

**Uniwersytet Szczeciński**  
Wydział Kultury Fizycznej i Zdrowia  
Instytut Nauk o Kulturze Fizycznej

**Magdalena Sochacka**

***WPŁYW TRENINGU OGÓLNOUSPRAWNIAJĄCEGO I OPOROWEGO  
NA SPRAWNOŚĆ FUNKCJONALNĄ, PERCEPCJĘ BÓLU I FUNKCJE  
POZNAWCZE U KOBIET POWYŻEJ 60. roku życia***

Rozprawa doktorska napisana pod kierunkiem:  
Promotor: dr hab. Katarzyna Leźnicka, prof. US  
Promotor pomocniczy: dr Kinga Michnik

Szczecin 2026

## Podziękowania

Serdeczne podziękowania składam Pani Promotor **dr hab. Katarzynie Leźnickiej, prof. US** za opiekę naukową, życzliwość, wsparcie, wyrozumiałość oraz cierpliwość na każdym etapie przygotowywania niniejszej pracy. Bardzo dziękuję za poświęcony czas, merytoryczne uwagi, które miały istotne znaczenie dla ostatecznego kształtu pracy. Dziękuję z pomoc w rozwiązywaniu pojawiających się trudności.

Podziękowania składam Pani Promotor pomocniczej **dr Kindze Michnik** za życzliwość oraz wsparcie udzielone podczas przygotowywania niniejszej pracy. Szczególnie dziękuję za pomoc w realizacji programu badawczego, w tym przeprowadzenie jednego z treningów.

## STRESZCZENIE

### **Wpływ treningu ogólnorozwojowego i oporowego na sprawność funkcjonalną, percepcję bólu i funkcje poznawcze u kobiet powyżej 60. roku życia**

Starzenie się społeczeństwa stanowi jedno z istotnych wyzwań współczesnych państw rozwiniętych, w tym Polski. Proces starzenia wiąże się z postępującym obniżeniem sprawności funkcjonalnej, funkcji poznawczych oraz ze zwiększonym ryzykiem występowania dolegliwości bólowych. Regularna aktywność fizyczna odgrywa ważną rolę w przeciwdziałaniu negatywnym skutkom starzenia, ponieważ wspiera funkcjonowanie układu krążenia i oddechowego, poprawia siłę mięśniową, równowagę, sprawność poznawczą oraz samodzielność osób starszych. Podejmowanie aktywności ruchowej sprzyja także poprawie jakości życia, ograniczeniu ryzyka upadków, depresji i zależności od pomocy innych osób. W związku z tym utrzymanie sprawności fizycznej seniorów stanowi ważny element pomyślnego starzenia się oraz istotne zadanie profilaktyki zdrowotnej.

Celem niniejszej pracy była ocena i porównanie wpływu treningu ogólnousprawniającego i treningu oporowego na sprawność funkcjonalną, percepcję bólu i funkcje poznawcze u kobiet po 60. roku życia. Zakres badań obejmował również zbadanie zależności pomiędzy poziomem sprawności funkcjonalnej i tolerancją na ból a rodzajem treningu. Do badania zakwalifikowano 98 kobiet po 60. roku życia. Program ukończyło 85 uczestniczek, które zostały losowo przydzielone do dwóch grup: grupy realizującej trening ogólnousprawniający oraz grupy realizującej trening oporowy. Przed rozpoczęciem treningów oraz po ich zakończeniu przeprowadzono badania ankietowe metodą sondażu diagnostycznego, ocenę sprawności funkcjonalnej za pomocą Senior Fitness Test, ocenę funkcji poznawczych za pomocą Testu Stroopa oraz pomiar progu bólu i tolerancji na ból za pomocą algometru uciskowego.

Wyniki badań wykazały, że zarówno trening oporowy jak i ogólnorozwojowy wpłynęły na badane zmienne u kobiet powyżej 60 roku życia. Zakres zmian różnił się w zależności od rodzaju zastosowanej interwencji. Trening oporowy w większym stopniu wpłynął na poprawę sprawności funkcjonalnej oraz redukcję dolegliwości bólowych. W zakresie funkcji poznawczych stwierdzono, że zarówno trening oporowy, jak i ogólnorozwojowy istotnie wpływały na wybrane aspekty sprawności poznawczej. Trening ogólnorozwojowy w większym stopniu oddziaływał na tempo wykonania zadania, natomiast trening oporowy wiązał się ze skróceniem czasu wykonania zadania oraz zmniejszeniem

liczby popełnianych błędów. Wyniki badań wskazują również, że wyższy poziom sprawności funkcjonalnej może wiązać się z wyższym progiem bólu i większą tolerancją na ból u kobiet po 60 roku życia. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że zarówno trening ogólnorozwojowy, jak i trening oporowy stanowią skuteczne formy aktywności fizycznej wspierające sprawność funkcjonalną, percepcję bólu oraz funkcje poznawcze u kobiet powyżej 60. roku życia.

## SUMMARY

### **The effect of general developmental and resistance training on functional fitness, pain perception, and cognitive functions in women over 60 years of age**

Population ageing is one of the major challenges faced by contemporary developed countries, including Poland. The ageing process is associated with a progressive decline in functional capacity and cognitive performance, as well as an increased risk of pain-related complaints. Regular physical activity plays an important role in counteracting the negative consequences of ageing, as it supports the functioning of the cardiovascular and respiratory systems, improves muscle strength, balance, cognitive performance, and independence in older adults. Engagement in physical activity also contributes to improved quality of life and reduces the risk of falls, depression, and dependence on assistance from others. Therefore, maintaining physical fitness in older adults is an important component of successful ageing and a key objective of health prevention.

The aim of this study was to assess and compare the effects of general fitness training and resistance training on functional capacity, pain perception, and cognitive function in women over 60 years of age. The study also examined the relationships between the level of functional capacity, pain tolerance, and the type of training intervention. A total of 98 women aged over 60 years were enrolled in the study. The programme was completed by 85 participants, who were randomly assigned to two groups: a general fitness training group and a resistance training group. Before and after the training programme, questionnaire-based assessments using a diagnostic survey method were conducted. Functional capacity was assessed using the Senior Fitness Test, cognitive function was evaluated with the Stroop Test, and pain threshold and pain tolerance were measured using a pressure algometer.

The results showed that both resistance training and general fitness training influenced the analysed variables in women over 60 years of age. However, the extent of these changes varied depending on the type of intervention applied. Resistance training had a greater effect on improving functional capacity and reducing pain-related complaints. With regard to cognitive function, both resistance and general fitness training significantly affected selected aspects of cognitive performance. General fitness training had a greater impact on task completion speed, whereas resistance training was associated with shorter task completion time and a reduced number of errors. The findings also indicate that a higher level of functional capacity may be associated with a higher pain threshold and greater pain tolerance

in women over 60 years of age. Based on the results obtained, it can be concluded that both general fitness training and resistance training are effective forms of physical activity supporting functional capacity, pain perception, and cognitive function in women over 60 years of age.

# Spis treści

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Wykaz stosowanych skrótów i skrótowców .....                            | 9  |
| 1. Wstęp .....                                                          | 11 |
| 1.1 Wybrane zagadnienia treningu zdrowotnego .....                      | 13 |
| 1.1.1. Trening oporowy .....                                            | 14 |
| 1.1.2. Trening ogólnorozwojowy .....                                    | 17 |
| 1.2. Ból .....                                                          | 19 |
| 1.2.1. Definicja bólu .....                                             | 19 |
| 1.2.2. Czynniki wpływające na percepcję bólu .....                      | 20 |
| 1.2.3.2 Płeć .....                                                      | 20 |
| 1.2.3.3 Czynniki psychologiczne .....                                   | 21 |
| 1.2.3.4 Kultura i pochodzenie etniczne .....                            | 22 |
| 1.2.3. Nocycpcja .....                                                  | 23 |
| 1.2.3.1. Rodzaje bólu .....                                             | 24 |
| 1.2.3.2. Metody pomiaru .....                                           | 26 |
| 1.2.4 Wpływ bólu na proces starzenia się .....                          | 27 |
| 1.3. Funkcje poznawcze .....                                            | 28 |
| 2. Cel pracy .....                                                      | 31 |
| 2.1. Hipotezy pracy .....                                               | 32 |
| 3. Metodologia badań .....                                              | 33 |
| 3.1. Charakterystyka badanej grupy .....                                | 33 |
| 3.2. Metody badawcze .....                                              | 34 |
| 3.2.1. Dane demograficzne i stan zdrowia kobiet po 60 roku życia .....  | 34 |
| 3.2.2. Test sprawności funkcjonalnej .....                              | 34 |
| 3.2.3. Badanie progu bólu i tolerancji na ból .....                     | 36 |
| 3.2.4. Badanie funkcji poznawczych .....                                | 37 |
| 3.2.5. Protokół treningowy .....                                        | 37 |
| 3.2.7. Analiza statystyczna .....                                       | 38 |
| 4. Wyniki .....                                                         | 40 |
| 4.1. Charakterystyki statystyczne cech somatycznych badanej grupy ..... | 40 |
| 4.2. Porównanie grup przed wdrożeniem treningu .....                    | 42 |
| 4.2.1. Sprawność funkcjonalna uczestniczek .....                        | 42 |

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.2. Próg bólu i tolerancja na ból .....                                          | 44 |
| 4.2.3. Sprawność poznawcza.....                                                     | 45 |
| 4.3. Weryfikacja hipotez badawczych .....                                           | 46 |
| 4.3.1. Wpływ treningu na sprawność funkcjonalną wśród kobiet po 60. roku życia..... | 46 |
| 4.3.2. Wpływ treningu na percepcję bólu wśród kobiet po 60. roku życia .....        | 49 |
| 4.3.3. Wpływ treningu na sprawność poznawczą wśród kobiet po 60. roku życia .....   | 51 |
| 4.3.4. Zależności między sprawnością funkcjonalną a percepcją bólu .....            | 52 |
| 5. Dyskusja .....                                                                   | 56 |
| 6. Wnioski.....                                                                     | 66 |
| 7. Piśmiennictwo .....                                                              | 67 |
| 8. Spis tabel .....                                                                 | 87 |
| Załączniki .....                                                                    | 88 |

## **Wykaz stosowanych skrótów i skrótowców**

**RM** - maksymalne powtórzenie (ang. repetition maximum)

**ATP** - adenozynotrifosforan (ang. adenosine triphosphate)

**BMI** - wskaźnik masy ciała (ang. Body Mass Index)

**CM** - centymetr

**CT** - tomografia komputerowa

**IASP** - Międzynarodowe Towarzystwo Badania Bólu (ang. International Association for the Study of Pain)

**in.** - inni

**Kd** – kończyna dolna

**Kg** – kilogram

**L** – strona lewa

**lb** - funt

**M** – średnia arytmetyczna

**m** – metr

**Me** - mediana

**Max** - maksimum

**Min** - minimum

**Me** - mediana

**NSCA** - Narodowe Stowarzyszenie Siły i Kondycji (ang. National Strength and Conditioning Association)

**P** – strona prawa

**p** - poziom istotności

**PPOL** - Tolerancja bólu uciskowego (ang. Pressure Pain Tolerance)

**PPT** - Próg bólu uciskowego (ang. Pressure Pain Threshold)

**RODO** - Rozporządzenie o Ochronie Danych

**SD** - odchylenie standardowe

**VAS** - Wizualna Skala Analogowa (ang. Visual Analogue Scale)

**WHO** - Światowa Organizacja Zdrowia (ang. World Health Organization)

**Wsp.** - współautorzy

## 1. Wstęp

Współczesne społeczeństwa, zwłaszcza w krajach wysoko rozwiniętych, stoją w obliczu wielu wyzwań społecznych, gospodarczych i cywilizacyjnych, które jeszcze kilkadziesiąt lat temu nie stanowiły istotnego problemu. Dynamiczny rozwój współczesnych społeczeństw, zwłaszcza w krajach wysoko rozwiniętych, wiąże się z pojawieniem nowych wyzwań, które jeszcze kilkadziesiąt lat temu pozostawały bez większego znaczenia. Obecnie jednym z najpoważniejszych z nich jest postępujący proces starzenia się populacji obywateli wielu państw (Dzau i in., 2019). Prognozy demograficzne wskazują na systematyczny wzrost liczby osób w wieku poprodukcyjnym, przy czym tempo tych zmian spowoduje poza konsekwencjami gospodarczymi również perturbacje w zakresie zaopatrzenia medycznego i socjalnego tej grupy osób (Nyman, 2018; Das, 2012).

Starzenie się społeczeństwa staje się globalnym problemem, z którym mierzą się niemal wszystkie kraje rozwinięte, w tym Polska. Zwiększenie populacji osób starszych uzasadnia konieczność podejmowania działań, zmierzających do jak najdłuższego utrzymania ich samodzielności, sprawności oraz jakości życia (Walker i in., 2012).

Starzenie się człowieka jest fizjologicznym, indywidualnym i złożonym procesem, w którym organizm stopniowo traci możliwość zdolności do regeneracji oraz wykazuje obniżoną zmniejsza efektywność funkcjonowania układów i narządów (Eberhardt, 2011). Z wiekiem dochodzi do obniżenia siły mięśniowej, zmniejszenia elastyczności tkanek, pogorszenia funkcji poznawczych oraz zapewnienia organizmowi zdolności do utrzymania homeostazy. Procesy te są naturalne i nieodwracalne, a ich tempo i nasilenie różnią się u poszczególnych osób. Mogą zależeć zarówno od czynników genetycznych (determinujących), jak i środowiskowych, w tym stylu życia, odżywiania czy poziomu aktywności fizycznej (Hart, 2016, Parson i in., 2026). W starszym wieku procesy odbudowy i odnowy komórkowej organizmu ulegają spowolnieniu (López-Otín i in., 2013). Zmiany te manifestują się m.in. przez siwienie włosów, pogorszenie ostrości oraz innych funkcji wzroku, ubytkami słuchu, zmniejszeniem masy mięśniowej, zwiększeniem ilości tkanki tłuszczowej, zmianami w strukturze i gęstości kości, a także obniżeniem wydolności organizmu wynikającym ze zmniejszenia elastyczności naczyń krwionośnych oraz pojemności płuc (Davies i in., 2018). U osób tej grupy wiekowej zwiększa się ryzyko rozwoju chorób przewlekłych, w tym nadciśnienia tętniczego, cukrzycy typu II, osteoporozy, zwyrodnień stawowych oraz chorób układu krążenia (Winkelmann i in., 2019; Drygas i in., 2010). Wraz ze zmianami fizjologicznymi występują także ograniczenia

funkcjonalne i społeczne. U osób starszych wzrasta ryzyko chorób współistniejących, które ograniczają ich zdolność do samodzielnego działania (Sagiv, 2007). Sytuację pogarsza niejednokrotnie utrata bliskich, zmiana miejsca zamieszkania, ograniczenia finansowe i samotność, co może prowadzić do wycofania społecznego, pogorszenia samopoczucia psychicznego, depresji oraz ogólnego obniżenia jakości życia. Najbardziej narażone na takie procesy są osoby prowadzące siedzący tryb życia, unikające ruchu oraz z niską motywacją do podejmowania jakiejkolwiek aktywności fizycznej (Cacciatore i in., 2013; Hasegawa i in., 2022). Jednym z kluczowych ograniczeń starzenia się jest spadek sprawności fizycznej i motorycznej, co prowadzi do pogorszenia koordynacji, spowolnienia reakcji, zmniejszenia siły mięśniowej oraz wydolności tlenowej. W konsekwencji seniorzy narażeni są na większe ryzyko upadków, urazów, a także uzależnienia od pomocy zewnętrznej (Hayflick, 2007; Rodriguez-Mañas i in., 2017). Pogorszenie stanu zdrowia fizycznego wpływa również na osłabienie funkcji poznawczych, szczególnie pamięci, uwagi, zdolności uczenia się, co w skrajnych przypadkach może prowadzić do rozwoju zespołów otępiennych, w tym otępienia w przebiegu choroby Alzheimera (Angulo i in., 2020; Pedersen i in., 2015). Starzenie się jest naturalnym i nieuniknionym procesem, jednak istnieją działania pozwalające ograniczyć jego negatywne konsekwencje oraz poprawić jakość życia osób starszych (Steffl i in., 2017). Regularny ruch odgrywa istotną rolę w utrzymaniu zdrowia i sprawności organizmu. Poprawia funkcjonowanie układu krążenia i oddechowego, zwiększa siłę mięśniową oraz wspomaga procesy metaboliczne i hormonalne. Dodatkowo pozytywnie wpływa na nastrój i ogranicza ryzyko występowania depresji oraz zaburzeń funkcji poznawczych. Osoby starsze prowadzące aktywny tryb życia dłużej zachowują niezależność oraz lepszą sprawność funkcjonalną (Wei i in., 2022). Aktywność fizyczna poprawia bowiem zdolności adaptacyjne organizmu, umożliwiając lepsze radzenie sobie z codziennymi obowiązkami oraz zwiększa poczucie bezpieczeństwa i kontroli nad własnym życiem (Lampinen i in., 2026; Terra Sílvia i in., 2012).

Aktywność fizyczna u osób starszych może obejmować umiarkowane formy ruchu, takie jak spacer, nordic walking, jazda na rowerze, pływanie oraz ćwiczenia rozciągające, siłowe lub wzmacniające (Kraus i in., 2019; Zhou i in., 2022). Regularnie podejmowana aktywność przyczynia się do poprawy zdrowia fizycznego, jednocześnie pozytywnie wpływając na nastrój oraz ograniczając ryzyko wystąpienia depresji (Yerrakalva i in., 2023; Pedersen i in., 2000). Ruch pełni zatem funkcję terapeutyczną, zmniejsza dolegliwości bólowe, zapobiega upadkom, poprawia równowagę i siłę mięśniową, co znacząco obniża

ryzyko unieruchomienia i konieczność stałej opieki. Wzrost poziomu aktywności fizycznej przyczynia się do poprawy funkcji poznawczych, takich jak pamięć czy koncentracja, przeciwdziałając rozwojowi otępienia (Gajos i in., 2014).

Pomyślne starzenie się (ang. *successful ageing*) zakłada utrzymanie wysokiego poziomu sprawności fizycznej i psychicznej, aktywnego uczestnictwa w życiu społecznym oraz ograniczenie ryzyka chorób i niepełnosprawności (Drygas i in., 2010; Chen i in., 2018). Osiągnięcie tego celu wymaga jednak aktywnego zaangażowania seniora w działania prozdrowotne obejmujące regularną aktywność ruchową, prawidłową dietę, utrzymanie kontaktów społecznych oraz gotowości do podejmowania nowych doświadczeń. Aktywność fizyczna nie tylko poprawia stan zdrowia, ale również zwiększa niezależność, wpływa pozytywnie na samoocenę, zmniejsza lęk przed starzeniem, a także przyczynia się do budowania pozytywnego obrazu starości w społeczeństwie. W obliczu narastającego problemu starzenia się społeczeństwa zachowanie sprawności fizycznej staje się nie tylko indywidualną potrzebą jednostki, ale też istotnym elementem polityki zdrowotnej i społecznej państwa (Wang i in., 2024; Svensson i in., 2024).

## 1.1 Wybrane zagadnienia treningu zdrowotnego

Zdrowie stanowi fundamentalną wartość w hierarchii potrzeb człowieka. Obserwowana, zwiększająca się świadomość znaczenia aktywności fizycznej dla utrzymania zdrowia sprawia, że trening zdrowotny nabiera szczególnego znaczenia nie tylko w profilaktyce, ale także w procesie leczenia wielu schorzeń, zwłaszcza u osób starszych. W kontekście zmian demograficznych i starzenia się społeczeństw konieczne staje się promowanie aktywności fizycznej jako skutecznego narzędzia wspierającego zdrowie publiczne (Frankel i in., 2006; Singh, 2002).

Trening zdrowotny, zgodnie z definicją podaną przez Kuńskiego (2002), „*jest świadomie kierowanym procesem polegającym na celowym wykorzystaniu ściśle określonych ćwiczeń fizycznych dla uzyskania efektów fizycznych i psychicznych, przeciwdziałających obniżeniu się, związanych z niezadowalającą aktywnością ruchową człowieka, zdolności przystosowawczych organizmu do środowiska, w tym gwałtownie do wysiłku fizycznego*” (Kuński, 2002).

Efektywny trening zdrowotny należy zaplanować i realizować zgodnie z zasadami fizjologii wysiłku i metodyki treningowej (Kostka, 2010). Program treningowy powinien składać się z rozgrzewki, części głównej oraz części końcowej. Przeprowadzenie każdej z tych części jest istotne dla prawidłowego wykonania interwencji. Rozgrzewka przygotowuje organizm do wysiłku, poprawia ukrwienie i dotlenienie tkanek. Część główna treningu zdrowotnego realizuje trening zasadniczy, zawierający ćwiczenia aerobowe, siłowe, oddechowe. Natomiast ćwiczenia wyciszające m. in. rozluźniające i korekcyjne wykonywane są w części końcowej (Department of Health and Human Services, U. S., 2008).

Trening zdrowotny, odpowiednio dostosowany do wieku, indywidualnych potrzeb i stanu zdrowia uczestnika, stanowi skuteczne narzędzie w przeciwdziałaniu negatywnym zmianom w procesie starzenia się organizmu (Anderson i in., 2019). Najczęstszym problemem populacji osób starszych jest wzrost ryzyka upadków z wiekiem. Regularne wykonywanie ćwiczeń równoważnych i koordynacyjnych sprzyja poprawie kontroli ruchu i spowolni to zjawisko (Gopinath i in. 2018; Macera i in., 2018). U osób starszych aktywność fizyczna pozytywnie wpływa na sferę psychospołeczną, obejmującą m.in. większą pewność siebie, wyższe poczucie własnej wartości, lepsze samopoczucie oraz niższy poziom izolacji społecznej. Ponadto, ćwiczenia grupowe sprzyjają integracji społecznej, budowaniu relacji międzyludzkich, a także stanowią formę terapii przeciwdziałając depresji i lękowi jako naturalny mechanizm stymulujący emocje (Nelson i in., 2007). Osoby starsze narażone są na większe ryzyko wystąpienia urazów i zmęczenia, dlatego przed rozpoczęciem ćwiczeń ruchowych powinny skonsultować się z lekarzem w celu wykluczenia ewentualnych przeciwwskazań. Umożliwi to wybór odpowiednich zajęć ruchowych dostosowanych do stanu zdrowia, które powinny być prowadzone przez wykwalifikowanego trenera. Plan treningowy powinien uwzględniać stopniowe zwiększanie obciążenia i czas na regenerację, co pomoże zapobiec przeciążeniom i kontuzjom (Cabroler-Molina i in., 2025; Riebe i in., 2015). Wdrożenie treningu zdrowotnego odgrywa kluczową rolę w aktywnym i pomyślnym starzeniu się wspierając utrzymanie niezależności funkcjonalnej na późniejszych etapach życia (Suryadi i in. 2024; Popek, 2024; Wróblewska i in., 2024).

