se sedavým způsobem života také výraznému nárůstu rychlosti chůze 6MWD (Blain et al., 2017). Víceré studie prokázaly také příznivý vliv chůze na respirační systém zkoumaných jedinců, a to ve smyslu zlepšení hodnot FEV1 (Kuo et al., 2018; Kaczmarczyk et al., 2015; Shim et al., 2019), FVC (Saygin, 2015; Huang et al., 2005; Shim et al., 2019), MVV (El-Kader et al., 2013), MIP (El-Kader et al., 2013) a MEP (El-Kader et al., 2013). Chůze příznivě přispívá ke snížení klidové tepové frekvence (Donath et al., 2014), zlepšení posturální stability (Battaglia et al., 2020), zlepšení subjektivního vnímání únavy (Donath et al., 2014), zvýšení vlastní rychlosti chůze (Gomeňuka et al., 2019), snížení úzkosti (Li et al., 2007) a zlepšení celkového duševního zdraví (Ishii et al., 2007; Li et al., 2011). Pravidelná chůze tak může vést ke zlepšení hodnot 6MWD

prostřednictvím více mechanismů. Zlepšuje funkci kardiovaskulárního systému, zvyšuje svalovou vytrvalost dolních končetin a příznivě ovlivňuje respirační funkce. Současně podporuje stabilitu chůze a celkovou posturální kontrolu, snižuje únavu a zlepšuje celkové duševní zdraví. Kombinace těchto účinků dle našeho názoru přispívá k tomu, že jsou jedinci během 6MWT schopni ujít delší vzdálenost.

Předpokládáme, že kombinace chůze a odporového cvičení přispívá ke zlepšení 6MWD prostřednictvím komplexního ovlivnění kardiovaskulárního, respiračního i muskuloskeletálního systému. Pravidelná chůze zvyšuje vytrvalost, zefektivňuje srdeční činnost, zásobení svalů kyslíkem a ekonomiku pohybu. Odporové cvičení zároveň posiluje svaly dolních končetin, zvyšuje jejich sílu a odolnost vůči námaze, což umožňuje udržet vyšší rychlost chůze po delší dobu. Společně tak tyto intervence mohou na 6MWD působit příznivě skrze jejich kombinovaný, násobený efekt.

### *Vzdálenost ušlá během 6-minutového testu chůze vzhledem k věku*

Výsledky naznačují, že věk významně ovlivňuje 6MWD. Významná je i interakce skupina x čas, což naznačuje, že se vývoj skóre 6MWD v čase lišil mezi skupinami. Na základě vizualizace dat lze na první pohled pozorovat mírně negativní trend, s rostoucím věkem má skóre u většiny skupin (1-3) tendenci klesat. Analýza intervalů spolehlivosti a trendů prokázala, že skupiny 1 a 2 vykazují statisticky významné negativní sklony, což naznačuje, že s rostoucím věkem dochází k poklesu hodnot 6MWD. Naproti tomu skupiny 3 a 4 nevykazovaly statisticky významné změny.

Skupina 1 (chůze) a skupina 2 (chůze + manuální terapie) vykazovaly jasné negativní sklony s dostatečně úzkými intervaly spolehlivosti, takže se pokles 6MWD s věkem jevil jako silný a konzistentní. Dle našeho názoru ve skupině 1 mohla chůze jako aerobní aktivita jasně odhalit již dávno popsany pokles aerobní vytrvalosti, který se s rostoucím věkem projevuje. Interval spolehlivosti skupiny 2 je o něco širší než ve skupině 1, ale průměrný pokles je silnější. Důvod pozorovaného poklesu hodnot 6MWD s věkem ve skupině 2 nám není jasný, zejména vzhledem k tomu, že výchozí věk byl ve všech skupinách podobný. Pro objasnění tohoto zjištění by bylo zapotřebí dalšího zkoumání.

### 6.2.1 Přesah vzhledem k výzkumným hypotézám

Vzhledem k výzkumným hypotézám, můžeme konstatovat následující. Na základě našich poznatků ohledně 6MWD považujeme výzkumnou hypotézu H1 (Předpokládáme, že chůze samotná, případně její kombinace s odporovým cvičením či manuální terapií povede ke zlepšení alespoň některých sledovaných zdravotních ukazatelů u zkoumaného vzorku ve srovnání s kontrolní skupinou.) za podpořenou. V intervenčních skupinách 2 a 3 skutečně došlo k pointervenčnímu zlepšení rozvíjení horního hrudníku, zatímco kontrolní skupina nevykazovala žádnou významnou změnu těchto parametrů. Tím podporujeme dílčí hypotézu H1.1 (Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke zlepšení hodnot 6MWD.).

Co se týče hypotézy H2 (Předpokládáme, že kombinace chůze s odporovým cvičením či manuální terapií bude v příznivém ovlivnění těchto parametrů účinnější nežli chůze samotná.), tuto hypotézu podporujeme, jelikož to byly právě skupiny kombinující chůzi s další intervencí (skupina 2+3), které jako jediné vykazovaly zlepšení zkoumaného parametru. Na základě těchto poznatků tedy podporujeme také dílčí hypotézu H2.1 (Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude účinnější ve zlepšení hodnot 6MWD než chůze samotná.).

### 6.3 Diskuse vzhledem k bolesti hlavy a krční páteře

Skupina 1 vykazovala v rámci hodnot měřené veličiny mírný nárůst z časového bodu G (první měření) do bodu R (druhé měření), poté jsme pozorovali pokles v časovém bodě AC (třetí měření). Skupiny 2 a 4 vykazovaly postupný pokles hodnot v čase, zatímco skupina 3 vykazovala výrazný pokles skóre skrze jednotlivé časové body.

Na základě datové analýzy jsme zjistili, že se statisticky významné výsledky vyskytly pouze v rámci skupiny 3. V této skupině se subjektivně vnímané skóre bolesti hlavy a krční páteře významně snížilo mezi časovými body G a R, stejně tak mezi body G a AC. Skupiny 1, 2 a 4 nevykazovaly významné rozdíly ve skóre mezi jednotlivými časovými body.

#### *Skupina 3*

Statisticky významné snížení bolestí hlavy a krční páteře u skupiny 3 lze vysvětlit kombinovaným působením mechanických, neurofyzilogických a biochemických faktorů, které vedly k redukci subjektivního vnímání bolesti. Odporový trénink zaměřený na oblast krku a lopatek zlepšuje svalovou sílu i zatížitelnost cílových tkání, čímž snižuje nociceptivní vstupy z hypertonických struktur krční oblasti, úzce spojených s bolestmi hlavy (Madsen et al., 2017). Literatura již dříve popsala, že pravidelné i jednorázové cvičení může u pacientů s chronickými bolestmi hlavy působit analgeticky prostřednictvím opakovaných svalových kontrakcí, které aktivují sestupné inhibiční dráhy bolesti v CNS (Rice et al., 2019; Koltyn, 2000) a endogenní opioidní systém zapojením A-delta a C vláken (Rice et al., 2019; Jones et al., 2016). Cvičení rovněž přispívá k redukci syndromu centrální senzibilizace, charakterizovaného zvýšenou dráždivostí nociceptivního systému a sníženým prahem bolesti (Nijs et al., 2014; Woolf, 2011). Zvýšením prahu bolesti a zlepšením kortikálních inhibičních funkcí se snižuje frekvence a intenzita bolestivých epizod, a to i díky vlivu na mozkový neurotrofický faktor BDNF. Pravidelné cvičení může u pacientů s chronickou bolestí stabilizovat nebo snížit hladiny BDNF, čímž snižuje hyperexcitabilitu nociceptorů a centrálních neuronů (Szuhany et al., 2015; Huang et al., 2014). Další mechanismus zahrnuje modulaci imunitního a neuroendokrinního systému prostřednictvím snížení prozánětlivých cytokinů (IL-1 $\beta$ , TNF- $\alpha$ , IL-6) a zvýšení protizánětlivých markerů (IL-10), které hrají klíčovou roli v neurogenním zánětu spojeném s bolestivými stavy (Meulders et al., 2013). Tento protizánětlivý účinek spolu se správně regulovanou funkcí bloudivého nervu (*nervus*

*vagus*) a snížením sympatické aktivity pomáhá regulovat autonomní dysfunkci, často přítomnou u pacientů s chronickými bolestmi hlavy (Rice et al., 2019; Van Diest et al., 2006). Významnou analgetickou roli hraje i endokanabinoidní systém, neboť cvičení zvyšuje hladiny endokanabinoidů v cirkulaci (Rice et al., 2019).

Lokální metabolické a neuromuskulární adaptace spojené s nárůstem svalové síly v oblasti krku lze považovat za jeden z klíčových mechanismů, který vysvětluje příznivý vliv odporového tréninku na rozvoj migrenózních stavů (Woldeamanuel et al., 2022). V randomizované kontrolované studii vedl 10-týdenní program odporového cvičení u pacientů s trapézovou myalgií k významnému snížení bolestí krku a zvýšení svalové síly funkčně souvisejících svalů (Andersen et al., 2014). Trénink zaměřený na stabilizaci krční a lopatkové oblasti rovněž přispívá ke korekci držení těla, redukuje vznik myofasciálních spoušťových bodů a zmírňuje biomechanické přetížení cervikokraniální oblasti, které představuje častou příčinu bolestí hlavy a krku (Woldeamanuel et al., 2022).

Domníváme se, že odporový trénink zmírňuje bolesti hlavy a krku tím, že posiluje svaly cílové oblasti, zvyšuje jejich odolnost vůči zátěži a tím snižuje bolestivost hlavy a krku při ADL. Zároveň napomáhá ke zlepšení držení těla a redukcii spoušťových bodů, což vede k normalizaci svalového napětí v této oblasti. V neposlední řadě zvyšuje práh bolesti prostřednictvím příznivých neurofyzilogických změn, které redukuje míru vnímané bolesti.

Samotná chůze byla v některých studiích (Anderer, 2025; O'Connor et al., 2015; Trojel Hviid et al., 2019) spojována s celkovým snížením muskuloskeletální bolesti, nicméně v rámci naší práce skupina 1 (chůze) statisticky významné zlepšení v rámci skóre bolesti hlavy a krku neprokázala. Na základě našich výsledků lze předpokládat, že hlavním faktorem snížení bolestí byla komponenta odporového tréninku, jelikož samotná chůze významný efekt neprokázala. Nelze však vyloučit, že přidání chůze k odporovému tréninku mělo synergický účinek, který dále posílil analgetický efekt silové komponenty intervence. Chůze totiž přináší systémové změny, jako je například zlepšení kardiovaskulární funkce (Donath et al., 2014) nebo snížení stresu (Li et al., 2007), jež mohly v kombinaci se specifickým posílením krční a lopatkové oblasti zvýšit celkovou účinnost kombinované intervence.



### 6.3.1 Přesah vzhledem k výzkumným hypotézám

Vzhledem k výzkumným hypotézám, můžeme konstatovat následující. Na základě našich poznatků ohledně bolesti hlavy a krční páteře považujeme výzkumnou hypotézu H1 (Předpokládáme, že chůze samotná, případně její kombinace s odporovým cvičením či manuální terapií povede ke zlepšení alespoň některých sledovaných zdravotních ukazatelů u zkoumaného vzorku ve srovnání s kontrolní skupinou.) za podpořenou. V intervenční skupině 3 došlo k pointervenčnímu snížení vnímané bolesti hlavy a krční páteře, zatímco zbylé skupiny nevykazovaly žádnou významnou změnu tohoto parametru. Tyto výsledky vedou k tomu, že podporujeme také dílčí hypotézy H1.7 (Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke snížení muskuloskeletální bolesti.) a H1.7.1 (Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti hlavy a krku.).

Co se týče hypotézy H2 (Předpokládáme, že kombinace chůze s odporovým cvičením či manuální terapií bude v příznivém ovlivnění těchto parametrů účinnější nežli chůze samotná.), tuto hypotézu podporujeme, jelikož to byla právě skupina kombinující chůzi s odporovým cvičením (skupina 3), která jako jediná vykazovala zlepšení zkoumaného parametru. Tím podporujeme dílčí hypotézy H2.7 (Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude účinnější ve snížení muskuloskeletální bolesti než chůze samotná.) a H2.7.1 (Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti hlavy a krku než chůze samotná).

## 6.4 Diskuse vzhledem k bolesti bederní páteře

Skupina 1 vykazovala mírný nárůst hodnot bolesti bederní páteře (LBP) v průběhu času. Skupina 2 se v časovém bodě U (druhé měření) zlepšuje, ale poté se v časovém bodě AF (třetí měření) vrací k hodnotám podobným původním. Skupina 3 zažívá v časovém bodě U zhoršení bolesti dolní části zad, následované jejich poklesem v časovém bodě AF. Skupina 4 si udržuje stabilní hodnoty měřené veličiny po celou dobu. U všech skupin se prokázal významný efekt času na hodnoty měřené veličiny.

### *Skupina 2*

Na základě podrobnější datové analýzy jsme u skupiny 2 (manuální terapie + chůze) po ukončení intervence pozorovali statisticky významný pokles hodnot LBP. Manuální terapie zaměřená na hrudní a krční páteř může skutečně ovlivnit LBP prostřednictvím různých mechanismů, mezi které patří například mechanismus neurofyzilogický nebo biomechanický (Schmid et al., 2008). Manuální terapie může modulovat vnímání bolesti prostřednictvím nervového systému. Jedna studie (Gyer et al., 2019) naznačuje, že manuální terapie může změnit mozkovou aktivitu související s bolestí, čímž lze snížit vnímání bolesti v různých oblastech těla. Biomechanické změny vyvolané v důsledku manuální terapie mohou vyvolat neurofyzilogické reakce ovlivněním aferentních senzorických vstupů do CNS (Pickar et al., 2002). V posledních desetiletích byla popsána řada specifických i nespecifických účinků manuální terapie na nervový systém, včetně zvýšení aferentní aktivity (Pickar et al., 2012), centrální motorické excitability (Pickar et al., 2002), změn ve zpracování bolesti (Lelic et al., 2016), úpravy ladění aktivity autonomního nervového systému (ANS) (Kovanur Sampath et al., 2015), snížení vnímání bolesti (Bialosky et al., 2009) a mnoha dalších.

V rámci biomechanického efektu manuální terapie na LBP mohla podle našeho názoru pohybová intervence vést ve skupině 2 k posturálním změnám, které mají za následek příznivé ovlivnění LBP. Zlepšení biomechaniky v hrudní a krční oblasti může zlepšit celkovou funkci páteře a držení těla, a tím snížit kompenzační pohyby, které často přispívají k LBP. Jedna studie uvádí, že rozsah pohybu horní části hrudníku byl u pacientů s LBP významně nižší, než v kontrolní skupině (Yasuda et al., 2023). Omezení pohyblivosti hrudní páteře je spojováno s rozvojem kompenzační hypermobility bederní páteře (Singer et al.,

1990). Jedna studie zkoumající odchylky v držení těla u pacientů s LBP odhalila významnou korelaci mezi jednotlivými radiologickými parametry, jako je míra bederní lordózy / hrudní kyfózy a úhlem, který svírá horní plocha křížové kosti s horizontální rovinou (*sacral inclination angle*) (Tuzun et al., 1999). Tyto parametry se vzájemně ovlivňují – bederní lordóza je závislá na postavení křížové kosti a zakřivení hrudní páteře. Zakřivení hrudní páteře se odvíjí od bederní lordózy a postavení 7. krčního obratle (C7). Změny v postavení hrudní a krční páteře zpětně ovlivňují biomechanické poměry v bederní oblasti (Roussouly et al., 2011; Roussouly et al., 2006). Podle našeho názoru mohlo ve skupině 2 dojít k úpravě napětí měkkých tkání v hrudní a krční oblasti, která u účastníků v této skupině příznivě ovlivnila míru vnímané bolesti v bederní oblasti. Systematický přehled z roku 2021 také podporuje premisu, že manuální terapie může u pacientů s chronickým LBP zlepšit vybrané tělesné parametry (subjektivní hodnocení bolesti, úprava dechového stereotypu, spirometrické parametry) (Tatsios et al., 2021). Příznivý vliv manuální terapie by v naší studii mohl být vysvětlen také na základě vztahu dýchání a LBP.

Více autorů u osob s LBP popsalo změnu dýchačího vzorce a plicních ukazatelů (O'Sullivan et al., 2007; Hagins et al., 2011; Kolář et al., 2012). Jedním z klinicky významných poznatků dostupné literatury v rámci skupiny pacientů s LBP je prokázání abnormální koordinace bránice během nádechu při posturálních úkolech, které se u těchto jedinců vyskytuje. Toto zhoršení se projevuje sníženým pohybem bránice v její přední a střední části. Příslušný vzorec zapojení bránice vedl k její neoptimální práci a postavení, což může zhoršovat chronické LBP zvýšením smykových sil působících na ventrální oblast páteře (Kolář et al., 2012). Na základě těchto poznatků si dovoluujeme předpokládat, že naše intervence ve skupině 2, která zahrnovala nejen ošetření měkkých tkání v oblasti krku a hrudníku, ale také edukaci a nácvik správného bráničního dýchání, mohla vést ke zmírnění případných patologických mechanismů dýchání, čímž vedla u účastníků v této skupině ke zmírnění LBP. Navzdory faktu, že do pohybové intervence ve skupině 2 patřila i chůze, hlavní efekt na bolesti bederní páteře připisujeme manuálním technikám, a to zejména kvůli faktu, že ve skupině 1 (chůze) nedošlo k žádnému významnému snížení LBP.

### Skupina 3

Skupina 3 vykazovala významné zlepšení skóre LBP mezi časovými body J (první měření) a AF (třetí měření). Na základě dostupné literatury si tuto změnu vysvětlujeme jako kombinovaný výsledek zlepšené mechanické stability v dané oblasti, korekce držení těla a neuromuskulární reedukace. Silový trénink zaměřený na hluboké stabilizátory trupu vede ke zlepšení stabilizace trupu a využití intraabdominálního tlaku. Tato stabilizace snižuje mikropohyby mezi obratli, které často vedou k rozvoji bolestivých stavů drážděním fazetových kloubů, plotének nebo vazů. Jedna studie srovnávala u pacientů s LBP efekt cvičení zaměřeného na stabilizaci bederní oblasti s jinými přístupy. Účastníci ve skupině stabilizačního cvičení zaznamenali významné zvětšení tloušťky hlubokých stabilizátorů trupu – příčného břišního svalu (*musculus transversus abdominis*, MTA) a rozeklaných svalů (*musculi multifidi*) (Hosseinfar et al., 2014). Jak již bylo zmíněno, nedostatečná stabilita páteře je považována za jednu z důležitých predisponujících příčin rozvoje LBP (George et al., 2007). Předpokládá se, že stabilizační cvičení vede k pozitivním změnám v motorickém programování dopředného zapojení hlubokých stabilizátorů trupu (*automatic feed-forward recruitment*), čímž vede k zapojení těchto svalů v optimální míře a včas (Millisdotter et al., 2007). Po 4-týdenním programu zaměřeném na stabilizaci trupu vykazovali účastníci studie výhodnější celkové i dopřední zapojení MTA – obojí je klíčové pro anticipační stabilizaci páteře (Selkow et al., 2017). MTA funguje jako ochranný korzet, který se aktivuje před pohybem těla / končetin, s cílem zvýšit tuhost páteře pro zajištění její stability (Cresswell et al., 1994; Hodges et al., 1999). Jedinci s LBP mají sníženou míru aktivace MTA, což bylo prokázáno ultrazvukem v reálném čase (Teyhen et al., 2009). U těchto jedinců také dochází k opožděné aktivaci MTA (Hodges et al., 1996).

Redukci bolesti bederní páteře lze podle našeho názoru také vysvětlit posílením kyčelních svalů pomocí cviku 2, který podporuje činnost zevních rotátorů kyčelních kloubů a napřímení trupu. Posílení kyčelních a posturálních svalů pomáhá tělu rovnoměrněji rozložit zátěž během pohybu (Macadam et al., 2015). Tyto svaly svou aktivitou odlehčují zatížení bederní oblasti, zatímco posturální svaly zajišťují celkové napřímené držení těla, které zpětně ovlivňuje správnou funkci tkání bederní oblasti (Chan et al., 2025; Jeong et al., 2015). Přestože byla do pohybové intervence ve skupině 3 zařazena také chůze, hlavní účinek na

zmírnění bolestí bederní páteře přisuzujeme manuálním technikám. Tento závěr vychází ze skutečnosti, že ve skupině 1, kde byla aplikována pouze chůze, k významnému zlepšení LBP nedošlo.

#### *Skupina 4*

Přestože účastníci kontrolní skupiny žádnou pohybovou intervenci nepodstoupili, bylo u nich pozorováno snížení bolesti bederní oblasti mezi časovými body J (první měření) a AF (třetí měření). Toto zlepšení si vysvětlujeme několika jevy. Je známo, že bolest dolní části zad má kolísavý průběh a její regrese může vysvětlovat snížení závažnosti symptomů v průběhu času, za předpokladu že jedinci vstupují do studie během akutnější fáze obtíží. Účast ve studii, byť i v rámci kontrolní skupiny, mohla vést k rozvoji behaviorálních změn, jako jsou změny v držení těla, úrovni aktivity nebo strategiích péče o sebe. Nakonec, i subjektivní povaha hlášení bolesti představuje možnost, že se interpretace intenzity bolesti účastníky v průběhu času měnila, což přispívalo ke zdánlivému zlepšení bolestí i bez cílené léčby.

#### 6.4.1 Přesah vzhledem k výzkumným hypotézám

Vzhledem k výzkumným hypotézám můžeme konstatovat následující. Na základě našich poznatků ohledně bolesti bederní oblasti považujeme výzkumnou hypotézu H1 (Předpokládáme, že chůze samotná, případně její kombinace s odporovým cvičením či manuální terapií povede ke zlepšení alespoň některých sledovaných zdravotních ukazatelů u zkoumaného vzorku ve srovnání s kontrolní skupinou.) za vyvrácenou. Ke zlepšení bolesti v oblasti bederní páteře došlo ve 2 intervenčních skupinách, ale i ve skupině kontrolní. Tímto vyvracíme dílčí hypotézy H1.7 (Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke snížení muskuloskeletální bolesti.) a H1.7.4 (Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti beder.).