### **1.1.1.Trening oporowy**

Trening oporowy, określany również jako trening siłowy, stanowi formę wysiłku fizycznego ukierunkowaną na generowanie napięcia mięśniowego w odpowiedzi na

działanie zewnętrznego oporu. Jego źródłem mogą być zarówno wolne ciężary (np. sztangi, hantle), jak i urządzenia mechaniczne, systemy izokinetyczne, elastyczne taśmy oporowe czy masa własnego ciała. W ujęciu fizjologicznym zasadniczym mechanizmem działania treningu oporowego jest indukcja adaptacji w obrębie układu mięśniowo-szkieletowego oraz nerwowego, prowadząca do wzrostu siły, mocy i wytrzymałości mięśniowej (Chodźko-Zajko i in., 2009). Regularna ekspozycja na bodźce oporowe wywołuje szereg korzystnych zmian o charakterze strukturalnym i funkcjonalnym, obejmujących m.in. hipertrofię włókien mięśniowych, poprawę rekrutacji jednostek motorycznych oraz zwiększenie gęstości mineralnej kości. W konsekwencji przyczynia się to do ograniczenia procesów inwolucyjnych, takich jak sarkopenia, oraz zmniejszenia ryzyka osteoporozy (Beebe i in., 2013). Jednocześnie trening oporowy istotnie wpływa na zdolności funkcjonalne, umożliwiając utrzymanie lub poprawę samodzielności w wykonywaniu czynności dnia codziennego (Valenzuela, 2012). W literaturze podkreśla się jego znaczenie w prewencji i wspomaganiu leczenia chorób przewlekłych, w tym choroby zwyrodnieniowej stawów, cukrzycy typu 2, otyłości, a także zaburzeń nastroju, w szczególności depresji (Wan i in., 2024). W kontekście procesów starzenia trening oporowy uznawany jest za jedną z najbardziej efektywnych interwencji nefarmakologicznych, przeciwdziałających spadkowi masy i funkcji mięśni oraz związanym z nim ograniczeniom sprawności (Chen i in., 2021). Adaptacje wywołane systematycznym treningiem obejmują także poprawę koordynacji nerwowo-mięśniowej, zakresu ruchu oraz szeroko rozumianej sprawności psychofizycznej, co przekłada się na jakość życia i może częściowo odwracać zmiany degeneracyjne w tkance mięśniowej (Liu i in., 2018; Fragala i in., 2019).

Utrzymanie odpowiedniego poziomu siły mięśniowej jest kluczowym czynnikiem warunkującym niezależność funkcjonalną osób starszych oraz ich zdolność do wykonywania podstawowych czynności życia codziennego. Badania interwencyjne wskazują, że nawet krótkoterminowe programy treningu oporowego, trwające około 12 tygodni, mogą prowadzić do istotnych statystycznie przyrostów siły mięśniowej kończyn górnych i dolnych (Smolarek i in., 2018). Co istotne, efektywność tego typu oddziaływań obserwowana jest zarówno w populacjach młodszych, jak i starszych, co potwierdza jego szeroki zakres adaptacyjny (Reeves i in., 2004).

Podstawowe zasady konstruowania programu treningowego są porównywalne w różnych grupach wiekowych, jednak w przypadku seniorów konieczne jest dostosowanie do indywidualnych możliwości fizycznych, wydolności oraz obecności chorób

współistniejących. Zgodnie z rekomendacjami Sekcji Rehabilitacji Kardiologicznej i Fizjologii Wysiłku Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego osoby starsze powinny wykonywać trening oporowy nie częściej niż 2–3 razy w tygodniu, a każde ćwiczenie powinno obejmować od 1 do 3 serii. Istotna jest progresja obciążeń od poziomu niskiego do wysokiego, dostosowana indywidualnie w zależności od stanu zdrowia osoby ćwiczącej (Piotrowicz i in., 2017). Program treningowy powinien uwzględniać instruktaż prawidłowej techniki oraz stopniowanie intensywności, co umożliwi zminimalizowanie ryzyka urazów wynikających z przeciążenia struktur stawowych lub nieprawidłowej biomechaniki ruchu. Szczególna ostrożność należy zachować w przypadku osób z patologiami obręczy barkowej, kręgosłupa, bioder i kolan (Izquierdo i in., 2023). Zalecenia Narodowego Stowarzyszenia Siły i Kondycji (NSCA) wykazują, że programy o intensywności 40–85% jednego maksymalnego powtórzenia (1RM - repetition maximum<sup>1</sup>), wykonywane 1–3 razy w tygodniu, powodują wzrost siły mięśni o 20–70% w okresie od 6 do 24 tygodni (Fragala i in., 2019). Zastosowanie treningu oporowego o umiarkowanej jak i wysokiej intensywności prowadzi do porównywalnych przyrostów siły w populacji seniorów (Vincent i in., 2002), przy czym należy zaznaczyć, że wyższe obciążenia sprzyjają większej poprawie siły maksymalnej (Peterson i in., 2010). Kluczową rolę w ćwiczeniach oporowych odgrywa także liczba wykonywanych serii na ćwiczenie jako czynnik determinujący długofalowe efekty treningowe. W krótkoterminowych interwencjach (do 12 tygodni) jedna seria może być wystarczająca dla uzyskania znaczących przyrostów siły (Cannon i in., 2007; Radaelli i in., 2013). Jednakże w programach długoterminowych ( $\geq 20$  tygodni) korzystniejsze efekty uzyskuje się przy stosowaniu od 3 do 4 serii na ćwiczenie (Galvão i in., 2007). Odpowiednia ilość serii na ćwiczenie sprzyja adaptacji układu nerwowego obejmują zwiększoną rekrutację jednostek motorycznych, synchronizację ich aktywności oraz poprawę koordynacji, co przekłada się na wzrost siły mięśniowej w początkowym okresie treningu (Farinatti i in., 2013). W kolejnych etapach pojawiają się zmiany morfologiczne, takie jak wzrost całkowitej masy mięśniowej o 5–10% oraz zwiększenie rozmiaru włókien mięśniowych o 10–30% (Hunter i in., 2004). W przypadku długotrwałej stymulacji ( $\geq 12$  miesięcy) uzyskane przyrosty mogą wynosić od 50 do 200%, a poprawa siły i funkcji mięśniowej jest możliwa nawet u osób powyżej 90. roku życia (Latham i in., 2003). Utrzymanie uzyskanych efektów jest możliwe przy minimalnej częstotliwości jednej sesji treningowej tygodniowo (Porter i in., 1995). Trening oporowy jest ważnym elementem

---

<sup>1</sup> repetition maximum (RM) - maksymalna ilość powtórzeń

programów rehabilitacyjnych, szczególnie w ortopedii i geriatrici, co korzystnie wpływa na wydolność funkcjonalną, prewencję urazów i opóźnianie skutków sarkopenii. Regularnie wykonywany przez osoby starsze może znacząco zmniejszać ryzyko niepełnosprawności, poprawiać jakość życia i sprzyjać długowieczności (Farinatti i in., 2013).

Trening oporowy jest skuteczną i uniwersalną metodą poprawy sprawności układu mięśniowo-szkieletowego i funkcjonalności u osób w różnym wieku. Prawidłowo zaplanowany program, uwzględniający czas trwania, częstotliwość, technikę wykonania oraz progresję, może przynieść liczne korzyści obejmujące zarówno wzrost siły i masy mięśniowej, poprawę zdrowia kości, jak i wsparcie osób starszych w utrzymaniu niezależności oraz wysokiej jakości życia. W kontekście starzenia się i chorób przewlekłych, trening oporowy powinien być postrzegany jako istotna interwencja z zakresu zdrowia publicznego (Borst i in., 2001; Rhea i in., 2002).

#### **1.1.2. Trening ogólnorozwojowy**

Trening ogólnorozwojowy, nazywany również treningiem ogólnousprawniającym, stanowi formę aktywności fizycznej skoncentrowaną na wszechstronnym usprawnieniu narządu ruchu jako funkcjonalnej całości. Ukierunkowany jest na stymulację podstawowych cech motorycznych człowieka, takich jak siła, wytrzymałość, gibkość, koordynacja oraz równowaga, przy jednoczesnym rozwijaniu prawidłowych nawyków i wzorców ruchowych (Theou i in., 2011; Chin i in., 2008). Program ćwiczeń ogólnorozwojowych angażuje wszystkie główne grupy mięśniowe wykonywane w sposób harmonijny, co sprzyja utrzymaniu lub przywracaniu równowagi między poszczególnymi elementami układu ruchu (Seco i in., 2013). Ponadto, systematyczny trening ogólnorozwojowy odgrywa istotną rolę w profilaktyce urazów poprzez wzmacnianie struktur stabilizujących oraz kształtowanie świadomości ciała. W ujęciu praktycznym trening ogólnorozwojowy stanowi fundament większości programów rekreacyjnych i rehabilitacyjnych. Jego uniwersalny charakter pozwala na dostawanie odpowiednich ćwiczeń zarówno do potrzeb osób młodszych, jak i seniorów, a także pacjentów po urazach czy z chorobami przewlekłymi (Rose i in., 2002; Helbostad i in., 2004). W populacji osób starszych przyczynia się on do poprawy równowagi, sprawności chodu oraz zmniejszenia ryzyka upadków. Zgodnie z rekomendacjami Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), trening ogólnorozwojowy powinien być wykonywany 2-3 razy w tygodniu, przy czasie trwania pojedynczej sesji od 30 do 60 minut (WHO, 2020). Istotnym elementem programowania treningu jest

indywidualne podejście do osoby ćwiczącej oraz dobór ćwiczeń adekwatnie do wieku, wydolności fizycznej, stanu zdrowia i ewentualnych ograniczeń ruchowych. U osób starszych z chorobami układu ruchu, zwłaszcza w obrębie kręgosłupa, bioder i kolan, należy indywidulanie dobierać zakres wykonywanych ruchów i intensywności wysiłku. W przypadku seniorów kluczowe znaczenie ma stopniowanie trudności oraz kontrola techniki, gdyż nieprawidłowe wykonanie ćwiczeń może zwiększać ryzyko przeciążeń i urazów (Nelson i in., 2007; Fiatarone, 2002). Regularnie wykonywany trening ogólnorozwojowy wywołuje szereg korzystnych zmian w organizmie osób starszych obejmujących m.in. poprawę koordynacji, zwiększenie siły mięśniowej i zakresu ruchu w stawach, poprawę ukrwienia i dotlenienia tkanek oraz podnosi wydolność organizmu (Halat i in., 2014).

Ćwiczenia ogólnoustrojowe istotnie wpływają na zmniejszenie ryzyka upadków u osób starszych poprzez poprawę kontroli posturalnej, równowagi i parametrów chodu u seniorów, co przekłada się na zwiększenie świadomości ciała w przestrzeni oraz sprzyja wzrostowi poczucia samodzielności i bezpieczeństwa uczestników (Sherrington i in., 2008; Patla i in., 1992). Mechanizmy adaptacyjne działania ćwiczeń ogólnousprawniających obejmują zmiany koordynacji nerwowo-mięśniowej oraz strukturalne przystosowania tkanek, co powoduje zwiększenie siły mięśniowej, elastyczności i sprawności układu ruchu. Ćwiczenia ogólnorozwojowe, które wzmacniają mięśnie kończyn dolnych i stymulują mechanizmy kontroli posturalnej, przyczyniają się do zwiększenia stabilności oraz zmniejszenia ryzyka utraty równowagi (Worm i in., 2001; Weng i in., 2002; Booth i in., 1994). Programy łączące elementy siły, elastyczności, równowagi i koordynacji ruchowej wykazują korzystny wpływ zarówno na zmniejszenie liczby upadków skutkujących urazami, jak i tych, które nie powodują obrażeń, ale mogą prowadzić do ograniczenia aktywności z powodu lęku przed kolejnymi incydentami (Tinetti i in., 1994; Day i in., 2002).

Trening ogólnorozwojowy jest jedną z najbardziej wszechstronnych i efektywnych form aktywności fizycznej, łączącą elementy siły, wytrzymałości, gibkości, koordynacji i równowagi, co prowadzi do licznych korzyści zdrowotnych, funkcjonalnych oraz psychospołecznych. W populacji osób starszych stanowi skuteczne narzędzie prewencji upadków, utrzymania sprawności i samodzielności, a także poprawy jakości życia. W konsekwencji przyczynia się do zachowania sprawności fizycznej, redukuje ryzyko urazów oraz przeciwdziała skutkom starzenia się organizmu (Gillespie i in., 2004; Norton i in., 2001).

## 1.2. Ból

### 1.2.1. Definicja bólu

Ból definiowany jest jako subiektywne, nieprzyjemne doświadczenie sensoryczne i emocjonalne, związane z rzeczywistym lub potencjalnym uszkodzeniem tkanek, a jego percepcja jest kształtowana przez wcześniejsze doświadczenia jednostki (Raja i in., 2020). Definicja bólu na przestrzeni ostatnich dekad ewoluowała. Pierwsze opracowania wskazywały na rolę ośrodkowego układu nerwowego oraz mechanizmów modulacji w powstawaniu bólu (Ronald Melzack & Patrick D. Wall, 1965). W 1979 roku Międzynarodowe Towarzystwo Badania Bólu (ISAP) wprowadziło powszechnie akceptowaną definicję bólu jako „*nieprzyjemne doświadczenia sensoryczno-emocjonalne związane z rzeczywistym lub potencjalnym uszkodzeniem tkanek*” (ISAP, 1979). Kolejne modyfikacje terminu podkreśliły subiektywny charakter bólu oraz jego względną niezależność od stopnia uszkodzenia tkanek (Merskeya, 1986). W drugiej dekadzie XXI wieku rozszerzono definicję o komponenty poznawcze i społeczne (Williams i Craig, 2016; Cohen i in., 2018). Zakończeniem tego procesu była rewizja definicji IASP w 2020 roku, która formalnie uznała ból za doświadczenie osobiste, wielowymiarowe i biopsychospołeczne, możliwe do zaistnienia nawet bez jednoznacznego uszkodzenia tkanek (Raja i in., 2020).

Współczesne ujęcie bólu akcentuje jego złożony, wielowymiarowy charakter, wskazując, że może on wynikać zarówno z rzeczywistego, jak i potencjalnego uszkodzenia tkanek. Takie podejście wpisuje się w biopsychospołeczny model bólu, który uwzględnia współdziałanie czynników biologicznych, psychologicznych oraz społecznych w kształtowaniu doświadczenia bólowego (Meints i in., 2018). Z perspektywy fizjologicznej ból pełni funkcję sygnału ostrzegawczego, informującego o zagrożeniu integralności organizmu i umożliwia podjęcie działań ochronnych. Jednocześnie w praktyce klinicznej stanowi ważne narzędzie diagnostyczne, wspierające identyfikację procesów chorobowych oraz monitorowanie efektów leczenia. Należy jednak podkreślić, że zależność pomiędzy obecnością bólu a stopniem uszkodzenia tkanek nie ma charakteru jednoznacznego. Brak dolegliwości bólowych nie wyklucza istnienia patologii, podobnie jak ich nasilenie nie zawsze odzwierciedla zakres zmian strukturalnych. Ilustracją tej dysocjacji jest wrodzona

analgezja, rzadkie zaburzenie charakteryzujące się niezdolnością do odczuwania bólu, które mimo pozornej korzyści wiąże się z istotnym ryzykiem zdrowotnym ze względu na brak mechanizmów ostrzegawczych (Drissi i in., 2020; Rodríguez-Blanque i in., 2024).

### **1.2.2. Czynniki wpływające na percepcję bólu**

Ból jest istotnym zjawiskiem biologicznym i klinicznym, a jego doświadczenie ma charakter indywidualny oraz pozostaje uwarunkowane wieloma czynnikami, takimi jak: wiek, płeć, czynniki psychologiczne, obszar kulturowy i pochodzenie etniczne. Zrozumienie jego mechanizmów ma kluczowe znaczenie dla skutecznej diagnostyki, terapii oraz poprawy jakości życia osób starszych (Wandner i in., 2012).

#### **1.2.3.1 Wiek**

Ból dotyka dzieci, młodzież i osoby dorosłe a nasilenie i częstość występowania zwiększają się u osób w wieku podeszłym. Proces starzenia się organizmu prowadzi do licznych zmian fizjologicznych, które wpływają na odczuwanie bólu. U osób starszych wraz z wiekiem wzrasta próg odczuwanego bólu, co może wskazywać, że do wywołania reakcji bólowej jest potrzebny silny bodziec. Z kolei tolerancja na ból pozostaje niezmienna lub ulega obniżeniu wraz z wiekiem, niezależnie od rodzaju zastosowanego bodźca (Lautenbacher i in., 2017; Zhi i in., 2024). Może to wynikać z opóźnionej reakcji na bodziec bólowy, która prowadzi do bardziej intensywnego odbioru (El Tumi i in., 2017). Osoby starsze narażone są również na spowolnienie procesów regeneracyjnych po urazach. Wiąże się to z dłuższym utrzymywaniem się hiperalgezji<sup>2</sup> po ekspozycji na bodźce bólowe u osób starszych, w porównaniu z osobami młodszymi (Mullins i in. 2022; González-Roldán i in., 2020).

#### **1.2.3.2 Płeć**

Różnice w percepcji bólu pomiędzy kobietami a mężczyznami wynikają ze złożonej interakcji czynników biologicznych, hormonalnych, genetycznych oraz psychospołecznych. Liczne badania wskazują, że kobiety częściej zgłaszają dolegliwości bólowe, odczuwają ból

---

<sup>2</sup> Hiperalgezja – stan, w którym osoba doświadcza przesadnej lub podwyższonej wrażliwości na ból.

o większym nasileniu i wykazują niższą tolerancję na bodźce bólowe w porównaniu z mężczyznami (Bartley i in., 2013). Szacuje się, że częstość występowania bólu u kobiet jest około 1,5-krotnie wyższa, co może wynikać zarówno z różnic hormonalnych, jak i wpływu norm społecznych oraz oczekiwań związanych z pełnieniem określonych ról związanych z płcią. Zjawisko częstszego występowania bólu przewlekłego u kobiet zostało opisane już pod koniec XX wieku i do dziś pozostaje przedmiotem licznych badań. Te różnice wynikają z czynników biologicznych i społeczno-kulturowych. Te pierwsze obejmują m.in. hormony płciowe takie jak estrogen i progesteron oraz uwarunkowania genetyczne, które mogą modulować wrażliwość na bodźce bólowe. Natomiast normy społeczne i kulturowe kształtują sposób reagowania na ból.

W wielu kulturach od mężczyzn oczekuje się powściągliwości w okazywaniu cierpienia. Przekłada się to na zaniżone raportowanie objawów bólowych lub zgłaszanie ich dopiero w momencie, gdy ból jest bardzo silny. Niedoszacowanie rzeczywistej skali problemu, jakim jest częstotliwość występowania bólu w grupie osób starszych, może wynikać z tego, że mężczyźni charakteryzują się mniejszą skłonnością do korzystania z opieki medycznej. Mimo to dane epidemiologiczne konsekwentnie potwierdzają, że kobiety częściej niż mężczyźni deklarują obecność bólu przewlekłego, niezależnie od tego, czy znajdują się pod stałą opieką lekarską. Jednym z możliwych wyjaśnień tych różnic jest większa wrażliwość kobiet na bodźce bólowe, co potwierdzają liczne badania eksperymentalne (Courtenay, 2000). Należy jednak zaznaczyć, że różnice w odczuwaniu bólu między kobietami a mężczyznami stopniowo zmniejszają się wraz z upływem lat. Najnowsze badania nie dają jednoznacznej odpowiedzi, czy częstość występowania bólu zależy od płci, co sugeruje, że wraz z wiekiem czynniki biologiczne mogą tracić na znaczeniu, a coraz większą rolę odgrywają indywidualne doświadczenia, stan zdrowia oraz uwarunkowania psychologiczne (Lautenbacher i in., 2017; Racine i in., 2012).

### **1.2.3.3 Czynniki psychologiczne**

Ból ma zarówno wymiar fizyczny, jak i psychiczny, a oba te aspekty pozostają ze sobą w ścisłej zależności i mogą wzajemnie potęgować swoje oddziaływanie, wpływając negatywnie na samopoczucie człowieka. Jest to doświadczenie powszechne, obecne w życiu każdego człowieka w różnym nasileniu i na różnych etapach życia. Jest to doświadczenie powszechne, ponieważ ból w różnym stopniu towarzyszy każdej osobie na przestrzeni życia. W ujęciu psychologicznym ból nie jest postrzegany jako doświadczenie całkowicie stałe

i niezależne od kontekstu, lecz jako zjawisko podlegające wpływowi wielu czynników psychologicznych i sytuacyjnych. Jego percepcja może zmieniać się pod wpływem emocji, poziomu koncentracji uwagi oraz sposobu, w jaki jednostka interpretuje daną sytuację. W okolicznościach silnego zagrożenia, takich jak wypadek komunikacyjny czy uraz odniesiony podczas działań wojennych, odczuwanie bólu może zostać czasowo osłabione. Dzieje się tak, ponieważ organizm koncentruje się przede wszystkim na zapewnieniu przetrwania i uruchomieniu mechanizmów obronnych, przez co percepcja bólu może być chwilowo ograniczona. Badania naukowe wskazują, że intensywność odczuwanego bólu jest ściśle powiązana ze stanem psychicznym danej osoby (Pola i in., 2024; Nakamoto i in., 2023). Osoby doświadczające depresji, lęku, przewlekłego stresu lub zmęczenia wykazują większą podatność na bodźce bólowe, natomiast stany emocjonalnego pobudzenia takie jak radość czy ekscytacja mogą prowadzić do krótkotrwałego osłabienia percepcji bólu (Anno i in., 2015). Związek między bólem, stresem, lękiem oraz ogólnym stanem zdrowia ma złożony charakter i nie można go wyjaśnić za pomocą jednej prostej zależności. Lęk może nasilać odczuwanie bólu i być jego konsekwencją. Osoba doświadczająca bólu ma obawy o pogorszenie stanu zdrowia, utratę sprawności, nawrót dolegliwości lub brak skuteczności leczenia. Obawy te mogą koncentrować się na objawach somatycznych, przez co ból staje się bardziej zauważalny i trudniejszy do zniesienia. Stres krótkotrwały mobilizuje organizm do reakcji i pomaga poradzić sobie z trudną sytuacją. Osoba odczuwająca długotrwały stres silniej odczuwa ból i jest bardziej narażona na różne problemy zdrowotne. Przewlekły stres wpływa również na codzienne funkcjonowanie, zaburza sen, zmniejsza apetyt oraz zwiększa napięcie mięśniowe (Creswell i in., 2012; Shchaslyvyi i in., 2024).

#### **1.2.3.4 Kultura i pochodzenie etniczne**

Ból jest powszechnie postrzegany jako doświadczenie subiektywne, na które wpływa szereg czynników kulturowych, społecznych oraz psychologicznych. Ze względu na jego indywidualny charakter, sposoby definiowania, wyrażania i interpretowania bólu różnią się między poszczególnymi jednostkami oraz grupami społecznymi. Proces wychowania oraz system przekonań kulturowych odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu zachowań związanych z odczuwaniem bólu i komunikowaniem bólu. Kultura jest rozumiana jako zbiór tradycji, norm, wartości i wzorców społecznych, obejmuje aspekty etniczne, religijne, rasowe i społeczne, a jej wpływ znajduje odzwierciedlenie w sposobie doświadczania oraz

wyrażania bólu. W niektórych kulturach osoby rzadziej informują o swoich dolegliwościach bólowych, szczególnie podczas kontaktów z przedstawicielami innych kręgów kulturowych (Edwards i in., 2016; Campbell i in., 2012; Około i in., 2024).

Współczesne badania potwierdzają, że percepcja bólu oraz związane z nią zachowania są ściśle uwarunkowane kontekstem społeczno-kulturowym. Badacze tego zjawiska, Ronald Melzack i Patrick D. Wall, podkreślali fundamentalne znaczenie czynników kulturowych w kształtowaniu indywidualnych reakcji na bodźce bólowe (Melzack i in., 1965). Różnice społeczne i etniczne w zakresie progu bólu można analizować także przez pryzmat pełnionych ról społecznych. Osoby wykonujące zawody wymagające wysokiego poziomu odporności fizycznej i psychicznej, takie jak żołnierze, strażacy czy sportowcy, wykazują zazwyczaj wyższą tolerancję na ból w porównaniu z przedstawicielami profesji o mniej obciążającym charakterze fizycznym, np. urzędnikami, nauczycielami czy artystami. Choć wykonywany zawód i pochodzenie społeczne nie determinują bezpośrednio wrażliwości na ból, stanowią istotne czynniki wpływające na sposób jego przeżywania, interpretowania oraz komunikowania (Thornton i in., 2024; Martinez i in., 2025).

### **1.2.3. Nocycepcja**

Ból powstaje w wyniku działania bodźca uszkodzającego tkanki, który zostaje odebrany przez wyspecjalizowane receptory bólowe - nocycceptory. Proces odbioru i przetwarzania bodźca bólowego przebiega podobnie jak w przypadku innych receptorów czuciowych. Każdy bodziec posiada określoną energię, którą mogą rozpoznać jedynie odpowiednio przystosowane receptory. Aby informacja mogła zostać przekazana do układu nerwowego, musi zostać „przetłumaczona” na impulsy elektryczne. Pierwszym etapem jest transdukcja, czyli zamiana energii bodźca na potencjał sensoryczny. Następująca po tym transformacja obejmuje przekształcenie potencjału sensorycznego w potencjał czynnościowy, który przewodzony jest dalej włóknem nerwowym do rdzenia kręgowego. Nocycceptory są receptorami polimodalnymi, co oznacza, że mogą odbierać różne rodzaje bodźców, np. mechaniczne, termiczne i chemiczne. Powstały impuls bólowy przewodzony jest włóknami nerwowymi do rogów tylnych rdzenia kręgowego. Szybkość przewodzenia zależy głównie od średnicy włókna nerwowego. W rdzeniu kręgowym znajduje się pierwsza synapsa, gdzie informacja bólowa przekazywana jest na kolejne neurony dróg wstępujących

z wykorzystaniem neuroprzekaźników, głównie glutaminianu oraz substancji P. Umożliwiają one dalsze przewodzenie informacji nocyceptywnej do wyższych pięter ośrodkowego układu nerwowego. Już na poziomie rdzenia kręgowego może dochodzić do modulacji sygnałów bólowych.

Ważnym zjawiskiem związanym z bólem jest sensytyzacja, czyli uwrażliwienie nocyceptorów. Uszkodzenie tkanek prowadzi do uwalniania licznych substancji chemicznych, takich jak histamina, serotonina, cytokiny, ATP, prostaglandyny czy bradykinina. Obniżają one próg pobudliwości receptorów bólowych, przez co nawet słabsze bodźce mogą wywoływać silne odczucia bólowe. Z rdzenia kręgowego informacje bólowe przewodzone są głównie drogą rdzeniowo-wzgórzową boczną (tractus spinothalamicus) do wzgórza, które pełni funkcję stacji przekaźnikowej oraz ośrodka przetwarzania informacji czuciowych. Bodźce bólowe trafiają tam do różnych jąder wzgórza, skąd są przekazywane dalej do odpowiednich obszarów mózgu. Ostatecznie informacje bólowe docierają do kory somatosensorycznej I i II, gdzie następuje świadome rozpoznanie bólu – jego lokalizacji, czasu trwania oraz intensywności. Jednocześnie sygnały bólowe przekazywane są do układu limbicznego, podwzgórza, ciała migdałowatego i innych struktur mózgu odpowiedzialnych za emocjonalny aspekt bólu, reakcje hormonalne oraz odruchowe. Dzięki współpracy wielu struktur mózgowych człowiek odczuwa zarówno fizyczny, jak i emocjonalny wymiar bólu (Kidd i in., 2001).

#### **1.2.3.1. Rodzaje bólu**

Ból jest złożonym zjawiskiem sensorycznym i emocjonalnym, które można klasyfikować według różnych kryteriów, takich jak mechanizm powstawania, czas trwania, lokalizacja oraz miejsce pochodzenia bodźców bólowych. Wielowymiarowy charakter bólu sprawia, że jego podział ma istotne znaczenie zarówno diagnostyczne, jak i terapeutyczne, umożliwiając lepsze zrozumienie patomechanizmów oraz dobór odpowiednich metod leczenia.

Jednym z podstawowych kryteriów klasyfikacji bólu jest mechanizm jego powstawania. W tym ujęciu wyróżnia się ból nocyceptywny (receptorowy) oraz niereceptorowy, do którego zalicza się ból neuropatyczny i psychogeny. Innym, często stosowanym podziałem, jest klasyfikacja obejmująca ból nocyceptywny, neuropatyczny oraz zapalny, przy czym

należy podkreślić, że jest to jedynie jeden z możliwych sposobów systematyzacji dolegliwości bólowych.

Ból nocyceptywny (receptorowy) stanowi odpowiedź czuciowego układu nerwowego na działanie rzeczywistych lub potencjalnie szkodliwych bodźców. Za jego powstawanie odpowiadają nocyceptory, czyli wyspecjalizowane zakończenia nerwowe aktywowane przez bodźce uszkodzające tkanki lub procesy patologiczne. Ból ten pełni funkcję ochronną organizmu, ostrzegając przed zagrożeniem i mobilizując do unikania dalszego uszkodzenia. Wyróżnia się jego dwa podstawowe rodzaje: ból somatyczny oraz ból trzewny. Ból somatyczny obejmuje dolegliwości pochodzące z kości, stawów, mięśni oraz tkanek miękkich i charakteryzuje się stosunkowo łatwą lokalizacją oraz możliwością precyzyjnego opisanie. Natomiast ból trzewny pochodzi z narządów wewnętrznych i zwykle jest trudniejszy do zlokalizowania, często ma charakter rozlany i może promieniować do innych okolic ciała.

Ból neuropatyczny (niereceptorowy) powstaje w następstwie uszkodzenia struktur układu nerwowego, zarówno obwodowego, jak i ośrodkowego. Nie pełni on funkcji ochronnej organizmu i często przyjmuje postać dolegliwości przewlekłych lub nawracających epizodów bólowych. Charakterystycznym objawem towarzyszącym bólowi neuropatycznemu jest allodynia, czyli odczuwanie bólu w odpowiedzi na bodźce, które fizjologicznie nie wywołują doznań bólowych. Ze względu na swój mechanizm ból neuropatyczny zaliczany jest do bólu ośrodkowego i stanowi istotny problem kliniczny ze względu na trudności terapeutyczne.

Kolejną kategorię stanowi **ból zapalny**, będący naturalną odpowiedzią organizmu na działanie bodźców patologicznych. Jego rolą jest eliminacja uszkodzonych komórek oraz inicjowanie procesów naprawczych w tkankach. W zależności od czasu trwania wyróżnia się ból zapalny ostry i przewlekły. Ból ostry pełni funkcję ostrzegawczą, cechuje się znacznym nasileniem oraz krótkim czasem trwania. Natomiast ból przewlekły uznawany jest za stan patologiczny i utrzymuje się dłużej niż fizjologiczny okres gojenia tkanek.

Klasyfikacja bólu może również opierać się na **czasie jego trwania**. W tym ujęciu wyróżnia się ból ostry oraz ból przewlekły. Ból ostry informuje o aktualnym uszkodzeniu tkanek lub działaniu szkodliwego bodźca i pełni funkcję ostrzegawczą. Z kolei ból przewlekły utrzymuje się powyżej trzech miesięcy lub występuje mimo zakończenia procesu gojenia. W przeciwieństwie do bólu ostrego traci on swoje znaczenie ochronne i staje się odrębnym

problemem zdrowotnym, wpływając negatywnie na funkcjonowanie fizyczne, psychiczne i społeczne pacjenta.

Istotnym kryterium podziału jest również **lokalizacja bólu**. Na tej podstawie wyróżnia się ból miejscowy, ograniczony do konkretnej okolicy ciała, oraz ból uogólniony, obejmujący większy obszar lub wiele struktur jednocześnie. Szczególną postacią jest ból rzutowany, określany także jako promieniujący lub przeniesiony. Polega on na odczuwaniu dolegliwości w miejscu innym niż rzeczywiste źródło uszkodzenia lub procesu chorobowego, co często utrudnia diagnostykę.

Ze względu na **miejsce pochodzenia** bodźców bólowych wyróżnia się ponadto ból powierzchowny, głęboki oraz trzewny. Ból powierzchowny pochodzi ze skóry i tkanki podskórnej, natomiast ból głęboki dotyczy struktur takich jak mięśnie, stawy, więzadła i kości. Ból trzewny związany jest z narządami wewnętrznymi i zwykle charakteryzuje się trudną lokalizacją oraz możliwością promieniowania.

W populacji osób starszych dominującym problemem klinicznym jest ból przewlekły, najczęściej będący następstwem chorób układu ruchu. Do głównych przyczyn należą schorzenia takie jak choroba zwyrodnieniowa stawów, osteoporoza oraz złamania kompresyjne kręgów. Długotrwałe dolegliwości bólowe u osób starszych istotnie obniżają jakość życia, ograniczają sprawność funkcjonalną oraz zwiększają ryzyko niepełnosprawności (Finnerup i in., 2021; Karcz i in., 2024).

### 1.2.3.2. Metody pomiaru

Wrażliwość na ból jest zjawiskiem indywidualnym uzależnionym od wielu czynników, obejmujących wrażliwość osobniczą, czynniki biologiczne, psychologiczne oraz kulturowe (Fillingim, 2017). Reakcja na bodźce bólowe mogą różnić się pomiędzy poszczególnymi osobami, co oznacza, że to samo natężenie bodźca u jednej osoby może wywoływać silne doznania bólowe, podczas gdy u innej będzie odczuwane jedynie jako lekki dyskomfort. Prawidłowo dobrana metoda pomiaru jest istotna w diagnostyce i terapii osób z dolegliwościami bólowymi. Do metod subiektywnych zaliczamy kliniczny pomiar bólu za pomocą kwestionariuszy, skali, samoopisu oraz obserwacji. Ocenę wrażliwości na ból dokonujemy za pomocą metod eksperymentalnych (np. algometrii uciskowej, testu zimnej wody), które mierzą reakcję na bodźce mechaniczne, termiczne lub chemiczne. Za

pomocą tych metod określamy próg bólu (najniższy poziom bodźca wywołujący ból) oraz tolerancję bólu (maksymalne natężenie bodźca, które osoba jest w stanie znieść). Metody te opierają się przede wszystkim na indywidualnych odczuciach osoby badanej oraz jej własnej ocenie nasilenia, charakteru i lokalizacji bólu. Wynik pomiaru bólu zależy od jego odbioru przez pacjenta, jak go opisuje oraz w jaki sposób interpretuje swoje dolegliwości. Do metod obiektywnych zaliczamy rejestrację impulsów nerwowych, tomografię pozytronową, funkcjonalny magnetyczny rezonans jądrowy, odruchy, rozwarcie źrenic, częstość akcji serca (Birnie i in., 2014; de la Coba i in., 2022).

#### **1.2.4 Wpływ bólu na proces starzenia się**

Najważniejszym procesem demograficznym współczesnego świata jest starzenie się populacji, które stanowi kluczowe wyzwanie dla systemu ochrony zdrowia. Jedną z najczęściej zgłaszanych dolegliwości zdrowotnych wśród osób starszych jest ból, który dotyczy około 60% populacji powyżej 65. roku życia (Molton i in., 2014). Zupełne wyeliminowanie bólu w tej grupie wiekowej jest zazwyczaj niemożliwe, dlatego terapia ma często charakter paliatywny. U osób w podeszłym wieku ból przewlekły ma zwykle charakter nocycyptywny choć może współwystępować z zespołami bólu neuropatycznego lub mieszanego (Abdulla i in., 2013; Diehm i in., 2009). Przewlekły ból istotnie wpływa na jakość życia seniorów, powodując ograniczenia aktywności fizycznej i społecznej, zaburzenia snu, objawy depresyjne, stany lękowe, pogorszenie funkcji poznawczych, niedożywienie oraz wzrost ryzyka upadków (Kapos i in., 2024; Grol-Prokopczyk, 2017). Jednym z kluczowych aspektów procesu starzenia się jest sprawność fizyczna, uznawana za istotny wskaźnik zdrowia w populacji osób starszych. Określenie poziomu sprawności fizycznej seniorów umożliwia ocenę ryzyka utraty funkcjonalności oraz ogranicza hospitalizacje. Seniorzy z dolegliwościami bólowymi charakteryzują się niższą sprawnością fizyczną w porównaniu z osobami, które nie zgłaszały bólu (Stubbs i in., 2014; Cesari i in., 2009; Dellaroza i in., 2013). Ma to szczególne znaczenie w odniesieniu do prognoz demograficznych, zgodnie z którymi do 2050 roku około 80% populacji osób starszych będzie zamieszkiwać kraje o niskim i średnim dochodzie (WHO, 2015). W tych warunkach seniorzy mogą napotykać liczne trudności sprzyjające nasileniu objawów bólowych i spadkowi sprawności fizycznej. Ograniczony dostęp do usług medycznych, fizjoterapii, programów ćwiczeniowych czy urządzeń wspomagających stanowi istotną barierę

w łagodzeniu dolegliwości bólowych w populacjach o niższym statusie ekonomicznym (Umuhoza i in., 2018). Wyniki międzynarodowego badania nad mobilnością i starzeniem się, obejmującego populacje Kanady, Albanii, Kolumbii i Brazylii, potwierdzają, że ból ma istotny wpływ na funkcjonalność osób starszych niezależnie od kontekstu społeczno-ekonomicznego (Sousa i in., 2014). Według specjalistów zajmujących się leczeniem bólu u osób starszych, doświadczenie bólu jest konsekwencją zarówno zmian fizjologicznych związanych z procesem starzenia, jak i indywidualnej historii życia pacjenta. W związku z tym ocena i terapia bólu w tej grupie wiekowej powinna mieć charakter holistyczny, uwzględniający aspekty fizyczne, psychiczne i społeczne. Tylko kompleksowe podejście, odpowiednia diagnostyka i terapia umożliwiają określenie przyczyn bólu, jego dynamiki oraz wybór odpowiednich strategii terapeutycznych. Wyniki badań naukowych wskazują również, że regularna aktywność fizyczna może zwiększać tolerancję na ból i poprawiać ogólną jakość życia osób starszych (Molton i in., 2014; Abdulla i in., 2013). Trening fizyczny stanowi skuteczną metodę terapii bólu i niepełnosprawności u osób dorosłych z przewlekłymi schorzeniami bólowymi. Choć tradycyjnie koncentrowano się na jego wpływie na poprawę siły i wytrzymałości mięśniowej, obecnie podkreśla się, że mechanizmy łagodzenia bólu przez aktywność fizyczną obejmują również czynniki psychologiczne i neurofizjologiczne, takie jak wzrost poczucia własnej skuteczności oraz adaptacja ośrodkowego układu nerwowego. Wyniki metaanaliz pokazują, że leczenie zachowawcze, m.in. manipulacje kręgosłupa mogą obniżać wrażliwość na ból zarówno w miejscu poddanym terapii, jak i w odległych obszarach ciała (Geneen i in., 2017; Ambrose i in., 2015; Miller i in., 2010). Podobne efekty obserwowano w badaniach randomizowanych, które potwierdziły, że regularne ćwiczenia fizyczne przyczyniają się do redukcji wrażliwości na bodźce bólowe (Vaegter i in., 2016; Fernandes i in., 2022).

W aspekcie zmian demograficznych populacja osób starszych będzie narażona na problemy zdrowotne związane z bólem i spadkiem sprawności fizycznej ze względu na utrudniony dostęp do placówek medycznych i rehabilitacyjnych. (Kapos i in., 2024).

### **1.3. Funkcje poznawcze**

Proces starzenia wpływa na relacje społeczne, które ulegają zmianom poprzez migrację dzieci, przyjaciół i innych członków rodziny, a także stopniowe zawężanie się sieci

społecznych w wyniku choroby lub śmierci bliskich. Zasadniczym czynnikiem wpływającym na ograniczenie aktywności społecznej są również indywidualne uwarunkowania zdrowotne, które wraz z wiekiem mogą utrudniać uczestnictwo w życiu społecznym (Prakash i in., 2015). Zmiany te obejmują ośrodkowy układ nerwowy, w tym struktury mózgowe odpowiedzialne za funkcje poznawcze. Osoby starsze mają wiele obaw związanych ze starzeniem się, a jedną z nich jest utrata sprawności intelektualnej. Funkcje poznawcze obejmują szereg zmian w reakcji na bodźce zachodzących w ośrodkowym układzie nerwowym, które umożliwiają zdobywanie wiedzy, przetwarzanie informacji oraz podejmowanie decyzji. Podstawowe funkcje poznawcze obejmują percepcję, uwagę i pamięć, a także bardziej złożone procesy, do których należą myślenie abstrakcyjne, funkcje językowe, wyobrażenia, zdolności wzrokowo-przestrzenne oraz funkcje wykonawcze, w tym planowanie i kontrolowanie działań umysłowych. Wraz z wiekiem w układzie nerwowym zachodzą zmiany anatomiczne, fizjologiczne i funkcjonalne. Procesy miażdżycowe zwężając naczynia krwionośne w mózgu ograniczają dopływ krwi do tkanek nerwowych i powodują obniżenie ich aktywności metabolicznej oraz niedotlenienie. Konsekwencją tych zmian są zaburzenia równowagi neuroprzekaźników, zmniejszenie pobudliwości neuronów oraz osłabienie mechanizmów plastyczności synaptycznej (Lee i in., 2022; Schulz i in., 2022). Osłabienie funkcji poznawczych uznawane jest za jeden z naturalnych elementów procesu starzenia się, choć stopień jego nasilenia może różnić się między poszczególnymi osobami. Fizjologiczne obniżenie sprawności poznawczej ma zazwyczaj łagodny charakter, ale w przypadku znacznego pogorszenia funkcji kognitywnych dochodzi do trudności w wykonywaniu codziennych czynności, aktywności zawodowej oraz interakcji społecznych (Martín-Rodríguez i in., 2025; Pniewska i in., 2011). Aktywność fizyczna sprzyja wzmocnieniu plastyczności synaptycznej, spowalnia proces zmniejszania gęstości włókien nerwowych oraz redukuje ryzyko występowania nadwagi, nadciśnienia tętniczego i zaburzeń lipidowych, przyczyniając się tym samym do ochrony naczyń mózgowych. (Cotman i in., 2007; Souza i in., 2022). Regularna aktywność fizyczna sprzyja zachowaniu dobrej kondycji psychicznej oraz stanowi główny czynnik warunkujący tzw. pomyślne starzenie się (Lin i in., 2020; Rehfelda i in. 2018; Kropacova i in., 2019). Udział w aktywnościach intelektualnych, ruchowych i społecznych może opóźnić pogorszenie funkcji poznawczych w starszym wieku (Fernández i in., 2023). Zależność między aktywnością rekreacyjną a procesami myślowymi wyjaśnia tzw. teoria „użyj albo strać” („use it or lose it”), zgodnie z którą utrzymanie aktywności intelektualnej i fizycznej sprzyja zachowaniu zdolności poznawczych (Bielak, 2010). Pomimo licznych dowodów

potwierdzających korzystny wpływ aktywności rekreacyjnej na proces starzenia się poznawczego, związek ten nadal wymaga pogłębionej analizy empirycznej.

## **2. Cel pracy**

Analiza dostępnej literatury przedmiotu wskazuje na niepełne poznanie wpływu różnych typów treningu na szeroko rozumiane/wieloaspektowe funkcjonowanie osób starszych, zarówno na poziomie teoretycznym, jak i empirycznym. Dlatego celem niniejszej pracy była ocena efektywności treningu ogólnousprawniającego i oporowego w odniesieniu do sprawności funkcjonalnej, odczuwania bólu oraz funkcji poznawczych kobiet po 60. roku życia.

Zakres badań uwzględniał następujące cele szczegółowe:

1. Analiza wpływu treningu ogólnousprawniającego i treningu oporowego na próg bólu i tolerancję na ból u kobiet po 60 r.ż.
2. Analiza wpływu treningu ogólnousprawniającego i treningu oporowego na funkcje poznawcze u kobiet po 60 r.ż.
3. Zbadanie zależności pomiędzy poziomem sprawności funkcjonalnej i tolerancją na ból a rodzajem zastosowanego treningu

## **2.1. Hipotezy pracy**

1. Trening oporowy u kobiet po 60. roku życia powoduje istotnie większą poprawę sprawności funkcjonalnej w porównaniu z treningiem ogólnousprawniającym.
2. Trening oporowy wpływa na podwyższenie progu bólu i tolerancji na ból w porównaniu z treningiem ogólnousprawniającym u kobiet po 60. roku życia.
3. Trening ogólnousprawniający u kobiet po 60. roku życia wykazuje istotnie korzystniejszy wpływ na funkcje poznawcze w porównaniu z treningiem oporowym
4. Wyższy poziom sprawności funkcjonalnej u osób po 60. roku życia wiąże się z większą tolerancją bólu.

### **3. Metodologia badań**

Przy wyborze metod badawczych kierowano się kryteriami prawidłowości oraz świadomym doborem technik badawczych. Wybrane metody miały na celu umożliwienie realizacji głównego celu badawczego oraz dostarczenie niezbędnych danych do potwierdzenia bądź odrzucenia postawionych hipotez. Zdecydowano, że na pierwszym etapie rekrutacji badanych zastosowana zostanie zasada dobrowolności zgłoszeń.

Na prowadzone badania uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej Okręgowej Izby Lekarskiej nr KB – 10/19 z dnia 26 lutego 2019 roku (zgoda na dołączenie do zespołu badawczego z dnia 28 lutego 2023 roku).

#### **3.1. Charakterystyka badanej grupy**

Do badań zakwalifikowano 98 kobiet po 60 roku życia, z których pełen program ukończyło 85 uczestniczek. Rekrutacja do grupy badanej odbyła się na podstawie ogłoszeń zamieszczonych na terenie miasta Szczecin w Centrum Seniora w Szczecinie, Klubie Seniora Zachodniopomorskiego Oddziału Okręgowego Polskiego Czerwonego Krzyża w Szczecinie oraz Stowarzyszeniu Uniwersytet Trzeciego Wieku w Szczecinie.

W programie badawczym zostały uwzględnione następujące kryteria włączenia: wiek powyżej 60 r. ż. oraz poświadczony przez badanego brak przeciwwskazań do wykonywania ćwiczeń, Kryteria wyłączenia: proteza lub udział w innym programie treningowym. Medycznymi przeciwwskazaniami do udziału w programie badawczym były: choroba wieńcowa, niewydolność serca, zaburzenia rytmu serca, zakrzepica.

Każda z uczestniczek została poinformowana o celu i metodyce badań przed wyrażeniem świadomej zgody na udział w badaniu. Uczestniczki zostały zobowiązane do podpisania dokumentów niezbędnych do rozpoczęcia badań (klauzula RODO, oświadczenie badanego oraz informację dla badanych na temat przeprowadzonych badań. Każda z Pań podpisała oświadczenie o braku przeciwwskazań zdrowotnych do wzięcia udziału w zajęciach ruchowych.

Uczestniczki badania zostały losowo przydzielone do dwóch grup: grupy realizującej trening ogólnousprawniający oraz grupy realizującej trening oporowy.

### **3.2. Metody badawcze**

Przed rozpoczęciem treningów oraz po ich zakończeniu przeprowadzone zostały:

- badania ankietowe metodą sondażu diagnostycznego,
- test oceny sprawności fizycznej,
- test oceny funkcji poznawczych,
- badanie progu bólu i tolerancji na ból

#### **3.2.1. Dane demograficzne i stan zdrowia kobiet po 60 roku życia**

Dane dotyczące cech społeczno-demograficznych oraz aktualnego stanu zdrowia uczestniczek badania zebrano na podstawie ankiety własnej.

#### **3.2.2. Test sprawności funkcjonalnej**

W grupie badanych kobiet oceniono sprawność funkcjonalną za pomocą Senior Fitness Test. Ten test jest zalecany przez Międzynarodową Radę Nauk o Sporcie i Wychowaniu Fizycznym jako narzędzie o dużej wartości diagnostycznej, umożliwiające monitorowanie zmian w zakresie sprawności funkcjonalnej, które zachodzą wraz z wiekiem. W niniejszym badaniu wykorzystano 6 prób, które umożliwiają ocenę różnych aspektów sprawności funkcjonalnej, w tym : siły mięśni, elastyczności zwinności, równowagi oraz wydolności wysiłkowej.