Co se týče hypotézy H2 (Předpokládáme, že kombinace chůze s odporovým cvičením či manuální terapií bude v příznivém ovlivnění těchto parametrů účinnější nežli chůze samotná.), tuto hypotézu také vyvracíme, a to ze stejného důvodu jako v případě hypotézy H1. Na základě těchto poznatků vyvracíme dílčí hypotézy H2.7 (Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve snížení muskuloskeletální bolesti než chůze samotná.) a H2.7.4 (Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější ve snížení muskuloskeletální bolesti v oblasti beder než chůze samotná.).

## 6.5 Diskuse vzhledem ke skóre sociální motivace

V rámci naší studie jsme se v dotazníku zaměřujícím se na motivaci k pohybu dotazovali na to, jakou roli hrají společenské faktory (společenské normy, rodina, přátelé, individuální potřeba socializace) v motivaci k pohybu u daného jedince.

Výsledky datové analýzy přinesly následující poznatky. Mezi jediný statisticky významný rozdíl v rámci meziskupinového porovnání patřilo skóre mezi skupinami 1 a 2 v časovém bodě BH4 (třetí měření). V rámci obdobného srovnávání minuly hranici statistické signifikance těsně dva další rozdíly ve skóre – mezi skupinami 1 a 3 v časovém bodě BH (třetí měření); a mezi skupinami 2 a 4 v časovém bodě U (první měření). Hranici statistické signifikance také těsně minula skupina 1 a její vývoj skóre v čase. V rámci skupiny 1 došlo po ukončení intervence k poklesu skóre sociální motivace, následně k jeho nárůstu v čase třetího měření. Oba rozdíly mezi skóre (první – druhé měření, druhé – třetí měření) se pohybovaly těsně nad hodnotou  $p = 0.05$ . Existuje statisticky významný hlavní efekt skupiny, což znamená, že se skupiny v rámci sociální motivace lišily. Interakce skupina x čas se také ukázala jako významná, což naznačuje, že intervence neovlivnila všechny skupiny stejným způsobem.

Jediný rozdíl, který překročil hladinu statistické významnosti, se objevil v časovém bodě třetího měření (BH), kde se skupina 1 a skupina 2 významně lišily. To naznačuje, že měsíc po ukončení intervence vykazovaly obě skupiny odlišné trajektorie v sociální motivaci. Skupina 1 vykazovala významně nižší skóre sociální motivace než skupina 2. Zdá se, že tento rozdíl nebyl způsoben ani tak výrazným zlepšením ve skupině 2 – jejíž skóre se po malém poklesu po intervenci téměř vrátilo na výchozí úroveň – jako spíše pozvolným poklesem motivace pozorovaným ve skupině 1. Zatímco skupina 1 začala s relativně vysokou sociální motivací, jejich skóre po intervenci prudce kleslo a do doby třetího měření se zdaleka nevrátilo na vstupné hodnoty. Výrazný pokles sociální motivace ve skupině 1 bezprostředně po intervenci naznačuje, že účastníci mohli přehodnotit důležitost sociálních faktorů ve svém vztahu k pohybu. Jednou z možností je, že intervence podpořila posun k individuálnějším formám motivace, čímž se snížila závislost na sociálním kontextu. Ačkoli se skóre při následném sledování poněkud zvýšilo, nevrátilo se na výchozí úroveň. To naznačuje, že se sociální faktory staly pro tuto skupinu méně klíčové než na začátku. Významný kontrast

v časovém bodě BH se zdá být způsoben odlišnými vzorci vývoje sledované veličiny v rámci skupin 1 a 2. Zatímco se skóre sociální motivace ve skupině 2 po mírném poklesu téměř vrátilo v časovém bodě BH na výchozí úroveň, skóre skupiny 1 zůstalo v časovém bodě BH výrazně nižší než vstupně. To naznačuje, že na rozdíl od skupiny 2, účastníci ve skupině 1 nebyly měsíc od ukončení intervence ovlivněni sociálními faktory jako primárním zdrojem motivace k cvičení. Příslušné zjištění poukazuje na potenciální rozdíly v udržitelnosti sociální motivace mezi skupinami, přičemž skupina 2 vykazovala větší stabilitu této motivace v čase. Zatímco skupina 1 a skupina 2 vykazovaly odlišné vzorce vývoje sociální motivace, příčinu tohoto rozdílu nelze na základě současných dat s jistotou určit.

Ačkoli se jednalo o jediný rozdíl mezi skupinami, který dosáhl statistické významnosti, několik dalších srovnání přineslo hodnoty blízké konvenčnímu prahu statistické významnosti. I když je nutné tyto vzorce interpretovat s opatrností, mohou stále poskytnout užitečné informace o možných trendech v sociální motivaci napříč skupinami.

Hranici statistické signifikance těsně minuly rozdíly ve skóre sociální motivace mezi skupinami 1 a 3 v časovém bodě BH (třetí měření); také mezi skupinami 2 a 4 v časovém bodě U (první měření). Tyto hraničně významné rozdíly mohou odrážet vliv přidáných intervenčních složek (cvičení s odporem, manuální techniky) na sociální motivaci k pohybu. Alternativně mohou být tyto trendy způsobeny variabilitou výchozích hodnot (rozdíly mezi skupinami 2 a 4 v časovém bodě U), omezenou velikostí vzorku nebo přirozenými výkyvy v motivaci ovlivněnými dalšími společenskými faktory. Pro objasnění těchto vlivů jsou zapotřebí další studie s upravenou metodikou ve smyslu většího vzorku zkoumané populace a citlivějších měřících metod. Dosavadní výzkum ale ukazuje, že participace ve skupinovém cvičení může jako forma socializace ovlivnit cvičební chování jedinců (Paton, 2021). Rozdíly v základním sociálním nastavení jedinců před započítáním intervence by mohly přispívat k rozdílům v motivaci a změnám chování u těchto jedinců po ukončení intervence (Golaszewski et al., 2023; Sansano-Nadal et al., 2019).

Skupina 1 (chůze) vykazovala náznak významných změn skóre v čase, s počátečním poklesem po intervenci následovaným částečným zotavením do třetího měření. Ačkoli tyto změny těsně minuly statistickou významnost, naznačují možný vliv chůze na sociální motivaci, který nemusel být plně zachycen kvůli velikosti vzorku nebo individuální



variabilitě jedinců. Přestože přesné mechanismy tohoto trendu zůstávají nejasné, několik psychologických teorií poskytuje možná vysvětlení, proč by intervence spočívající pouze v chůzi mohla dočasně snížit motivaci k pohybu vyvolanou společenskými nebo vnějšími faktory. Sebedeterminační teorie (*Self-Determination Theory*) rozlišuje mezi různými typy motivace: vnitřní, vnější a amotivací. Intervence, jako je chůze, zejména je-li vnímána jako externě kontrolovaná, může vést ke snížení vnější motivace k pohybu, pokud účastníci cítí, že je ohrožena jejich autonomie. Tato změna by mohla vést k dočasnému poklesu sociální motivace, zejména pokud byly dříve významným motivátorem společenské faktory (Teixeira et al., 2012). Další teorie (*Motivation Crowding Theory*) předpokládá, že zavedení strukturovaných intervencí může někdy podkopat vnitřní motivaci jedince. V kontextu naší studie se účastníci mohli zpočátku věnovat chůzi kvůli společenskému tlaku nebo vnějším očekáváním. Chůze mohla přesunout jejich zaměření z externích motivátorů na interní, jako je zdravotní přínos intervence, čímž se snížil vliv společenských faktorů na jejich motivaci (Frey et al., 1999). Motivace je také dynamická a může v čase kolísat (Bok et al., 2024). Podle našeho názoru se v počátečním poklesu sociální motivace mohlo odrážet období psychologických procesů, kdy účastníci přehodnocovali své důvody pro fyzickou aktivitu. Postupem času, jak si účastníci osvojí výhody chůze, se motivace řízená osobními faktory může zvyšovat, zatímco vliv společenských faktorů nadále slábne.

### 6.5.1 Přesah vzhledem k výzkumným hypotézám

Vzhledem k výzkumným hypotézám, můžeme konstatovat následující. Na základě našich poznatků považujeme výzkumnou hypotézu H1 (Předpokládáme, že chůze samotná, případně její kombinace s odporovým cvičením či manuální terapií povede ke zlepšení alespoň některých sledovaných zdravotních ukazatelů u zkoumaného vzorku ve srovnání s kontrolní skupinou.) za vyvrácenou. Náznak změny hodnot sociální motivace byl pouze ve skupině 1, ale tato změna nedosáhla statistické signifikance. Tímto vyvracíme také dílčí hypotézu H1.14 (Chůze nebo její kombinace s odporovým cvičením / manuální terapií vede u seniorů ke změnám v oblasti společenské motivace k pohybu.).

Co se týče hypotézy H2 (Předpokládáme, že kombinace chůze s odporovým cvičením či manuální terapií bude v příznivém ovlivnění těchto parametrů účinnější nežli chůze samotná.), tuto hypotézu také vyvracíme, a to ze stejného důvodu jako v případě hypotézy H1. Dílčí hypotézu H2.14 (Chůze v kombinaci s odporovým cvičením / manuální terapií bude u seniorů účinnější v ovlivnění společenské motivace k pohybu než chůze samotná.) považujeme také za vyvrácenou.

## 6.6 Diskuse vzhledem ke skóre psychologické motivace

Výsledky ANOVA s opakovanými měřeními ukázaly statisticky významnou interakci mezi skupinou a časem, což naznačuje, že trajektorie změn skóre napříč jednotlivými body měření nebyla mezi skupinami jednotná. Ani hlavní vliv času, ani hlavní vliv skupiny však nedosáhly statistické významnosti, což znamená, že při samostatném zkoumání neměl žádný z faktorů konzistentní vliv na výsledek. Post-hoc srovnání upravená pomocí Bonferroniho korekce neodhalila významné párové rozdíly, což lze pravděpodobně připsat snížené statistické síle vícenásobných srovnávacích postupů. Celkově vzato tato zjištění naznačují, že ačkoli lze detekovat globální vzorec ve změnách skóre mezi skupinami, specifická povaha a načasování těchto rozdílů zůstávají nenápadné. Tento vzorec poukazuje na potenciálně významný trend v tom, jak se skupiny v čase liší, což by ale vyžadovalo další zkoumání ve studiích s většími vzorky nebo alternativními analytickými přístupy.

## 7 LIMITACE

Stejně jako každý empirický výzkum, i tato studie má několik omezení, která mohou ovlivnit zobecnitelnost a interpretaci jejích výsledků.

Jednou z hlavních limitací studie je charakteristika zkoumaného vzorku. Účastníci byli relativně zdraví a fyzicky zdatní starší dospělí, z nichž mnozí hlásili minimální počet chronických zdravotních problémů a udržovali si aktivní životní styl. I když tato homogenita zdravotního stavu snižuje variabilitu spojenou s odlišným zdravotním stavem napříč účastníky, omezuje možnost zobecnění výsledků na širší populaci seniorů. V běžné populaci se mnoho starších dospělých setkává s větší mírou zdravotních problémů, funkčního omezení či nižší fyzickou zdatností než účastníci této studie. Proto pozorované vzorce nemusí plně odrážet realitu celé populace starších osob. Budoucí výzkum by mohl zahrnout účastníky s různou úrovní zdravotního stavu a životního stylu, aby se ověřilo, zda se trendy pozorované v této práci vztahují na širší spektrum starších dospělých.

Dalším omezením je relativně krátká délka intervence, která trvala pouze 4 týdny. Ačkoli toto období, včetně následného měření po měsíci od ukončení intervence, umožnilo zachytit okamžité a krátkodobé změny, nemuselo být dostatečné k odhalení dlouhodobějších nebo kumulativních účinků pohybové intervence. Behaviorální, fyziologické či kognitivní adaptace u starších dospělých často vyžadují delší časový rámec, a proto krátkodobá intervence mohla podcenit skutečný dopad programu. Budoucí studie s delším sledováním nebo prodlouženými intervencemi by mohly objasnit, zda pozorované efekty přetrvávají, slábnou či se naopak časem zintenzivňují.

Intenzita cvičebního programu představuje další omezení. Cvičení byla nastavena pouze mírně nad minimální doporučení Světové zdravotnické organizace pro seniorskou populaci. Tento přístup zajišťoval bezpečnost intervence, zejména pro seniory obecně, avšak mohl omezit potenciál vyvolat výraznější účinky u relativně zdravého a fyzicky zdatného vzorku. Je možné, že intenzivnější program s progresivní zátěží, by lépe odpovídal specifickým potřebám této kohorty a mohl vést k silnější adaptaci. Budoucí výzkum by proto měl zvážit přizpůsobení intenzity cvičení úrovni fyzické zdatnosti účastníků, aby bylo možné plně využít potenciální přínosy programu.

Vzorek studie se skládal převážně z ženských účastníků. To reflektuje větší podíl žen, které se ve vyšším věku dobrovolně účastní výzkumu zaměřeného na zdraví a cvičení, zároveň to však omezuje zobecnitelnost výsledků napříč pohlavími. Bylo prokázáno, že pohlaví a genderové rozdíly ovlivňují fyziologické reakce, motivaci a dodržování pohybových intervencí. Nedostatečné zastoupení mužů proto omezuje možnost aplikace závěrů na celou populaci starších dospělých. I když by bylo možné provést podrobnější genderovou analýzu, v některých skupinách byl počet mužů příliš nízký, což by pravděpodobně vedlo k statisticky nevýznamným výsledkům.

Dalším omezením je složení intervenčních skupin. Účastníci se věnovali buď samotné chůzi, chůzi kombinované s odporovým cvičením, nebo chůzi kombinované s manuální terapií. Ačkoli tyto kombinace odpovídají praktickému přístupu k podpoře fyzické aktivity u starších dospělých, ztěžují izolaci účinků odporového cvičení či manuální terapie, pokud jsou prováděny společně s chůzí. Není tedy zcela jasné, zda byly výsledky primárně ovlivněny chůzí, doplňkovými prvky, nebo jejich interakcí. Budoucí studie by mohly zkoumat odporové cvičení a manuální terapii jako samostatné intervence, aby bylo možné přesněji izolovat jejich efekt.

A konečně, i když byli účastníci instruováni, aby během studie zachovali svůj obvyklý denní a sportovní režim, nelze vyloučit, že došlo k nehlášeným změnám. Takové změny ve fyzické aktivitě, životním stylu či dalších návycích mohly ovlivnit výsledky studie a zvýšit nekontrolovanou variabilitu dat. Přestože bylo vynaloženo úsilí minimalizovat tyto vlivy, zůstávají potenciálním zdrojem zkreslení, které je třeba zohlednit při interpretaci výsledků.

## 8 ZÁVĚR

Cílem této studie bylo hodnotit efekt chůze a její kombinace s manuálními technikami / odporovým cvičením na vybrané zdravotní parametry seniorské populace bez konkrétního přidruženého onemocnění.

Výsledky našeho výzkumu poukazují na to, že tyto intervence mohou vést u seniorské populace ke zlepšení nebo významné změně některých zdravotních parametrů (rozvíjení horního hrudníku, 6MWD, bolest hlavy a krční oblasti, bolest bederní oblasti, skóre sociální motivace ke cvičení).

Ve skupině 1, která 2x týdně po dobu 4 týdnů podstoupila 40 minut chůze, došlo ke zlepšení rozvíjení horního hrudníku a změna skóre sociální motivace jen těsně minula hranici statistické signifikance.

Skupina 2 podstoupila 2x týdně po dobu 4 týdnů 20 minut manuálních technik pod dozorem fyzioterapeuta a následně vykonávala 40 minut prosté chůze. Tato skupina vykazovala zlepšení v 6MWD a snížení bolesti bederní oblasti.

Skupina 3 po dobu 4 týdnů 2x týdně vykonávala 20 minut odporového cvičení pod dohledem fyzioterapeuta a následovně také vykonávala 40 minut prosté chůze. V této skupině došlo ke zlepšení rozvíjení horního hrudníku, 6MWD, redukci bolestí hlavy / krční oblasti i bederní oblasti.

Skupina 4 (kontrolní skupina) nepodstoupila žádnou pohybovou intervenci a byla požádána, aby v době experimentu nijak neměnila své běžné návyky. V rámci této skupiny došlo ke zhoršení rozvíjení horního hrudníku, ale také k redukci bolesti v bederní oblasti.

Co se týče zbylých zkoumaných parametrů, v rámci naší studie nedošlo k jejich žádné významné změně. To mohlo být způsobeno řadou faktorů jako je charakteristika zkoumaného vzorku, případně nedostatečná intenzita pohybové intervence.

Celkově tyto výsledky podtrhují důležitost pohybových intervencí pro podporu zdraví a kondice v seniorské populaci. Studie doplňuje rostoucí množství důkazů v dostupné literatuře naznačujících, že cílené pohybové intervence pro seniory mohou přinést měřitelné zdravotní benefity. Budoucí výzkum by se měl zaměřit na detailnější zkoumání těchto strategií s cílem uplatnit je v seniorské populaci.

Do budoucna by měl výzkum také směřovat k ověření účinnosti zkoumaných intervencí na větším a různorodějším vzorku seniorské populace. Bylo by vhodné tyto intervence a

jejich efekt posoudit v delším časovém horizontu, s cílem zhodnotit udržitelnost dosažených efektů. Dále by bylo přínosné detailně zkoumat a formulovat optimální dávkování jednotlivých typů cvičení, případně jejich kombinací. V neposlední řadě by se budoucí studie mohly zaměřit na individuální přizpůsobení programů jednotlivcům s ohledem na výchozí fyzickou kondici, zdravotní stav, motivaci nebo osobní preference.

## 9 SEZNAM LITERATURY

1. World Health Organization. *Ageing and health* [online]. 2024. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health> [cit. 2025-01-19]
2. United Nations. *World Population Prospects 2022: Summary of Results* [online]. New York: United Nations, 2022. Dostupné z: [https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022\\_summary\\_of\\_results.pdf](https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf) [cit. 2025-01-23]
3. Lu, L. et al. Associated Adverse Health Outcomes of Polypharmacy and Potentially Inappropriate Medications in Community-dwelling Older Adults with Diabetes. *Frontiers in pharmacology* [online]. 2023, vol. (14). Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1284287>. [cit. 2025-01-23]
4. Higo, M. et al. Global Population Aging: Unequal Distribution of Risks in Later Life Between Developed and Developing Countries. *Global Social Policy* [online]. 2015, vol.15(2), 146–166 Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/1468018114543157>. [cit. 2025-01-27]
5. Rose, M. R. *Evolutionary biology of aging*. 1990. Oxford University Press. 240 s. ISBN: 9780195095302. [cit. 2025-01-27]
6. Medawar, P. B. *An Unsolved Problem of Biology*. 1952. H.K. Lewis and Company. 24 s. Dostupné z: <https://archive.org/details/medawar-1952-unsolved-problem/page/5/mode/1up>
7. Saborido, C. et al. Is Aging a Disease? The Theoretical Definition of Aging in the Light of the Philosophy of Medicine. *The Journal of Medicine and Philosophy* [online]. 2022, vol.47(6), 770-783. Dostupné z doi: 10.1093/jmp/jhac030. [cit. 2025-01-29]
8. Pamplona, R. et al. Programmed versus non-programmed evolution of aging. What is the evidence? *Experimental Gerontology* [online]. 2023, vol.175. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2023.112162> [cit. 2025-01-29]
9. Shay, J. W. et al. Hayflick, his limit, and cellular ageing. *Nature Reviews Molecular Cell Biology* [online]. 2000, vol. 1, 72-76. Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/35036093> [cit. 2025-01-31]



10. Troen, B. R. The Biology of Ageing. *The Mount Sinai Journal of Medicine* [online]. 2003, vol. 70, p. 3-22. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12516005/> [cit. 2025-02-01]
11. Fulop, T. et al. On the immunological theory of aging. *Interdisciplinary Topics in Gerontology and Geriatrics* [online]. 2014, vol. 39, 163-176. Dostupné z doi: [10.1159/000358904](https://doi.org/10.1159/000358904) [cit. 2025-02-01]
12. Sohal, R. S. et al. Oxidative stress, caloric restriction, and aging. *Science* [online]. 1996, 273: 59–63. Dostupné z doi: [10.1126/science.273.5271.59](https://doi.org/10.1126/science.273.5271.59) [cit. 2025-02-02]
13. Chistiakov, D. A. et al. Mitochondrial aging and age-related dysfunction of mitochondria. *Biomed Research International* [online]. 2014. Dostupné z doi: [10.1155/2014/238463](https://doi.org/10.1155/2014/238463) [cit. 2025-02-02]
14. Maynard, S. et al. DNA Damage, DNA Repair, Aging, and Neurodegeneration. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine* [online]. 2015, vol.5(10). Dostupné z doi: [10.1101/cshperspect.a025130](https://doi.org/10.1101/cshperspect.a025130) [cit. 2025-02-03]
15. Jin, K. Modern Biological Theories of Aging. *Aging and Disease* [online]. 2010, vol.1(2), 72-74. Dostupné z: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2995895/> [cit. 2025-02-03]
16. Loue, S. et al. *Encyclopedia of Aging and Public Health*. 2008. Springer Science & Business Media. 843 s. ISBN 978-0-387-33753-1 [cit. 2025-02-03]
17. López-Otín, C. et al. The Hallmarks of Aging. *Cell* [online]. 2013, 153(6):1194–1217. Dostupné z doi: [10.1016/j.cell.2013.05.039](https://doi.org/10.1016/j.cell.2013.05.039) [cit. 2025-02-04]
18. Mitteldorf, J. Aging is not a process of wear and tear. *Rejuvenation Research* [online]. 2010, vol.13(2-3), 322-326. Dostupné z doi: [10.1089/rej.2009.0967](https://doi.org/10.1089/rej.2009.0967) [cit. 2025-02-05]
19. Gladyshev, V. N. The Free Radical Theory of Aging Is Dead. Long Live The Damage Theory! *Antioxidants & Redox Signaling* [online]. 2014, vol.20(4), 727-731. Dostupné z doi: [10.1089/ars.2013.5228](https://doi.org/10.1089/ars.2013.5228) [cit. 2025-02-05]
20. Cai, Y. et al. The impact of ageing mechanisms on musculoskeletal system diseases in the elderly. *Frontiers in Immunology* [online]. 2024. Dostupné z doi: [10.3389/fimmu.2024.1405621](https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1405621) [cit. 2025-02-06]