##### **1. Próba zginania przedramienia (Arm Curl Test)**

Cel: Pomiar siły mięśni górnych partii ciała.

Przebieg: Badany wykonuje maksymalną liczbę powtórzeń zgięcia przedramienia w ciągu 30 sekund, używając ręki dominującej. Kobiety używają hantli o masie 2,27 kg (5 lb), a mężczyźni 3,36 kg (8 lb). Możliwe są modyfikacje, zezwalające używanie przez kobiety ciężaru o masie 2 kg, a mężczyźni 3,5 kg.

Wynik: Liczba poprawnie wykonanych powtórzeń w określonym czasie.

##### **2. Próba „drapania po plecach” (Back Scratch Test)**

Cel: Ocena elastyczności górnej części ciała.

Przebieg: Badany, stojąc, próbuje zetknąć środkowe palce obu rąk za plecami – jedna ręka jest prowadzona nad ramieniem, druga od dołu. Pomiar odbywa się przy użyciu linijki.

Wynik: Odległość między palcami mierzona w centymetrach; wynik „+” oznacza zachodzenie palców na siebie, a wynik „-” oznacza ich oddalenie.

3. Wstawanie z krzesła w ciągu 30 sekund (30 Second Chair Stand Test)

Cel: Pomiar siły mięśni dolnych partii ciała.

Przebieg: Badany siedzi na krześle z plecami wyprostowanymi i stopami płasko na podłodze. Na sygnał rozpoczyna wstawanie i siadanie tak szybko, jak to możliwe, w ciągu 30 sekund.

Wynik: Liczba poprawnie wykonanych wstań i siadów w ciągu wyznaczonego czasu.

4. Próba „siad i dosięgnięcie” (Chair Sit-and-Reach Test)

Cel: Pomiar elastyczności dolnej części ciała.

Przebieg: W pozycji siedzącej badany wykonuje skłon do przodu, próbując dosięgnąć rękami do palców stóp. Badany musi utrzymać pozycję przez dwie sekundy.

Wynik: Odległość mierzona od czubków palców dłoni do palców stóp; wynik „+” oznacza, że badany sięgnął poza palce stóp, natomiast wynik „-” oznacza, że nie udało mu się ich dosięgnąć.

5. Próba „8 stóp – wstań i idź” (8-Foot Up-and-Go Test)

Cel: Ocena zwinności oraz równowagi.

Przebieg: Badany wstaje z krzesła, pokonuje dystans 8 stóp (2,44 m) i wraca na miejsce, starając się wykonać zadanie jak najszybciej (bez biegania).

Wynik: Mierzony czas, jaki upłynął od momentu startu do powrotu do pozycji siedzącej.

6. Próba 2-minutowego marszu w miejscu (2-Minute Step-in-Place Test)

Cel: Pomiar wydolności wysiłkowej.

Przebieg: Na sygnał „start” badany maszeruje w miejscu przez 2 minuty, unosząc kolana do wysokości połowy uda. Dopuszczalne jest podparcie się o stabilny przedmiot, np. krzesło lub ścianę, w celu utrzymania równowagi.

Wynik: Liczba uniesień prawej nogi do wyznaczonej wysokości.

### 3.2.3. Badanie progu bólu i tolerancji na ból

Pomiar wrażliwości uciskowej tkanek (badanie progu bólu i tolerancji na ból) oceniono przy użyciu standardowego algometru FPN 100 (Wagner Instrument, Greenwich, CT, USA), w zakresie od 0 do 20 kg, z dołączoną gumową końcówką w kształcie krążka o powierzchni 1 cm<sup>2</sup>. Miejscem pomiaru u osób uczestniczących w badaniu były obie ręce (strona grzbietowa miejsce między kciukiem a palcem wskazującym). Test przeprowadzono w pozycji siedzącej, z ugiętą kończyną górną w stawie łokciowym, z przedramieniem i ręką umieszczoną na stole. Badacz przykładł głowicę urządzenia prostopadle (pod kątem 90°) do powierzchni skóry i stopniowo zwiększał nacisk w sposób ciągły i kontrolowany z prędkością 100 g/s, aż do momentu zgłoszenia odczucia bólu przez badaną osobę. Badanie obejmowało dwa rodzaje pomiarów:

1. Pomiar progu bólu (pressure pain threshold, PPT) – minimalne natężenie bodźca, które wywołuje odczucie bólu. Jest to punkt, od którego zaczynamy odczuwać ból przy ekspozycji na dany bodziec, np. ciepło, zimno lub nacisk.
2. Pomiar tolerancji bólu (pressure pain tolerance, PPOL) – określenie maksymalnej siły nacisku, jaką badana osoba potrafiła znieść przed pojawieniem się bólu nie do zniesienia.

Każdy pomiar kończył się w momencie wypowiedzenia przez uczestniczkę słowa „stop”, co sygnalizowało osiągnięcie przez nią odpowiedniego progu bólowego.

Przed rozpoczęciem badania wszystkie uczestniczki zostały poinstruowane o jego przebiegu. Badanie przeprowadzono osobno dla prawej i lewej kończyny górnej. Po zakończonym teście każda z uczestniczek oceniła stopień nasilenia bólu w skali VAS (ang. Visual Analog Scale - wizualna skala analogowa służąca do oceny stopnia nasilenia dolegliwości bólowych). Skala zawiera 11 stopni nasilenia bólu – od 0 do 10, gdzie 0 oznacza całkowity brak bólu, natomiast 10 najgorszy wyobrażalny ból (Delgado i in., 2018). Wszystkie pomiary zostały wykonane przez tego samego badacza.

### 3.2.4. Badanie funkcji poznawczych

W badanej grupie kobiet przeprowadzono ocenę sprawności funkcji poznawczych z wykorzystaniem Testu Stroopa. Narzędzie to składało się z dwóch części. W pierwszej części uczestniczki miały za zadanie odczytać listę słów, będących nazwami kolorów, wydrukowanych atramentem w różnych barwach. W drugiej części badane proszono o podanie koloru czcionki, którym zapisano te same słowa, niezależnie od ich znaczenia semantycznego. W obu częściach testu rejestrowano czas wykonania zadania oraz liczbę popełnionych błędów. Krótszy czas reakcji oraz mniejsza liczba pomyłek interpretowane były jako wskaźniki lepszej wydolności poznawczej (Scarpina i in., 2017).

### 3.2.5. Protokół treningowy

Program treningowy przewidziany dla badanych kobiet trwał 12 tygodni, i obejmował 2 sesje tygodniowo po 1 godzinie (24 jednostki treningowe). Uczestniczki zostały losowo przydzielone do dwóch grup treningowych: pierwsza grupa realizowała trening ogólnorozwojowy, druga grupa trening oporowy. W tabeli 1 przedstawiono szczegółową charakterystykę programu treningowego.

Tabela 1. Charakterystyka programów treningowych

| Program treningowy |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opis               | Trening oporowy                                                                                                                                                 | Trening ogólnorozwojowy                                                                                                                                         |
| Struktura sesji:   |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |
| - rozgrzewka       | 15 minut                                                                                                                                                        | 15 minut                                                                                                                                                        |
| - część główna     | 35 minut                                                                                                                                                        | 35 minut                                                                                                                                                        |
| - rozciąganie      | 10 minut                                                                                                                                                        | 10 minut                                                                                                                                                        |
| Serie              | 3                                                                                                                                                               | 3                                                                                                                                                               |
| Powtórzenia        | Każde ćwiczenie realizowane w części głównej: <ul style="list-style-type: none"><li>• 8 powtórzeń - 1-6 tydzień</li><li>• 10 powtórzeń – 7-12 tydzień</li></ul> | Każde ćwiczenie realizowane w części głównej: <ul style="list-style-type: none"><li>• 8 powtórzeń - 1-6 tydzień</li><li>• 10 powtórzeń – 7-12 tydzień</li></ul> |
| Przerwy            | 10 s między ćwiczeniami<br>30 s między seriami                                                                                                                  | 10 s między ćwiczeniami<br>30 s między seriami                                                                                                                  |

|                |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                    |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zakres ćwiczeń | Zwiększenie siły mięśniowej.<br>Zgięcia, wyprosty, odwiedzenia w stawach: łokciowym, barkowym, biodrowym, kolanowym                                                                                                                            | Zwiększenie zakresu ruchomości kończyn górnych, dolnych i obręczy barkowej<br>Ćwiczenia koordynacyjne i równoważne |
| Sprzęt         | Kończyny górne: <ul style="list-style-type: none"> <li>• hantle 0,5 kg – 3-5 tydzień</li> <li>• hantle 1 kg – 6-12 tydzień</li> </ul> Kończyny dolne: <ul style="list-style-type: none"> <li>• gumy oporowe (2–7 kg) – 3-12 tydzień</li> </ul> | Laski gimnastyczne, piłki gimnastyczne – 3-12 tydzień                                                              |

*Źródło: opracowanie własne*

### 3.2.6. Organizacja i przebieg badań

Badanie miało charakter eksperymentalny i zostało przeprowadzone w okresie od września do grudnia 2023 roku. Do 30 czerwca 2023 roku wszystkie włączone do badania uczestniczki dobrowolnie podpisały deklarację uczestnictwa w zajęciach treningowych. Procedura badawcza była jednakowa dla wszystkich uczestniczek. Ich rekrutacja została przeprowadzona w pomieszczeniu zamkniętym, w jednakowych warunkach, bez obecności osób trzecich, a każdy pomiar wykonywany był zgodnie z przyjętą procedurą. Programy treningowe realizowane były na dwóch salach gimnastycznych, które zapewniały uczestniczkom taki sam standard. Uczestniczki miały możliwość rezygnacji udziału w badaniu na każdym etapie bez podawania przyczyny. Zebrane dane zostały wykorzystane wyłącznie do celów naukowych.

### 3.2.7. Analiza statystyczna

Zebrane w badaniu własnym dane poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem licencjonowanego pakietu IBM SPSS Statistics v. 24. Do charakterystyki badanej grupy i zmiennych głównych wykorzystano techniki opisu statystycznego oraz test normalności

rozkładu Shapiro-Wilka dla małych grup, w celu oceny stopnia zbieżności uzyskanych w badaniu rozkładów empirycznych z rozkładem normalnym, typowym dla populacji ogólnej. Dwie badane grupy porównano pod względem rozkładów cech socjodemograficznych testem chi-Kwadrat Pearsona dla zmiennych jakościowych i testem U Manna-Whitneya dla zmiennych ilościowych. Do weryfikacji hipotez wykorzystano testy nieparametryczne, ze względu na liczne odstępstwa uzyskanych rozkładów od założeń Krzywej Gaussa. Założenia o wyjściowej homogeniczności porównywanych grup przed wdrożeniem treningu sprawdzono testem U Manna-Whitneya dla dwóch grup niezależnych, a hipotezy o wpływie treningu na wybrane aspekty funkcjonowania badanych zweryfikowano testem Wilcoxon dla dwóch grup zależnych. Ostatnią hipotezę dotyczącą związków pomiędzy wybranymi danymi ilościowymi sprawdzono metodą korelacji parami, jako współczynnik wybierając nieparametryczne  $\rho$  Spearmana. Za wskaźnik istotności statystycznej przyjęto wartość  $p < 0,05$ .

## 4. Wyniki

### 4.1. Charakterystyki statystyczne cech somatycznych badanej grupy

W tabeli 2 zawarto informacje dotyczące charakterystyki badanej grupy pod względem podstawowych danych socjodemograficznych i informacji zdrowotnych. Uczestniczki zakwalifikowane do dwóch rodzajów treningu porównano testem Chi-Kwadrat Pearsona dla zmiennych jakościowych (współczynnik wielkości różnic  $X^2$ ) i testem U Manna-Whitneya dla zmiennych ilościowych (współczynnik  $Z$ ). Pojedyncze braki danych pozostawiono bez uzupełnienia. Uczestniczki badania były w wieku od 60 do 83 lat, przy czym nie stwierdzono istotnych różnic między grupami pod względem wieku ( $p > 0,05$ ). Średni wzrost uczestniczek zakwalifikowanych do grupy treningu ogólnorozwojowego był o 4,31 cm wyższy niż w grupie porównawczej, co stanowiło różnicę statystycznie istotną ( $p < 0,05$ ). Natomiast średnia masa ciała oraz wskaźnik masy ciała (BMI) nie różniły się pomiędzy grupami ( $p > 0,05$ ). Wśród badanych zakwalifikowanych do treningu oporowego było więcej osób o wykształceniu zawodowym i średnim, a najmniej z wyższym ( $p < 0,05$ ). Rozkłady pozostałych zmiennych były zbliżone w obu grupach ( $p > 0,05$ ).

Tabela 2. Charakterystyka badanej próby

| Zmienne        | Cała grupa<br>N=85       | Rodzaj treningu          |                               | Porównanie grup |    |       |
|----------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------|----|-------|
|                |                          | oporowy,<br>n=44         | ogólno-<br>rozwojowy,<br>n=41 | Z/ $X^2$        | df | p     |
| Wiek           | 60-83<br>69,43 (4,58)    | 60-79<br>70,00 (4,12)    | 61-83<br>68,93 (4,94)         | -1,311          | -  | 0,190 |
| Wzrost         | 150-176<br>161,47 (6,14) | 150-176<br>159,17 (5,89) | 150-175<br>163,48 (5,69)      | -3,120          | -  | 0,002 |
| Masa ciała     | 53-103<br>67,90 (8,61)   | 53-103<br>67,45 (10,18)  | 53-80<br>68,29 (7,09)         | -1,073          | -  | 0,283 |
| BMI            | 21-34<br>26,15 (3,57)    | 21-34<br>26,63 (3,80)    | 21-33<br>25,74 (3,35)         | -1,079          | -  | 0,281 |
| Wykształcenie: |                          |                          |                               | 6,673           | 2  | 0,036 |
| zawodowe       | 6 (7,1%)                 | 6 (13,6%)                | 0 (0,0%)                      |                 |    |       |

|                            |            |            |            |       |   |       |
|----------------------------|------------|------------|------------|-------|---|-------|
| <b>średnie</b>             | 42 (49,4%) | 22 (50,0%) | 20 (48,8%) |       |   |       |
| <b>wyższe</b>              | 37 (43,5%) | 16 (36,4%) | 21 (51,2%) |       |   |       |
| <b>wykonywana praca</b>    |            |            |            | 8,229 | 1 | 0,006 |
| <b>fizyczna</b>            | 8 (9,4%)   | 8 (18,2%)  | 0 (0,0%)   |       |   |       |
| <b>umysłowa</b>            | 77 (90,6%) | 36 (81,8%) | 41 (100%)  |       |   |       |
| <b>aktywność zawodowa</b>  |            |            |            | 0,025 | 1 | 0,875 |
| <b>nie</b>                 | 69 (81,2%) | 36 (81,8%) | 33 (80,5%) |       |   |       |
| <b>tak</b>                 | 16 (18,8%) | 8 (18,2%)  | 8 (19,5%)  |       |   |       |
| <b>urazy narządu ruchu</b> |            |            |            | 1,339 | 1 | 0,260 |
| <b>nie</b>                 | 57 (67,1%) | 27 (61,4%) | 30 (73,2%) |       |   |       |
| <b>tak</b>                 | 28 (32,9%) | 17 (38,6%) | 11 (26,8%) |       |   |       |
| <b>palenie papierosów</b>  |            |            |            | 1,200 | 1 | 0,341 |
| <b>nie</b>                 | 74 (87,1%) | 40 (90,9%) | 34 (82,9%) |       |   |       |
| <b>tak</b>                 | 11 (12,9%) | 4 (9,1%)   | 7 (17,1%)  |       |   |       |
| <b>ocena stanu zdrowia</b> |            |            |            | 2,020 | 3 | 0,568 |
| <b>bardzo dobry</b>        | 1 (1,2%)   | 0 (0,0%)   | 1 (2,4%)   |       |   |       |
| <b>dobry</b>               | 43 (50,6%) | 22 (50,0%) | 21 (51,2%) |       |   |       |
| <b>przeciętny</b>          | 40 (47,1%) | 21 (47,7%) | 19 (46,4%) |       |   |       |
| <b>zły</b>                 | 1 (1,2%)   | 1 (2,3%)   | 0 (0,0%)   |       |   |       |
| <b>sport zawodowo</b>      |            |            |            | 0,144 | 1 | 0,704 |

|            |            |            |            |  |  |  |
|------------|------------|------------|------------|--|--|--|
| <b>nie</b> | 80 (94,1%) | 41 (93,2%) | 39 (48,8%) |  |  |  |
| <b>tak</b> | 5 (5,9%)   | 3 (6,8%)   | 2 (4,9%)   |  |  |  |

*Źródło: badanie własne.*

## 4.2. Porównanie grup przed wdrożeniem treningu

Jednym z kluczowych warunków metodologicznych badań eksperymentalnych jest testowanie wpływu zmiennej niezależnej (rodzaj treningu) w grupach, które wyjściowo nie różniły się od siebie pod względem mierzonych zmiennych zależnych. Aby sprawdzić spełnienie tego warunku przed przystąpieniem do weryfikacji hipotez badawczych, w pierwszej kolejności porównano średnie wyniki uzyskane w pomiarze początkowym wśród seniorek zakwalifikowanych do dwóch niezależnych grup różniących się zastosowanym następnie rodzajem treningu. Oczekiwanym rezultatem będzie brak istotnych statystycznie różnic w przeciętnym poziomie sprawności funkcjonalnej, odporności na ból, sprawności poznawczej.

### 4.2.1. Sprawność funkcjonalna uczestniczek

W tabeli 3 zawarto informacje o wynikach pomiaru sprawności funkcjonalnej uzyskanych w pierwszym pomiarze przez uczestniczki zakwalifikowane do dwóch grup różniących się rodzajem treningu. Przed porównaniem grup sprawdzono założenie o normalności rozkładów testem Shapiro-Wilka dla małych grup, zawierając w tabeli poziom istotności ( $p$ ) rozbieżności między uzyskanymi w badaniu rozkładami wyników a rozkładem normalnym oczekiwanym w populacji ogólnej. Ponieważ w większości przypadków wskaźnik istotności osiągnął wartość wskazującą na istotne statystycznie odstępstwa od założeń Krzywej Gaussa, grupy porównano nieparametrycznym testem U Manna-Whitneya dla dwóch grup niezależnych.

Badane grupy nie różniły się od siebie wyjściowym poziomem sprawności funkcjonalnej w 4 z 6 mierzonych wskaźników ( $p > 0,05$ ): próbie zginania przedramienia, próbie drapania się po plecach, próbie wstawania z krzesła i próbie 2-minutowego marszu. Odnotowano natomiast istotne statystycznie różnice ( $p < 0,05$ ) w dwóch wskaźnikach.

W próbie “siad i osiągnięcie” osoby zakwalifikowane do treningu oporowego osiągnęły od -18 do +17 punktów pomiarowych, a średni wynik w tej grupie wynosił -0,23 cm. Natomiast osoby zakwalifikowane do treningu ogólnorozwojowego uzyskały w tej próbie od -20 do +18 punktów pomiarowych, średnio 4,14 cm, osiągając w efekcie wyjściowo istotnie wyższe przeciętne rezultaty niż badane z grupy pierwszej ( $p=0,009$ ;  $p<0,05$ ).

W próbie “8 stóp wstań i idź” uczestniczki zakwalifikowane do treningu oporowego uzyskały od 4 do 8 punktów pomiarowych (średnio 5,84 sek.), a osoby zakwalifikowane do treningu ogólnorozwojowego od 3 do 8 punktów (średnio 5,39 sek.). Istotna statystycznie różnica w wynikach przeciętnych wskazywała na dłuższy czas wykonania próby wśród uczestniczek z grupy pierwszej ( $p=0,028$ ;  $p<0,05$ ).

Tabela 3. Porównanie sprawności funkcjonalnej przed treningiem pomiędzy osobami zakwalifikowanymi do treningu oporowego i ogólnorozwojowego.

| Zmienna:                                                                                      | Rodzaj treningu               |                       |                                |                       | Test U Manna-Whitneya |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------|
| Sprawność funkcjonalna<br>Senior Fitness Test                                                 | oporowy                       |                       | ogólnorozwojowy                |                       |                       |        |
|                                                                                               | min-max;<br>M (SD)            | Test S-W ( <i>p</i> ) | min-max;<br>M (SD)             | Test S-W ( <i>p</i> ) | Z                     | p      |
| próba zginania przedramienia (liczba powtórzeń) - ocena siły górnej części ciała              | 14,00-28,00;<br>20,58 (3,22)  | 0,256                 | 14,00-28,00;<br>21,08 (3,08)   | 0,735                 | -0,909                | 0,364  |
| próba drapania się po plecach (pomiar w cm.) – ocena elastyczności górnej części ciała        | -23,00-9,00;<br>-3,99 (8,58)  | 0,024                 | -30,00-15,50;<br>-2,21 (10,71) | 0,004                 | -1,300                | 0,194  |
| próba wstawania z krzesła w ciągu 30 sek. (liczba powtórzeń) – ocena siły dolnej części ciała | 10,00-23,00;<br>15,37 (3,12)  | 0,119                 | 10,00-25,00;<br>15,13 (3,41)   | 0,069                 | -0,518                | 0,605  |
| próba “siad i osiągnięcie” (pomiar w cm.) – ocena elastyczności dolnej części ciała           | -18,00-17,00;<br>-0,23 (8,06) | 0,001                 | -20,00-18,00;<br>4,14 (7,75)   | 0,010                 | -2,622                | 0,009* |

|                                                                                 |                                 |       |                                  |       |        |                    |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------|----------------------------------|-------|--------|--------------------|
| próba 8 stóp wstań i idź (czas w sek.) – ocena zwinności/równowagi              | 4,00-8,00;<br>5,84 (0,83)       | 0,076 | 3,00-8,00;<br>5,39 (0,89)        | 0,384 | -2,195 | 0,028 <sup>*</sup> |
| próba 2-minutowego marszu (ilość uniesień Kd prawej) - ocena tolerancji wysiłku | 58,00-180,00;<br>125,65 (26,96) | 0,558 | 100,00-198,00;<br>127,03 (20,70) | 0,006 | -0,178 | 0,859              |

cm - centymetry; sek - sekundy; min - minimalny wynik w grupie; max - maksymalny wynik w grupie; M - średnia arytmetyczna; SD - odchylenie standardowe; Test S-W - wynik testu normalności rozkładu Shapiro-Wilka; Z - wynik testu różnic dla dwóch grup niezależnych; p - istotność statystyczna różnic.

*Źródło: badanie własne.*

Przed rozpoczęciem treningu uczestniczki obu grup porównawczych charakteryzowały się zbliżonym poziomem 4 z 6 wskaźników sprawności funkcjonalnej. Zaobserwowane różnice w dwóch wskaźnikach funkcjonalności zostaną uwzględnione podczas analizy wyników i weryfikacji hipotez badawczych.

#### 4.2.2. Próg bólu i tolerancja na ból

W taki sam sposób przeanalizowano wyjściowe pomiary percepcji bólu w obu grupach (tabela 4). Niemal wszystkie rozkłady odbiegały od normalnego, o czym świadczą istotne statystycznie wyniki testu Shapiro-Wilka ( $p < 0,05$ ). Porównanie średnich tych grup między średnimi wynikami nie wykazało jednak żadnych istotnych różnic między uczestniczkami zakwalifikowanymi do dwóch różnych rodzajów treningu, co potwierdzają nieistotne statystycznie wyniki testu U Manna-Whitneya ( $p > 0,05$ ).

Tabela 4. Wyniki pomiarów percepcji bólu (algometr) oraz skali VAS przed treningiem pomiędzy osobami zakwalifikowanymi do treningu oporowego i ogólnorozwojowego.

| Zmienna:                            | Rodzaj treningu           |                       |                           |                       | Test U Manna-Whitneya |       |
|-------------------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-------|
| Percepcja bólu                      | oporowy                   |                       | ogólnorozwojowy           |                       |                       |       |
|                                     | min-max;<br>M (SD)        | Test S-W ( <i>p</i> ) | min-max;<br>M (SD)        | Test S-W ( <i>p</i> ) | Z                     | p     |
| Próg bólu (P)<br>kg/cm <sup>2</sup> | 2,00-3,80;<br>2,86 (0,51) | 0,023*                | 2,00-4,20;<br>2,82 (0,52) | 0,020                 | -0,776                | 0,438 |
| Próg bólu (L)                       | 1,00-4,00;                | 0,036*                | 1,00-4,40;                | 0,072                 | -1,303                | 0,193 |

|                                             |                            |       |                            |       |        |       |
|---------------------------------------------|----------------------------|-------|----------------------------|-------|--------|-------|
| kg/cm <sup>2</sup>                          | 2,83 (0,61)                |       | 2,72 (0,64)                |       |        |       |
| Tolerancja na ból (P)<br>kg/cm <sup>2</sup> | 2,80-12,20;<br>6,62 (2,16) | 0,535 | 3,60-11,80;<br>6,81 (1,99) | 0,132 | -0,348 | 0,728 |
| Tolerancja na ból (L)<br>kg/cm <sup>2</sup> | 2,20-11,80;<br>5,82 (2,24) | 0,044 | 2,80-10,00;<br>6,08 (1,81) | 0,325 | -0,858 | 0,391 |
| VAS (P)<br>skala 0-10                       | 1,00-8,00;<br>4,88 (1,84)  | 0,023 | 1,00-8,00;<br>4,58 (2,09)  | 0,014 | -0,508 | 0,611 |
| VAS (L)<br>skala 0-10                       | 1,00-9,00;<br>5,12 (2,00)  | 0,065 | 1,00-9,00;<br>4,78 (2,08)  | 0,027 | -0,473 | 0,636 |

P - ręka prawa; L - ręka lewa; min - minimalny wynik w grupie; max - maksymalny wynik w grupie; M - średnia arytmetyczna; SD - odchylenie standardowe; Test S-W - wynik testu normalności rozkładu Shapiro-Wilka; Z - wynik testu różnic dla dwóch grup niezależnych; p - istotność statystyczna różnic.

*Źródło: badanie własne.*

Wyniki w grupie realizującej trening oporowy oraz w grupie realizującej trening ogólnorozwojowy wykazywały zbliżone wartości pod względem wyjściowej wrażliwości na ból - nie odnotowano różnic w wynikach pomiarów algometrem, zarówno w zakresie progu jak i tolerancji w ręce prawej oraz lewej, oraz w wynikach pomiaru subiektywnego odczuwania bólu skalą VAS.

#### **4.2.3. Sprawność poznawcza**

W tabeli 5 zawarto wyniki porównania grup względem trzeciej zmiennej głównej - sprawności poznawczej mierzonej testem Stroopa. Wszystkie rozkłady analizowanych parametrów odbiegały od założeń Krzywej Gaussa ( $p < 0,05$ ), a porównanie średnich wyników w dwóch grupach wykazało, że seniorki zakwalifikowane do dwóch różnych rodzajów treningu cechowały się podobną wyjściową sprawnością w zakresie 3 na 4 wskaźników ( $p > 0,05$ ). Istotnie różnice ( $p < 0,05$ ) stwierdzono wyłącznie dla wskaźnika „kolor czcionki - czas w sekundach”.

W zadaniu „kolor czcionki” seniorki realizujące trening oporowy uzyskały czas wykonania od 17 do 62 sekund (średnio 38,95 sekundy), natomiast seniorki z grupy wykonującej trening ogólnorozwojowy potrzebowały na to zadanie od 21 do 54 sekund (średnio 33,59 sekundy). Przy statystycznie podobnej liczbie popełnionych błędów, kobiety z grupy pierwszej potrzebowały średnio więcej czasu na wykonanie zadania, co wskazuje

na ich relatywnie niższą sprawność poznawczą w zakresie przetwarzania prezentowanego materiału.

Tabela 5. Porównanie sprawności poznawczej przed treningiem pomiędzy osobami zakwalifikowanymi do treningu oporowego i ogólnorozwojowego.

| Zmienna:                           | Rodzaj treningu              |                       |                              |                       | Test U Manna-Whitneya |        |
|------------------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------|
| sprawność poznawcza - Test Stroopa | oporowy                      |                       | ogólnorozwojowy              |                       | Z                     | p      |
|                                    | min-max;<br>M (SD)           | Test S-W ( <i>p</i> ) | min-max;<br>M (SD)           | Test S-W ( <i>p</i> ) |                       |        |
| Wyraz (liczba pomyłek)             | 0,00-2,00;<br>0,16 (0,48)    | <0,001                | 0,00-1,00;<br>0,02 (0,16)    | <0,001                | -1,615                | 0,106  |
| Wyraz (czas w sek.)                | 10,00-31,00;<br>15,92 (3,84) | <0,001                | 11,00-21,00;<br>14,56 (2,87) | 0,008                 | -1,809                | 0,070  |
| Kolor czcionki (liczba pomyłek)    | 0,00-15,00;<br>1,25 (2,71)   | <0,001                | 0,00-5,00;<br>0,54 (1,16)    | <0,001                | -1,484                | 0,138  |
| Kolor czcionki (czas w sek.)       | 17,00-62,00;<br>38,95 (9,63) | 0,063                 | 21,00-54,00;<br>33,59 (7,67) | 0,039                 | -2,849                | 0,004* |

sek - sekundy; min - minimalny wynik w grupie; max - maksymalny wynik w grupie; M - średnia arytmetyczna; SD - odchylenie standardowe; Test S-W - wynik testu normalności rozkładu Shapiro-Wilka; Z - wynik testu różnic dla dwóch grup niezależnych; p - istotność statystyczna różnic.

Źródło: badanie własne.

Seniorki z obu grup wykazywały się taką samą wyjściową sprawnością w zakresie liczby błędów popełnianych w obu zadaniach poznawczych, przy czym osoby zakwalifikowane do treningu oporowego potrzebowały na wykonanie drugiego zadania istotnie więcej czasu niż osoby z drugiej grupy, co zostanie uwzględnione podczas weryfikacji hipotez badawczych.

### 4.3. Weryfikacja hipotez badawczych

#### 4.3.1. Wpływ treningu na sprawność funkcjonalną wśród kobiet po 60. roku życia

W tabeli 6 zestawiono wyniki dwóch pomiarów sprawności funkcjonalnej, przed i po treningu, w dwóch niezależnych grupach stosujących trening oporowy i ogólnorozwojowy. Podano dane o różnicach osiąganych przed i po treningu, w tym

minimalnej, maksymalnej i średniej różnicy w każdej grupie osobno. Ze względu na stwierdzone odstępstwa uzyskanych w badaniu rozkładów empirycznych od założeń rozkładu normalnego, zastosowano nieparametryczny test Wilcoxona dla dwóch grup zależnych.

W obu grupach odnotowano po 5 istotnych statystycznie różnic w zakresie sprawności funkcjonalnej w wyniku przeprowadzonego treningu ( $p < 0,05$ ). Wyniki wskazują zatem, że oba rodzaje treningu prowadziły do poprawy sprawności funkcjonalnej w zakresie wszystkich wskaźników poza próbą drapania się po plecach, w której wyniki są na granicy istotności statystycznej ( $p > 0,05$ ;  $p < 0,1$ ). Analiza zakresu uzyskanych zmian wykazała, że we wszystkich przypadkach to trening oporowy umożliwił osiągnięcie lepszych efektów w porównaniu z treningiem ogólnorozwojowym.

W próbie zginania przedramienia osoby realizujące trening oporowy uzyskały w drugim pomiarze różnice od -20 do +21 punktów pomiarowych, średnio 2,5 powtórzenia więcej po treningu niż przed nim ( $p < 0,001$ ), podczas gdy osoby realizujące trening ogólnorozwojowy uzyskiwały od -8 do +13 punktów pomiarowych różnicy, a średni wzrost wynosił mniej niż 2 powtórzenia ( $p < 0,05$ ). Choć oba treningi, co wykazała analiza statystyczna, okazały się skutecznie wpływać na sprawność funkcjonalną w tym zakresie, to większą poprawę siły mięśniowej górnej części ciała uzyskano stosując trening oporowy.

W próbie wstawania z krzesła, osoby z pierwszej grupy uzyskały od -12 do +13 powtórzeń różnicy, przy średnim wzroście liczby powtórzeń po treningu wynoszącym 3,80 powtórzeń. W grupie porównawczej różnice wynosiły od -3 do +13, a średni wzrost liczby powtórzeń nie przekraczał 3, ponownie wskazując na większą poprawę wśród osób stosujących trening oporowy.

W próbie “siad i dosięgnięcie”, w grupie uczestniczek poddanych treningowi oporowemu odnotowane różnice wynosiły od -10 do +27 cm, średnio 9,15 cm poprawy w drugim pomiarze. Natomiast w grupie serniorek realizującej trening ogólnorozwojowy różnice wynosiły od -14 do +73 cm, a średni przyrost wyniósł 7,40 cm po treningu, co wskazuje, że osoby badane objęte treningiem oporowym uzyskały w tym zakresie większą poprawę sprawności.

Podobne zależności stwierdzono w próbie “8 stóp wstań i idź”, gdzie w grupie trenującej oporowo różnice wynosiły od -7 do +3 sekund, a średnia poprawa wynosiła 0,89

sekundy, podczas gdy w grupie osób realizującej trening ogólnorozwojowy wartości te wynosiły odpowiednio od -1 do +3 oraz 0,66 sekundy.

Również w próbie 2-minutowego marszu stwierdzone różnice były wyższe w grupie trenującej oporowo -122 do +76 punktów pomiarowych zmiany i średni wzrost liczby powtórzeń 15,70, w porównaniu do osób trenujących ogólnorozwojowo -93 do +82 punktów pomiarowych, przy średnim wzroście 16,59, co wskazuje na większą przydatność treningu ogólnorozwojowego w tym zakresie i większą poprawę sprawności.

Wynik nieistotny statystycznie zaobserwowano w próbie drapania się po plecach ( $p>0,05$ ). Uczestniczki trenujące oporowo uzyskały w tym przypadku od -15 do +12 punktów pomiarowych różnicy (średnio 1,33 cm spadku w drugim pomiarze), a osoby z grupy trenującej ogólnorozwojowo od -20 do +10 (średnio 1,12 cm wzrostu w drugim pomiarze). W obu przypadkach różnice były na granicy istotności. Pomimo że wpływ obu treningów na sprawność funkcjonalną w tym zakresie był nieistotny statystycznie, to większą poprawę uzyskano, stosując trening ogólnorozwojowy.

Tabela 6. Porównanie wpływu treningu oporowego i ogólnorozwojowego na sprawność funkcjonalną badanych osób po 60. roku życia.

| Zmienna:                                                                               | Rodzaj treningu              |                |        |                             |                |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------|--------|-----------------------------|----------------|--------|
| Sprawność funkcjonalna Senior Fitness Test                                             | oporowy                      |                |        | ogólnorozwojowy             |                |        |
|                                                                                        | min-max<br>M (SD)<br>różnic  | Test Wilcoxona |        | min-max<br>M (SD)<br>różnic | Test Wilcoxona |        |
|                                                                                        |                              | Z              | P      |                             | Z              | P      |
| próba zginania przedramienia (ilość powtórzeń) – ocena siły górnej części ciała        | -20,00-21,00<br>2,50 (5,74)  | -4,056         | <0,001 | -8,00-13,00<br>1,98 (4,89)  | -2,223         | 0,026* |
| próba drapania się po plecach (pomiar w cm.) – ocena elastyczności górnej części ciała | -15,00-12,00<br>-1,33 (4,91) | -1,903         | 0,057  | -20,00-10,00<br>1,12 (5,20) | -1,889         | 0,059  |
| próba wstawania z krzesła w ciągu                                                      | -12,00-13,00<br>3,80 (4,65)  | -4,802         | <0,001 | -3,00-13,00<br>2,98 (3,64)  | -4,179         | <0,001 |

|                                                                                      |                                |        |        |                               |        |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------|--------|-------------------------------|--------|--------|
| 30 sek. (ilość powtórzeń) – ocena siły dolnej części ciała                           |                                |        |        |                               |        |        |
| próba “siad i dosięgnięcie” (pomiar w cm.) – ocena elastyczności dolnej części ciała | -10,00-27,00<br>9,15 (8,47)    | -5,063 | <0,001 | -14,00-73,00<br>7,40 (13,33)  | -3,694 | <0,001 |
| próba 8 stóp wstań i idź (czas w sek.) – ocena zwinności/ równowagi                  | -7,00-3,00<br>0,89 (1,63)      | -4,311 | <0,001 | -1,00-3,00<br>0,66 (1,04)     | -3,421 | <0,001 |
| próba 2-minutowego marszu (ilość uniesień Kd prawej) – ocena tolerancji wysiłku      | -122,00-76,00<br>15,70 (34,46) | -3,772 | <0,001 | -93,00-82,00<br>16,59 (29,88) | -3,495 | <0,001 |

P - ręka prawa; L - ręka lewa; cm - centymetry; sek - sekundy; min - minimalny wynik w grupie; max - maksymalny wynik w grupie; M - średnia arytmetyczna; SD - odchylenie standardowe; Z - wynik testu różnic dla dwóch grup zależnych; p - istotność statystyczna różnic międzygrupowych.

*Źródło: badanie własne.*

#### 4.3.2. Wpływ treningu na percepcję bólu wśród kobiet po 60. roku życia

W tabeli 7 zestawiono wyniki dwóch pomiarów progu bólu i tolerancji na ból, przed i po treningu, w dwóch niezależnych grupach stosujących trening oporowy i ogólnorozwojowy. Podano dane o różnicach osiąganych przed i po treningu, w tym minimalnej, maksymalnej i średniej różnicy w każdej grupie osobno. Ze względu na stwierdzone odstępstwa uzyskanych w badaniu rozkładów empirycznych od założeń rozkładu normalnego, zastosowano nieparametryczny test Wilcozona dla dwóch grup zależnych. Stwierdzono wyraźne różnice międzygrupowe, przy czym trening ogólnorozwojowy doprowadził do istotnej poprawy tylko w zakresie tolerancji na ból, natomiast trening oporowy nie tylko zwiększył tolerancję na ból, ale również podniósł próg bólu oraz zmniejszył jego subiektywne odczucie ( $p < 0,05$ ).

W badanej grupie 95% uczestniczek zadeklarowało prawą rękę jako dominującą, natomiast tylko 5% zadeklarowało lewą rękę. W ocenie proggu bólu w ręce prawej, seniorki trenujące oporowo osiągnęły wynik od -1,00 do +2,60 punktów pomiarowych różnicy (średnio 0,40) co okazało się różnicą istotną statystycznie ( $p < 0,001$ ). Tymczasem wyniki osób z grupy porównawczej zmieniły się od -1,40 do +1,20 punktu (średnio 0,16) pozostając na poziomie nie w pełni istotnej tendencji statystycznej ( $p = 0,057$ ;  $p < 0,1$ ). Próg bólu mierzony w ręce lewej, zmienił się u osób trenujących oporowo średnio o 0,44 punktu (od -1,20 do +2,20 punktów pomiarowych), co było zmianą istotną statystycznie ( $p = 0,003$ ;  $p < 0,05$ ) i różnił się od wyników zbadanych u osób trenujących ogólnorozwojowo (średnia 0,14, zakres od -1,40 do +1,60 punktów, różnica nieistotną statystycznie ( $p > 0,05$ )).

W ocenie tolerancji na ból w ręce prawej, kobiety trenujące oporowo osiągnęły od -2,60 do +8,80 punktów pomiarowych różnicy (średni wzrost wynosił 2,39 punktu pomiarowego), natomiast badane trenujące ogólnorozwojowo odnotowały od -5,00 do +9,20 (średni wzrost wynosił 2,33 punktu pomiarowego). Trening oporowy pozwolił zatem na uzyskanie nieco większej poprawy w zakresie tolerancji na ból w ręce prawej. W ręce lewej, pierwsza grupa doświadczyła od -1,40 do +7,60 punktów pomiarowych różnych (średnio 2,32) zaś druga od -7,40 do +7,60 (średnio 2,08) co również pozwala uznać zakres zmiany za nieco większy w przypadku treningu oporowego. W grupie realizującej trening ogólnorozwojowy odnotowano istotny wzrost wartości w zakresie tolerancji bólu w ręce prawej ( $p < 0,001$ ). Natomiast wśród osób trenujących oporowo uzyskano istotny wzrost wartości w zakresie tolerancji na ból ( $p < 0,001$ ), jak również proggu bólu ( $p < 0,001$ ).

Poza zmianami w wartościach odczuwanego bólu mierzonych algometrem, trening oporowy wpłynął pozytywnie również na ocenę bólu skalą VAS. Różnice w pomiarach na ręce prawej wynosiły od -5 do +4 wśród osób trenujących oporowo i od -5 do +5 wśród osób trenujących ogólnorozwojowo, przy czym średnie obniżenie wartości tej cechy w grupie pierwszej wynosił 0,86 punktów pomiarowych, co było różnicą istotną statystycznie ( $p < 0,05$ ), zaś w drugiej grupie średnia różnica 0,54 punktu nie była istotna ( $p > 0,05$ ). W ręce lewej, różnice w dwóch grupach wynosiły kolejno od -4 do +6 oraz od -5 do +7, przy czym również tylko w grupie z treningiem oporowym średnia różnica wynosząca 0,95 była wynikiem istotnym statystycznie ( $p < 0,05$ ), natomiast w grupie drugiej spadek o 0,66 punktu nie był różnicą istotną statystycznie ( $p > 0,05$ ).

Tabela 7. Porównanie wpływu treningu oporowego i ogólnorozwojowego na percepcję bólu wśród badanych kobiet po 60. roku życia.

| Zmienna:                                 | Rodzaj treningu             |                |        |                             |                |        |
|------------------------------------------|-----------------------------|----------------|--------|-----------------------------|----------------|--------|
| Percepcja bólu                           | oporowy                     |                |        | ogólnorozwojowy             |                |        |
|                                          | min-max<br>M (SD)<br>różnic | Test Wilcoxona |        | min-max<br>M (SD)<br>różnic | Test Wilcoxona |        |
|                                          |                             | Z              | P      |                             | Z              | P      |
| Próg bólu (P) kg/cm <sup>2</sup>         | -1,00-2,60;<br>0,40 (0,68)  | -3,409         | <0,001 | -1,40-1,20;<br>0,16 (0,58)  | -1,904         | 0,057  |
| Próg bólu (L) kg/cm <sup>2</sup>         | -1,20-2,20;<br>0,44 (0,85)  | -3,023         | 0,003* | -1,40-1,60;<br>0,14 (0,69)  | -1,609         | 0,108  |
| Tolerancja na ból (P) kg/cm <sup>2</sup> | -2,60-8,80 ;<br>2,39 (1,19) | -5,107         | <0,001 | -5,00-9,20;<br>2,33 (2,97)  | -4,235         | <0,001 |
| Tolerancja na ból (L) kg/cm <sup>2</sup> | -1,40-7,60;<br>2,32 (2,09)  | -5,186         | <0,001 | -7,40-7,60;<br>2,08 (2,92)  | -3,978         | <0,001 |
| VAS (P) skala 0-10                       | -5,00-4,00;<br>-0,86 (1,96) | -2,661         | 0,009* | -5,00-5,00;<br>-0,54 (2,55) | -1,288         | 0,198  |
| VAS (L) skala 0-10                       | -4,00-6,00;<br>-0,95 (2,21) | -2,788         | 0,005* | -5,00-7,00;<br>-0,66 (2,56) | -1,642         | 0,101  |

P - ręka prawa; L - ręka lewa; min - minimalny wynik w grupie; max - maksymalny wynik w grupie; M - średnia arytmetyczna; SD - odchylenie standardowe; Z - wynik testu różnic dla dwóch grup zależnych; p - istotność statystyczna różnic międzygrupowych.

Źródło: badanie własne.

#### 4.3.3. Wpływ treningu na sprawność poznawczą wśród kobiet po 60. roku życia

W tabeli 8 zawarto wyniki analizy różnic stwierdzonych u badanych senierek w Teście Stroopa, który charakteryzuje ich sprawność poznawczą. Porównanie grupy realizującej trening oporowy oraz grupy realizującej trening ogólnorozwojowy wykazało, że oba rodzaje treningu istotnie obniżyły czas wykonania drugiego zadania w teście ( $p < 0,05$ ), przy czym efekt ten był większy wśród osób objętych treningiem ogólnorozwojowym ( $p < 0,001$ ). Natomiast tylko wśród uczestniczek trenujących oporowo odnotowano jeszcze jedną istotną różnicę pomiędzy pomiarami - w pierwszym zadaniu po treningu popełniały

one mniej błędów ( $p < 0,05$ ), podczas gdy w drugiej grupie nie odnotowano istotnych różnic w tym wskaźniku sprawności poznawczej ( $p > 0,05$ ).

Tabela 8. Porównanie wpływu treningu oporowego i ogólnorozwojowego na sprawność poznawczą badanych kobiet po 60. roku życia.

| Zmienna:                           | Rodzaj treningu              |                |        |                              |                |        |
|------------------------------------|------------------------------|----------------|--------|------------------------------|----------------|--------|
| Sprawność poznawcza - Test Stroopa | oporowy                      |                |        | ogólnorozwojowy              |                |        |
|                                    | min-max<br>M (SD) różnic     | Test Wilcoxona |        | min-max<br>M (SD) różnic     | Test Wilcoxona |        |
|                                    |                              | Z              | P      |                              | Z              | P      |
| Wyraz - ilość pomyłek              | -2,00-0,00<br>-0,16 (0,48)   | -2,070         | 0,038* | -1,00-0,00<br>-0,02 (0,16)   | 1,000          | 0,317  |
| Wyraz - czas (sek.)                | -13,49-12,56<br>-0,03 (4,23) | -0,245         | 0,806  | -9,67-8,77<br>-0,57 (3,12)   | -1,210         | 0,226  |
| Kolor czcionki - ilość pomyłek     | -12,00-2,00<br>-0,61 (2,33)  | -1,494         | 0,135  | -4,00-4,00<br>-0,07 (1,37)   | -0,265         | 0,791  |
| Kolor czcionki - czas (sek.)       | -27,83-19,87<br>-3,17 (8,56) | -2,282         | 0,023* | -21,74-13,57<br>-3,47 (6,71) | -3,350         | <0,001 |

P - ręka prawa; L - ręka lewa; sek - sekundy; min - minimalny wynik w grupie; max - maksymalny wynik w grupie; M - średnia arytmetyczna; SD - odchylenie standardowe; Z - wynik testu różnic dla dwóch grup zależnych; p - istotność statystyczna różnic międzygrupowych.

Źródło: badanie własne.

#### 4.3.4. Zależności między sprawnością funkcjonalną a percepcją bólu

W celu sprawdzenia, czy poziom sprawności funkcjonalnej powiązany jest z odczuwaniem bólu przez seniorów, wyniki uzyskane wśród wszystkich senierek przed wdrożeniem oraz po zakończeniu programów treningowych poddano analizie korelacyjnej, korzystając ze współczynnika  $\rho$  Spearmana, ze względu na liczne różnice między uzyskanymi w badaniu rozkładami a rozkładem normalnym. W tabeli 9 zawarto wyniki analizy korelacji pomiędzy wskaźnikami klinicznymi (skala VAS) i eksperymentalnymi

(algometr) a wynikami pomiaru sprawności funkcjonalnej testem Senior Fitness Test wśród wszystkich badanych seniorek przed rozpoczęciem programów treningowych. Choć subiektywne odczucia bólu określane przy użyciu skali VAS nie były powiązane z żadnym wskaźnikiem sprawności funkcjonalnej, to odnotowano trzy istotne statystycznie, stosunkowo słabe, związki pomiędzy wynikami w wybranych podtestach sprawności a wskaźnikami odporności na ból mierzonej algometrem.