21. Beaudart, C. et al., Estimation of sarcopenia prevalence using various assessment tools. *Experimental Gerontology* [online]. 2015, vol.61, 31-37. Dostupné z doi: [10.1016/j.exger.2014.11.014](https://doi.org/10.1016/j.exger.2014.11.014) [cit. 2025-02-06]
22. Doherty, T. J. Invited review: aging and sarcopenia. *Journal of Applied Physiology* [online]. 2003, vol.95(4), 1717-1727. Dostupné z doi: [10.1152/japplphysiol.00347.2003](https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00347.2003) [cit. 2025-02-06]
23. Koopman, R. Dietary protein and exercise training in ageing. *Proceedings of the Nutrition Society*. Cambridge University Press. 2010, vol.70(1), 104-113. Dostupné z doi: [10.1017/S0029665110003927](https://doi.org/10.1017/S0029665110003927) [cit. 2025-02-06]
24. Hughes, V. A. et al. Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 2002, vol.76(2), 473-481. Dostupné z doi: [10.1093/ajcn/76.2.473](https://doi.org/10.1093/ajcn/76.2.473) [cit. 2025-02-06]
25. Mijnders, D. M. et al. Validity and Reliability of Tools to Measure Muscle Mass, Strength, and Physical Performance in Community-Dwelling Older People: A systematic review. *Journal of the American Medical Directors Association* [online]. 2013, vol.14(3), 170-178. Dostupné z doi: [10.1016/j.jamda.2012.10.009](https://doi.org/10.1016/j.jamda.2012.10.009) [cit. 2025-02-07]
26. Nilwik, R. et al. The decline in skeletal muscle mass with aging is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size. *Experimental Gerontology* [online]. 2013, vol.48(5), 492-498. Dostupné z doi: [10.1016/j.exger.2013.02.012](https://doi.org/10.1016/j.exger.2013.02.012) [cit. 2025-02-07]
27. Buford, T. W. et al. Models of accelerated sarcopenia: critical pieces for solving the puzzle of age-related muscle atrophy. *Ageing Research Reviews* [online]. 2010, vol.9(4), 369-383. Dostupné z doi: [10.1016/j.arr.2010.04.004](https://doi.org/10.1016/j.arr.2010.04.004) [cit. 2025-02-08]
28. Marzetti, E. et al. Apoptosis in skeletal myocytes: a potential target for interventions against sarcopenia and physical frailty: a mini-review. *Gerontology* [online]. 2012, vol.58(2), 99-106. Dostupné z doi: [10.1159/000330064](https://doi.org/10.1159/000330064) [cit. 2025-02-08]
29. Johnston, A. P. et al. Resistance training, sarcopenia, and the mitochondrial theory of aging. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* [online]. 2007. Dostupné z: <https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/H07-141@apnm-vs.2015.01.issue-02> [cit. 2025-02-09]

30. Degens, H. et al. Control of muscle size during disuse, disease and aging. *International Journal of Sports Medicine* [online]. 2006, vol.27(2), 94-99. Dostupné z doi: 10.1055/s-2005-837571 [cit. 2025-02-10]
31. Chandra, A. et al. Skeletal aging and osteoporosis: mechanisms and therapeutics. *International Journal of Molecular Sciences* [online]. 2021, vol.22(7). Dostupné z doi: 10.3390/ijms22073553 [cit. 2025-02-11]
32. Clézardin, P. et al. Bone metastasis: mechanisms, therapies, and biomarkers. *Physiological Reviews* [online]. 2021, 101, 797-855. Dostupné z doi: [10.1152/physrev.00012.2019](https://doi.org/10.1152/physrev.00012.2019) [cit. 2025-02-11]
33. Zioupos, P. et al. Ageing bone fractures: the case of a ductile to brittle transition that shifts with age. *Bone* [online]. 2020, 131. Dostupné z doi: [10.1016/j.bone.2019.115176](https://doi.org/10.1016/j.bone.2019.115176) [cit. 2025-02-11]
34. Bobin, M. et al. Ageing-related bone and immunity changes: insights into the complex interplay between the skeleton and the immune system. *Bone Research* [online]. 2024, 12, 42. Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/s41413-024-00346-4#ref-CR9> [cit. 2025-02-11]
35. Burr, D. B. et al. Changes in bone matrix properties with aging. *Bone* [online]. 2019, 12, 85-93. Dostupné z doi: [10.1016/j.bone.2018.10.010](https://doi.org/10.1016/j.bone.2018.10.010) [cit. 2025-02-11]
36. Fischer, V. Interaction between bone and immune cells: implications for postmenopausal osteoporosis. *Seminars in Cell & Developmental Biology* [online]. 2022, 123, 14-21. Dostupné z doi: [10.1016/j.semcdb.2021.05.014](https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2021.05.014) [cit. 2025-02-11]
37. Loeser, R. F. Age-related changes in the musculoskeletal system and the development of osteoarthritis. *Clinics in Geriatric Medicine* [online]. 2010, 26(3), 371-386. Dostupné z doi: 10.1016/j.cger.2010.03.002 [cit. 2025-02-12]
38. Walk, R. E. et al. Contrast-enhanced microCT evaluation of degeneration following partial and full width injuries to the mouse lumbar intervertebral disc. *Scientific Reports* [online]. 2022, 12(1). Dostupné z doi: 10.1038/s41598-022-19487-9 [cit. 2025-02-12]
39. Gul, R. et al. Aging and Synovial Joint Function: Changes in Structure and Implications for Mobility. *Advancement in Synovial Joint Science* [online]. 2023. Dostupné z doi: 10.5772/intechopen.1003866 [cit. 2025-02-12]

40. Shamji, M. F. et al. Proinflammatory cytokine expression profile in degenerated and herniated human intervertebral disc tissues. *Arthritis and Rheumatism* [online]. 2010, 62, 1974-1982. Dostupné z doi: 10.1002/art.27444 [cit. 2025-02-12]
41. Zhang, F. et al. Molecular mechanisms of cell death in intervertebral disc degeneration (review). *International Journal of Molecular Medicine* [online]. 2016, 37, 1439-1448. Dostupné z doi: 10.3892/ijmm.2016.2573 [cit. 2025-02-12]
42. Sharma, G. et al. Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. *Clinical Interventions in Aging* [online]. 2006, vol. (1)3, 253-260. Dostupné z doi: 10.2147/ciia.2006.1.3.253 [cit. 2025-02-13]
43. Kera, T. et al. Definition of Respiratory Sarcopenia With Peak Expiratory Flow Rate. *Journal of the American Medical Directors Association* [online]. 2019, vol.20, 1021–1025. Dostupné z doi: 10.1016/j.jamda.2018.12.013 [cit. 2025-02-13]
44. Nagano, A. et al. Respiratory Sarcopenia and Sarcopenic Respiratory Disability: Concepts, Diagnosis, and Treatment. *Springer Nature* [online]. 2021, vol.25(4), 507-515. Dostupné z doi: [10.1007/s12603-021-1587-5](https://doi.org/10.1007/s12603-021-1587-5) [cit. 2025-02-13]
45. Barnes, P. J. Chronic obstructive pulmonary disease. *New England Journal of Medicine* [online]. 2000, 343, 269-280. Dostupné z doi: 10.1056/NEJM200007273430407 [cit. 2025-02-13]
46. Rogers, D. F. Mucociliary dysfunction in COPD: effect of current pharmacotherapeutic options. *Pulmonary Pharmacology & Therapeutics* [online]. 2005, vol.18(1), 1-8. Dostupné z doi: 10.1016/j.pupt.2004.08.001 [cit. 2025-02-13]
47. Agudelo, Ch. W. et al. Decreased surfactant lipids correlate with lung function in chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *PLoS One* [online]. 2020, vol.15(2). Dostupné z doi: [10.1371/journal.pone.0228279](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228279) [cit. 2025-02-13]
48. Barnes, P. Oxidative stress in chronic obstructive pulmonary disease. *Antioxidants (Basel)* [online]. 2022, vol.11(5). Dostupné z doi: [10.3390/antiox11050965](https://doi.org/10.3390/antiox11050965) [cit. 2025-02-13]
49. Löfdahl, J. M. et al. Bronchoalveolar lavage in COPD: fluid recovery correlates with the degree of emphysema. *European Respiratory Journal* [online]. 2005, vol.25(2), 275-281. Dostupné z doi: 10.1183/09031936.05.00033504 [cit. 2025-02-13]

50. Vaz Fragoso C. A. et al. Respiratory impairment and the aging lung: a novel paradigm for assessing pulmonary function. *The Journals of Gerontology Medical Sciences* [online]. 2012, vol.67, 264–275. Dostupné z doi:10.1093/gerona/qlr249 [cit. 2025-02-13]
51. Stanojevic, S. et al. Reference ranges for spirometry across all ages. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* [online]. 2008, 177, 253–260. Dostupné z doi:10.1164/rccm.200708-1248OC [cit. 2025-02-13]
52. Thomas, E. T. et al. Rate of normal lung function decline in ageing adults: a systematic review of prospective cohort studies. *BMJ Open* [online]. 2019, 9. Dostupné z doi: 10.1136/bmjopen-2018-028150 [cit. 2025-02-13]
53. Cho, H. E. Understanding Changes in the Respiratory System with Ageing. *Annals of CardioPulmonary Rehabilitation* [online]. 2023, vol.3(2), 27-34. Dostupné z doi: 10.53476/acpr.2023.3.2.27 [cit. 2025-02-13]
54. Berry, Ch. Pulmonary Function Tests in Older Adults. *Elder Care* [online]. 2023. Dostupné z: [https://aging.arizona.edu/sites/default/files/2023-05/Pulmonary%20Function%20Tests.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://aging.arizona.edu/sites/default/files/2023-05/Pulmonary%20Function%20Tests.pdf?utm_source=chatgpt.com) [cit. 2025-02-13]
55. Gama Maciel, M. C. S. P. et al. Respiratory Muscle Strength Evaluation in Healthy Adult and Elderly Women – Respiratory Muscle Strength Assessment in Adult and Elderly. *Scientific Research* [online]. 2018, vol.10(8). Dostupné z doi: [10.4236/health.2018.108077](https://doi.org/10.4236/health.2018.108077) [cit. 2025-02-13]
56. Pride, N. B. Ageing and changes in lung mechanics. *European Respiratory Journal* [online]. 2005, vol.26(4). Dostupné z doi: [10.1183/09031936.05.00079805](https://doi.org/10.1183/09031936.05.00079805) [cit. 2025-02-13]
57. Mittman, C. et al. Relationship between chest wall and pulmonary compliance with age. *Journal of Applied Physiology* [online]. 1965, vol.20, 1211–1216. Dostupné z doi: [10.1152/jappl.1965.20.6.1211](https://doi.org/10.1152/jappl.1965.20.6.1211) [cit. 2025-02-14]
58. Abdellatif, M. et al. Hallmarks of cardiovascular ageing. *Nature Reviews Cardiology* [online]. 2023, vol.20, 754-777. Dostupné z doi: 10.1038/s41569-023-00881-3 [cit. 2025-02-15]

59. Kohn, J. C. et al. Age-related vascular stiffening causes and consequences. *Frontiers in Geriatrics* [online]. 2015, vol.30(6). Dostupné z doi: [10.3389/fgene.2015.00112](https://doi.org/10.3389/fgene.2015.00112) [cit. 2025-02-15]
60. Strait, J. B. et al. Aging-associated cardiovascular changes and their relationship to heart failure. *Heart Failure Clinics* [online]. 2015, vol.8(1), 143-164. Dostupné z doi: [10.1016/j.hfc.2011.08.011](https://doi.org/10.1016/j.hfc.2011.08.011) [cit. 2025-02-16]
61. Vakka, A. et al. Cardiovascular aging: from cellular and molecular changes to therapeutic interventions. *The Journal of Cardiovascular Aging* [online]. 2023, vol.3(3). Dostupné z doi: [10.20517/jca.2023.09](https://doi.org/10.20517/jca.2023.09) [cit. 2025-02-16]
62. Ziemann, S. J. et al. Mechanisms, pathophysiology, and therapy of arterial stiffness. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology* [online]. 2005, vol.25, 932-943. Dostupné z doi: [10.1161/01.ATV.0000160548.78317.29](https://doi.org/10.1161/01.ATV.0000160548.78317.29) [cit. 2025-02-17]
63. Donato, A. J. et al. Direct evidence of endothelial oxidative stress with aging in humans: relation to impaired endothelium-dependent dilation and upregulation of nuclear factor kappa B. *Circulation Research* [online]. 2007, vol.100, 1659-1666. Dostupné z doi: [10.1161/01.RES.0000269183.13937.e8](https://doi.org/10.1161/01.RES.0000269183.13937.e8) [cit. 2025-02-17]
64. O'Rourke, M. F. et al. Mechanical factors in arterial aging: a clinical perspective. *Journal of the American College of Cardiology* [online]. 2007, vol.50, 1-13. Dostupné z doi: [10.1016/j.jacc.2006.12.050](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2006.12.050) [cit. 2025-02-17]
65. Messerli, F. H. et al. The J-curve blood pressure and coronary artery disease or essential hypertension: exactly how essential? *Journal of the American College of Cardiology* [online]. 2009, vol.54, 1827-1834. Dostupné z doi: [10.1016/j.jacc.2009.05.073](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.05.073) [cit. 2025-02-17]
66. Christou, D. D. et al. Decreased maximal heart rate with aging is related to reduced beta-adrenergic responsiveness but is largely explained by a reduction in intrinsic heart rate. *Journal of Applied Physiology* [online]. 2008, vol.105(1), 24-29. Dostupné z doi: [10.1152/japplphysiol.90401.2008](https://doi.org/10.1152/japplphysiol.90401.2008) [cit. 2025-02-17]
67. Mirza, M. et al. Mechanisms of Arrhythmias and Conduction Disorders in Older Adults. *Clinics in Geriatrics Medicine* [online]. 2012, vol.28(4), 555-573. Dostupné z doi: [10.1016/j.cger.2012.08.005](https://doi.org/10.1016/j.cger.2012.08.005) [cit. 2025-02-17]

68. Laurent, S. et al. Arterial Stiffness and Hypertension in the Elderly. *Frontiers in Cardiovascular Medicine* [online]. 2020. Dostupné z doi: [10.3389/fcvm.2020.544302](https://doi.org/10.3389/fcvm.2020.544302) [cit. 2025-02-17]
69. Monahan, K. D. Effect of aging on baroreflex function in humans. *American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* [online]. 2007, vol.293(1). Dostupné z doi: [10.1152/ajpregu.00031.2007](https://doi.org/10.1152/ajpregu.00031.2007) [cit. 2025-02-18]
70. Zipes, D. P. et al. ACC/AHA/ESC 2006 guidelines for management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: a report of the American College of Cardiology / American Heart Association Task Force and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines. *Journal of the American College of Cardiology* [online]. 2006, vol.48, 247-346. Dostupné z doi: [10.1016/j.jacc.2006.07.010](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2006.07.010) [cit. 2025-02-19]
71. Mitchell, G. F. et al. Changes in arterial stiffness and wave reflection with advancing age in healthy men and women: the Framingham Heart Study. *Hypertension* [online]. 2004, vol.43(6), 1239-1245. Dostupné z doi: [10.1161/01.HYP.0000128420.01881.aa](https://doi.org/10.1161/01.HYP.0000128420.01881.aa) [cit. 2025-02-20]
72. Seals, D. R. et al. Aging and vascular endothelial function in humans. *Clinical Science (London)* [online]. 2011, vol.120(9), 357-375. Dostupné z doi: [10.1042/CS20100476](https://doi.org/10.1042/CS20100476) [cit. 2025-02-20]
73. Čelovská, D. et al. Význam senzitivity baroreflexu pre stratifikáciu kardiovaskulárneho rizika u hypertonikov. *Vnitřní Lékařství* [online]. 2010, vol.56(6), 607-612. Dostupné z: <https://www.casopisvnitrnilekarstvi.cz/pdfs/vnl/2010/06/18.pdf> [cit. 2025-02-21]
74. Ma, Y. et al. Baroreflex Sensitivity and Long-Term Dementia Risk in Older Adults. *Hypertension* [online]. 2024, vol.82(2). Dostupné z doi: [10.1161/HYPERTENSIONAHA.124.24001](https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.124.24001) [cit. 2025-02-21]
75. Norcliffe-Kaufmann, L. Stress and baroreflex. *Autonomic Neuroscience* [online]. 2022, vol.238. Dostupné z doi: [10.1016/j.autneu.2022.102946](https://doi.org/10.1016/j.autneu.2022.102946) [cit. 2025-02-21]
76. Dinneno, F. A. et al. Age-associated changes in cardiovagal baroreflex sensitivity are related to central arterial compliance. *Heart and Circulatory Physiology* [online].



- 2001, vol.281(1). Dostupné z doi: [10.1152/ajpheart.2001.281.1.H284](https://doi.org/10.1152/ajpheart.2001.281.1.H284) [cit. 2025-02-22]
77. Kesidou, E. et al. CNS Ageing in Health and Neurodegenerative Disorders. *Journal of Clinical Medicine* [online]. 2023, vol.12(6). Dostupné z doi: [10.3390/jcm12062255](https://doi.org/10.3390/jcm12062255) [cit. 2025-02-23]
  78. Grajauskas, L. A. et al. MRI-based evaluation of structural degeneration in the ageing brain: Pathophysiology and assessment. *Ageing Research Reviews* [online]. 2019, vol.49, 67–82. Dostupné z doi: [10.1016/j.arr.2018.11.004](https://doi.org/10.1016/j.arr.2018.11.004) [cit. 2025-02-23]
  79. Hedman, A. M. et al. Human brain changes across the life span: A review of 56 longitudinal magnetic resonance imaging studies. *Human Brain Mapping* [online]. 2011, vol.33, 1987–2002. Dostupné z doi: [10.1002/hbm.21334](https://doi.org/10.1002/hbm.21334) [cit. 2025-02-23]
  80. Fjell, A. M. et al. Structural brain changes in aging: courses, causes and cognitive consequences. *Reviews in the Neurosciences* [online]. 2010, vol.21(3), 187–221. Dostupné z doi: [10.1515/revneuro.2010.21.3.187](https://doi.org/10.1515/revneuro.2010.21.3.187) [cit. 2025-02-24]
  81. Raz, N. et al. Brain Aging and Its Modifiers. *Annals of the New York Academy of Sciences* [online]. 2007, vol.1097(1), 84–93. Dostupné z doi: [10.1196/annals.1379.018](https://doi.org/10.1196/annals.1379.018) [cit. 2025-02-24]
  82. Peters, A. The effect of normal aging on myelin and nerve fibers: A review. *Journal of Neurocytology* [online]. 2002, vol.31, 581–593. Dostupné z doi: [10.1023/A:1025731309829](https://doi.org/10.1023/A:1025731309829) [cit. 2025-02-25]
  83. Bennett, I. J. et al. Disconnected aging: cerebral white matter integrity and age-related differences in cognition. *Neuroscience* [online]. 2014, vol.276, 187–205. Dostupné z doi: [10.1016/j.neuroscience.2013.11.026](https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2013.11.026) [cit. 2025-02-26]
  84. Salat, D. H. et al. Thinning of the cerebral cortex in aging. *Cerebral Cortex* [online]. 2004, vol.14(7), 721–730. Dostupné z doi: [10.1093/cercor/bhh032](https://doi.org/10.1093/cercor/bhh032) [cit. 2025-02-26]
  85. Morrison, J. H. et al. The ageing cortical synapse: hallmarks and implications for cognitive decline. *Nature Reviews Neuroscience* [online]. 2012, vol.13(4), 240–250. Dostupné z doi: [10.1038/nrn3200](https://doi.org/10.1038/nrn3200) [cit. 2025-02-26]
  86. Neill, D. Should Alzheimer’s disease be equated with human brain ageing? A maladaptive interaction between brain evolution and senescence. *Ageing Research*



- Reviews* [online]. 2012, 104-122. Dostupné z doi: 10.1016/j.arr.2011.06.004 [cit. 2025-02-27]
87. Terman, A. et al. Lipofuscin. *International Journal of Biochemistry & Cell Biology* [online]. 2004, vol.36(8), 1400-1404. Dostupné z doi: [10.1016/j.biocel.2003.08.009](https://doi.org/10.1016/j.biocel.2003.08.009) [cit. 2025-02-27]
  88. Jack, C. R. et al. Tracking pathophysiological processes in Alzheimer's disease: an updated hypothetical model of dynamic biomarkers. *The Lancet Neurology* [online]. 2013, vol.12(2), 207-216. Dostupné z doi: 10.1016/S1474-4422(12)70291-0 [cit. 2025-02-27]
  89. Franceschi, C. et al. Inflammaging and „Garb-aging“. *Trends in Endocrinology & Metabolism* [online]. 2017, vol.28(3), 199-212. Dostupné z doi: 10.1016/j.tem.2016.09.005 [cit. 2025-02-27]
  90. Rodriguez-Arellano, J. J. et al. Astrocytes in physiological aging and Alzheimer's disease. *Neuroscience* [online]. 2016, vol.323, 170-182. Dostupné z doi: 10.1016/j.neuroscience.2015.01.007 [cit. 2025-02-28]
  91. Mattson, M. P. et al. Ageing and neuronal vulnerability. *Nature Reviews Neuroscience* [online]. 2006, vol.7(4), 278-296. Dostupné z doi: 10.1038/nrn1886 [cit. 2025-02-28]
  92. Mendelson, S. D. The Current Status of the Platelet 5-HT(2A) Receptors in Depression. *Journal of Affective Disorders* [online]. 2000, vol.1, 13-24. Dostupné z doi: 10.1016/s0165-0327(99)00177-9 [cit. 2025-02-28]
  93. Schliebs, R. et al. The cholinergic system in aging and neuronal degeneration. *Behavioural Brain Research* [online]. 2011, vol.221(2), 555-563. Dostupné z doi: 10.1016/j.bbr.2010.11.058 [cit. 2025-02-28]
  94. Bishop, N. A. et al. Neural mechanisms of ageing and cognitive decline. *Nature* [online]. 2010, vol.464(7288), 529-535. Dostupné z doi: 10.1038/nature08983 [cit. 2025-02-28]
  95. Salthouse, T. A. Selective review of cognitive aging. *Journal of the International Neuropsychological Society* [online]. 2010, vol.16(5), 754-760. Dostupné z doi: 10.1017/S1355617710000706 [cit. 2025-02-28]

96. Nyberg, L. et al. Memory aging and brain maintenance. *Trends in Cognitive Sciences* [online]. 2012, vol.16(5), 292-305. Dostupné z doi: [10.1016/j.tics.2012.04.005](https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.04.005) [cit. 2025-02-28]
97. Seidler, R. D. et al. Motor control and aging: links to age-related brain structural, functional, and biochemical effects. *Neuroscience & Behavioral Reviews* [online]. 2010, vol.34(5), 721-733. Dostupné z doi: [10.1016/j.neubiorev.2009.10.005](https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.10.005) [cit. 2025-03-01]
98. Arleo, A. et al. Consensus Paper: Cerebellum and Ageing. *Cerebellum* [online]. 2023, vol.23(2), 802-832. Dostupné z doi: [10.1007/s12311-023-01577-7](https://doi.org/10.1007/s12311-023-01577-7) [cit. 2025-03-01]
99. Mander, B. A. et al. Sleep and Human Aging. *Neuron* [online]. 2017, vol.94(1), 19-36. Dostupné z doi: [10.1016/j.neuron.2017.02.004](https://doi.org/10.1016/j.neuron.2017.02.004) [cit. 2025-03-01]
100. Duffy, J. F. et al. Aging and Circadian Rhythms. *Sleep Medicine Clinics* [online]. 2016, vol.10(4), 423-434. Dostupné z doi: [10.1016/j.jsmc.2015.08.002](https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2015.08.002) [cit. 2025-03-01]
101. Piťha, J. Bariéry nervového systému za fyziologických a patologických stavů. *Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie* [online]. 2014, vol.77/110(5), 553-559. Dostupné z doi: [10.14735/amcsnn2014553](https://doi.org/10.14735/amcsnn2014553) [cit. 2025-03-01]
102. Poduslo, J. F. et al. Permeability at the blood-brain and blood-nerve barriers of the neurotrophic factors: NGF, CNTF, NT-3, BDNF. *Brain Research. Molecular Brain Research* [online]. 1996, vol.36(2), 280-286. Dostupné z doi: [10.1016/0169-328x\(95\)00250-v](https://doi.org/10.1016/0169-328x(95)00250-v) [cit. 2025-03-01]
103. Verdú, E. et al. Influence of aging on peripheral nerve function and regeneration. *Journal of Peripheral Nervous System* [online]. 2000, vol.5(4), 191-208. Dostupné z doi: [10.1111/j.1529-8027.2000.00026.x](https://doi.org/10.1111/j.1529-8027.2000.00026.x) [cit. 2025-03-02]
104. Hinman, J. D. et al. Age-related molecular reorganization at the node of Ranvier. *Journal of Comparative Neurology* [online]. 2006, vol.495(4), 351-362. Dostupné z doi: [10.1002/cne.20886](https://doi.org/10.1002/cne.20886) [cit. 2025-03-02]
105. Clark, B. C. Neural Mechanisms of Age-Related Loss of Muscle Performance and Physical Function. *The Journals of Gerontology: Series A* [online]. 2023, vol.78, 8-13. Dostupné z doi: [10.1093/gerona/glad029](https://doi.org/10.1093/gerona/glad029) [cit. 2025-03-02]

106. Painter, D. R. et al. Neural Responses to Target Features Outside a Search Array Are Enhanced During Conjunction But Not Unique-Feature Search. *The Journal of Neuroscience* [online]. 2014, vol.34(9), 3390-3401. Dostupné z doi: 10.1523/JNEUROSCI.3630-13.2014 [cit. 2025-03-02]
107. Apfel, S. C. Nerve growth factor for the treatment of diabetic neuropathy: What went wrong, what went right, and what do the future hold? *International Journal of Neurobiology* [online]. 2002, vol.50, 393-413. Dostupné z doi: [10.1016/S0074-7742\(02\)50083-0](https://doi.org/10.1016/S0074-7742(02)50083-0) [cit. 2025-03-03]
108. Piasecki, M. et al. Age-dependent motor unit remodeling in human limb muscles. *Biogerontology* [online]. 2016, vol.17(3), 485-496. Dostupné z doi: 10.1007/s10522-015-9627-3 [cit. 2025-03-03]
109. Romanovsky, D. et al. Age-dependent decline in density of human nerve and spinal ganglia neurons expressing the  $\alpha 3$  isoform of NA/K-ATPase. *Neuroscience* [online]. 2016, vol.310, 342-353. Dostupné z doi: [10.1016/j.neuroscience.2015.09.034](https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2015.09.034) [cit. 2025-03-03]
110. Shaffer, S. W. et al. Aging of the somatosensory system: a translational perspective. *Physical Therapy & Rehabilitation Journal* [online]. 2007, vol.87(2), 193-207. Dostupné z doi: [10.2522/ptj.20060083](https://doi.org/10.2522/ptj.20060083) [cit. 2025-03-04]
111. Verschueren, S. M. P. et al. The effect of aging on dynamic position sense at the ankle. *Behavioural Brain Research* [online]. 2002, vol.136(2), 593-603. Dostupné z doi: [10.1016/S0166-4328\(02\)00224-3](https://doi.org/10.1016/S0166-4328(02)00224-3) [cit. 2025-03-04]
112. Gagliese, L. Pain and aging: the emergence of a new subfield of pain research. *Journal of Pain Research* [online]. 2009, vol.10(4), 343-353. Dostupné z doi: [10.1016/j.jpain.2008.10.013](https://doi.org/10.1016/j.jpain.2008.10.013) [cit. 2025-03-04]
113. Jones, P. P. et al. Baroreflex Buffering Is Reduced with Age in Healthy Men. *Circulation* [online]. 2003, vol.107(13). Dostupné z doi: [10.1161/01.CIR.0000057811.86187.88](https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000057811.86187.88) [cit. 2025-03-04]
114. Inoue, Y. et al. Mechanisms underlying the age-related decrement in the human sweating response. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* [online]. 1999, vol.79, 121-126. Dostupné z doi: 10.1007/s004210050485 [cit. 2025-03-04]

115. Deschenes, M. R. Motor unit and neuromuscular junction remodeling with aging. *Current Aging Science* [online]. 2011, vol.4(3), 209-220. Dostupné z doi: 10.2174/1874609811104030209 [cit. 2025-03-05]
116. Korovesis, D. et al. Oxidative Stress in Age-Related Neurodegenerative Diseases: An Overview of Recent Tools and Findings. *Antioxidants (Basel)* [online]. 2023, vol.12(1). Dostupné z doi: [10.3390/antiox12010131](https://doi.org/10.3390/antiox12010131) [cit. 2025-03-05]
117. Chahal, H. S. et al. The endocrine system and ageing. *The Journal of Pathology* [online]. 2007, vol.211(2), 173-180. Dostupné z doi: 10.1002/path.2110 [cit. 2025-03-06]
118. van den Beld, A. W. et al. The physiology of endocrine systems with ageing. *The Lancet Diabetes & Endocrinology* [online]. 2018, vol.6(8), 647-658. Dostupné z doi: [10.1016/S2213-8587\(18\)30026-3](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(18)30026-3) [cit. 2025-03-06]
119. Riedl, M. et al. Growth hormone in the elderly man. *Wiener Medizinische Wochenschrift* [online]. 2001, vol.151(18-20), 426-429. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11817251/> [cit. 2025-03-06]
120. Pataky, M. W. et al. Hormonal and Metabolic Changes of Aging and the Influence of Lifestyle Modifications. *Mayo Clinic Proceedings* [online]. 2021, vol.96(3), 788-814. Dostupné z doi: [10.1016/j.mayocp.2020.07.033](https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2020.07.033) [cit. 2025-03-06]
121. Razvi, S. et al. The influence of age on the relationship between subclinical hypothyroidism and ischemic heart disease: a metaanalysis. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* [online]. 2008, vol.93(8), 788-814. Dostupné z doi: 10.1210/jc.2008-0167 [cit. 2025-03-06]
122. Xu, G. M. et al. Thyroid disorders and gastrointestinal dysmotility: an old association. *Frontiers in Physiology* [online]. 2024, vol.15. Dostupné z doi: [10.3389/fphys.2024.1389113](https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1389113) [cit. 2025-03-06]
123. Chen, J. et al. TT3, A more practical indicator for evaluating the relationship between sarcopenia and thyroid hormone in the euthyroid elderly compared to FT3. *Clinical Interventions in Aging* [online]. 2023, vol.18, 1285-1293. Dostupné z doi: [10.2147/CIA.S420558](https://doi.org/10.2147/CIA.S420558) [cit. 2025-03-06]

124. Priego, T. et al. Role of hormones in sarcopenia. *Vitamins and Hormones* [online]. 2021, vol.115, 535-570. Dostupné z doi: 10.1016/bs.vh.2020.12.021 [cit. 2025-03-07]
125. Reynolds, R. M. et al. Cortisol secretion and rate of bone loss in a population-based cohort of elderly men and women. *Calcified Tissue International* [online]. 2005, vol.77, 134-138. Dostupné z doi: 10.1007/s00223-004-0270-2 [cit. 2025-03-07]
126. MacFarlane, E. et al. Arthritis and the role of endogenous glucocorticoids. *Bone Research* [online]. 2020, vol.8(33). Dostupné z doi: 10.1038/s41413-020-00112-2 [cit. 2025-03-07]
127. Rendina, D. N. et al. Precipitous Dehydroepiandrosterone Declines Reflect Decreased Physical Activity and Function. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* [online]. 2016, vol.72(6), 747-753. Dostupné z doi: [10.1093/gerona/glw135](https://doi.org/10.1093/gerona/glw135) [cit. 2025-03-07]
128. Mühlen, D. et al. Effect of dehydroepiandrosterone supplementation on bone mineral density, bone markers, and body composition in older adults. *Osteoporosis International* [online]. 2007, vol.19(5), 699-707. Dostupné z doi: [10.1007/s00198-007-0520-z](https://doi.org/10.1007/s00198-007-0520-z) [cit. 2025-03-07]
129. Sorwell, K. G. et al. Dehydroepiandrosterone and age-related cognitive decline. *Age (Disorders)* [online]. 2009, vol.32(1), 61-67. Dostupné z doi: [10.1007/s11357-009-9113-4](https://doi.org/10.1007/s11357-009-9113-4) [cit. 2025-03-07]
130. Huang, K. et al. Dehydroepiandrosterone and age-related musculoskeletal diseases: Connections and therapeutic implications. *Ageing Research Reviews* [online]. 2020, vol.62. Dostupné z doi: [10.1016/j.arr.2020.101132](https://doi.org/10.1016/j.arr.2020.101132) [cit. 2025-03-07]
131. Wilkes, E. A. et al. Blunting of insulin inhibition of proteolysis in legs of older subjects may contribute to age-related sarcopenia. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 2009, vol.90(5), 1343-1350. Dostupné z doi: 10.3945/ajcn.2009.27543 [cit. 2025-03-08]
132. Xia, J. et al. The relationship between insulin resistance and osteoporosis in elderly male type 2 diabetes mellitus and diabetic nephropathy. *Annales d'Endocrinologie* [online]. 2012, vol.73(6), 546-551. Dostupné z doi: 10.1016/j.ando.2012.09.009 [cit. 2025-03-08]

133. Adeva-Andany, M. M. et al. The effects of glucagon and the target of rapamycin (TOR) on skeletal muscle protein synthesis and age-dependent sarcopenia in humans. *Clinical Nutrition ESPEN* [online]. 2021, vol.44, 15-25. Dostupné z doi: [10.1016/j.clnesp.2021.06.025](https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.06.025) [cit. 2025-03-08]
134. Lieberman, S. A. et al. The somatopause: should growth hormone deficiency in older people be treated? *Clinics in Geriatric Medicine* [online]. 1997, vol.13(4), 671-784. Dostupné z doi: [10.1016/S0749-0690\(18\)30143-5](https://doi.org/10.1016/S0749-0690(18)30143-5) [cit. 2025-03-09]
135. Weiss, R. E. et al. Somatostatin can locally inhibit proliferation and differentiation of cartilage and bone precursor cells. *Calcified Tissue International* [online]. 1981, vol.33(4), 425-430. Dostupné z doi: [10.1007/BF02409466](https://doi.org/10.1007/BF02409466) [cit. 2025-03-09]
136. Khosla, S. et al. Estrogen and the skeleton. *Trends in Endocrinology & Metabolism* [online]. 2012, vol.23(11), 576-581. Dostupné z doi: [10.1016/j.tem.2012.03.008](https://doi.org/10.1016/j.tem.2012.03.008) [cit. 2025-03-09]
137. Collins, B. C. et al. Aging of the musculoskeletal system: How the loss of estrogen impacts muscle strength. *Bone* [online]. 2019, vol.123, 137-144. Dostupné z doi: [10.1016/j.bone.2019.03.033](https://doi.org/10.1016/j.bone.2019.03.033) [cit. 2025-03-09]
138. Roman-Blas, J. A. et al. Osteoarthritis associated with estrogen deficiency. *Arthritis Research & Therapy* [online]. 2009, vol.11(5). Dostupné z doi: [10.1186/ar2791](https://doi.org/10.1186/ar2791) [cit. 2025-03-10]
139. Shihegara, K. et al. Relationship between testosterone and sarcopenia in older-adult men: a narrative review. *Journal of Clinical Medicine* [online]. 2022, vol.11(20). Dostupné z doi: [10.3390/jcm11206202](https://doi.org/10.3390/jcm11206202) [cit. 2025-03-10]
140. Finkelstein, J. S. et al. Gonadal steroids and body composition, strength, and sexual function in men. *The New England Journal of Medicine* [online]. 2013, vol.369(11), 1011-1022. Dostupné z doi: [10.1056/NEJMoa1206168](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1206168) [cit. 2025-03-10]
141. Prior, J. C. et al. Progesterone for the prevention and treatment of osteoporosis in women. *Climacteric* [online]. 2018, vol.4. Dostupné z doi: [10.1080/13697137.2018.1467400](https://doi.org/10.1080/13697137.2018.1467400) [cit. 2025-03-10]
142. Hall, O. J. et al. Progesterone-based compounds affect immune responses and susceptibility to infections at diverse mucosal sites. *Mucosal Immunology* [online]. 2017, vol.10, 1097-1107. Dostupné z doi: [10.1038/mi.2017.35](https://doi.org/10.1038/mi.2017.35) [cit. 2025-03-11]

143. Smith, G. I. et al. Testosterone and Progesterone, But Not Estradiol, Stimulate Muscle Protein Synthesis in Postmenopausal Women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* [online]. 2014, vol.1(1), 256-265. Dostupné z doi: [10.1210/jc.2013-2835](https://doi.org/10.1210/jc.2013-2835) [cit. 2025-03-11]
144. Mödder, U. I. et al. Relation of serum serotonin levels to bone density and structural parameters in women. *Journal of Bone and Mineral Research* [online]. 2009, vol.25(2), 415-420. Dostupné z doi: [10.1359/jbmr.090721](https://doi.org/10.1359/jbmr.090721) [cit. 2025-03-12]
145. Lu, X. et al. Insight into the roles of melatonin in bone tissue and bone-related diseases: review. *International Journal of Molecular Medicine* [online]. 2021, vol.47(5). Dostupné z doi: [10.3892/ijmm.2021.4915](https://doi.org/10.3892/ijmm.2021.4915) [cit. 2025-03-12]
146. Fulop, T. et al. Immunosenescence and Inflamm-Aging as two sides of the same coin: Friends or foes? *Frontiers in Immunology* [online]. 2018. Dostupné z doi: [10.3389/fimmu.2017.01960](https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.01960) [cit. 2025-03-12]
147. Lord, J. M. et al. Neutrophil ageing and immunesenescence. *Mechanisms of Ageing and Development* [online]. 2001, vol.122 (14), 1521–1535. Dostupné z doi: [10.1016/S0047-6374\(01\)00285-8](https://doi.org/10.1016/S0047-6374(01)00285-8) [cit. 2025-03-13]
148. Mocchegiani, E. et al. NK and NKT cell functions in immunosenescence. *Aging Cell* [online]. 2004, vol.3(4), 177–184. Dostupné z doi: [10.1111/j.1474-9728.2004.00107.x](https://doi.org/10.1111/j.1474-9728.2004.00107.x) [cit. 2025-03-13]
149. Linton, P. J. et al. T cell function in the aged: Lessons learned from animal models. *Clinical and Applied Immunology Reviews* [online]. 2006, vol.6(2), 73–97. Dostupné z doi: [10.1016/j.cair.2006.06.001](https://doi.org/10.1016/j.cair.2006.06.001) [cit. 2025-03-13]
150. Gibson, K. L. et al. B-cell diversity decreases in old age is correlated with poor health status. *Aging Cell* [online]. 2009, vol.8(1), 18–25. Dostupné z doi: [10.1111/j.1474-9726.2008.00443.x](https://doi.org/10.1111/j.1474-9726.2008.00443.x) [cit. 2025-03-13]
151. Dawes, C. Salivary flow patterns and the health of hard and soft oral tissues. *The Journal of the American Dental Association* [online]. 2008, vol.139. Dostupné z doi: [10.14219/jada.archive.2008.0351](https://doi.org/10.14219/jada.archive.2008.0351) [cit. 2025-03-13]
152. Bitar, K. et al. Aging and Gastrointestinal Neuromuscular Function: Insights from Within and Outside the Gut. *Neurogastroenterology & Motility* [online].



- 2012, vol.23(6), 490-501. Dostupné z doi: [10.1111/j.1365-2982.2011.01678.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2982.2011.01678.x) [cit. 2025-03-13]
153. Rémond, D. et al. Understanding the gastrointestinal tract of the elderly to develop dietary solutions that prevent malnutrition. *Oncotarget* [online]. 2015, vol.6(16), 13858-13898. Dostupné z doi: [10.18632/oncotarget.4030](https://doi.org/10.18632/oncotarget.4030) [cit. 2025-03-13]
154. Odamaki, T. et al. Age-related changes in gut microbiota composition from newborn to centenarian: a cross-sectional study. *BMC Microbiology* [online]. 2016, vol.16, 90. Dostupné z doi: [10.1186/s12866-016-0708-5](https://doi.org/10.1186/s12866-016-0708-5) [cit. 2025-03-14]
155. Jakimowicz, M. C. et al. Aging-Related Cellular, Structural and Functional Changes in the Lymph Nodes: A Significant Component of Immunosenescence? An Overview. *Cells* [online]. 2021, vol.10(11). Dostupné z doi: [10.3390/cells10113148](https://doi.org/10.3390/cells10113148) [cit. 2025-03-14]
156. Piller, N. Lymphoedema: causes, prevention and management in older people. *Reviews in Clinical Gerontology* [online]. 2013, vol.23(2), 142-154. Dostupné z doi: [10.1017/S0959259812000238](https://doi.org/10.1017/S0959259812000238) [cit. 2025-03-14]
157. Kaur, D. et al. Nutritional Interventions for Elderly and Considerations for the Development of Geriatric Foods. *Current Aging Science* [online]. 2019, vol.12(1), 15-27. Dostupné z doi: [10.2174/1874609812666190521110548](https://doi.org/10.2174/1874609812666190521110548) [cit. 2025-03-15]
158. Reid, I. R. et al. Drug therapy for osteoporosis in older adults. *The Lancet* [online]. 2022, vol.399(10329), 1080-1092. Dostupné z doi: [10.1016/S0140-6736\(21\)02646-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02646-5) [cit. 2025-03-15]
159. Monteiro, J. M. et al. Social engagement and wellbeing in late life: a systematic review. *Ageing & Society* [online]. 2024, 1-28. Dostupné z doi: [10.1017/S0144686X24000011](https://doi.org/10.1017/S0144686X24000011) [cit. 2025-03-15]
160. Mayer, F. et al. The Intensity and Effects of Strength Training in the Elderly. *Deutsches Arzteblatt International* [online]. 2011, vol.108(21) 359-364. Dostupné z doi: [10.3238/arztebl.2011.0359](https://doi.org/10.3238/arztebl.2011.0359) [cit. 2025-03-16]
161. Sherrington, C. et al. Exercise to prevent falls in older adults: an updated systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2017, vol.51(24) 1750-1758. Dostupné z doi: [10.1136/bjsports-2016-096547](https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096547) [cit. 2025-03-16]



162. Laurin, D. et al. Physical activity and risk of cognitive impairment and dementia in elderly persons. *Archives of Neurology* [online]. 2001, vol.58(3) 498-504. Dostupné z doi: 10.1001/archneur.58.3.498 [cit. 2025-03-16]
163. Smith, P. J. et al. 2013. *Routledge Handbook of Physical Activity and Mental Health*. London: Routledge handbook of physical activity and mental health. 600 s. ISBN: 9780203132678. [cit. 2025-03-16]
164. World Health Organization. *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. 2020. Geneva: WHO. 18 s. ISBN 978-92-4-001488-6. [cit. 2025-03-17]
165. Izquierdo, M. et al. International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR): Expert Consensus Guidelines. *The Journal of nutrition, health and aging* [online]. 2021, vol.25(7), 824-853. Dostupné z doi: [10.1007/s12603-021-1665-8](https://doi.org/10.1007/s12603-021-1665-8) [cit. 2025-03-17]
166. Borg, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise* [online]. 1982, vol.14(5), 377-381. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7154893/> [cit. 2025-03-17]
167. Fiatarone Singh, M.A. et al. *Physical Fitness and Exercise – Pathy’s Principles and Practice of Geriatric Medicine*. 2022. New Jersey: John Wiley & Sons Ltd. 1856 s. ISBN: 9781119484202. [cit. 2025-03-17]
168. Baker, M. K. et al. Multi-modal exercise programs for older adults. *Age and Ageing* [online]. 2007, vol.36(4), 375-381. Dostupné z doi: 10.1093/ageing/afm054 [cit. 2025-03-18]
169. Fiatarone, M. A. et al. Exercise Training and Nutritional Supplementation for Physical Frailty in Very Elderly People. *The New England Journal of Medicine* [online]. 1994, vol.330, 1769-1775. Dostupné z doi: 10.1056/NEJM199406233302501 [cit. 2025-03-18]
170. Royse, L. A. et al. „It’s not time for us to sit down yet“: how group exercise programs can motivate physical activity and overcome barriers in inactive older adults. *International Journal of Qualitative Studies in Health and Well-being* [online]. 2023, vol.18(1). Dostupné z doi: 10.1080/17482631.2023.2216034 [cit. 2025-03-19]
171. Matison, A. P. et al. Association between dietary protein intake and changes in health-related quality of life in older adults: findings from the AusDiab 12-year prospective