Wyższy wynik w próbie wstawiania z krzesła był powiązany ze wzrostem zarówno progu bólu ( $\rho = 0,226$ ;  $p = 0,040$ ) jak i tolerancji na ból ( $\rho = 0,243$ ;  $p = 0,027$ ) w ręce prawej. Z kolei tolerancja na ból w ręce lewej nieco wzrastała wraz ze spadkiem wyniku w próbie 8 stóp ( $\rho = -0,228$ ;  $p = 0,035$ ).

Tabela 9. Analiza korelacji Spearmana pomiędzy sprawnością funkcjonalną a percepcją bólu wśród badanych kobiet po 60. roku życia przed rozpoczęciem programów treningowych.

| Sprawność funkcjonalna                                                                        | Percepcja bólu przed treningiem     |                                     |                                             |                                             | VAS    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|--------|--------|
|                                                                                               | próg bólu (P)<br>kg/cm <sup>2</sup> | próg bólu (L)<br>kg/cm <sup>2</sup> | tolerancja na ból (P)<br>kg/cm <sup>2</sup> | tolerancja na ból (L)<br>kg/cm <sup>2</sup> | P      | L      |
| próba zginania przedramienia (ilość powtórzeń) – ocena siły górnej części ciała               | 0,021                               | -0,174                              | 0,017                                       | 0,026                                       | -0,138 | -0,163 |
| próba drapania się po plecach (pomiar w cm.) – ocena elastyczności górnej części ciała        | 0,075                               | -0,043                              | 0,062                                       | 0,103                                       | -0,075 | -0,101 |
| próba wstawiania z krzesła w ciągu 30 sek. (ilość powtórzeń) – ocena siły dolnej części ciała | 0,226*                              | 0,014                               | 0,243*                                      | 0,141                                       | -0,178 | -0,176 |
| próba “siad i dosięgnięcie” (pomiar w cm.) – ocena elastyczności dolnej części ciała          | 0,040                               | -0,013                              | 0,118                                       | 0,163                                       | -0,008 | -0,004 |

|                                                                                 |        |        |        |         |       |       |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|---------|-------|-------|
| próba 8 stóp wstań i idź (czas w sek.) – ocena zwinności/ równowagi             | -0,168 | -0,008 | -0,157 | -0,228* | 0,081 | 0,071 |
| próba 2-minutowego marszu (ilość uniesień Kd prawej) – ocena tolerancji wysiłku | 0,176  | 0,118  | 0,018  | -0,012  | 0,072 | 0,042 |

P - ręka prawa; L - ręka lewa; cm - centymetry; sek - sekundy; \* korelacja istotna statystycznie na poziomie  $p < 0,05$ .

Źródło: badanie własne.

W tabeli 10 zawarto rezultaty analizy korelacji pomiędzy wskaźnikami klinicznymi (skala VAS) i eksperymentalnymi (algometr) a wynikami pomiaru sprawności funkcjonalnej testem Senior Fitness Test wśród wszystkich badanych senierek po zakończeniu programów treningowych. Choć subiektywne odczucia bólu określane przy użyciu skali VAS nie były powiązane z żadnym wskaźnikiem sprawności funkcjonalnej, to odnotowano cztery istotne statystycznie, stosunkowo słabe, związki pomiędzy wynikami w wybranych podtestach sprawności a wskaźnikami odporności na ból mierzonej algometrem.

Wyższy wynik w próbie drapania się po plecach był powiązany ze wzrostem tolerancji na ból w ręce prawej ( $\rho = 0,237$ ;  $p = 0,029$ ) oraz w ręce lewej ( $\rho = 0,218$ ;  $p = 0,045$ ). Z kolei wyższy wynik w próbie wstawiania z krzesła był powiązany ze wzrostem progu bólu w ręce prawej ( $\rho = 0,213$ ;  $p = 0,050$ ) oraz w ręce lewej ( $\rho = 0,257$ ;  $p = 0,018$ ).

Tabela 10. Analiza korelacji Spearmana pomiędzy sprawnością funkcjonalną a percepcją bólu wśród badanych kobiet po 60. roku życia po zakończeniu programów treningowych.

| Sprawność funkcjonalna                                                          | Percepcja bólu po treningu     |                                |                                        |                                        | VAS    |        |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|--------|--------|
|                                                                                 | próg bólu (P) $\text{kg/cm}^2$ | próg bólu (L) $\text{kg/cm}^2$ | tolerancja na ból (P) $\text{kg/cm}^2$ | tolerancja na ból (L) $\text{kg/cm}^2$ | P      | L      |
| próba zginania przedramienia (ilość powtórzeń) – ocena siły górnej części ciała | 0,125                          | 0,141                          | 0,124                                  | 0,090                                  | -0,171 | -0,185 |
| próba drapania się po plecach (pomiar w                                         | 0,002                          | -0,045                         | 0,237*                                 | 0,218*                                 | 0,178  | 0,106  |

|                                                                                               |        |        |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| cm.) – ocena elastyczności górnej części ciała                                                |        |        |        |        |        |        |
| próba wstawiania z krzesła w ciągu 30 sek. (ilość powtórzeń) – ocena siły dolnej części ciała | 0,213* | 0,257* | 0,158  | 0,064  | -0,147 | -0,206 |
| próba “siad i dosięgnięcie” (pomiar w cm.) – ocena elastyczności dolnej części ciała          | -0,081 | 0,028  | 0,104  | 0,165  | 0,099  | 0,047  |
| próba 8 stóp wstań i idź (czas w sek.) – ocena zwinności/ równowagi                           | -0,077 | -0,044 | -,0169 | -0,172 | 0,051  | 0,003  |
| próba 2-minutowego marszu (ilość uniesień Kd prawej) – ocena tolerancji wysiłku               | 0,121  | -0,037 | 0,091  | -0,004 | 0,107  | 0,074  |

P - ręka prawa; L - ręka lewa; cm - centymetry; sek - sekundy; \* korelacja istotna statystycznie na poziomie

$p < 0,05$ .

*Źródło: badanie własne*

## 5. Dyskusja

Systematyczna aktywność fizyczna odgrywa istotną rolę w utrzymaniu sprawności funkcjonalnej osób starszych. Literatura naukowa potwierdza, że różnorodne formy treningu zdrowotnego, zarówno ćwiczenia ogólnorozwojowe, jak i oporowe, mogą prowadzić do poprawy siły mięśniowej, wydolności, funkcji poznawczych oraz redukcji dolegliwości bólowych. Mimo takich dowodów naukowych, rekomendowane poziomy aktywności ruchowej osiąga tylko 2,5–22% populacji osób starszych (Bull, i in., 2020). Rezygnują one z regularnej aktywności ruchowej z powodu niskiej sprawności, dolegliwości bólowych, lęku przed upadkiem lub nieprzyjaznego środowiska (Chen i in., 2025).

Głównym celem przeprowadzonych badań było porównywanie wpływu treningu oporowego i treningu ogólnorozwojowego m. in. na sprawność funkcjonalną u kobiet po 60 roku życia. Uzyskane wyniki badań dostarczyły nowych danych, potwierdzających skuteczność różnych form interwencji ruchowej w odniesieniu do zbadanych aspektów. W obu analizowanych grupach treningowych odnotowano istotne statystycznie różnice w 5 na 6 ocenianych prób testu sprawności funkcjonalnej, co może świadczyć o bardzo wysokiej skuteczności regularnej aktywności fizycznej w przeciwdziałaniu obniżaniu sprawności wraz z wiekiem. Wyniki przeprowadzonych badań własnych dotyczących wpływu treningu oporowego na sprawność funkcjonalną wykazały istotne zmiany zwłaszcza w próbie zginania przedramienia oraz próbie wstawania z krzesła, co wskazuje na zwiększenie siły mięśniowej zarówno górnej, jak i dolnej części ciała. Istotną poprawę odnotowano również w próbie „siad i dosięgnięcie”, oceniającej elastyczność dolnej części ciała oraz w próbie „8 stóp wstań i idź”, wartościującej zwinność i równowagę. Ponadto seniorki uzyskały istotną zmianę w próbie 2-minutowego marszu, co oznacza, że poprawa wyniku w tej próbie może wpływać na progres tolerancji wysiłku. Nie można zatem wykluczyć, że wysiłek tego rodzaju oparty na progresywnym zwiększaniu obciążeń, prowadzi do adaptacji nerwowo-mięśniowych. Trening ukierunkowany na rozwój siły mięśniowej może wpływać także pośrednio na inne komponenty sprawności funkcjonalnej, najprawdopodobniej poprzez poprawę stabilizacji posturalnej, polepszenie kontroli motorycznej oraz zakresu ruchu. Zależności te potwierdzają badania innych autorów, którzy w swoich badaniach zastosowali zbliżone schematy interwencji treningowej. Lai i wsp. (2023) przeprowadzili 12-tygodniowy program ćwiczeń oporowych realizowanych trzy razy w tygodniu. Uczestnicy zostali przydzieleni do sześciu grup treningowych różniących się poziomem intensywności (niska,

umiarkowana, wysoka) oraz objętości (umiarkowana i wysoka), a także do grupy kontrolnej. Wyniki tych autorów wykazały istotną poprawę siły mięśniowej oraz sprawności funkcjonalnej we wszystkich grupach treningowych w porównaniu z grupą kontrolną. Zaobserwowano również zależność typu dawka–efekt, zgodnie z którą wyższa intensywność treningu sprzyjała większym przyrostom siły mięśniowej, natomiast zwiększona objętość treningowa była silniej związana z poprawą parametrów funkcjonalnych. Opisane rezultaty sugerują, że trening oporowy stanowi skuteczną metodę poprawy sprawności funkcjonalnej u osób starszych, a jego efektywność zależy od odpowiedniego doboru parametrów treningowych (Lai i in., 2023). Podobne wyniki uzyskali Marcos-Pardo i in. (2019), którzy potwierdzili, że 12-tygodniowy trening oporowy o umiarkowanej i wysokiej intensywności realizowany 3 razy w tygodniu wpływał korzystnie na siłę mięśniową, zdolności funkcjonalne oraz jakość życia osób starszych. Z kolei, Montalvão i wsp. (2021) analizowali czynniki wpływające na efekty interwencji u starszych kobiet po 12 tygodniach treningu oporowego realizowanego dwa razy w tygodniu. Wykazano istotną poprawę mobilności funkcjonalnej, przy czym wielkość uzyskanych efektów była zależna od takich zmiennych, jak wiek, wskaźnik masy ciała, obwód talii oraz poziom siły funkcjonalnej kończyn dolnych. Uzyskane wyniki wskazują na zasadność indywidualizacji programów treningowych, gdyż efekty interwencji są w istotnym stopniu determinowane przez zróżnicowane cechy osobnicze uczestników, w tym parametry somatyczne oraz poziom wyjściowej sprawności funkcjonalnej (Montalvão i in., 2021). Skuteczność treningu oporowego może być również związana z jego specyfiką. Celem tego rodzaju ćwiczeń jest generowanie napięcia mięśniowego pod wpływem zewnętrznego oporu. Ćwiczenia z obciążeniem bezpośrednio stymulują mięśnie do pracy przeciwko oporowi, co prowadzi do adaptacji w postaci zwiększenia siły oraz masy mięśniowej. Mechanizm ten opiera się m.in. na rekrutacji większej liczby jednostek motorycznych, poprawie synchronizacji ich pracy oraz nasileniu procesów anabolicznych w tkance mięśniowej. Powyższe wyniki mogą wskazywać, że istotne zmiany w sprawności funkcjonalnej uzyskano przy zróżnicowanej częstotliwości treningu, co może oznaczać, że nawet umiarkowana liczba sesji treningowych w tygodniu może prowadzić do istotnych zmian funkcjonalnych w organizmie. Ma to istotne znaczenie w kontekście planowania programów aktywności fizycznej dla osób starszych.

Wyniki przeprowadzonych badań własnych dotyczących wpływu treningu ogólnorozwojowego na sprawność funkcjonalną wykazały istotne efekty w próbie zginania

przedramienia, co wpłynęło na zwiększenie siły mięśniowej górnej części ciała. Natomiast istotnie wyższe wyniki uzyskano w próbie wstawania z krzesła, która ocenia siłę mięśniową dolnej części ciała, w próbie „siad i dosięgnięcie”, oceniającej elastyczność dolnej części ciała, w próbie 8 stóp wstań i idź, oceniającej zwinność i równowagę. Największą, istotnie wyższą wartość uzyskano w próbie 2-minutowego marszu, która charakteryzuje tolerancję wysiłku. Uczestniczki opisanego w dysertacji badania uzyskały poprawę i wykonały większą liczbę uniesień prawej kończyny dolnej w tym samym czasie. Uzyskane wyniki mogą wskazywać, że interwencja uwarunkowana ćwiczeniami wielostawowymi, angażującymi jednocześnie duże grupy mięśniowe, sprzyja adaptacji układu krążeniowo-oddechowego. Poprawa tolerancji wysiłku stanowi ważny wskaźnik funkcjonalny, bowiem przekłada się na możliwość wykonywania rutynowych aktywności oraz tak ważną, codzienną sprawność fizyczną. Można zatem przypuszczać, że trening ogólnorozwojowy, ukierunkowany na usprawnianie narządu ruchu jako całości, oddziałuje przede wszystkim na wydolność organizmu, rozumianą jako zdolność do podejmowania i utrzymania długotrwałego wysiłku fizycznego. Zbliżone wyniki uzyskali Kang i wsp. (2015), którzy zastosowali 4-tygodniowy trening 3 razy w tygodniu. Wykazali przy tym istotną poprawę siły mięśniowej górnej i dolnej kończyny, elastyczności dolnej części ciała oraz równowagi (Kang i in., 2015). Może to świadczyć o tym, że krótkoterminowa interwencja ćwiczeń ogólnorozwojowych stanowi skuteczne narzędzie poprawiające sprawność funkcjonalną, a tym samym wpływa na utrzymanie niezależności osób starszych.

Analiza przeprowadzonych badań własnych dotycząca wpływu treningu oporowego i treningu ogólnorozwojowego na percepcję bólu wśród kobiet po 60 r.ż. wykazała, że zastosowane formy aktywności fizycznej oddziałują w zróżnicowany sposób na odczuwanie bólu. Przyczyn tych różnic można upatrywać najprawdopodobniej zarówno w charakterystyce bodźca ruchowego, jak i odmiennego zaangażowania struktur układu nerwowo-mięśniowego oraz mechanizmów odpowiedzialnych za modulację bólu. Trening oporowy charakteryzuje się stosunkowo wysoką intensywnością lokalnego obciążenia struktur mięśniowo-ścięgnistych oraz znaczną aktywacją jednostek motorycznych. Podczas tego typu wysiłku dochodzi do wzmożonej, ponadprogowej stymulacji receptorów mechanicznych i proprioceptywnych. Silne pobudzenie włókien typu A delta i włókien typu C nasila z kolei przekazywanie sygnałów do ośrodkowego układu nerwowego i może uruchamiać mechanizmy hamowania bólu w rdzeniu kręgowym. W efekcie dochodzi do czasowego podwyższenia progów bólu, szczególnie w obrębie struktur zaangażowanych

w wysiłek - zwłaszcza pracujących mięśni. Warto też wspomnieć, że trening ogólnorozwojowy angażuje większe grupy mięśniowe i prowadzi do adaptacji związanych z funkcjonowaniem układów sercowo-naczyniowego, oddechowego oraz autonomicznego. Tego rodzaju wysiłek może wywołać systemowe zmiany w regulacji homeostazy organizmu, obejmujące m.in. poprawę perfuzji tkanek, modulację napięcia układu współczulnego oraz wpływ na ośrodkowe procesy przetwarzania bodźców. W konsekwencji efekt przeciwbólowy ma często charakter bardziej globalny, obejmując zarówno komponent sensoryczny jak i emocjonalno-poznawczy percepcji bólu. Istotnym czynnikiem wyjaśniającym wpływ aktywności fizycznej na percepcję bólu jest możliwość modulacji procesów nocyceptywnych na różnych poziomach układu nerwowego. Informacja nocyceptywna przekazywana z zakończeń obwodowych, wolnoprzewodzących włókien nerwowych do rogów tylnych rdzenia kręgowego, gdzie są wstępnie integrowane i regulowane. Następnie sygnały te są transmitowane do wyższych struktur mózgowia, w tym wzgórza, kory somatosensorycznej, układu limbicznego oraz struktur pnia mózgu. Istotną rolę w modulacji nocycepcji odgrywają zstępujące szlaki hamujące, które mogą ograniczać przewodzenie informacji nocyceptywnej na poziomie rdzenia kręgowego. Aktywność fizyczna może również modulować i wzmacniać te mechanizmy poprzez udział układów: opioidowego, endokannabinoidowego, serotonergicznego oraz noradrenergicznego. Uwalnianie endogennych opioidów, prowadzi do zmniejszenia pobudliwości neuronów przewodzących lub przetwarzających informację bólową. Równocześnie wzrost stężenia endokannabinoidów oraz monoamin wpływa na regulację emocjonalnego komponentu bólu oraz jego interpretacji na poziomie korowym. W przypadku treningu oporowego istotne znaczenie ma również zjawisko rywalizacji bodźców aferentnych. Intensywna aktywność mięśniowa generując silny strumień informacji proprioceptywnej i mechanicznej, może bezpośrednio lub pośrednio „zagłuszać” modyfikować input sygnału nocyceptywnego korzystając z mechanizmów poznawanych od czasów teorii bramkowania bólu (*gate control theory*). Natomiast trening ogólnorozwojowy w większym stopniu oddziałuje na centralne mechanizmy regulacyjne i angażuje największe grupy mięśniowe. Dodatkowo, zróżnicowane ćwiczenia obejmujące m.in. elementy koordynacji, równowagi mogą wspierać aktywność zstępujących mechanizmów hamujących.

W badaniach własnych odnotowano istotnie wyższe wartości tolerancji bólu mierzonej na obu rękach, co sugeruje, że trening oporowy może skutecznie oddziaływać na modulację

bólu. Protokół treningowy obejmował ćwiczenia oporowe wykonywane początkowo po 8 powtórzeń przez pierwsze 6 tygodni, które następnie zwiększono do 10. Obciążenia były wprowadzane stopniowo, rozpoczynając od 0,5 kg w okresie od 3 do 5 tygodnia oraz 1kg od 6 do 12 tygodnia. Można założyć, że zastosowanie progresji w treningu oporowym mogło wpłynąć na stopniową adaptację nerwowo-mięśniową oraz modulację bólu. Na uwagę zasługuje fakt, że w ręce prawej odnotowano istotnie wyższe wartości zarówno tolerancji na ból jak i progu bólu, która u 90% badanych była wskazana jako kończyzna dominująca. Może to oznaczać, że kończyzna która jest częściej „używana” w czynnościach codziennych przystosowuje się do różnych bodźców, w tym także bólowych. Ręka dominująca cechuje się większą dokładnością wykonywanych ruchów, co wynika z efektywniejszej koordynacji nerwowo-mięśniowej.

Uczestniczki badania uzyskały istotnie wyższą wartość progu bólu, co może mieć zasadnicze znaczenie dla sprawności funkcjonalnej. Przegląd literatury przedmiotu wykazał lukę badawczą związaną z ograniczoną liczbą interwencji wykorzystujących podobne założenia metodologiczne, co umożliwi jedynie pośrednie porównanie efektów dotyczących wpływu treningu oporowego na percepcję bólu. Przykładem badań o zbliżonej metodologii jest praca badawcza Burrows i wsp. (2014) oceniająca wpływ jednorazowego treningu siłowego w trzech grupach (1) osoby starsze z chorobą zwyrodnieniową stawu kolanowego, (2) osoby starsze – zdrowa grupa kontrolna oraz (3) osoby młode – zdrowa grupa kontrolna. Krótkotrwała interwencja wykazała wprawdzie zwiększenie progu bólu po wysiłku fizycznym, jednak zmiana ta miała charakter ostry, a nie adaptacyjny (Burrows i in., 2014). Z kolei w badaniu Assa i wsp. (2019) uczestnicy zostali podzieleni również na trzy grupy: sportowców wytrzymałościowych trenujących triathlon, sportowców siłowych oraz grupę kontrolną składającą się z osób ćwiczących amatorsko. Badanie progu bólu oraz tolerancji na ból przeprowadzono w tym przypadku za pomocą stymulatora cieplnego. Sportowcy siłowi uzyskali wyższy próg bólu w porównaniu z grupą kontrolną, co wskazuje, że osoby trenujące cechują się mniejszą wrażliwością na ból (Assa i in., 2019). W innym badaniu, Leźnicka i wsp. (2016) dokonali pomiaru progu bólu i tolerancji na ból u sportowców uprawiających sporty walki oraz osób nieaktywnych wykorzystując test zimnej wody oraz pomiar algometrem. Uzyskane wyniki potwierdziły, że sportowcy uprawiający sporty walki osiągnęli istotnie wyższe wartości progu bólu i tolerancji na ból, mierzone za pomocą algometru, w porównaniu z grupą osób nietrenujących (Leźnicka i in., 2016). Obserwacje te mogą wskazywać, że wysiłek fizyczny stanowi istotny czynnik modulujący mechanizmy odpowiedzialne za kształtowanie progu bólu oraz tolerancji na bodźce bólowe. Potwierdzają

to również wyniki badań własnych prowadzonych na grupie osób starszych wskazujące, że odpowiednio zaplanowany i stopniowo progresowany trening fizyczny może istotnie wpływać na zwiększenie progu bólu i tolerancji na ból.

Z kolei wyniki badań własnych dotyczące treningu ogólnorozwojowego mogą wskazywać, że zastosowana interwencja ruchowa istotnie wpłynęła na adaptację przeciwbólową. Uczestniczki badania uzyskały istotnie wyższą wartość w zakresie tolerancji na ból badanej na obu rękach. Oznacza to, że ćwiczenia ogólnorozwojowe angażujące duże grupy mięśniowe prowadzą do pełniejszych zmian związanych z aktywacją zstępujących mechanizmów hamujących, które ograniczają napływ bodźców bólowych, wpływając w ten sposób na ich subiektywne odczuwanie. Natomiast wyniki progu bólu nie wykazały istotności statystycznej, co może wskazywać, że trening ogólnorozwojowy nie stanowił wystarczającego bodźca, aby wywołać zmiany w zakresie progu odczuwanego bólu. Opracowania innych badaczy dowodzą, że po długoterminowym programie treningowym zaobserwowano zmiany w progu bólu, jednak liczba dostępnych badań jest ograniczona. Może to utrudniać porównanie wyników badań własnych z wynikami innych autorów. Podobne założenia metodologiczne w swojej pracy wykorzystali Santos i wsp. (2025) realizując 16-tygodniowy program treningowy 3 razy w tygodniu. Uczestniczki badania zostały podzielone na dwie grupy, z których pierwsza realizowała ćwiczenia koordynacyjne, zwinnościowe i wielostawowe na kończyny górne i dolne, a druga - program o podwójnym zadaniu. Autorzy badania przeprowadzili pomiar progu bólu za pomocą algometru. Analiza wyników wykazała zmiany wartości progu bólu w obu grupach badawczych, natomiast istotny wzrost tego parametru odnotowano jedynie w pierwszej grupie treningowej (Santos i in. 2025). Odnosząc uzyskane rezultaty do wyników badań innych autorów oraz badań własnych, można zauważyć, że pomimo różnic metodologicznych związanych m.in. z charakterystyką badanych grup, zastosowanymi interwencjami oraz procedurami pomiarowymi, obserwowany kierunek zmian pozostaje zbliżony. Może to wskazywać, że regularna aktywność fizyczna sprzyja występowaniu adaptacji przeciwbólowych u osób uczestniczących w programach treningowych.

Uczestniczki opisanych w dysertacji badań realizujące oba rodzaje interwencji treningowej przed rozpoczęciem oraz po zakończeniu programu treningowego dokonały subiektywnej oceny odczuwanego bólu podczas pomiaru progu bólu i tolerancji na ból z wykorzystaniem skali VAS. Uzyskane wyniki wykazały, że trening oporowy istotnie wpływał na zmniejszenie subiektywnego odczuwania bólu. Obserwowany efekt może

wskazywać, że ćwiczenia ukierunkowane na lokalne, lecz intensywne obciążenie mięśniowe przyczyniają się do poprawy siły mięśniowej, kontroli posturalnej oraz stabilizacji ciała. Adaptacje te mogą prowadzić do poprawy sprawności funkcjonalnej osób starszych, co pośrednio może wpływać na obniżenie subiektywnego odczuwania bólu. Natomiast w grupie uczestniczek realizujących trening ogólnorozwojowy nie odnotowano istotnych zmian w zakresie subiektywnej oceny bólu. Brak istotnych efektów może wynikać z relatywnie krótkiego czasu trwania interwencji lub niewystarczającej intensywności zastosowanego programu treningowego. Należy również podkreślić, że percepcja bólu jest zjawiskiem wieloczynnikowym, na które oprócz czynników fizjologicznych wpływają również uwarunkowania psychologiczne, emocjonalne oraz kulturowe.

Badania własne dotyczące wpływu obu rodzajów treningów na sprawność poznawczą u kobiet po 60. roku życia wykazały, że zarówno trening oporowy, jak i ogólnorozwojowy wywierają istotny wpływ na wybrane aspekty funkcji poznawczych, jednak zakres i charakter tych zmian różnią się w zależności od rodzaju zastosowanej interwencji ruchowej. Do badania funkcji poznawczych zastosowano test Stroopa, który ocenia sprawność funkcji wykonawczych. Jest stosowany w neurologii, psychiatrii, psychologii klinicznej oraz w badaniach naukowych. Poprawne wykonanie tego testu wymaga zaangażowania procesów uwagi, przede wszystkim jej funkcji selektywnej, oraz sprawnej kontroli poznawczej, która umożliwia elastyczne dostosowanie się do zmieniających się zasad zadania. Zastosowanie testu Stroopa w badaniu własnym umożliwiło sprawdzenie wpływu interwencji treningowej na funkcje poznawcze. Uzyskane wyniki wskazują, że grupa uczestniczek realizujących trening oporowy wykazała skrócenie czasu wykonania zadania oraz zmniejszenie liczby popełnionych błędów. Skrócenie czasu wykonania zadania może świadczyć o poprawie kontroli poznawczej i selekcji uwagi. Natomiast zmniejszenie liczby popełnionych błędów wskazuje, że trening siłowy wpłynął również na tempo i precyzję wykonania zadania. Może mieć to związek z poprawną techniką wykonywania ćwiczeń siłowych. Ćwiczenia oporowe wymagają koncentracji uwagi, kontroli napięcia mięśniowego oraz bieżącego monitorowania i korygowania prawidłowego wykonania ruchu. Prawidłowe i regularne wykonywanie ćwiczeń oporowych może sprzyjać adaptacyjnym zmianom funkcjonalnym w układzie nerwowym, prowadząc do bardziej efektywnego funkcjonowania poznawczego. Zbliżone wyniki uzyskali Santos i wsp (2020), którzy wykazali, że 12-tygodniowy trening oporowy realizowany trzy razy w tygodniu istotnie wpłynął na skrócenie czasu reakcji oraz zmniejszenie liczby popełnianych błędów

(Santos i in., 2020). Podobne rezultaty w badaniu własnym oraz innych autorów potwierdzają, że trening oporowy może być skutecznym narzędziem w poprawie funkcjonowania poznawczego. Odpowiednie wykonanie ćwiczeń oporowych wymaga uwagi, koncentracji i kontroli techniki, co angażuje procesy poznawcze. Powyższe wyniki sugerują, że krótkotrwały i systematyczny wysiłek fizyczny może prowadzić do poprawy koncentracji i uwagi, a także szybkości przetwarzania informacji u osób starszych. Systematyczny trening oporowy istotnie oddziałuje na osoby zdrowe, jak również z deficytami funkcji poznawczych (Nagamatsu i in., 2012; Busse i in., 2008; Molline-Corlado i in., 2019). Może to sugerować, że trening oporowy angażuje mechanizm odpowiedzialny za usprawnianie funkcji poznawczych. Ćwiczenia oporowe zwiększają koncentrację i kontrolę uwagi, a tym samym korzystnie wpływają na jakość wykonania zadania niezależnie od stanu zdrowia.

Wyniki badań własnych w grupie osób starszych realizujących trening ogólnorozwojowy były porównywalne do tych uzyskanych w grupie realizujących trening oporowy. U uczestniczek realizujących trening ogólnorozwojowy odnotowano istotne skrócenie czasu wykonania zadania, co może wskazywać na poprawę funkcji poznawczych, w szczególności kontroli poznawczej oraz selektywności uwagi. Jednocześnie efekt ten charakteryzował się wyższym poziomem istotności statystycznej w grupie realizującej trening ogólnorozwojowy ( $p < 0,001$ ) niż w grupie uczestniczek wykonujących trening oporowy ( $p < 0,05$ ). Może to sugerować, że trening ogólnorozwojowy, charakteryzujący się większą różnorodnością bodźców ruchowych, zmianą pozycji ciała, oraz elementami równowagi, wpływa na procesy odpowiedzialne za dynamikę przetwarzania informacji oraz elastyczność poznawczą. Tego rodzaju aktywność często wymaga szybkiego dostosowywania reakcji do zmieniających się warunków, co może przekładać się na usprawnienie szybkości reakcji w zadaniach poznawczych. Przegląd wyników dostępnych badań naukowych dostarcza mocnych dowodów odnośnie do wpływu ćwiczeń ogólnorozwojowych na utrzymanie ogólnej kondycji funkcji poznawczych i poprawę pamięci. Ramadhana i wsp. (2024) wykazali, że krótkoterminowa, lecz intensywna interwencja treningowa korzystnie oddziałuje na funkcje poznawcze (Ramadhana i in., 2024). Autorzy tego badania zastosowali test Stroopa w celu oceny funkcji poznawczych, a uzyskane wyniki wykazały poprawę selektywnej uwagi oraz szybkości przetwarzania informacji. Poprawa koordynacji oraz szybkości reakcji na zmieniające się bodźce może sugerować zwiększone zaangażowanie procesów poznawczych podczas wykonywania ćwiczeń ruchowych. Może to oznaczać, że ćwiczenia

ogólnorozwojowe mogą być skutecznym narzędziem wspierającym i stabilizującym funkcje pamięciowe oraz ogólną sprawność poznawczą.

W badaniach własnych przeprowadzono analizę zależności między sprawnością funkcjonalną a percepcją bólu u kobiet po 60 roku życia, która wykazała istotności statystyczne zarówno przed rozpoczęciem jak i po zakończeniu interwencji treningowej. Przed rozpoczęciem treningu uczestniczki badania uzyskały istotny wynik w próbie wstawania z krzesła, który korelował z progiem bólu i tolerancją na ból w ręce prawej oraz w próbie „8 stóp wstań i idź” oceniającej zwinność i równowagę, który korelował z tolerancją na ból w ręce lewej. Uzyskane wyniki przed treningiem wskazują na istotny lecz słaby związek między wybranymi zmiennymi sprawności funkcjonalnej a progiem bólu i tolerancją na ból. Podobne rezultaty odnotowano po zakończeniu programu treningowego. Uczestniczki badania uzyskały istotny wynik w próbie drapania się po plecach, który korelował z tolerancją na ból zarówno w ręce prawej jak i lewej. W próbie wstawania z krzesła istotny wynik korelował z progiem bólu w obu rękach. Wyniki zależności po zakończeniu programów treningowych wykazały istotny lecz słaby związek między wybranymi zmiennymi sprawności funkcjonalnej a progiem bólu i tolerancją na ból. Brak powtarzalności tych samych zależności po zakończeniu treningu może świadczyć o efekcie zmiany relacji między zmiennymi a zastosowaną aktywnością ruchową. Uzyskane wyniki wskazują, że osoby starsze mające wyższy poziom sprawności funkcjonalnej mogą być mniej wrażliwe na bodźce bólowe. Może to sugerować, że większa siła kończyn dolnych oraz elastyczność kończyn górnych, istotne dla samodzielności i codziennego funkcjonowania osób starszych, wiążą się z progiem bólu i tolerancją na ból. W dostępnej literaturze przedmiotu nie znaleziono porównawczych badań nad zależnościami między sprawnością funkcjonalną mierzoną Senior Fitness Test a percepcją bólu. Kontynuacja badań i dalsze zgłębianie tematu w tym zakresie wydaje się zatem szczególnie ważne i zasadne.

Podsumowując, wyniki badań własnych oraz analiza dostępnej literatury dowodzą, że zarówno trening ogólnorozwojowy jak i trening oporowy istotnie wpłynęły na sprawność funkcjonalną, percepcję bólu i funkcje poznawcze u kobiet powyżej 60 roku życia. Należy jednak podkreślić, że każdy z tych treningów ze względu na swoją specyfikę w różnym stopniu doprowadził do zmian badanych parametrów. Uzyskane wyniki wskazują, że trening oporowy stanowi efektywną formę interwencji ukierunkowanej na poprawę sprawności funkcjonalnej oraz percepcję bólu poprzez podwyższenie progu bólu i tolerancji na ból.

W aspekcie oceny funkcji poznawczych oba zastosowane rodzaje treningu przyczyniły się do poprawy ich działania funkcjonowania, jednak obserwowane efekty miały odmienny charakter. Trening oporowy wpływał przede wszystkim na poprawę koncentracji uwagi oraz precyzji wykonywanych ruchów, natomiast trening ogólnorozwojowy, poprzez większą różnorodność bodźców ruchowych oraz uwzględnienie elementów równowagi i koordynacji, mógł w większym stopniu oddziaływać na szybkość reakcji podczas realizacji zadania. Analiza zależności między sprawnością funkcjonalną a percepcją bólu wykazała istotne, ale słabe korelacje. Pomimo tego uzyskane wyniki badań wskazują, że poziom sprawności funkcjonalnej wpływa na poziom progu bólu i tolerancji na ból u kobiet po 60. roku życia.

Poszerzenie wiedzy na temat czynników wpływających na motywację oraz poziom zaangażowania osób starszych w podejmowanie aktywności fizycznej ma istotne znaczenie dla osób w wieku senioralnym. Dodatkowo, umożliwi opracowanie i wdrożenie procedur ukierunkowanych na zwiększenie uczestnictwa osób w okresie późnej dorosłości w aktywnościach fizycznych (Tao i in., 2025). Literatura przedmiotu dostarcza wprawdzie szeroki zakres informacji o różnorodnych formach aktywności wszystkich grup wiekowych, w tym również w populacji osób starszych. Niemniej, treningi zdrowotne podejmowane przez seniorów pozostają nadal obszarem wymagającym pogłębionych i aktualizowanych badań. Powyższe w pełni uzasadnia analizę wpływu różnych form treningu zdrowotnego na sprawność funkcjonalną, percepcję bólu oraz funkcje poznawcze.

## 6. Wnioski

1. Trening oporowy stanowi skuteczną formę interwencji ukierunkowaną na poprawę sprawności funkcjonalnej kobiet po 60. roku życia i wykazuje większą skuteczność w tym zakresie w porównaniu z treningiem ogólnousprawniającym.
2. Trening oporowy wpływa korzystnie na percepcję bólu u kobiet po 60. roku życia, przyczyniając się do zwiększenia tolerancji na ból oraz podwyższenia progu bólu w większym stopniu niż trening ogólnousprawniający.
3. Trening ogólnousprawniający wykazuje istotny związek z wybranymi funkcjami poznawczymi u kobiet po 60. roku życia i wywiera korzystniejszy wpływ na ich funkcjonowanie poznawcze w porównaniu z treningiem oporowym.
4. Wyższy poziom sprawności funkcjonalnej kobiet po 60. roku życia pozostaje w istotnym statystycznie związku z większą tolerancją na ból, jednak siła tej zależności jest słaba.

## 7. Piśmiennictwo

1. Aagaard, P., Suetta, C., Caserotti, P., Magnusson, S. P., & Kjær, M. (2010). Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: Strength training as a countermeasure. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(1), 49–64. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01084.x>
2. Abdulla, A., Adams, N., Bone, M., Elliott, A. M., Gaffin, J., Jones, D., Knaggs, R., Martin, D., Sampson, L., Schofield, P., & British Geriatric Society (2013). Guidance on the management of pain in older people. *Age and ageing*, 42 Suppl 1, i1–i57. <https://doi.org/10.1093/ageing/afs200>
3. Ambrose, K. R., & Golightly, Y. M. (2015). Physical exercise as non-pharmacological treatment of chronic pain: Why and when. *Best practice & research. Clinical rheumatology*, 29(1), 120–130. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2015.04.022>
4. Anderson, E., & Durstine, J. L. (2019). Physical activity, exercise, and chronic diseases: A brief review. *Sports Medicine and Health Science*, 1(1), 3–10. <https://doi.org/10.1016/j.smhs.2019.08.006>
5. Angulo, J., el Assar, M., Álvarez-Bustos, A., & Rodríguez-Mañas, L. (2020). Physical activity and exercise: Strategies to manage frailty. *Redox Biology*, 35, Article 101513. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101513>
6. Anno, K., Shibata, M., Ninomiya, T., Iwaki, R., Kawata, H., Sawamoto, R., Kubo, C., Kiyohara, Y., Sudo, N., & Hosoi, M. (2015). Paternal and maternal bonding styles in childhood are associated with the prevalence of chronic pain in a general adult population: the Hisayama Study. *BMC psychiatry*, 15, 181. <https://doi.org/10.1186/s12888-015-0574-y>
7. Ansai, J. H., & Rebelatto, J. R. (2015). Effect of two physical exercise protocols on cognition and depressive symptoms in oldest-old people: A randomized controlled trial. *Geriatrics & Gerontology International*, 15(9), 1127–1134. <https://doi.org/10.1111/ggi.12411>
8. Assa, T., Geva, N., Zarkh, Y., & Defrin, R. (2019). The type of sport matters: Pain perception of endurance athletes versus strength athletes. *European Journal of Pain*, 23(4), 686–696. <https://doi.org/10.1002/ejp.1335>

9. Aydede, M. (2019). Does the International Association for the Study of Pain definition of pain need updating? *Pain Reports*, 4(5), e777. <https://doi.org/10.1097/PR9.0000000000000777>
10. Bartley, E. J., & Fillingim, R. B. (2013). Sex differences in pain: a brief review of clinical and experimental findings. *British journal of anaesthesia*, 111(1), 52–58. <https://doi.org/10.1093/bja/aet127>
11. Basbaum, A. I., Bautista, D. M., Scherrer, G., & Julius, D. (2009). Cellular and molecular mechanisms of pain. *Cell*, 139(2), 267–284. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2009.09.028>
12. Beebe, J. A., Hines, R. W., McDaniel, L. T., & Shelden, B. L. (2013). An isokinetic training program for reducing falls in a community-dwelling older adult: A case report. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 36(3), 143–153.
13. Bielak A. A. (2010). How can we not 'lose it' if we still don't understand how to 'use it'? Unanswered questions about the influence of activity participation on cognitive performance in older age--a mini-review. *Gerontology*, 56(5), 507–519. <https://doi.org/10.1159/000264918>
14. Birnie, K. A., Caes, L., Wilson, A. C., Williams, S. E., & Chambers, C. T. (2014). A practical guide and perspectives on the use of experimental pain modalities with children and adolescents. *Pain management*, 4(2), 97–111. <https://doi.org/10.2217/pmt.13.72>
15. Booth, F. W., Weeden, S. H., & Tseng, B. S. (1994). Effect of aging on human skeletal muscle and motor function. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26(5), 556–560.
16. Borst, S. E., De Hoyos, D. V., Garzarella, L., Vincent, K., Pollock, B. H., Lowenthal, D. T., & Pollock, M. L. (2001). Effects of resistance training on insulin-like growth factor-I and IGF binding proteins. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(4), 648–653. <https://doi.org/10.1097/00005768-200104000-00021>
17. Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J. P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., Lambert, E., Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>

18. Burrows, N. J., Booth, J., Sturnieks, D. L., & Barry, B. K. (2014). Acute resistance exercise and pressure pain sensitivity in young and older adults with knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 22(9), 1292–1299. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.06.002>
19. Busse, A. L., Jacob Filho, W., Magaldi, R. M., Coelho, V. A., Melo, A. C., Betoni, R. A., & Santarém, J. M. (2008). Effects of resistance training exercise on cognitive performance in elderly individuals with memory impairment: Results of a controlled trial. *Einstein*, 6, 402–407.
20. Cabroler-Molina, J., García-García, F. J., Montero-Fernández, N., & Serra-Rexach, J. A. (2025). Effects of exercise interventions in older adults with and without sarcopenia. *Sports*, 13(5), Article 152. <https://doi.org/10.3390/sports13050152>
21. Cacciatore, F., Mazzella, F., Viati, L., Longobardi, G., Magliocca, A., Guadagno, L., Basile, C., Ferrara, N., Rengo, F., & Abete, P. (2013). Physical activity is inversely related to drug consumption in elderly patients with cardiovascular events. *European Review of Aging and Physical Activity*, 10, 151–156. <https://doi.org/10.1007/s11556-013-0130-z>
22. Cadore, E. L., Pinto, R. S., Bottaro, M., & Izquierdo, M. (2014). Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Aging and disease*, 5(3), 183–195. <https://doi.org/10.14336/AD.2014.0500183>
23. Campbell, C. M., & Edwards, R. R. (2012). Ethnic differences in pain and pain management. *Pain Management*, 2(3), 219–230. <https://doi.org/10.2217/pmt.12.7>
24. Cannon, J., Kay, D., Tarpenning, K. M., & Marino, F. E. (2007). Comparative effects of resistance training on peak isometric torque, muscle hypertrophy, voluntary activation and surface EMG between young and elderly women. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 27(2), 91–100. <https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2007.00719.x>
25. Cesari, M., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., Simonsick, E. M., Harris, T. B., Penninx, B. W., Brach, J. S., Tylavsky, F. A., Satterfield, S., Bauer, D. C., Rubin, S. M., Visser, M., Pahor, M., & Health, Aging and Body Composition Study (2009). Added value of physical performance measures in predicting adverse health-related events: results from the Health, Aging And Body Composition Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 57(2), 251–259. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.02126.x>

26. Chen, C., Goldman, D. P., Zissimopoulos, J., Rowe, J. W., & Research Network on an Aging Society. (2018). Multidimensional comparison of countries' adaptation to societal aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(37), 9169–9174. <https://doi.org/10.1073/pnas.1806260115>
27. Chen, N., He, X., Feng, Y., Ainsworth, B. E., & Liu, Y. (2021). Effects of resistance training in healthy older people with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *European Review of Aging and Physical Activity*, 18(1), Article 23.
28. Chen, Y., Shah, S., Chen, Y., Owen, A. J., Ekegren, C. L., Ilic, D., & Gasevic, D. (2025). Barriers to and facilitators of physical activity among community-dwelling older adults: A systematic review. *BMJ Open*, 15(8), e095260. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2024-095260>
29. Chin A Paw, M. J. M., van Uffelen, J. G. Z., Riphagen, I., & van Mechelen, W. (2008). The functional effects of physical exercise training in frail older people: A systematic review. *Sports Medicine*, 38(9), 781–793. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838090-00006>
30. Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Fiatarone Singh, M. A., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., & Skinner, J. S. (2009). American College of Sports Medicine position stand: Exercise and physical activity for older adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(7), 1510–1530. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c>
31. Cohen, M., Quintner, J., van Rysewyk, S., Munglani, R., & Peng, P. (2018). Reconsidering the International Association for the Study of Pain definition of pain. *PAIN Reports*, 3(2), e634. <https://doi.org/10.1097/PR9.0000000000000634>
32. Cotman, C. W., Berchtold, N. C., & Christie, L. A. (2007). Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends in neurosciences*, 30(9), 464–472. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2007.06.011>
33. Courtenay, W. H. (2000). *Constructions of masculinity and their influence on men's well-being*. *Social Science & Medicine*, 50(10), 1385–1401. [https://doi.org/10.1016/S0277-9536\(99\)00390-1](https://doi.org/10.1016/S0277-9536(99)00390-1)
34. Creswell, J. D., Irwin, M. R., Burklund, L. J., Lieberman, M. D., Arevalo, J. M. G., Ma, J., Breen, E. C., & Cole, S. W. (2012). Mindfulness-based stress reduction training reduces loneliness and pro-inflammatory gene expression in older adults: A

- small randomized controlled trial. *Brain, Behavior, and Immunity*, 26(7), 1095–1101.  
<https://doi.org/10.1016/j.bbi.2012.07.006>
35. Das, P., & Horton, R. (2012). Rethinking our approach to physical activity. *The Lancet*, 380(9838), 189–190. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61024-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61024-1)
  36. Davies, B., García, F., Ara, I., Rodríguez-Artalejo, F., Rodríguez-Mañas, L., & Walter, S. (2018). Relationship between sarcopenia and frailty in the Toledo study of healthy aging: A population-based cross-sectional study. *Journal of the American Medical Directors Association*, 19(4), 282–286.  
<https://doi.org/10.1016/j.jamda.2017.09.014>
  37. Day, L., Fildes, B., Gordon, I., Fitzharris, M., Flamer, H., & Lord, S. (2002). Randomised factorial trial of falls prevention among older people living in their own homes. *BMJ*, 325(7356), 128.
  38. de la Coba, P., Montoro, C. I., Reyes Del Paso, G. A., & Galvez-Sánchez, C. M. (2022). Algometry for the assessment of central sensitisation to pain in fibromyalgia patients: a systematic review. *Annals of medicine*, 54(1), 1403–1422.  
<https://doi.org/10.1080/07853890.2022.2075560>
  39. Delgado, D. A., Lambert, B. S., Boutris, N., McCulloch, P. C., Robbins, A. B., Moreno, M. R., & Harris, J. D. (2018). Validation of Digital Visual Analog Scale Pain Scoring With a Traditional Paper-based Visual Analog Scale in Adults. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. Global research & reviews*, 2(3), e088. <https://doi.org/10.5435/JAAOSGlobal-D-17-00088>
  40. Dellaroza, M. S., Pimenta, C. A., Duarte, Y. A., & Lebrão, M. L. (2013). Dor crônica em idosos residentes em São Paulo, Brasil: prevalência, características e associação com capacidade funcional e mobilidade (Estudo SABE) [Chronic pain among elderly residents in São Paulo, Brazil: prevalence, characteristics, and association with functional capacity and mobility (SABE Study)]. *Cadernos de saude publica*, 29(2), 325–334. <https://doi.org/10.1590/s0102-311x2013000200019>
  41. Diehm, C., Allenberg, J. R., Pittrow, D., Mahn, M., Tepohl, G., Haberl, R. L., Darius, H., Burghaus, I., Trampisch, H. J., & German Epidemiological Trial on Ankle Brachial Index Study Group (2009). Mortality and vascular morbidity in older adults with asymptomatic versus symptomatic peripheral artery disease. *Circulation*, 120(21), 2053–2061.  
<https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.865600>