- study. *BMC Geriatrics* [online]. 2022, vol.22. Dostupné z doi: 10.1186/s12877-022-02894-y [cit. 2025-03-19]
172. Izquierdo, M. et al. Physical activity guidelines for older people: knowledge gaps and future directions. *The Lancet Healthy Longevity* [online]. 2021, vol.2(6), 380-383. Dostupné z doi: 10.1016/S2666-7568(21)00079-9 [cit. 2025-03-19]
  173. Marteau, T. M. et al. Changing behaviour: an essential component of tackling health inequalities. *BMJ* [online]. 2021, vol.372. Dostupné z doi: 10.1136/bmj.n332 [cit. 2025-03-20]
  174. Battaglia, G. et al. Walking in natural environments as geriatrician's recommendation for fall prevention: Preliminary outcomes from the "Passiata Day" model. *Sustainability* [online]. 2020, vol.12(7). Dostupné z doi: 10.3390/su12072684 [cit. 2025-03-20]
  175. Blain, H. et al. Balance and walking speed predict subsequent 8-year mortality independently of current and intermediate events in well-functioning women aged 75 years and older. *The Journal of nutrition, health and aging* [online]. 2010, vol.14(7), 595-600. Dostupné z doi: 10.1007/s12603-010-0111-0 [cit. 2025-03-20]
  176. Melzer, I. et al. Effects of regular walking on postural stability in the elderly. *Gerontology* [online]. 2003, vol.49, 240-245. Dostupné z doi: [10.1159/000070404](https://doi.org/10.1159/000070404) [cit. 2025-03-20]
  177. Donath, L. et al. Effects of stair-climbing on balance, gait, strength, resting heart rate, and submaximal endurance in healthy seniors. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* [online]. 2014, vol.24, 93-101. Dostupné z doi: 10.1111/sms.12113 [cit. 2025-03-21]
  178. Gomeňuka, N. A. et al. Effects of Nordic walking training on quality of life, balance, functional mobility in elderly: A randomized clinical trial. *PLoS ONE* [online]. 2019, vol.14(3). Dostupné z doi: [10.1371/journal.pone.0211472](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211472) [cit. 2025-03-21]
  179. Li, Q. et al. Forest bathing enhances human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins. *International Journal of Immunology and Pharmacology* [online]. 2007, vol.20, 3-8. Dostupné z doi: [10.1177/03946320070200S202](https://doi.org/10.1177/03946320070200S202) [cit. 2025-03-22]

180. Ishii, H. et al. Physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the atmosphere of the forest) in a mixed forest in Shinano Town, Japan. *Scandinavian Journal of Forest Research* [online]. 2007, vol.26, 135-142. Dostupné z doi: [10.1080/02827580802055978](https://doi.org/10.1080/02827580802055978) [cit. 2025-03-22]
181. Park, B. J. et al. The physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the forest atmosphere or forest bathing): Evidence from field experiments in 24 forests across Japan. *Environmental Health and Preventive Medicine* [online]. 2010, vol.15, 18–26. Dostupné z doi: 10.1007/s12199-009-0086-9 [cit. 2025-03-23]
182. Kaczmarczyk, K. et al. Changes in lung function and anthropometric parameters post training in older women. *International Journal of Gerontology* [online]. 2015, vol.9, 123–125. Dostupné z doi: 10.1016/j.ijge.2015.05.011 [cit. 2025-03-23]
183. Lee, J. Y. et al. Cardiac and pulmonary benefits of forest walking versus city walking in elderly women: A randomised, controlled, open-label trial. *European Journal of Integrative Medicine* [online]. 2014, vol.14, 5–11. Dostupné z doi: 10.1016/j.eujim.2013.10.006 [cit. 2025-03-23]
184. Novotová, K. et al. Influence of Walking as Physiological Training to Improve Respiratory Parameters in the Elderly Population. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. 2022, vol.19(3). Dostupné z doi: 10.3390/ijerph19137995 [cit. 2025-03-24]
185. Kuo, M. et al. A randomized controlled trial of the prescribed Stepper walking program in preventing frailty among the dwelling elderly. *Topics in Geriatric Rehabilitation* [online]. 2018, vol.34(3), 223-233. Dostupné z doi: [10.1097/TGR.000000000000198](https://doi.org/10.1097/TGR.000000000000198) [cit. 2025-03-24]
186. Huang, G. et al. Changes in pulmonary function response to a 10-week controlled exercise program in sedentary elderly adults. *Perceptual and Motor Skills* [online]. 2005, vol.100(2), 394-402. Dostupné z doi: [10.2466/pms.100.2.394-402](https://doi.org/10.2466/pms.100.2.394-402) [cit. 2025-03-25]
187. Shim, Y. J. et al. Aerobic training with rhythmic functional movement: Influence on cardiopulmonary function, functional movement and quality of life in the

- elderly women. *Journal of Human Sport and Exercise* [online]. 2019, vol.14, 748-756. Dostupné z doi: [10.14198/jhse.2019.144.04](https://doi.org/10.14198/jhse.2019.144.04) [cit. 2025-03-25]
188. El-Kader, M. S. A. et al. Aerobic exercise training and incentive spirometry can control age-related respiratory muscle performance changes in elderly. *Journal of General Medicine* [online]. 2013, vol.10, 14-19. Dostupné z: <https://www.ejgm.co.uk/download/aerobic-exercise-training-and-incentive-spirometry-can-control-age-related-respiratory-muscles-7026.pdf> [cit. 2025-03-25]
  189. Fragoso, C. A. V. et al. Effect of structured physical activity on respiratory outcomes in sedentary elderly adults with mobility limitations. *Journal of the American Geriatrics Society* [online]. 2016, vol.64, 501–509. Dostupné z doi: [10.1111/jgs.14013](https://doi.org/10.1111/jgs.14013) [cit. 2025-03-26]
  190. Saygin, O. Long-term walking exercise may affect some physical functions in the elderly. *Studies on Ethno-Medicine* [online]. 2015, vol.9(3), 379-384. Dostupné z doi: [10.1080/09735070.2015.11905455](https://doi.org/10.1080/09735070.2015.11905455) [cit. 2025-03-26]
  191. Phillips, S. M. et al. Uncomplicated Resistance Training and Health-Related Outcomes: Evidence for a Public Health Mandate. *Current Sports Medicine Reports* [online]. 2010, vol.9(4), 208-213. Dostupné z doi: [10.1249/JSR.0b013e3181e7da73](https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e3181e7da73) [cit. 2025-03-27]
  192. Snijders, T. et al. Muscle mass and strength gains following 6 months of resistance type exercise training are only partly preserved within one year with autonomous exercise continuation in older adults. *Experimental Gerontology* [online]. 2019, vol.121(1), 71-78. Dostupné z doi: [10.1016/j.exger.2019.04.002](https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.04.002) [cit. 2025-03-27]
  193. Westcott, W. Resistance training is medicine. Effects of Strength Training on Health. *Current Sports Medicine Reports* [online]. 2012, vol.11(4), 209-216. Dostupné z doi: [10.1249/JSR.0b013e31825dabb8](https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31825dabb8) [cit. 2025-03-28]
  194. Zhong, Y. J. et al. Mechanism-Driven Strategies for Reducing Fall Risk in the Elderly: A Multidisciplinary Review of Exercise Interventions. *Healthcare* [online]. 2024, vol.12(23). Dostupné z doi: [10.3390/healthcare12232394](https://doi.org/10.3390/healthcare12232394) [cit. 2025-03-28]

195. Flor-Rufino, C. et al. Resistance training of peripheral muscles benefits respiratory parameters in older women with sarcopenia: Randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics* [online]. 2023, vol.104. Dostupné z doi: [10.1016/j.archger.2022.104799](https://doi.org/10.1016/j.archger.2022.104799) [cit. 2025-03-29]
196. Oh, E. G. The effects of home-based pulmonary rehabilitation in patients with chronic lung disease. *International Journal of Nursing Studies* [online]. 2003, vol.40(8), 873-879. Dostupné z doi: [10.1016/S0020-7489\(03\)00071-3](https://doi.org/10.1016/S0020-7489(03)00071-3) [cit. 2025-03-29]
197. Hashmi, M. A. et al. Impact of Resistance Training on FEV1 and Functional Exercise Capacity among COPD Patients: A Meta-analysis. *Journal of the College of Physicians and Surgeons – Pakistan* [online]. 2022, vol.32(1), 68-74. Dostupné z doi: [10.29271/jcpsp.2022.01.68](https://doi.org/10.29271/jcpsp.2022.01.68) [cit. 2025-03-30]
198. Kongsgaard, M. et al. Heavy resistance training increases muscle size, strength and physical function in elderly male COPD patients – a pilot study. *Respiratory Medicine* [online]. 2004, vol.98(10), 1000-1007. Dostupné z doi: [10.1016/j.rmed.2004.03.003](https://doi.org/10.1016/j.rmed.2004.03.003) [cit. 2025-03-30]
199. IFOMPT (The International Federation of Manual and Musculoskeletal Physical Therapists Incorporated). 2004. Dostupné z: <https://www.ifompt.org/About+IFOMPT/OMPT+Definition.html> [cit. 2025-03-30]
200. Xiu, D. X. et al. *Braddom's Physical Medicine and Rehabilitation: 6th edition*. 2020. Philadelphia: Elsevier. 1120 s. ISBN 978-0-323-62539-5. [cit. 2025-03-31]
201. Heneghan, N. R. et al. Manual therapy for chronic obstructive airway disease: A systematic review of current evidence. *Manual Therapy* [online]. 2012, vol.17, 507-518. Dostupné z doi: [10.1016/j.math.2012.05.004](https://doi.org/10.1016/j.math.2012.05.004) [cit. 2025-03-31]
202. Gross, N. J. Chronic obstructive pulmonary disease outcome measurements: what's important? What's useful? *Proceedings of the American Thoracic Society* [online]. 2005, vol.2(4), 267-271. Dostupné z doi: [10.1513/pats.200504-036SR](https://doi.org/10.1513/pats.200504-036SR) [cit. 2025-04-01]
203. Charlson, M. E. et al. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *Journal of Chronic Diseases*

- [online]. 1987, vol.40(5), 373-383. Dostupné z doi: [10.1016/0021-9681\(87\)90171-8](https://doi.org/10.1016/0021-9681(87)90171-8) [cit. 2025-04-01]
204. Roffman, C. E. et al. Charlson Comorbidities Index. *Journal of Physiotherapy* [online]. 2016, vol.62(3), 171. Dostupné z doi: [10.1016/j.jphys.2016.05.008](https://doi.org/10.1016/j.jphys.2016.05.008) [cit. 2025-04-01]
  205. Arevalo-Rodriguez, I. et al. Mini-Mental State Examination (MMSE) for the early detection of dementia in people with mild cognitive impairment (MCI). *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. 2021. Dostupné z doi: [10.1002/14651858.CD010783.pub3](https://doi.org/10.1002/14651858.CD010783.pub3) [cit. 2025-04-01]
  206. Folstein, M. F. et al. „Mini-mental state“. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research* [online]. 1975, vol.12(3), 189-198. Dostupné z doi: [10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6) [cit. 2025-04-02]
  207. Štěpánková, H. et al. Mini-Mental State Examination – česká normativní studie. *Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie* [online]. 2015, vol.78(111/1), 57-63. Dostupné z: <https://www.csnn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2015-1/mini-mental-state-examination-ceska-normativni-studie-50969#:~:text=V%20ČR%20se%20za%20normální,bodů%20těžká%20demence%20%5B12%5D> [cit. 2025-04-02]
  208. Lamb, K. et al. Spirometry. *StatPearls* [online]. 2023. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32809361/> [cit. 2025-04-02]
  209. Hutchinson, J. On the capacity of the lungs, and on the respiratory functions, with a view of establishing a precise and easy method of detecting disease by the spirometer. *Medico-Chirurgical Transactions* [online]. 1846, vol.29, 137-252. Dostupné z doi: [10.1177/095952874602900113](https://doi.org/10.1177/095952874602900113) [cit. 2025-04-03]
  210. Kouri, A. et al. Exploring the 175-year history of spirometry and the vital lessons it can teach us today. *European Respiratory Review* [online]. 2021, vol.30(162). Dostupné z doi: [10.1183/16000617.0081-2021](https://doi.org/10.1183/16000617.0081-2021) [cit. 2025-04-03]
  211. Miller, M. R. et al. Standardisation of spirometry. *European Respiratory Journal* [online]. 2005, vol.26(2), 319-338. Dostupné z doi: [10.1183/09031936.05.00034805](https://doi.org/10.1183/09031936.05.00034805) [cit. 2025-04-03]

212. Belo, J. et al. Reference values for spirometry in elderly individuals: a cross-sectional study of different reference equations. *Multidisciplinary Respiratory Medicine* [online]. 2018, vol.9(13:4). Dostupné z doi: [10.1186/s40248-017-0112-5](https://doi.org/10.1186/s40248-017-0112-5) [cit. 2025-04-03]
213. Kociánová, J. Spirometrie – základní vyšetření funkce plic. *Vnitřní Lékařství* [online]. 2017, vol.63(11), 889-894. Dostupné z: <https://casopisvnitrnilekarstvi.cz/pdfs/vnl/2017/11/18.pdf> [cit. 2025-04-04]
214. Graham, B. L. et al. Standardization of Spirometry 2019 Update. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* [online]. 2019, vol.200(8), 70-88. Dostupné z doi: [10.1164/rccm.201908-1590ST](https://doi.org/10.1164/rccm.201908-1590ST) [cit. 2025-04-04]
215. American Thoracic Society. ATS Statement: guidelines for the six-minute walk test. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* [online]. 2002, vol.166(1), 111-117. Dostupné z doi: [10.1164/ajrccm.166.1.at1102](https://doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102) [cit. 2025-04-04]
216. Holland, A. E. et al. An official European Respiratory Society / American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *European Respiratory Journal* [online]. 2014, vol.44(6), 1428-1446. Dostupné z doi: [10.1183/09031936.00150314](https://doi.org/10.1183/09031936.00150314) [cit. 2025-04-05]
217. Singh, S. J. et al. An official systematic review of the European Respiratory Society / American Thoracic Society: measurement properties of field walking tests in chronic respiratory disease. *ERJS Journals* [online]. 2014, vol.44, 1447-1478. Dostupné z doi: [10.1183/09031936.00150414](https://doi.org/10.1183/09031936.00150414) [cit. 2025-04-05]
218. Sands, W. A. et al. Reliability and Validity of a Pressure Algometer. *The Journal of Strength and Conditioning Association* [online]. 2009, vol.23(1), 312-314. Dostupné z doi: [10.1519/JSC.0b013e31818f051c](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31818f051c) [cit. 2025-04-06]
219. Finocchietti, S. et al. Dynamic mechanical assessment of muscle hyperalgesia in humans: The dynamic algometer. *Pain Research and Management* [online]. 2015, vol.20(1), 29-34. Dostupné z doi: [10.1155/2015/595203](https://doi.org/10.1155/2015/595203) [cit. 2025-04-06]



220. Fischer, A. A. Documentation of myofascial trigger points. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 1988, vol.69(4), 286-291. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3281631/10.1519/JSC.0b013e31818f051c> [cit. 2025-04-06]
221. Ylinen, J. et al. Evaluation of repeatability of pressure algometry of the neck muscles for clinical use. *Manual Therapy* [online]. 2007, vol.12(2), 192-197. Dostupné z doi: [10.1016/j.math.2006.06.010](https://doi.org/10.1016/j.math.2006.06.010) [cit. 2025-04-07]
222. Jensen, K. et al. Pressure-pain threshold in human temporal region. Evaluation of a new pressure algometer. *Pain* [online]. 1986, vol.25(3), 313-323. Dostupné z doi: [10.1016/0304-3959\(86\)90235-6](https://doi.org/10.1016/0304-3959(86)90235-6) [cit. 2025-04-07]
223. Lee, J. H. et al. Predictor variables for forward scapular posture including posterior shoulder tightness. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* [online]. 2015, vol.19, 253-260. Dostupné z doi: [10.1016/j.jbmt.2014.04.010](https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2014.04.010) [cit. 2025-04-08]
224. Ludewig, P. M. et al. The association of scapular kinematics and glenohumeral joint pathologies. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [online]. 2009, vol.39, 90-104. Dostupné z doi: [10.2519/jospt.2009.2808](https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2808) [cit. 2025-04-08]
225. Sahrmann, S. A. 2001. *Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes*. Amsterdam: Elsevier Health Sciences. 480 s. ISBN 9780323266352. [cit. 2025-04-08]
226. Struyf, F. et al. Clinical assessment of scapular positioning in musicians: An intertester reliability study. *Journal of Athletic Training*. [online]. 2009, vol.44, 519-526. Dostupné z doi: [10.4085/1062-6050-44.5.519](https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.5.519) [cit. 2025-04-08]
227. Temprom, V. et al. Clarifying acromial distance: Standardisation and association between supine and sitting positions. *Physical Therapy in Sport* [online]. 2019, vol.36, 51-54. Dostupné z doi: [10.1016/j.ptsp.2019.01.001](https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.01.001) [cit. 2025-04-09]
228. De Melo, T. A. et al. The five times sit-to-stand test: safety, validity and reliability with critical care survivors's at ICU discharge. *Archives of Physiotherapy* [online]. 2022, vol.13(2). Dostupné z doi: [10.1186/s40945-022-00156-z](https://doi.org/10.1186/s40945-022-00156-z) [cit. 2025-04-09]



229. Buatois, S. et al. Five times sit to stand test is a predictor of recurrent falls in healthy community-living subjects aged 65 and older. *Journal of the American Geriatrics Society* [online]. 2008, vol.8, 1575-1577. Dostupné z doi: [10.1111/j.1532-5415.2008.01777.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.01777.x) [cit. 2025-04-09]
230. Bohannon, R. W. et al. Reliability and validity of three strength measures obtained from community-dwelling elderly persons. *The Journal of Strength & Conditioning Research* [online]. 2005, vol.19(3), 717-720. Dostupné z: [https://journals.lww.com/nscajscr/abstract/2005/08000/Reliability\\_and\\_VValidity\\_of\\_Three\\_Strength.38.aspx](https://journals.lww.com/nscajscr/abstract/2005/08000/Reliability_and_VValidity_of_Three_Strength.38.aspx) [cit. 2025-04-10]
231. Cress, E. et al. The relationship between physical performance measures and independence in instrumental activities of daily living. The FICSIT group. Frailty and Injury: Cooperative Studies of Intervention Trials. *Journal of the American Geriatrics Society* [online]. 1996, vol.11, 1332-1341. Dostupné z doi: [10.1111/j.1532-5415.1996.tb01404.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1996.tb01404.x) [cit. 2025-04-10]
232. Jensen, M. P. et al. Interpretation of visual analog scale ratings and change scores: a reanalysis of two clinical trials of postoperative pain. *The Journal of Pain* [online]. 2003, vol.4(7), 407-414. Dostupné z doi: [10.1016/S1526-5900\(03\)00716-8](https://doi.org/10.1016/S1526-5900(03)00716-8) [cit. 2025-04-11]
233. Adachi, D. et al. Age-related decline in chest wall mobility: a cross-sectional study among community-dwelling elderly women. *Journal of Osteopathic Medicine* [online]. 2015, vol.115, 384-389. Dostupné z: <https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.7556/jaoa.2015.079/html> [cit. 2025-04-11]
234. Lanza, F. et al. Chest Wall Mobility Is Related to Respiratory Muscle Strength and Lung Volumes in Healthy Subjects. *Respiratory Care* [online]. 2013, vol.58(12). Dostupné z doi: [10.4187/respcare.02415](https://doi.org/10.4187/respcare.02415) [cit. 2025-04-12]
235. Mustafaoglu, R. et al. Chest Wall Mobility: Identification of Underlying Predictors. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* [online]. 2020, vol.43(9), 891-900. Dostupné z doi: [10.1016/j.jmpt.2019.10.014](https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2019.10.014) [cit. 2025-04-12]

236. Xue, Q. L. et al. Discrepancy in Frailty Identification: Move Beyond Predictive Validity. *The Journals of Gerontology. Series A* [online]. 2020, vol.75(2), 387-393. Dostupné z doi: [10.1093/gerona/glz052](https://doi.org/10.1093/gerona/glz052) [cit. 2025-04-13]
237. Gleason, L. J. et al. FRAIL Questionnaire Screening Tool and Short-Term Outcomes in Geriatric Fracture Patients. *Journal of the American Medical Directors Association* [online]. 2017, vol.18(12), 1082-1086. Dostupné z doi: [10.1016/j.jamda.2017.07.005](https://doi.org/10.1016/j.jamda.2017.07.005) [cit. 2025-04-13]
238. Namjoo, S. et al. Psychometric properties of the Short Form-8 Health Survey (SF-8) among diabetes and non-diabetes Iranian older people. *Health Promotion Perspectives* [online]. 2021, vol.11(3), 337-343. Dostupné z doi: [10.34172/hpp.2021.43](https://doi.org/10.34172/hpp.2021.43) [cit. 2025-04-14]
239. Wang, P. et al. PRM35 Relative Efficiency of the SF-8, SF-12, and SF-36 in the General Population. *Value in Health* [online]. 2012, vol.15(7). Dostupné z doi: [10.1016/j.jval.2012.08.286](https://doi.org/10.1016/j.jval.2012.08.286) [cit. 2025-04-15]
240. Onagbiye, S. O. et al. Validity and reliability of the Setswana translation of the Short Form-8 health-related quality of life health survey in adults. *Health SA* [online]. 2018, vol.23. Dostupné z doi: 10.4102/hsag.v23i0.1092 [cit. 2025-04-15]
241. Albuquerque, M. R. et al. Cross-Cultural Adaptation and Validation of the MPAM-R to Brazilian Portuguese and Proposal of a New Method to Calculate Factor Scores. *Frontiers in Psychology* [online]. 2017, vol.8(261). Dostupné z doi: [10.3389/fpsyg.2017.00261](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00261) [cit. 2025-04-16]
242. Ryan, M. R. et al. Intrinsic motivation and exercise adherence. *International Journal of Sport Psychology* [online]. 1997, vol.28(4), 335–354. Dostupné z: [https://selfdeterminationtheory.org/SDT/documents/1997\\_RyanFrederickLepesRubioSheldon.pdf](https://selfdeterminationtheory.org/SDT/documents/1997_RyanFrederickLepesRubioSheldon.pdf) [cit. 2025-04-16]
243. Markland, D. et al. The measurement of exercise motives: Factorial validity and invariance across gender of a revised Exercise Motivations Inventory. *British Journal of Health Psychology* [online]. 1997, vol.2, 361–376. Dostupné z doi: [10.1111/j.2044-8287.1997.tb00549.x](https://doi.org/10.1111/j.2044-8287.1997.tb00549.x) [cit. 2025-04-16]

244. Cruz-Jentoft, A. J. et al. Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing* [online]. 2019, vol.48, 16–31. Dostupné z doi: [10.1093/ageing/afy169](https://doi.org/10.1093/ageing/afy169) [cit. 2025-04-17]
245. Malmstrom, T. K. et al. SARC-F: A Simple Questionnaire to Rapidly Diagnose Sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association* [online]. 2013, vol.14(8). Dostupné z doi: [10.1016/j.jamda.2013.05.018](https://doi.org/10.1016/j.jamda.2013.05.018) [cit. 2025-04-17]
246. Rampakakis, E. et al. Real-life assessment of the validity of patient global impression of change in fibromyalgia. *RMD Open* [online]. 2015, vol.1(1). Dostupné z doi: [10.1136/rmdopen-2015-000146](https://doi.org/10.1136/rmdopen-2015-000146) [cit. 2025-04-18]
247. Cruz-Jentoft, A. J. et al. Sarcopenia. *Lancet* [online]. 2019, vol.393(10191), 2636–2646. Dostupné z doi: [10.1016/S0140-6736\(19\)31138-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31138-9) [cit. 2025-06-30]
248. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. 1998, vol. 30(6), 975-991. Dostupné z doi: [10.1097/00005768-199806000-00032](https://doi.org/10.1097/00005768-199806000-00032) [cit. 2025-06-30]
249. Wahid, A. et al. Quantifying the Association Between Physical Activity and Cardiovascular Disease and Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American Heart Association* [online]. 2016, Dostupné z doi: [10.1161/JAHA.115.002495](https://doi.org/10.1161/JAHA.115.002495) [cit. 2025-06-30]
250. Harsh, P. et al. Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system. *World Journal of Cardiology* [online]. 2017, vol.9(2), 134-138. Dostupné z doi: [10.4330/wjc.v9.i2.134](https://doi.org/10.4330/wjc.v9.i2.134) [cit. 2025-06-30]
251. Salvadori, A. et al. Short bouts of anaerobic exercise increase non-esterified fatty acids release in obesity. *European Journal of Nutrition* [online]. 2014, vol.53, 243–249. Dostupné z doi: [10.1007/s00394-013-0522-x](https://doi.org/10.1007/s00394-013-0522-x) [cit. 2025-06-30]
252. Blain, H. et al. Effect of a 6-month brisk walking program on walking endurance in sedentary and physically deconditioned women aged 60 or older: A randomized controlled trial. *The Journal of nutrition, health and aging* [online]. 2017, vol. 21(10), 1183-1189. Dostupné z doi: [10.1007/s12603-017-0955-7](https://doi.org/10.1007/s12603-017-0955-7) [cit. 2025-06-30]

253. Melzer, I. et al. The effects of physical activity on the musculoskeletal system: Impact on posture and gait. *The Journal of Physical Therapy Science* [online]. 2004, vol.1, 1–7. Dostupné z: [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=The+effects+of+physical+activity+on+the+musculoskeletal+system:+Impact+on+posture+and+gait&author=Melzer,+I.&author=Benjuya,+N.&author=Koenigsberg,+D.&publication\\_year=2004&journal=J.+Phys.+Ther.+Sci.&volume=1&pages=1–7&doi=10.1589/jpts.16.1](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=The+effects+of+physical+activity+on+the+musculoskeletal+system:+Impact+on+posture+and+gait&author=Melzer,+I.&author=Benjuya,+N.&author=Koenigsberg,+D.&publication_year=2004&journal=J.+Phys.+Ther.+Sci.&volume=1&pages=1–7&doi=10.1589/jpts.16.1) [cit. 2025-06-30]
254. Vaishnav, S. S. et al. Walking and its effects on musculoskeletal health: A review of the literature. *Physical Therapy Reviews* [online]. 2010, vol. 15, 151–158. Dostupné z: [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=Walking+and+its+effects+on+musculoskeletal+health:+A+review+of+the+literature&author=Vaishnav,+S.S.&author=Goel,+V.K.&publication\\_year=2010&journal=Phys.+Ther.+Rev.&volume=15&pages=151–158](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Walking+and+its+effects+on+musculoskeletal+health:+A+review+of+the+literature&author=Vaishnav,+S.S.&author=Goel,+V.K.&publication_year=2010&journal=Phys.+Ther.+Rev.&volume=15&pages=151–158) [cit. 2025-06-30]
255. Lee, J. H. et al. Effects of 4-week downhill treadmill walking on the vertebral angle and postural muscle activity in participants with thoracic kyphosis and forward head posture: A comparative longitudinal study. *Journal of Back Musculoskeletal Rehabilitation* [online]. 2024, vol. 37, 707–713. Dostupné z doi: [10.3233/BMR-230187](https://doi.org/10.3233/BMR-230187) [cit. 2025-06-30]
256. Huang, Y. H. et al. The influence of Nordic walking on spinal posture, physical function, and back pain in community-dwelling older adults: A pilot study. *Healthcare* [online]. 2021, vol.9, 1303. Dostupné z doi: [10.3390/healthcare9101303](https://doi.org/10.3390/healthcare9101303) [cit. 2025-06-30]
257. Sanna, A. et al. Chest wall kinematics and respiratory muscle action in walking healthy humans. *Journal of Applied Physiology* [online]. 1999, vol.87(3), 938-946. Dostupné z doi: [10.1152/jappl.1999.87.3.938](https://doi.org/10.1152/jappl.1999.87.3.938) [cit. 2025-06-30]
258. Romagnoli, I. et al. Chest wall kinematics and respiratory muscle coordinated action during hypercapnia in healthy males. *European Journal of Applied Physiology* [online]. 2004, vol.91(5-6), 525-533. Dostupné z doi: [10.1007/s00421-003-1016-y](https://doi.org/10.1007/s00421-003-1016-y) [cit. 2025-06-30]

259. O'Connor, S. R. et al. Walking Exercise for Chronic Musculoskeletal Pain: Systematic Review and Meta-Analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2015, vol. 96(4), 724-734. Dostupné z doi: [10.1016/j.apmr.2014.12.003](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.12.003) [cit. 2025-08-30]
260. Kwan, R. Y. C. et al. Effects of an mHealth Brisk Walking Intervention on Increasing Physical Activity in Older People With Cognitive Frailty: Pilot Randomized Controlled Trial. *JMIR Publications* [online]. 2020, vol. 8(7). Dostupné z doi: [10.2196/16596](https://doi.org/10.2196/16596) [cit. 2025-08-30]
261. Brooks, N. et al. Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. *International Journal of Medical Sciences* [online]. 2006, vol. 4(1), 19-27. Dostupné z doi: [10.7150/ijms.4.19](https://doi.org/10.7150/ijms.4.19) [cit. 2025-06-30]
262. Nyberg, A. et al. Effects of Low-Load/High-Repetition Resistance Training on Exercise Capacity, Health Status and Limb Muscle Adaptation in Patients With Severe COPD: A Randomized Controlled Trial. *Chest* [online]. 2021, vol. 159(5), 1821-1832. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012369220353575> [cit. 2025-06-30]
263. Kashi, S. K. et al. A Systematic Review and Meta-Analysis of Resistance Training on Quality of Life, Depression, Muscle Strength, and Functional Exercise Capacity in Older Adults Aged 60 Years or More. *Biological Research for Nursing* [online]. 2022, vol. 25(1). Dostupné z doi: [10.1177/10998004221120945](https://doi.org/10.1177/10998004221120945) [cit. 2025-06-30]
264. Singh, V. P. et al. Effects of upper body resistance training on pulmonary functions in sedentary male smokers. *Lung India* [online]. 2011, vol. 28(3), 169-173. Dostupné z doi: [10.4103/0970-2113.83971](https://doi.org/10.4103/0970-2113.83971) [cit. 2025-06-30]
265. Van de Velde, A. et al. Scapular-Muscle Performance: Two Training Programs in Adolescent Swimmers. *Journal of Athletic Training* [online]. 2011, vol. 46, 160-167. Dostupné z doi: [10.4085/1062-6050-46.2.160](https://doi.org/10.4085/1062-6050-46.2.160) [cit. 2025-06-30]
266. McDonough, A. et al. Can glenohumeral joint isokinetic strength and range of movement predict injury in professional rugby league. *Physical Therapy in Sport*

- [online]. 2014, vol. 15(2), 91-96. Dostupné z doi: [10.1016/j.ptsp.2013.07.001](https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2013.07.001) [cit. 2025-06-30]
267. Schubert, C. C. et al. Implementing geriatric resources for assessment and care of elders team care in a Veterans Affairs Medical Center: Lessons learned and effects observed. *Journal of the American Geriatrics Society* [online]. 2016, vol. 64(7), 1503-1509. Dostupné z doi: [10.1111/jgs.14179](https://doi.org/10.1111/jgs.14179) [cit. 2025-06-30]
  268. Moyer, R. F. et al. Resistance exercise for the management of kyphosis in elderly individuals: A systematic review. *Physical Therapy Reviews* [online]. 2015, vol. 20, 28-38. Dostupné z: [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=Resistance+exercise+for+the+management+of+kyphosis+in+elderly+individuals:+A+systematic+review&author=Moyer,+R.F.&author=Meeks,+S.C.&publication\\_year=2015&journal=Physical+Therapy+Reviews&volume=20&pages=28-38](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Resistance+exercise+for+the+management+of+kyphosis+in+elderly+individuals:+A+systematic+review&author=Moyer,+R.F.&author=Meeks,+S.C.&publication_year=2015&journal=Physical+Therapy+Reviews&volume=20&pages=28-38) [cit. 2025-06-30]
  269. Clarke, S. et al. The Role of Manual Therapy in Patients with COPD. *Healthcare* [online]. 2019, vol. 7(1). Dostupné z doi: [10.3390/healthcare7010021](https://doi.org/10.3390/healthcare7010021) [cit. 2025-06-30]
  270. Wall, B. A. et al. The effect of manual therapy on pulmonary function in healthy adults. *Scientific Reports* [online]. 2016, vol. 6. Dostupné z doi: [10.1038/srep33244](https://doi.org/10.1038/srep33244) [cit. 2025-06-30]
  271. Engel, R. M. et al. The Effect of Combining Manual Therapy with Exercise on the Respiratory Function of Normal Individuals: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* [online]. 2007, vol. 30(7), 509-513. Dostupné z doi: [10.1016/j.jmpt.2007.07.006](https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2007.07.006) [cit. 2025-06-30]
  272. Noll, D. R. et al. The immediate effect of individual manipulation techniques on pulmonary function measured in persons with chronic obstructive pulmonary disease. *Osteopathic Medicine and Primary Care* [online]. 2009. Dostupné z doi: [10.1186/1750-4732-3-9](https://doi.org/10.1186/1750-4732-3-9) [cit. 2025-06-30]
  273. Yelvar, G. D. Y. et al. Immediate effect of manual therapy on respiratory functions and inspiratory muscle strength in patients with COPD. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* [online]. 2016, vol. 11. Dostupné z doi: [10.2147/COPD.S107408](https://doi.org/10.2147/COPD.S107408) [cit. 2025-06-30]

274. Cruz-Montecinos, C. et al. The immediate effect of soft tissue manual therapy intervention on lung function in severe chronic obstructive pulmonary disease. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* [online]. 2017, vol. 12. Dostupné z doi: [10.2147/COPD.S127742](https://doi.org/10.2147/COPD.S127742) [cit. 2025-06-30]
275. Khedekar, R. Ch. et al. Effect of Soft Tissue Manual Technique and Breathing Exercises on Pulmonary Function, Chest Expansion and Functional Status in Post COVID-19 Survivors: A Quasi-experimental study. *Journal of Clinical & Diagnostic Research* [online]. 2023, vol. 17(5). Dostupné z doi: 10.7860/JCDR/2023/61658.17883 [cit. 2025-06-30]
276. Ganesh, B. R. et al. Immediate effect of thoracic manual therapy on respiratory parameters, chest expansion and ROM of thorax and cervical spine in mild to moderate COPD – A randomized controlled trial. *Journal of Cardiovascular Medicine and Cardiology* [online]. 2020, vol. 7(1), 28-32. Dostupné z doi: 10.17352/2455-2976.000107 [cit. 2025-06-30]
277. Hafez, H. A. et al. Effects of thoracic spine mobilization on chest expansion in patients with chronic mechanical neck pain: a randomized controlled trial. *Pedagogy of Physical Culture and Sports* [online]. 2024, vol. 28(4). Dostupné z doi: [10.15561/26649837.2024.0403](https://doi.org/10.15561/26649837.2024.0403) [cit. 2025-06-30]
278. Bialosky, J. E. et al. Spinal manipulative therapy-specific changes in pain sensitivity in individuals with low back pain. *The Journal of Pain* [online]. 2014, vol. 15(2), 136-148. Dostupné z doi: [10.1016/j.jpain.2013.10.005](https://doi.org/10.1016/j.jpain.2013.10.005) [cit. 2025-06-30]
279. Jain, T. K. et al. The effectiveness of physiotherapeutic interventions in treatment of frozen shoulder / adhesive capsulitis: a systematic review. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* [online]. 2014, vol. 27(3). Dostupné z doi: [10.3233/BMR-130443](https://doi.org/10.3233/BMR-130443) [cit. 2025-06-30]
280. Lopez-Lopez, A. et al. Mobilization versus manipulations versus sustain apophyseal natural glide techniques and interaction with psychological factors for patients with chronic neck pain: randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. 2015, vol. 51, 121-132. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/profile/Roy-La->



[Touche/publication/275210571\\_Mobilization\\_versus\\_manipulations\\_versus\\_sustain\\_appophyseal\\_natural\\_glide\\_techniques\\_and\\_interaction\\_with\\_psychological\\_factors\\_for\\_patients\\_with\\_chronic\\_neck\\_pain\\_Randomized\\_control\\_Trial/links/553514c00cf283a8f60cfa4a/Mobilization-versus-manipulations-versus-sustain-appophyseal-natural-glide-techniques-and-interaction-with-psychological-factors-for-patients-with-chronic-neck-pain-Randomized-control-Trial.pdf](#) [cit. 2025-06-30]

281. Fisher, B. E. et al. Identification of potential neuromotor mechanisms of manual therapy in patients with musculoskeletal disablement: rationale and description of a clinical trial. *BMC Neurology* [online]. 2009, vol. 9(20). Dostupné z doi: 10.1186/1471-2377-9-20 [cit. 2025-06-30]
282. Franchignoni, F. et al. Minimal Clinically Important Difference of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Outcome Measure (DASH) and Its Shortened Version (QuickDASH). *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [online]. 2013, vol. 44(1), 30-39. Dostupné z doi: [10.2519/jospt.2014.4893](#) [cit. 2025-06-30]
283. Camargo, P. R. et al. Effects of Stretching and Strengthening Exercises, With and Without Manual Therapy, on Scapular Kinematics, Function, and Pain in Individuals With Shoulder Impingement: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [online]. 2015, vol. 45(12), 984-997. Dostupné z doi: [10.2519/jospt.2015.5939](#) [cit. 2025-06-30]
284. Fritz, J. M. et al. Preliminary investigation of the mechanisms underlying the effects of manipulation: exploration of a multivariate model including spinal stiffness, multifidus recruitment, and clinical findings. *Spine* [online]. 2011, vol. 36, 1772-1781. Dostupné z doi: 10.1097/BRS.0b013e318216337d [cit. 2025-06-30]
285. Wong, A. Y. et al. Do participants with low back pain who respond to spinal manipulative therapy differ biomechanically from nonresponders, untreated controls or asymptomatic controls? *Spine* [online]. 2015, vol. 40(17), 1329-1337. Dostupné z doi: 10.1097/BRS.0000000000000981 [cit. 2025-06-30]



286. Alqhtani, R. S. et al. Correlation of Lumbar-Hip Kinematics Between Trunk Flexion and Other Functional Tasks. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* [online]. 2015, vol. 38(6), 442-447. Dostupné z doi: [10.1016/j.jmpt.2015.05.001](https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2015.05.001) [cit. 2025-06-30]
287. Carpino, G. et al. Does manual therapy affect functional and biomechanical outcomes of a sit-to-stand task in a population with low back pain? A preliminary analysis. *Chiropractic & Manual Therapies* [online]. 2020, vol. 28(5). Dostupné z doi: 10.1186/s12998-019-0290-7 [cit. 2025-06-30]
288. Mustaklem, B. et al. Soft tissue manipulation enhances recovery of muscle mass in a disuse model of sarcopenia. *Journal of Osteopathic Medicine* [online]. 2025, vol. 125(10). Dostupné z doi: [10.1515/jom-2024-0247](https://doi.org/10.1515/jom-2024-0247) [cit. 2025-06-30]
289. Furman, D. et al. Chronic inflammation in the etiology of disease across the life span. *Nature Medicine* [online]. 2019, vol. 25, 1822-1832. Dostupné z doi: 10.1038/s41591-019-0675-0 [cit. 2025-06-30]
290. Espí-López, G. V. et al. Do manual therapy techniques have a positive effect on quality of life in people with tension-type headache? A randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. 2016, vol. 52(4), 447-456. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26928164/> [cit. 2025-06-30]
291. Taskaya, B. et al. The Effect of Manual Therapy on Psychological Factors and Quality of Life in Lumbar Disc Herniation Patients: A Single Blinded Randomized Clinical Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. 2024, vol. 21(9). Dostupné z doi: 10.3390/ijerph21091234 [cit. 2025-06-30]
292. Viken, H. et al. Predictors of Dropout Exercise Trials in Older Adults: The Generation 100 Study. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. 2019, vol.51(1), 49-55. Dostupné z doi: 10.1249/MSS.0000000000001742 [cit. 2025-04-18]
293. Bennell, K. L. et al. Effects of an exercise and manual therapy program on physical impairments, function and quality-of-life in people with osteoporotic vertebral fracture: A randomised, single-blind controlled pilot trial. *BMC Musculoskeletal*

- Disorders* [online]. 2010, vol.11(36). Dostupné z doi: 10.1186/1471-2474-11-36 [cit. 2025-04-19]
294. Van de Velde, A. et al. Scapular-Muscle Performance: Two Training Programs in Adolescent Swimmers. *Journal of Athletic Training* [online]. 2011, vol.46, 160–167. Dostupné z doi: [10.4085/1062-6050-46.2.160](https://doi.org/10.4085/1062-6050-46.2.160) [cit. 2025-04-19]
  295. Pavlů, D. *Übungen Mit Dem Sanctband*. 2016. Thieme: New York, NY, USA. 384 s. ISBN 978-3-13-205931-3. [cit. 2025-04-20]
  296. American Thoracic Society, American College of Chest Physicians. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *American Journal of Respiratory Critical Care Medicine* [online]. 2003, vol.167, 211–277. Dostupné z doi: 10.1164/rccm.167.2.211 [cit. 2025-04-20]
  297. Guyatt, G. H. et al. The 6-minute walk: a new measure of exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Canadian Medical Association Journal* [online]. 1985, vol.132, 919–923. Dostupné z World Wide Web: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3978515/> [cit. 2025-04-20]
  298. Holland, A. E. et al. An official European Respiratory Society / American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *European Respiratory Journal* [online]. 2014, vol.44(6), 1428-1446. Dostupné z doi: 10.1183/09031936.00150314 [cit. 2025-04-21]
  299. Hurt, K. et al. Myofascial Trigger Points: Understanding, Diagnosis, Management and Treatment. Pelvic pain symptoms. *Actual Gynecology and Obstetrics* [online]. 2024, vol.16, 53–58. Dostupné z: <https://www.actualgyn.com/en/article/2024/296> [cit. 2025-04-21]
  300. Travell, J. G. et al. *Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual. Volume 1: Upper Half of Body*. 2nd ed. 1999. Baltimore: Williams & Wilkins. 628 s. ISBN 9780683083637. [cit. 2025-04-22]
  301. Yong, M. S. et al. Does Forward Head Posture Influence Muscle Tone, Stiffness, and Elasticity in University Students? *Journal of Clinical Medicine* [online]. 2025, vol.14(6). Dostupné z doi: [10.3390/jcm14061888](https://doi.org/10.3390/jcm14061888) [cit. 2025-04-22]
  302. Page, P. et al. Shoulder muscle imbalance and subacromial impingement syndrome in overhead athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*

- [online]. 2011, vol.6(1). Dostupné z: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3105366/> [cit. 2025-04-23]
303. Koo, D. J. et al. Effect of Breathing Technique-Based Exercise on Alignment and Mechanical Properties of Muscles Related to Upper-Crossed Syndrome. *Journal of The Korean Society of Physical Medicine* [online]. 2024, vol.19(4), 21-33. Dostupné z doi: [10.13066/kspm.2024.19.4.21](https://doi.org/10.13066/kspm.2024.19.4.21) [cit. 2025-04-23]
  304. Whitney, S. L. et al. Clinical Measurement of Sit-to-Stand Performance in People With Balance Disorders: Validity of Data for the Five-Times-Sit-to-Stand Test. *Physical Therapy* [online]. 2005, vol.85(10), 1034-1045. Dostupné z doi: [10.1093/ptj/85.10.1034](https://doi.org/10.1093/ptj/85.10.1034) [cit. 2025-04-23]
  305. Gianfredi, V. et al. Aging, longevity, and healthy aging: the public health approach. *Aging Clinical and Experimental Research* [online]. 2025, vol. 37(1). Dostupné z doi: [10.1007/s40520-025-03021-8](https://doi.org/10.1007/s40520-025-03021-8) [cit. 2025-08-01]
  306. Hajizadeh, A. et al. Consequences of Population Ageing on Health Systems: A Conceptual Framework for Policy and Practice. *Ethiopian Journal of Health Science* [online]. 2025, vol. 35(1), 51-62. Dostupné z doi: [10.4314/ejhs.v35i1.8](https://doi.org/10.4314/ejhs.v35i1.8) [cit. 2025-08-01]
  307. de Luca, K. E. et al. The Effectiveness and Safety of Manual Therapy on Pain and Disability in Older Persons With Chronic Low Back Pain: A Systematic Review. *Journal of Manipulative & Physiological Therapeutics* [online]. 2017, vol. 40(7), 527-534. Dostupné z doi: [10.1016/j.jmpt.2017.06.008](https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2017.06.008) [cit. 2025-08-02]
  308. Hughes, L. C. et al. Feasibility of a 4-Week Manual Therapy and Exercise Intervention on Posture and Function in Community-Dwelling Older Adults: A Pilot Study. *Journal of Geriatric Physical Therapy* [online]. 2022, vol. 46(3), 151-160. Dostupné z doi: [10.1519/JPT.0000000000000360](https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000360) [cit. 2025-08-03]
  309. Narenthiran, P. et al. Does the addition of manual therapy to exercise therapy improve pain and disability outcomes in chronic low back pain: A systematic review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* [online]. 2025, vol. 42, 146-152. Dostupné z doi: [10.1016/j.jbmt.2024.12.004](https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2024.12.004) [cit. 2025-08-04]

310. Wormley, M. E. et al. Neurophysiological Effects of Manual Therapy in Aging and Older Adults. *Physical Therapy & Human Movement Science* [online]. 2015, vol. 31(3), 173-179. Dostupné z doi: 10.1097/TGR.0000000000000071 [cit. 2025-08-15]
311. Sheng-Che, Y. et al. Lumbar Spine Manual Therapy for Aging and Older Adults. *Topics in Geriatric Rehabilitation* [online]. 2015, vol. 31(3), 199-202. Dostupné z doi: 10.1097/TGR.0000000000000065 [cit. 2025-08-04]
312. Earls, J. *Born To Walk. Second edition*. 2020. Berkeley: Lotus Publishing. 312 s. ISBN 9781913088101 [cit. 2025-08-07]
313. Neumann, D. A. *Kinesiology of the Musculoskeletal System. Third edition*. 2010. Maryland Heights: Mosby. 784 s. ISBN 978-03-235-2799-6 [cit. 2025-08-07]
314. Kibler, W. B. et al. Scapular dyskinesis and its relation to shoulder injury. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* [online]. 2012, vol.20, 364–372. Dostupné z doi: [10.5435/JAAOS-20-06-364](https://doi.org/10.5435/JAAOS-20-06-364) [cit. 2025-08-07]
315. Motmans, R. R. et al. Trunk muscle activity in different modes of carrying schoolbags. *Ergonomics* [online]. 2006, vol.49, 127–138. Dostupné z doi: [10.1080/00140130500435066](https://doi.org/10.1080/00140130500435066) [cit. 2025-08-08]
316. Elsa, R. et al. Effect of Scapular Retraction Exercise on Shoulder Alignment, Pulmonary Function and Aerobic Capacity in Subjects with Forward Shoulder Posture. *International Journal of Physiotherapy and Research* [online]. 2021, vol. 9(4), 3944–3948. Dostupné z doi: 10.16965/ijpr.2021.154 [cit. 2025-08-08]
317. Thongchote, K. et al. Effects of scapulothoracic exercises on chest mobility, respiratory muscle strength, and pulmonary function in male COPD patients with forward shoulder posture: A randomized controlled trial. *F1000Research* [online]. 2024. vol.11. Dostupné z doi: [10.12688/f1000research.126832.2](https://doi.org/10.12688/f1000research.126832.2) [cit. 2025-08-09]
318. Yan, X. et al. The Impact of Combined Scapular Stabilization and Breathing Training on Pain and Respiratory Function in Individuals with Upper Cross Syndrome. *Applied Sciences* [online]. 2025. vol.15(11). Dostupné z doi: 10.3390/app15116147 [cit. 2025-08-09]

319. Zahid, A. et al. Comparative Effectiveness of Scapular Stabilization Exercises with and without Deep Breathing on Pain and Chest Expansion in Patients with Scapulocostal Syndrome. *Journal of Health and Rehabilitation Research* [online]. 2024, vol. 4(3), 2791-156. Dostupné z doi: [10.61919/jhrr.v4i3.1605](https://doi.org/10.61919/jhrr.v4i3.1605) [cit. 2025-08-10]
320. de Cordoba Lanza, F. et al. Chest Wall Mobility Is Related to Respiratory Muscle Strength and Lung Volumes in Healthy Subjects. *Respiratory Care* [online]. 2013, vol. 58(12). Dostupné z doi: [10.4187/respcare.02415](https://doi.org/10.4187/respcare.02415) [cit. 2025-08-10]
321. Dharmesh, P. The Immediate Effect of Chest Mobilization Technique on Dyspnea in Patients of COPD with Restrictive Impairment. *Journal of Exercise Science & Physiotherapy* [online]. 2015, vol. 2, 134-141. Dostupné z doi: [10.18376/2015/vli2/67713](https://doi.org/10.18376/2015/vli2/67713) [cit. 2025-08-11]
322. Ying Yu Tsui, A. et al. Benefits of chest wall mobilization on respiratory efficiency and functional exercise capacity in people with severe chronic obstructive pulmonary disease (COPD): A randomized controlled trial. *Respirology* [online]. 2025, vol. 30(2), 124-133. Dostupné z doi: [10.1111/resp.14831](https://doi.org/10.1111/resp.14831) [cit. 2025-08-11]
323. Takara, L. S. et al. Dynamics of chest wall volume regulation during constant work rate exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* [online]. 2012, vol. 45(12), 1276-1283. Dostupné z doi: [10.1590/S0100-879X2012007500162](https://doi.org/10.1590/S0100-879X2012007500162) [cit. 2025-08-11]
324. Cunha Brandao, D. et al. Chest wall regional volume in heart failure patients during inspiratory loaded breathing. *Respiratory Physiology & Neurobiology* [online]. 2012, vol. 180(2-3), 269-274. Dostupné z doi: [10.1016/j.resp.2011.12.002](https://doi.org/10.1016/j.resp.2011.12.002) [cit. 2025-08-12]
325. Cross, T. J. et al. The resistive and elastic work of breathing during exercise in patients with chronic heart failure. *European Respiratory Journal* [online]. 2014, vol. 39 (6), 1449-1457. Dostupné z doi: [10.1183/09031936.00125011](https://doi.org/10.1183/09031936.00125011) [cit. 2025-08-12]

326. Lo Mauro, A. et al. Pulmonary and chest wall function in obese adults. *Scientific Reports* [online]. 2023, vol. 13(1). Dostupné z doi: 10.1038/s41598-023-44222-3 [cit. 2025-08-13]
327. Grubisić, F. et al. Osteoporosis, spinal mobility and chest expansion index in patients with ankylosing spondylitis. *Collegium Antropologicum* [online]. 2014, vol. 38(1), 63-68. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24851598/> [cit. 2025-08-13]
328. Culham, E. G. et al. Thoracic kyphosis, rib mobility, and lung volumes in normal women and women with osteoporosis. *Spine* [online]. 1994, vol. 19(11), 1250-1255. Dostupné z doi: [10.1097/00007632-199405310-00010](https://doi.org/10.1097/00007632-199405310-00010) [cit. 2025-08-14]
329. Zammit, Ch. et al. Obesity and respiratory diseases. *International Journal of General Medicine* [online]. 2010, vol. 3, 335–343. Dostupné z doi: [10.2147/IJGM.S11926](https://doi.org/10.2147/IJGM.S11926) [cit. 2025-08-14]
330. Lin, Ch. K. et al. Work of breathing and respiratory drive in obesity. *Respirology* [online]. 2011, vol. 17(3), 402-411. Dostupné z doi: [10.1111/j.1440-1843.2011.02124.x](https://doi.org/10.1111/j.1440-1843.2011.02124.x) [cit. 2025-08-14]
331. Varela, J. E. et al. Correlations between intra-abdominal pressure and obesity-related comorbidities. *Surgery for Obesity and Related Diseases* [online]. 2009, vol. 5(5), 524-528. Dostupné z doi: [10.1016/j.soard.2009.04.003](https://doi.org/10.1016/j.soard.2009.04.003) [cit. 2025-08-15]
332. Salome, Ch. M. et al. Physiology of obesity and effects on lung function. *Journal of Applied Physiology* [online]. 2010, vol. 108(1), 206-211. Dostupné z doi: [10.1152/japplphysiol.00694.2009](https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00694.2009) [cit. 2025-08-15]
333. de Melo Barcelar, J. et al. The Expansion of the Pulmonary Rib Cage during Breath Stacking Is Influenced by Age in Obese Women. *PLOS One* [online]. 2014. Dostupné z doi: [10.1371/journal.pone.0110959](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110959) [cit. 2025-08-16]
334. Behazin, N. et al. Respiratory restriction and elevated pleural and esophageal pressures in morbid obesity. *Journal of Applied Physiology* [online]. 2009, vol. 108(1), 212-218. Dostupné z doi: [10.1152/japplphysiol.91356.2008](https://doi.org/10.1152/japplphysiol.91356.2008) [cit. 2025-08-16]

335. de Jong, A. et al. ARDS in Obese Patients: Specificities and Management. *Critical Care* [online]. 2019, vol. 23. Dostupné z doi: [10.1186/s13054-019-2374-0](https://doi.org/10.1186/s13054-019-2374-0) [cit. 2025-08-16]
336. Sonpeayung, R. et al. Total and Compartmental Chest Wall Volumes, Lung Function, and Respiratory Muscle Strength in Individuals with Abdominal Obesity: Effects of Body Positions. *Journal of Obesity* [online]. 2019. Dostupné z doi: [10.1155/2019/9539846](https://doi.org/10.1155/2019/9539846) [cit. 2025-08-17]
337. Hoeksma, H. L. et al. Comparison of manual therapy and exercise therapy in osteoarthritis of the hip: a randomized controlled trial. *Arthritis & Rheumatology* [online]. 2004, vol. 51(5), 722-729. Dostupné z doi: [10.1002/art.20685](https://doi.org/10.1002/art.20685) [cit. 2025-08-17]
338. Barnes, M. The basic science of myofascial release: morphologic change in connective tissue. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* [online]. 1997. Dostupné z doi: [10.1016/S1360-8592\(97\)80051-4](https://doi.org/10.1016/S1360-8592(97)80051-4) [cit. 2025-08-18]
339. de Carvalho, A. R. et al. Influence of manual techniques in the respiratory muscle strength, functional capacity and mobility of the costal grid of senior. *Fitness & Performance Journal* [online]. 2008, vol. 7(5), 338-344. Dostupné z doi: [10.3900/fpj.7.5.338.e](https://doi.org/10.3900/fpj.7.5.338.e) [cit. 2025-08-18]
340. Wada, J. T. et al. Effects of aerobic training combined with respiratory muscle stretching on the functional exercise capacity and thoracoabdominal kinematics in patients with COPD: a randomized and controlled trial. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* [online]. 2016, vol. 11, 2691-2700. Dostupné z doi: [10.2147/COPD.S114548](https://doi.org/10.2147/COPD.S114548) [cit. 2025-08-19]
341. McHugh, M. P. et al. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* [online]. 2010, vol. 20(2), 169-181. Dostupné z doi: [10.1111/j.1600-0838.2009.01058.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01058.x) [cit. 2025-08-19]
342. Ito, M. et al. Immediate Effect of Respiratory Muscle Stretch Gymnastics and Diaphragmatic Breathing on Respiratory Pattern. *Internal Medicine* [online]. 1999, vol. 38(2), 126-132. Dostupné z doi: [10.2169/internalmedicine.38.126](https://doi.org/10.2169/internalmedicine.38.126) [cit. 2025-08-20]



343. Siatras, T. A. The Duration of the Inhibitory Effects with Static Stretching on Quadriceps Peak Torque Production. *The Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2008, vol. 22(1), 40-46. Dostupné z doi: 10.1519/JSC.0b013e31815f970c [cit. 2025-08-20]
344. Kokkonen, J. et al. Chronic Static Stretching Improves Exercise Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. 2007, vol.39(10), 1825-1831. Dostupné z doi: 10.1249/mss.0b013e3181238a2b [cit. 2025-08-20]
345. Holland, A. E. The Return of the Minimum Clinically Important Difference for the 6 – Minute Walk Distance in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* [online]. 2013, vol. 187(4), 335-341. Dostupné z doi: [10.1164/rccm.201212-2191ED](https://doi.org/10.1164/rccm.201212-2191ED) [cit. 2025-08-21]
346. Ortega, F. et al. Comparison of effects of strength and endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* [online]. 2002, vol. 165(5), 669-674. Dostupné z doi: 10.1164/rccm.2107081 [cit. 2025-08-21]
347. Bernard, S. et al. Aerobic and strength training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* [online]. 1999, vol. 159(3), 896-901. Dostupné z doi: [10.1164/ajrccm.159.3.9807034](https://doi.org/10.1164/ajrccm.159.3.9807034) [cit. 2025-08-22]
348. Borges, R. C. et al. Impact of Resistance Training in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients During Periods of Acute Exacerbation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2014, vol. 95(9), 1638-1645. Dostupné z doi: [10.1016/j.apmr.2014.05.007](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.05.007) [cit. 2025-08-22]
349. Nyberg, A. et al. Low-load / high-repetition elastic band resistance training in patients with COPD: a randomized controlled, multicenter trial. *The Clinical Respiratory Journal* [online]. 2014, vol. 9(3), 278-288. Dostupné z doi: [10.1111/crj.12141](https://doi.org/10.1111/crj.12141) [cit. 2025-08-22]
350. da Silva e Silva, C. M. et al. Effects of upper limb resistance exercise on aerobic capacity, muscle strength, and quality of life in COPD patients: a randomized



- controlled trial. *Clinical Rehabilitation* [online]. 2018, vol. 32(12). Dostupné z doi: [10.1177/0269215518787338](https://doi.org/10.1177/0269215518787338) [cit. 2025-08-23]
351. O'Shea, S. D. et al. A predominantly home-based progressive resistance exercise program increases knee extensor strength in the short-term in people with chronic obstructive pulmonary disease: a randomised controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy* [online]. 2007, vol. 53(4), 229-237. Dostupné z doi: [10.1016/S0004-9514\(07\)70003-X](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(07)70003-X) [cit. 2025-08-23]
  352. McDermott, M. M. et al. Home-Based Walking Exercise Intervention in Peripheral Artery Disease. *JAMA* [online]. 2018, vol. 310(1), 57-65. Dostupné z doi: [10.1001/jama.2013.7231](https://doi.org/10.1001/jama.2013.7231) [cit. 2025-08-24]
  353. Blain, H. et al. Effect of a 6-month brisk walking program on walking endurance in sedentary and physically deconditioned women aged 60 or older: A randomized controlled trial. *The Journal of nutrition, health and aging* [online]. 2017, vol. 21(10), 1183-1189. Dostupné z doi: [10.1007/s12603-017-0955-7](https://doi.org/10.1007/s12603-017-0955-7) [cit. 2025-08-24]
  354. Li, Q. et al. Acute effects of walking in forest environments on cardiovascular and metabolic parameters. *European Journal of Applied Physiology* [online]. 2011, vol. 111, 2845-2853. Dostupné z doi: [10.1007/s00421-011-1918-z](https://doi.org/10.1007/s00421-011-1918-z) [cit. 2025-08-25]
  355. Madsen, B. K. et al. Efficacy of strength training on tension-type headache: A randomized controlled study. *Cephalalgia* [online]. 2017. Dostupné z doi: [10.1177/0333102417722521](https://doi.org/10.1177/0333102417722521) [cit. 2025-08-25]
  356. Rice, D. et al. Exercise-Induced Hypoalgesia in Pain-Free and Chronic Pain Populations: State of the Art and Future Directions. *Journal of Pain Research* [online]. 2019, vol. 20, 1249–1266. Dostupné z doi: [10.1016/j.jpain.2019.03.005](https://doi.org/10.1016/j.jpain.2019.03.005) [cit. 2025-08-25]
  357. Koltyn, K. F. Analgesia Following Exercise: A Review. *Sports Medicine* [online]. 2000, vol.29, 85–98. Dostupné z doi: [10.2165/00007256-200029020-00002](https://doi.org/10.2165/00007256-200029020-00002) [cit. 2025-08-26]
  358. Jones, M. D. Exploring the Mechanisms of Exercise-Induced Hypoalgesia Using Somatosensory and Laser Evoked Potentials. *Frontiers in Physiology*

- [online]. 2016, vol. 7, 581. Dostupné z doi: [10.3389/fphys.2016.00581](https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00581) [cit. 2025-08-26]
359. Nijs, J. et al. Treatment of Central Sensitization in Patients with “unexplained” Chronic Pain: An Update. *Expert Opinion on Pharmacotherapy* [online]. 2014, vol. 15, 1671–1683. Dostupné z doi: [10.1517/14656566.2014.925446](https://doi.org/10.1517/14656566.2014.925446) [cit. 2025-08-27]
  360. Woolf, C. J. Central Sensitization: Implications for the Diagnosis and Treatment of Pain. *Pain* [online]. 2011, vol. 152, S2–S15. Dostupné z doi: [10.1016/j.pain.2010.09.030](https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.09.030) [cit. 2025-08-27]
  361. Szuhany, K. L. et al. A Meta-Analytic Review of the Effects of Exercise on Brain-Derived Neurotrophic Factor. *Journal of Psychiatric Research* [online]. 2015, vol. 60, 56–64. Dostupné z doi: [10.1016/j.jpsychires.2014.10.003](https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2014.10.003) [cit. 2025-08-27]
  362. Huang, T. et al. The Effects of Physical Activity and Exercise on Brain-Derived Neurotrophic Factor in Healthy Humans: A Review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* [online]. 2014, vol. 24, 1–10. Dostupné z doi: [10.1111/sms.12069](https://doi.org/10.1111/sms.12069) [cit. 2025-08-28]
  363. Meulders, A. et al. Fear Reduction in Subacute Whiplash-Associated Disorders: The Royal Road to Recovery? *Pain* [online]. 2013, vol. 154, 330–331. Dostupné z doi: [10.1016/j.pain.2013.01.004](https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.01.004) [cit. 2025-08-28]
  364. Van Diest, I. et al. Anxiety and Respiratory Variability. *Physiology & Behavior* [online]. 2006, vol. 89, 189–195. Dostupné z doi: [10.1016/j.physbeh.2006.05.041](https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.05.041) [cit. 2025-08-29]
  365. Woldeamanuel, Y. W. et al. What is the efficacy of aerobic exercise versus strength training in the treatment of migraine? A systematic review and network meta-analysis of clinical trials. *The Journal of Headache and Pain* [online]. 2022, vol. 23(134). Dostupné z doi: [10.1186/s10194-022-01503-y](https://doi.org/10.1186/s10194-022-01503-y) [cit. 2025-08-29]
  366. Andersen, L. L. et al. High-Intensity Strength Training Improves Function of Chronically Painful Muscles: Case-Control and RCT Studies. *BioMed Research International* [online]. 2014. Dostupné z doi: [10.1155/2014/187324](https://doi.org/10.1155/2014/187324) [cit. 2025-08-29]

367. Anderer, S. Walking More Than 100 Minutes per Day May Prevent Chronic Lower Back Pain. *JAMA* [online]. 2025, vol. 334(6). Dostupné z doi: 10.1001/jama.2025.10328 [cit. 2025-08-30]
368. Trojel Hviid, J. Ch. et al. Walking increases pain tolerance in humans: an experimental cross-over study. *Scandinavian Journal of Pain* [online]. 2019, vol. 19(4), 813-822. Dostupné z doi: 10.1515/sjpain-2019-0070 [cit. 2025-08-30]
369. Schmidt, A. et al. Paradigm shift in manual therapy? Evidence for a central nervous system component in the response to passive cervical joint mobilisation. *Manual Therapy* [online]. 2008, vol. 13, 387-396. Dostupné z doi: 10.1016/j.math.2007.12.007 [cit. 2025-08-31]
370. Gyer, G. et al. Spinal manipulation therapy: Is it all about the brain? A current review of the neurophysiological effects of manipulation. *Journal of Integrative Medicine* [online]. 2019, vol. 17(5), 328-337. Dostupné z doi: [10.1016/j.joim.2019.05.004](https://doi.org/10.1016/j.joim.2019.05.004) [cit. 2025-08-31]
371. Pickar, J. G. et al. Neurophysiological effects of spinal manipulation. *The Spine Journal* [online]. 2002, 357-371. Dostupné z doi: [10.1016/S1529-9430\(02\)00400-X](https://doi.org/10.1016/S1529-9430(02)00400-X) [cit. 2025-08-31]
372. Pickar, J. G. et al. Spinal manipulative therapy and somatosensory activation. *Journal of Electromyography and Kinesiology* [online]. 2012, 785-794. Dostupné z doi: [10.1016/S1529-9430\(02\)00400-X](https://doi.org/10.1016/S1529-9430(02)00400-X) [cit. 2025-09-01]
373. Lelic, D. et al. Manipulation of dysfunctional spinal joints affects sensorimotor integration in the prefrontal cortex: a brain source localization study. *Neural Plasticity* [online]. 2016, vol. 2016(1). Dostupné z doi: [10.1155/2016/3704964](https://doi.org/10.1155/2016/3704964) [cit. 2025-09-01]
374. Kovanur Sampath, K. et al. Measurable changes in the neuro-endocrinal mechanism following spinal manipulation. *Medical Hypotheses* [online]. 2015, vol. 85, 819-824. Dostupné z doi: 10.1016/j.mehy.2015.10.003 [cit. 2025-09-01]
375. Bialosky, J. E. et al. The mechanisms of manual therapy in the treatment of musculoskeletal pain: a comprehensive model. *Manual Therapy* [online]. 2009, vol. 14, 531-538. Dostupné z doi: 10.1016/j.math.2008.09.001 [cit. 2025-09-02]

376. Yasuda, T. et al. Effects of Thoracic Spine Self-mobilization on Patients with Low Back Pain and Lumbar Hypermobility: A Randomized Controlled Trial. *Progress in Rehabilitation Medicine* [online]. 2023. Dostupné z doi: [10.2490/prm.20230022](https://doi.org/10.2490/prm.20230022) [cit. 2025-09-02]
377. Singer, K. P. et al. Manual therapy considerations at the thoracolumbar junction: an anatomical and functional perspective. *Journal of Manipulative & Physiological Therapeutics* [online]. 1990, vol. 13(2), 83-88. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2307924/> [cit. 2025-09-02]
378. Tuzun, C. et al. Low back pain and posture. *Clinical Rheumatology* [online]. 1999, vol. 18(4), 308-312. Dostupné z doi: [10.1007/s100670050107](https://doi.org/10.1007/s100670050107) [cit. 2025-09-03]
379. Roussouly, P. et al. Sagittal parameters of the spine. *European Spine Journal* [online]. 2011, vol. 5(5), 578-585. Dostupné z doi: [10.1007/s00586-011-1924-1](https://doi.org/10.1007/s00586-011-1924-1) [cit. 2025-09-03]
380. Roussouly, P. et al. Sagittal alignment of the spine and pelvis in the presence of L5-S1 isthmic lysis and low-grade spondylolisthesis. *Spine* [online]. 2006, vol. 31, 2484-2490. Dostupné z doi: [10.1097/01.brs.0000239155.37261.69](https://doi.org/10.1097/01.brs.0000239155.37261.69) [cit. 2025-09-03]
381. Tatsios, P. et al. The Effectiveness of Manual Therapy on Musculoskeletal and Respiratory Parameters in Patients with Chronic Low Back Pain: A Systematic Review. *Critical Reviews in Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. 2021, vol. 33(2), 71-101. Dostupné z doi: [10.1615/CritRevPhysRehabilMed.2021038977](https://doi.org/10.1615/CritRevPhysRehabilMed.2021038977) [cit. 2025-09-03]
382. O'Sullivan, P. B. et al. Changes in pelvic floor and diaphragm kinematics and respiratory patterns in subjects with sacroiliac joint pain following a motor learning intervention: a case series. *Manual Therapy* [online]. 2007, vol. 12(3), 209-218. Dostupné z doi: [10.1016/j.math.2006.06.006](https://doi.org/10.1016/j.math.2006.06.006) [cit. 2025-09-04]
383. Hagins, M. et al. Individuals with low back pain breathe differently than healthy individuals during a lifting task. *The Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [online]. 2011, vol. 41(3), 141-148. Dostupné z doi: [10.2519/jospt.2011.3437](https://doi.org/10.2519/jospt.2011.3437) [cit. 2025-09-04]

384. Kolář, P. et al. Postural function of the diaphragm in persons with and without chronic back pain. *The Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [online]. 2012, vol. 42(4), 352-362. Dostupné z doi: [10.2519/jospt.2012.3830](https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3830) [cit. 2025-09-05]
385. Hosseinifar, M. et al. The Effects of Stabilization and McKenzie Exercises on Transverse Abdominis and Multifidus Muscle Thickness, Pain, and Disability: A Randomized Controlled Trial in NonSpecific Chronic Low Back Pain. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 2014, vol. 25(12), 1541-1545. Dostupné z doi: [10.1589/jpts.25.1541](https://doi.org/10.1589/jpts.25.1541) [cit. 2025-09-05]
386. George, S. Z. et al. Rationale, design and protocol for the prevention of low back pain in the military (POLM) trial (NCT00373009). *BMC Musculoskeletal Disorders* [online]. 2007, vol. 8(92). Dostupné z doi: 10.1186/1471-2474-8-92 [cit. 2025-09-06]
387. Millisdotter, M. et al. Early neuromuscular customized training after surgery for lumbar disc herniation: a prospective controlled study. *European Spine Journal* [online]. 2007, vol. 16, 19-26. Dostupné z doi: 10.1007/s00586-005-0044-1 [cit. 2025-09-06]
388. Selkow, N. M. et al. Transversus abdominis activation and timing improves following core stability training: a randomized trial. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2017, vol. 12(7), 1048-1056. Dostupné z doi: [10.26603/ijsppt20171048](https://doi.org/10.26603/ijsppt20171048) [cit. 2025-09-07]
389. Cresswell, A. G. et al. The influence of sudden perturbations on trunk muscle activity and intraabdominal pressure while standing. *Experimental Brain Research* [online]. 1994, vol. 98, 336-341. Dostupné z doi: 10.1007/BF00228421 [cit. 2025-09-07]
390. Hodges, P. et al. A Preparatory trunk motion accompanies rapid upper limb movement. *Experimental Brain Research* [online]. 1999, vol. 124, 69-79. Dostupné z doi: 10.1007/s002210050601 [cit. 2025-09-07]
391. Teyhen, D. S. et al. Changes in Lateral Abdominal Muscle Thickness During the Abdominal Drawing-in Maneuver in Those With Lumbopelvic Pain. *Journal of*

- Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [online]. 2009, vol. 39(11), 791-798. Dostupné z doi: [10.2519/jospt.2009.3128](https://doi.org/10.2519/jospt.2009.3128) [cit. 2025-09-07]
392. Hodges, P. W. et al. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine* [online]. 1996, vol. 21(22), 2640-2650. Dostupné z: [https://journals.lww.com/spinejournal/abstract/1996/11150/inefficient\\_muscular\\_stabilization\\_of\\_the\\_lumbar.14.aspx](https://journals.lww.com/spinejournal/abstract/1996/11150/inefficient_muscular_stabilization_of_the_lumbar.14.aspx) [cit. 2025-09-08]
  393. Macadam, P. et al. An Examination of the Gluteal Activity Associated with Dynamic Hip Abduction and Hip External Rotation Exercise: A Systematic Review. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2015, vol. 10(5), 573-591. Dostupné z: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4595911/> [cit. 2025-09-08]
  394. Chan, R. K. K. et al. Effect of surface inclination and gluteus maximus activation on lumbar lordosis and footpronation in individuals with low back pain with extension pattern: a preliminary study. *Scientific Reports* [online]. 2025, vol. 15(1). Dostupné z doi: [10.1038/s41598-025-96048-w](https://doi.org/10.1038/s41598-025-96048-w) [cit. 2025-09-08]
  395. Jeong, U. C. et al. The effects of gluteus muscle strengthening exercise and lumbar stabilization exercise on lumbar muscle strength and balance in chronic low back pain patients. *The Journal of Physical Therapy Science* [online]. 2015, vol. 27(12), 3818-3816. Dostupné z doi: [10.1589/jpts.27.3813](https://doi.org/10.1589/jpts.27.3813) [cit. 2025-09-08]
  396. Paton, M. Social-Motivational Influences on Physical Activity Engagement for Adolescent Girls (Master's Thesis). 2021. Dostupné z: [https://scholarcommons.sc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=7438&context=etd&utm\\_source=chatgpt.com](https://scholarcommons.sc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=7438&context=etd&utm_source=chatgpt.com) [cit. 2025-09-09]
  397. Golaszewski, N. M. et al. Group exercise membership is associated with forms of social support, exercise identity, and amount of physical activity. *International Journal of Sport and Exercise Psychology* [online]. 2023, vol. 20(2), 630-643. Dostupné z doi: [10.1080/1612197x.2021.1891121](https://doi.org/10.1080/1612197x.2021.1891121) [cit. 2025-09-09]
  398. Sansano-Nadal, O. et al. Exercise-Based Interventions to Enhance Long-Term Sustainability of Physical Activity in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *International Journal of*

- Environmental Research and Public Health* [online]. 2019, vol. 16(14). Dostupné z doi: [10.3390/ijerph16142527](https://doi.org/10.3390/ijerph16142527) [cit. 2025-09-09]
399. Teixeira, P. J. et al. Exercise, physical activity, and self-determination theory: A systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* [online]. 2012, vol. 9(78). Dostupné z doi: [10.1186/1479-5868-9-78](https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-78) [cit. 2025-09-10]
400. Frey, B. S. et al. Motivation Crowding Theory: A Survey of Empirical Evidence. *University of Zurich*. 1999. Dostupné z: <https://clivespash.org/speer/iewwp026.pdf> [cit. 2025-09-10]
401. Bok, S. et al. Temporal Motivation Theory: Punctuality Is a Matter of Seconds. *Journal of Marketing Education* [online]. 2024, vol. 46(3). Dostupné z doi: [10.1177/02734753241232564](https://doi.org/10.1177/02734753241232564) [cit. 2025-09-10]

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č.1: Vyjádření etické komise

Příloha č.2: Pozvánka do studie

Příloha č.3: Informovaný souhlas



UNIVERZITA KARLOVA  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU  
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

### Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

**Název projektu:** Efekt manuální terapie, cvičení s Therabandem a prosté chůze na celkovou fyzickou zdatnost a vybrané ventilační parametry: randomizovaná kontrolovaná studie.

**Forma projektu:** výzkumná práce (disertační práce)

**Období realizace:** prosinec 2022 – květen 2023

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

**Předkladatel:** Mgr. Klára Novotová, UK FTVS – Katedra fyzioterapie

**Hlavní řešitel:** Mgr. Klára Novotová, UK FTVS – Katedra fyzioterapie

**Místo výzkumu (pracoviště):** Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy (Tělocvična)

**Vedoucí práce (v případě studentské práce):** doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc.

**Konzultant:** doc. Mgr. Michal Štefl, Ph.D.

**Finanční podpora:** žádost o finanční podporu GAUK

**Popis projektu:** Cílem této disertační práce je zjistit vliv chůze, prvků manuální terapie a odporového cvičení na funkční a vybrané parametry fyzické zdatnosti u osob nad 60 let. U probandů budou vstupně a výstupně měřeny Six-Minute Walk Test, bolest na stupnici VAS (Vizuální analogová škála), změny v postavení hrudníku (vzdálenost nadpažek – podloška), kvalita života (Quality of Life – SF12 / SF 36), bolest v oblasti spočívových bodů vybraných dechových svalů (měření algometrem), funkční kapacita jedince (sed-stoj na čas); u pacientů budou navíc určeny Smoking index, motivace a změna v oblasti každodenního života (FRAIL Questionnaire, Exercise Motivation Index, Patient Global Impression of Improvement). Sběr dat bude probíhat formou dotazníků a měření pod dohledem řešitele práce, případně pod vedením asistentů zainstruovaných řešitelem / vedoucím práce. Otázky v dotaznících nebudou zjišťovat žádná citlivá data. Probandi budou po celou dobu výzkumu vedeni pod unikátním číselným kódem. Jediný dokument, který bude obsahovat jméno a vlastnoruční podpis probanda je Informovaný souhlas, který bude neprodleně bezpečně uzamčen v trezoru Katedry fyzioterapie UK FTVS.

Asistenti budou v rámci této studie vybíráni z řad studentů magisterského studia fyzioterapie UK FTVS.

Tri zkoumané skupiny (každá po 30 probandech) budou pozorovány v průběhu 4 týdnů, přičemž dvakrát týdně budou podstupovat tréninkovou jednotku pod dohledem řešitelky projektu. Tréninkové jednotky budou probíhat v únoru 2023, každé úterý a čtvrtek v tělocvičně bloku F v areálu UK FTVS. Tréninková jednotka bude trvat 60 minut.

První intervenční skupina bude v rámci tréninkové jednotky vykonávat prostou chůzi a odporové cvičení. Druhá intervenční skupina bude v rámci tréninkové jednotky vykonávat prostou chůzi a manuální techniky na hrudník. Třetí intervenční skupina bude v rámci tréninkové jednotky vykonávat pouze prostou chůzi. Čtvrtá skupina je skupina kontrolní, která podstoupí pouze vstupní a výstupní vyšetření, přičemž v průběhu studie bude vykonávat běžné denní činnosti.

Tato disertační práce je součástí kontrolované randomizované studie ve spolupráci s Faculty of Physiotherapy, University of Valencia – tato žádost se však týká pouze části výzkumu v ČR. Dílčí výsledky studie budou obsahem disertační práce a dále budou publikovány v odborných periodikách.

**Charakteristika účastníků výzkumu:** Každá skupina bude obsahovat 30 probandů, kteří budou vybíráni na základě následujících kritérií. Kritéria pro výběr do výzkumu: věk 60 – 80 let, obě pohlaví, bez předchozích respiračních a kardiovaskulárních onemocnění, nekuřáci (alespoň posledních 6 měsíců) s platnou zdravotní prohláškou. Projektu se nemohou účastnit osoby mimo uvedené věkové rozmezí, s předchozím respiračním a kardiovaskulárním onemocněním, neschopné samostatné chůze, kontraindikované k mobilizaci a manipulaci kloubů v hrudní oblasti, rovněž osoby neschopné udělit dobrovolný písemný souhlas s účastí na výzkumu. Probandi budou vybíráni z řad domovů seniorů (vybrané domovy budou osloveny elektronickou komunikací) a z řad Univerzity 3. věku FTVS UK.

**Zajištění bezpečnosti:** V rámci výzkumu budou na probandech vykonávány pouze neinvazivní metody sběru dat. Vzhledem na charakter výzkumu a probandů může být přítomné zvýšené riziko pádu. Toto riziko bude redukováno přítomností řešitele / asistentů výzkumu při chůzi a měřeních probandů s ní spojených, kteří budou dbát na bezpečnost a správnost cvičení. Řešitel i přítomní asistenti výzkumu jsou školeni v poskytování první pomoci. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Zavazují se k zajištění bezpečnosti prostoru, ve kterém bude výzkum probíhat.

Z epidemiologického hlediska budeme v rámci výzkumu dbát na udržování rozestupu alespoň 2 metrů mezi účastníky studie. V tělocvičně bude zajištěna desinfekce a odvětrávání místnosti. Probandi budou také požádáni, aby se dostavili vždy bez jakýchkoli příznaků infekčního onemocnění.

**Etické aspekty výzkumu:** Všichni probandi budou plnoletí a výzkumu se budou účastnit dobrovolně na základě písemného souhlasu. Informovaný souhlas bude formulován s dostatečnou velikostí textu a informace budou formulovány co nejvíce srozumitelně pro cílovou skupinu probandů. V případě jakýchkoli dotazů na ně odpoví hlavní řešitel / asistent.

UNIVERZITA KARLOVA  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU  
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

**Potenciální střet zájmů:** Autor disertační práce (tj. řešitel výzkumu) si není vědom žádného potencionálního střetu zájmů na výzkumu, který by mohl ovlivňovat objektivní průběh a výsledek výzkumu, ani nemá soukromý zájem na výsledku výzkumu a ani výzkum nevede k osobnímu prospěchu.

**Ochrana osobních dat:** Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: iniciály, věk, pohlaví, rodinný stav, nejvyšší dosažené vzdělání, aktuální pracovní stav, váha, výška, body mass index a přítomnost některých základních onemocnění (odpověď ano – ne), data získaná výše uvedenými metodami. Tyto údaje budou bezpečně uchovány na bezpečném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít pouze hlavní řešitel. Participanti budou od začátku evidováni pod anonymním číselným kódem, ze kterého nebude možné vyčíst identitu participanta. Názvy domovů seniorů nebudou nikdy v rámci disertační práce ani jiné publikace uveřejněny.

Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby - budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.

Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v rámci mé disertační práce, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

**Pořizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků:** Při výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, videa ani audio nahrávky.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

**Text informovaného souhlasu (IS):** přiložen

Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.

Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 14.12.2022

Podpis předkladatele:

Datum a podpis odpovědného pracovníka z místa výzkumu:

### Vyjádření Etické komise UK FTVS

**Složení komise:** Předsedkyně: doc. PhDr. Irena Parry Martinková, Ph.D.

Členové: prof. MUDr. Jan Heller, CSc.

prof. PhDr. Pavel Šlepička, DrSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 566/2022

dne: 15. 12. 2022

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

**Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise UK FTVS.**

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu  
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6

- 20 -

podpis předsedkyně EK UK FTVS

# HLEDÁME ÚČASTNÍKY STUDIE

organizované UK FTVS a schválené Grantovou agenturou UK

## KOHO HLEDÁME?

Muže a ženy ve věku 60-80 let bez závažného dechového / srdečního onemocnění (zápal plic, srdeční selhávání...), kteří mají rádi pohyb, zejména chůzi.

## O CO SE JEDNÁ?

Naše studie zkoumá věkem podmíněné změny jednotlivých tělesných systémů a hodnotí, zda je možné pohybem tyto změny zastavit / zpomalit. Budeme zkoumat vliv pravidelné chůze a dalších cvičení na funkci plic, srdce ale také na obratnost, kvalitu života a další parametry.

## KDY PROJEKT PROBÍHÁ?

Jelikož je projekt součástí disertační práce a spolupráce se zahraniční univerzitou (University of Valencia), rádi bychom začali co nejdřív – začátek roku 2023.

## KDE PROJEKT PROBÍHÁ?

Projekt probíhá v areálu UK FTVS na adrese José Martího 269 na Praze 6.

## CO ÚČASTÍ NA PROJEKTU ZÍSKÁM?

Během účasti na našem projektu se můžete dozvědět zajímavé informace o svém zdraví a jak své zdraví podpořit do co nejvyššího věku.

## JAK SE DO PROJEKTU PŘIHLÁSÍM?

Do projektu se můžete přihlásit:

- a) (nejlépe) emailem na adresu [novotova.klara@ftvs.cuni.cz](mailto:novotova.klara@ftvs.cuni.cz)
- b) (pro ty co nemají email) SMS zprávou na číslo 702 189 986

Přeji Vám hezké letní dny

Mgr. Klára Novotová

*Katedra fyzioterapie*

## INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicině č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci diplomové práce s názvem Hodnocení efektu chůze a prvků manuální terapie na věkem podmíněnou funkční kapacitu plic u seniorů prováděné v tělocvičně na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy.

Projekt bude probíhat v období: prosinec 2022 – květen 2023

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

Financování – žádost o financování ze zdrojů Grantové agentury Univerzity Karlovy.

Cílem výzkumného projektu je zhodnotit efekt chůze, manuálních technik (bezbolestný soubor specifických hmatů, které budete vlastními rukami vykonávat po zainstruování pověřenou osobou v oblasti hrudníku) a odporového cvičení na dechové parametry a jejich celkový vliv na fyzický a psychický zdravotní stav seniora.

Způsob zásahu bude neinvazivní. Budete náhodně přiřazen(a) do jedné ze 4 skupin (3 intervenční skupiny, 1 kontrolní skupina). Řešitel výzkumu Vás zainstruuje do manuálních technik na oblast hrudníku / odporového cvičení / chůze. Manuální techniky jsou bezbolestný soubor specifických hmatů, které budete vlastníma rukama vykonávat po zainstruování pověřenou osobou v oblasti hrudníku. Cvičení budete dvakrát týdně pod vedením provádět 20 minut – v tělocvičně bloku F UK FTVS. Spolu s těmito technikami budete pod jeho vedením dvakrát týdně chodit v tělocvičně bloku F UK FTVS.

Sběr dat formou neinvazivního měření a dotazníků bude probíhat vstupně a výstupně.

Časová náročnost projektu: Budete se účastnit výzkumu v trvání 4 týdny – dvakrát týdně se na 60 minut sejdete s řešitelem výzkumu na Fakultě tělesné výchovy a sportu na adrese Josefa Martího 269, Praha 6. Hlavní řešitelka si Vás poprvé vyzvedne na vrátnici UK FTVS, kde si Vás bude vyzvedávat i v průběhu experimentu. Sběr dat se bude uskutečňovat formou měření a dotazníků vstupně a výstupně (každý přibližně v trvání 1 hodiny).

Vzhledem k charakteru výzkumu může nastat riziko pádu. Toto riziko bude redukováno přítomností řešitele / asistentů výzkumu, kteří budou dbát na Vaši bezpečnost při chůzi a správnost cvičení. Řešitel i přítomní asistenti výzkumu jsou školeni v poskytování první pomoci v případě nouze. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.

Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí a adekvátní Vaše příprava k provádění aktivit v rámci daného výzkumu.

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

Projektu se nemohou účastnit osoby mimo věkové rozhraní 60 let – 80 let, s předchozím respiračním (dechovým) a kardiovaskulárním (srdečně-cévním) onemocněním, neschopné samostatné chůze, kontraindikované k mobilizaci a manipulaci kloubů v hrudní oblasti, neschopné udělit dobrovolný písemný souhlas s účastí na výzkumu. Všichni účastníci musí mít platnou zdravotní prohlídku.

Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocená.

Z projektu můžete kdykoliv odstoupit bez udání důvodu.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit v disertační práci v studentském informačním systému (SIS) nebo na e-mail adrese: [klaris.novotova@gmail.com](mailto:klaris.novotova@gmail.com)

Přínosem tohoto výzkumného projektu pro Vás bude naučení se autoterapeutických technik na oblast hrudníku, které můžete využít v budoucnosti na ulevení od případných obtíží.

Účast na výzkumu lze na Vaši žádost kdykoliv zrušit, následně budou bezpečně zničeny všechny písemnosti, které Vás s výzkumem pojí.

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: věk, pohlaví, rodinný stav, nejvyšší dosažené vzdělání, aktuální pracovní stav, váha, výška, body mass index a přítomnost některých základních onemocnění (odpověď ano – ne), data získaná výše uvedenými metodami - které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel. V průběhu celého experimentu budete evidováni pod anonymním číselným kódem, ze kterého nebude možné vyčíst v žádném případě Vaši identitu.

Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby - budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.

Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v méj disertační práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Požizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků: Při výzkumu nebudou pořizované žádné fotografie, videa ani audio nahrávky.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Mgr. Klára Novotová

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Mgr. Klára Novotová

Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. **Potvrzuji, že mám platnou zdravotní prohlídku.** Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

Místo, datum .....

Jméno a příjmení účastníka .....

Podpis:.....