42. Drissi, I., Woods, W. A., & Woods, C. G. (2020). Understanding the genetic basis of congenital insensitivity to pain. *British medical bulletin*, 133(1), 65–78.  
<https://doi.org/10.1093/bmb/ldaa003>
43. Dubin, A. E., & Patapoutian, A. (2010). Nociceptors: The sensors of the pain pathway. *The Journal of Clinical Investigation*, 120(11), 3760–3772.  
<https://doi.org/10.1172/JCI42843>
44. Dzau, V. J., Inouye, S. K., Rowe, J. W., Finkelman, E., & Yamada, T. (2019). Enabling healthful aging for all: The National Academy of Medicine grand challenge in health longevity. *New England Journal of Medicine*, 381(18), 1699–1701.  
<https://doi.org/10.1056/NEJMp1912298>
45. Eberhardt, A. (2011). *Wprowadzenie do fizjologii i metodyki rekreacji ruchowej*. DrukTur.
46. Edwards, R. R., Dworkin, R. H., Sullivan, M. D., Turk, D. C., & Wasan, A. D. (2016). The role of psychosocial processes in the development and maintenance of chronic pain. *The Journal of Pain*, 17(9, Suppl.), T70–T92.  
<https://doi.org/10.1016/j.jpain.2016.01.001>
47. El Tumi, H., Johnson, M. I., Dantas, P. B. F., Maynard, M. J., & Tashani, O. A. (2017). Age-related changes in pain sensitivity in healthy humans: A systematic review with meta-analysis. *European journal of pain (London, England)*, 21(6), 955–964.  
<https://doi.org/10.1002/ejp.1011>
48. Farinatti, P. T., Gerales, A. A., Bottaro, M. F., Lima, M. V., Albuquerque, R. B., & Fleck, S. J. (2013). Effects of different resistance training frequencies on the muscle strength and functional performance of active women older than 60 years. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(8), 2225–2234.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318278f0db>
49. Fernandes, S. G., Sales, W. B., Tavares, D. V., Pereira, D. D. S., Nóbrega, P. V. N., Holanda, C. M. A., & Maciel, A. C. C. (2022). Relationship between Pain, Fear of Falling and Physical Performance in Older People Residents in Long-Stay Institutions: A Cross-Sectional Study. *International journal of environmental research and public health*, 19(19), 12014. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912014>
50. Fernández, I., García-Mollá, A., Oliver, A., Sansó, N., & Tomás, J. M. (2023). The role of social and intellectual activity participation in older adults' cognitive function. *Archives of gerontology and geriatrics*, 107, 104891.  
<https://doi.org/10.1016/j.archger.2022.104891>

51. Fillingim R. B. (2017). Individual differences in pain: understanding the mosaic that makes pain personal. *Pain*, 158 Suppl 1(Suppl 1), S11–S18. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000775>
52. Finnerup, N. B., Kuner, R., & Jensen, T. S. (2021). Neuropathic Pain: From Mechanisms to Treatment. *Physiological reviews*, 101(1), 259–301. <https://doi.org/10.1152/physrev.00045.2019>
53. Fragala, M. S., Cadore, E. L., Dorgo, S., Izquierdo, M., Kraemer, W. J., Peterson, M. D., & Ryan, E. D. (2019). Resistance training for older adults: Position statement from the National Strength and Conditioning Association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(8), 2019–2052. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003230>
54. Fragala, M. S., Cadore, E. L., Dorgo, S., Izquierdo, M., Kraemer, W. J., Peterson, M. D., & Ryan, E. D. (2019). Resistance training for older adults: Position statement from the National Strength and Conditioning Association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(8), 2019–2052. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003230>
55. Frankel, J. E., Bean, J. F., & Frontera, W. R. (2006). Exercise in the elderly: Research and clinical practice. *Clinics in Geriatric Medicine*, 22(2), 239–256. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2005.12.002>
56. Gajos, A., Kujawski, S., Gajos, M., Chatys, Ž., Bogacki, P., Ciesielska, N., & Zukow, W. (2014). Effect of physical activity on cognitive functions in elderly. *Journal of Health Sciences*, 4(8), 91–100.
57. Galvão, D. A., & Taaffe, D. R. (2004). Single- vs. multiple-set resistance training: recent developments in the controversy. *Journal of strength and conditioning research*, 18(3), 660–667.
58. Geneen, L. J., Moore, R. A., Clarke, C., Martin, D., Colvin, L. A., & Smith, B. H. (2017). Physical activity and exercise for chronic pain in adults: an overview of Cochrane Reviews. *The Cochrane database of systematic reviews*, 1(1), CD011279. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011279.pub2>
59. Gerage, A. M., Januário, R. S. B., Nascimento, M. A., Cyrino, E. S., Mayhew, J. L., & Gobbo, L. A. (2013). Impact of 12 weeks of resistance training on physical and functional fitness in elderly women. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 15(2), 145–154. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2013v15n2p145>

60. Gillespie, L. D., Gillespie, W. J., Robertson, M. C., Lamb, S. E., Cumming, R. G., & Rowe, B. H. (2003). Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2003(4), CD000340. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000340>
61. Godhe, M., Andersson, L., Nilsson, J., & Svensson, M. (2025). Short- and long-term effects on physical fitness in older adults. *Geriatrics*, 10(1), 15. <https://doi.org/10.3390/geriatrics10010015>
62. González-Roldán, A. M., Terrasa, J. L., Sitges, C., van der Meulen, M., Anton, F., & Montoya, P. (2020). Age-Related Changes in Pain Perception Are Associated With Altered Functional Connectivity During Resting State. *Frontiers in aging neuroscience*, 12, 116. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.00116>
63. Gopinath, B., Kifley, A., Flood, V. M., & Mitchell, P. (2018). Physical activity as a determinant of successful aging over ten years. *Scientific Reports*, 8(1), 1–6. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28526-3>
64. Grol-Prokopczyk H. (2017). Sociodemographic disparities in chronic pain, based on 12-year longitudinal data. *Pain*, 158(2), 313–322. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000762>
65. Halat, B., Brudz, D., Milewicz, K., Pop, T., & Śliwiński, Z. (2014). Wpływ ćwiczeń ogólnousprawniających na równowagę i chód osób w podeszłym wieku, przebywających w oddziale ZOL w Legnicy. *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego i Narodowego Instytutu Leków*, 1, 84–96.
66. Hart, P. D. (2016). Meeting recommended levels of physical activity and health-related quality of life in rural adults. *Journal of Lifestyle Medicine*, 6(1), 1–6. <https://doi.org/10.15280/jlm.2016.6.1.1>
67. Hasegawa, N., Tsuchiya, S., Tsubouchi, Y., Yamada, T., Shimizu, N., Kato, M., & Mochizuki, M. (2022). A novel method to predict cognition in Japanese elderly using deep learning. *International Journal of Nursing and Clinical Practices*, 9(1), Article 366. <https://doi.org/10.15344/2394-4978/2022/366>
68. Hayflick, L. (2007). Biological aging is no longer an unsolved problem. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1100, 1–13. <https://doi.org/10.1196/annals.1395.001>
69. Helbostad, J. L., Sletvold, O., & Moe-Nilssen, R. (2004). Effects of home exercises and group training on functional abilities in home-dwelling older persons with

- mobility and balance problems: A randomized study. *Aging Clinical and Experimental Research*, 16(2), 113–121. <https://doi.org/10.1007/BF03324539>
70. Hunter, G. R., McCarthy, J. P., & Bamman, M. M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Medicine*, 34(5), 329–348. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434050-00005>
  71. International Association for the Study of Pain. (1979). Pain terms: A list with definitions and notes on usage. *Pain*, 6(3), 249–252. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(79\)90046-0](https://doi.org/10.1016/0304-3959(79)90046-0)
  72. Kang, S., Hwang, S., Klein, A. B., & Kim, S. H. (2015). Multicomponent exercise for physical fitness of community-dwelling elderly women. *Journal of physical therapy science*, 27(3), 911–915. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.911>
  73. Kapos, F. P., Craig, K. D., Anderson, S. R., Bernardes, S. F., Hirsh, A. T., Karos, K., Keogh, E., Reynolds Losin, E. A., McParland, J. L., Moore, D. J., & Ashton-James, C. E. (2024). Social Determinants and Consequences of Pain: Toward Multilevel, Intersectional, and Life Course Perspectives. *The journal of pain*, 25(10), 104608. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2024.104608>
  74. Karcz, M., Abd-Elsayed, A., Chakravarthy, K., Aman, M. M., Strand, N., Malinowski, M. N., Latif, U., Dickerson, D., Suvar, T., Lubenow, T., Peskin, E., D'Souza, R., Cornidez, E., Dudas, A., Lam, C., Farrell Ii, M., Sim, G. Y., Sebai, M., Garcia, R., Bracero, L., ... Deer, T. (2024). Pathophysiology of Pain and Mechanisms of Neuromodulation: A Narrative Review (A Neuron Project). *Journal of pain research*, 17, 3757–3790. <https://doi.org/10.2147/JPR.S475351>
  75. Kidd, B. L., & Urban, L. A. (2001). Mechanisms of inflammatory pain. *British Journal of Anaesthesia*, 87(1), 3–11. <https://doi.org/10.1093/bja/87.1.3>
  76. Kostka, T., & Kostka, J. (2011). Trening zdrowotny osób starszych. In *Fizjoterapia w geriatricii* (pp. xx–xx). Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
  77. Kraus, W. E., Powell, K. E., Haskell, W. L., Janz, K. F., Campbell, W. W., Jakicic, J. M., Troiano, R. P., Sprock, K., Torres, A., & Piercy, K. L. (2019). Physical activity, all-cause and cardiovascular mortality, and cardiovascular disease. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51(6), 1270–1281.
  78. Kropacova, S., Mitterova, K., Klobusiakova, P., Brabenec, L., Anderkova, L., Nemcova-Elfmarkova, N., Balazova, Z., Rektor, I., Grmela, R., Svobodová, L., Vaculikova, P., & Rektorova, I. (2019). Cognitive effects of dance-movement intervention in a mixed group of seniors are not dependent on hippocampal

- atrophy. *Journal of neural transmission* (Vienna, Austria : 1996), 126(11), 1455–1463. <https://doi.org/10.1007/s00702-019-02068-y>
79. Kuński, H. (2002). *Trening zdrowotny osób dorosłych*. Medsport Press.
  80. Lai, X., Liao, Y., Chen, J., Zhang, Y., Li, X., Zhang, L., & Liu, X. (2023). Dose–response effects of resistance training on physical function in frail older Chinese adults: A randomized controlled trial. *Frontiers in Physiology*, 14, 1281677. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1281677>
  81. Lampinen, P., Heikkinen, R.-L., Kauppinen, M., & Heikkinen, E. (2006). Activity as a predictor of mental well-being among older adults. *Aging & Mental Health*, 10(5), 454–466. <https://doi.org/10.1080/13607860600640962>
  82. Latham, N. K., Bennett, D. A., Stretton, C. M., & Anderson, C. S. (2004). Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *The Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 59(1), 48–61.
  83. Lautenbacher, S., Peters, J. H., Heesen, M., Scheel, J., & Kunz, M. (2017). Age changes in pain perception: A systematic-review and meta-analysis of age effects on pain and tolerance thresholds. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 75, 104–113. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.01.039>
  84. Lee, J., & Kim, H. J. (2022). Normal Aging Induces Changes in the Brain and Neurodegeneration Progress: Review of the Structural, Biochemical, Metabolic, Cellular, and Molecular Changes. *Frontiers in aging neuroscience*, 14, 931536. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.931536>
  85. Leźnicka, K., Pawlak, M., Białecka, M., Safranow, K., Spieszny, M., & Kłoczek, T. i in. (2016). Ocena progu bólu i tolerancji bólu u sportowców sztuk walki i osób nieuprawiających sportów przy użyciu różnych metod i narzędzi. *ARCH BUDO*, 12
  86. Lin, Y. H., Chen, Y. C., Tseng, Y. C., Tsai, S. T., & Tseng, Y. H. (2020). Physical activity and successful aging among middle-aged and older adults: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Aging*, 12(9), 7704–7716. <https://doi.org/10.18632/aging.103057>
  87. Liu, C.-J., & Latham, N. K. (2011). Can progressive resistance strength training reduce physical disability in older adults? A meta-analysis study. *Disability and Rehabilitation*, 33(2), 87–97.
  88. Lyons, J. L., Smith, J. R., Hitt, J. R., & Naugle, K. M. (2024). The effect of resistance exercise on multimodal pain sensitivity: Local and remote responses. *Physiological Reports*, 12(6), e16123. <https://doi.org/10.14814/phy2.16123>

89. Macera, C. A., Cavanaugh, A., & Bellettiere, J. (2017). State of the art review: Physical activity and older adults. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 11(1), 42–57. <https://doi.org/10.1177/1559827615571897>
90. Marcos-Pardo, P. J., Orquín-Castrillón, F. J., Gea-García, G. M., Menayo-Antúnez, R., González-Gálvez, N., & Vale, R. G. S. (2019). Effects of a moderate to high intensity resistance circuit training on fat mass, functional capacity, muscular strength, and quality of life in elderly: A randomized controlled trial. *Scientific Reports*, 9, 7830. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44329-6>
91. Martinez, L. V., Zanin, A. C., & Tracy, S. J. (2025). Occupational Identification and Assimilation of Pain Work: (Re)Conceptualizing the Experience of Pain at Work as an Embodied, Co-Constructed Process. *Communication Studies*, 1–25. <https://doi.org/10.1080/10510974.2025.2605333>
92. Martín-Rodríguez, A., Dalamitos, A. A., Madrigal-Cerezo, R., Sánchez-Conde, P., Clemente Suárez, V. J., & Tornero Aguilera, J. F. (2025). Move to Remember: The Role of Physical Activity and Exercise in Preserving and Enhancing Cognitive Function in Aging—A Narrative Review. *Geriatrics*, 10(6), 143. <https://doi.org/10.3390/geriatrics10060143>
93. Meints, S. M., & Edwards, R. R. (2018). Evaluating psychosocial contributions to chronic pain outcomes. *Progress in neuro-psychopharmacology & biological psychiatry*, 87(Pt B), 168–182. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2018.01.017>
94. Melzack, R., & Wall, P. D. (1965). Pain mechanisms: A new theory. *Science*, 150(3699), 971–979. <https://doi.org/10.1126/science.150.3699.971>
95. Merskey, H. (1986). Classification of chronic pain: Descriptions of chronic pain syndromes and definitions of pain terms. *Pain, Supplement 3*, S1–S226. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(86\)90070-9](https://doi.org/10.1016/0304-3959(86)90070-9)
96. Miller, J., Gross, A., D'Sylva, J., Burnie, S. J., Goldsmith, C. H., Graham, N., Haines, T., Brønfort, G., & Hoving, J. L. (2010). Manual therapy and exercise for neck pain: a systematic review. *Manual therapy*, 15(4), 334–354.
97. Mollinedo Cardalda, I., López, A., & Cancela Carral, J. M. (2019). The effects of different types of physical exercise on physical and cognitive function in frail institutionalized older adults with mild to moderate cognitive impairment: A randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 83, 223–230. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2019.05.003>

98. Molton, I. R., & Terrill, A. L. (2014). Overview of persistent pain in older adults. *The American psychologist*, 69(2), 197–207. <https://doi.org/10.1037/a0035794>
99. Montalvão, M. T., Dantas, E. H. M., & Gomes, M. C. (2021). Predictive factors of functional mobility in older women after 12 weeks of supervised resistance training. *Geriatrics, Gerontology and Aging*, 15, e021004. <https://doi.org/10.5327/Z2447-2123202120004>
100. Mullins, S., Hosseini, F., Gibson, W., & Thake, M. (2022). Physiological changes from ageing regarding pain perception and its impact on pain management for older adults. *Clinical medicine (London, England)*, 22(4), 307–310. <https://doi.org/10.7861/clinmed.22.4.phys>
101. Nagamatsu, L. S., Handy, T. C., Hsu, C. L., Voss, M., & Liu-Ambrose, T. (2012). Resistance training promotes cognitive and functional brain plasticity in seniors with probable mild cognitive impairment. *Archives of Internal Medicine*, 172(8), 666–668. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2012.379>
102. Nakamoto, K., & Tokuyama, S. (2023). Stress-Induced Changes in the Endogenous Opioid System Cause Dysfunction of Pain and Emotion Regulation. *International journal of molecular sciences*, 24(14), 11713. <https://doi.org/10.3390/ijms241411713>
103. Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., Macera, C. A., & Castaneda-Sceppa, C. (2007). Physical activity and public health in older adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, 116(9), 1094–1105. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185650>
104. Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., Macera, C. A., & Castaneda-Sceppa, C. (2007). Physical activity and public health in older adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(8), 1435–1445. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180616aa2>
105. Norton, R., Galgali, G., Campbell, A. J., Reid, I. R., Robinson, E., Butler, M., et al. (2001). Is physical activity protective against hip fracture in frail older people? *Age and Ageing*, 30(3), 262–264. <https://doi.org/10.1093/ageing/30.3.262>
106. Nyman, S. R. (2018). A multidisciplinary approach to promoting physical activity among older people. In S. R. Nyman et al. (Eds.), *The Palgrave handbook of ageing and physical activity promotion* (pp. 1–20). Palgrave Macmillan.

107. Okolo, C. A., Babawarun, O., & Olorunsogo, T. O. (2024). Cross-cultural perspectives on pain: A comprehensive review of anthropological research. *International Journal of Applied Research in Social Sciences*, 6(3), 303–315. <https://doi.org/10.51594/ijarss.v6i3.888>
108. Parsons, T. J., Sartini, C., Ellins, E., Halcox, J., Smith, K. E., Ash, S., Lennon, L. T., Wannamethee, S. G., Lee, I.-M., Whincup, P. H., & Jefferis, B. J. (2016). Objectively measured physical activity, sedentary time and subclinical vascular disease: Cross-sectional study in older British men. *Preventive Medicine*, 89, 28–34. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.05.031>
109. Patla, A. E., Frank, J. S., & Winter, D. A. (1992). Balance control in the elderly: Implications for clinical assessment and rehabilitation. *Canadian Journal of Public Health*, 83(Suppl. 2), S29–S33.
110. Pedersen, B. K., & Hoffman-Goetz, L. (2000). Exercise and the immune system: Regulation, integration, and adaptation. *Physiological Reviews*, 80(3), 1055–1081. <https://doi.org/10.1152/physrev.2000.80.3.1055>
111. Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2015). Exercise as medicine—Evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(Suppl. 3), 1–72. <https://doi.org/10.1111/sms.12581>
112. Peterson, M. D., Rhea, M. R., Sen, A., & Gordon, P. M. (2010). Resistance exercise for muscular strength in older adults: A meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 9(3), 226–237. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2010.03.004>
113. Piotrowicz, R., Jegier, A., Szalewska, D., Wolszakiewicz, J., Piotrowicz, E., Smolis-Bąk, E., et al. (2017). *Rekomendacje w zakresie realizacji kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej*. AsteriaMed.
114. Pniewska, J., Jaracz, K., Górna, K., & Suwalska, A. (2011). Review article Protective factors of cognitive function in ageing – review paper. *Neuropsychiatria i Neuropsychologia/Neuropsychiatry and Neuropsychology*, 6(3), 166–171.
115. Pola, P., Frezza, A., Gavioli, E. C., Calò, G., & Ruzza, C. (2024). Effects of Stress Exposure to Pain Perception in Pre-Clinical Studies: Focus on the Nociceptin/Orphanin FQ–NOP Receptor System. *Brain Sciences*, 14(9), 936. <https://doi.org/10.3390/brainsci14090936>
116. Popek, A. (2024). Health risks of physical activity in the elderly. *International Scientific Research Group Journal of Arts, Humanities and Social Sciences*, 3(1), 45–52.

117. Porter, M. M., Vandervoort, A. A., & Lexell, J. (1995). Aging of human muscle: Structure, function and adaptability. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 5(3), 129–142. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1995.tb00026.x>
118. Prakash, R. S., Voss, M. W., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2015). Physical activity and cognitive vitality. *Annual Review of Psychology*, 66, 769–797. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010814-015249>
119. Racine, M., Tousignant-Laflamme, Y., Kloda, L. A., Dion, D., Dupuis, G., & Choinière, M. (2012). A systematic literature review of 10 years of research on sex/gender and experimental pain perception - part 1: are there really differences between women and men?. *Pain*, 153(3), 602–618. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2011.11.025>
120. Radaelli, R., Botton, C. E., Wilhelm, E. N., Bottaro, M., Lacerda, F., Gaya, A., Moraes, K., Peruzzolo, A., Brown, L. E., & Pinto, R. S. (2013). Low- and high-volume strength training induces similar neuromuscular improvements in muscle quality in elderly women. *Experimental Gerontology*, 48(8), 710–716. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2013.04.003>
121. Raja, S. N., Carr, D. B., Cohen, M., Finnerup, N. B., Flor, H., Gibson, S., Keefe, F. J., Mogil, J. S., Ringkamp, M., Sluka, K. A., Song, X.-J., Stevens, B., Sullivan, M. D., Tutelman, P. R., Ushida, T., & Vader, K. (2020). The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: Concepts, challenges, and compromises. *PAIN*, 161(9), 1976–1982. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001939>
122. Ramadhana, D. R., Putra, R. P., Sibarani, M. A., Sulistiawati, S., Sari, D. R., Rejeki, P. S., Herawati, L., & Argarini, R. (2024). Short-term multicomponent exercise training improves executive function in postmenopausal women. *PloS one*, 19(8), e0307812. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0307812>
123. Reeves, N. D., Narici, M. V., & Maganaris, C. N. (2004). Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans. *Journal of Applied Physiology*, 96(3), 885–892. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00688.2003>
124. Rehfeld, K., Lüders, A., Hökelmann, A., Lessmann, V., Kaufmann, J., Brigadski, T., Müller, P., & Müller, N. G. (2018). Dance training is superior to repetitive physical exercise in inducing brain plasticity in the elderly. *PloS one*, 13(7), e0196636. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196636>

125. Reid, K. F., & Fielding, R. A. (2012). Skeletal muscle power: A critical determinant of physical functioning in older adults. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 40(1), 4–12. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e31823b5f13>
126. Rhea, M. R., Alvar, B. A., Ball, S. D., & Burkett, L. N. (2002). Three sets of weight training superior to 1 set with equal intensity for eliciting strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(4), 525–529.
127. Riebe, D., Franklin, B. A., Thompson, P. D., Garber, C. E., Whitfield, G. P., Magal, M., & Pescatello, L. S. (2015). Updating ACSM's recommendations for exercise preparticipation health screening. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(11), 2473–2479.
128. Rodríguez-Blanke, R., Nielsen, L. M., Piqueras-Sola, B., Sánchez-García, J. C., Cortés-Martín, C., Reinoso-Cobo, A., & Cortés-Martín, J. (2024). A Systematic Review of Congenital Insensitivity to Pain, a Rare Disease. *Journal of personalized medicine*, 14(6), 570. <https://doi.org/10.3390/jpm14060570>
129. Rodriguez-Mañas, L., Rodríguez-Artalejo, F., & Sinclair, A. J. (2017). The third transition: The clinical evolution oriented to the contemporary older patient. *Journal of the American Medical Directors Association*, 18(1), 8–9.
130. Rose, D. J., Jones, J. C., & Lucchese, N. (2002). Promoting functional independence in older adults at risk for falls. *Journal of Aging and Physical Activity*, 10, 1–19.
131. Sagiv, M. (2007). The role of physical activity in the elderly as primary prevention. *European Review of Aging and Physical Activity*, 4, 59–60.
132. Santos, P. J., Aragão-Santos, J. C., Santos, T. S., Pereira-Monteiro, M. R., DeSantana, J. M., Carvalho, E. Á. N., & Da Silva-Grigoletto, M. E. (2025). Effects of 2 Training Protocols on Aspects of Pain in Older Women With Chronic Low Back Pain: A Randomized Clinical Trial. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 48(1-5), 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2024.09.012>
133. Santos, P. R. P., Cavalcante, B. R., Vieira, A. K. S., Guimarães, M. D., da Silva, A. M. L., Armstrong, A. D. C., Carvalho, R. G. S., Carvalho, F. O., & Souza, M. F. (2020). Improving cognitive and physical function through 12 weeks of resistance training in older adults: A randomized controlled trial. *Journal of Sports Sciences*, 38(17), 1936–1942. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1763740>
134. Scarpina, F., & Tagini, S. (2017). The Stroop Color and Word Test. *Frontiers in psychology*, 8, 557. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00557>

135. Schulz, M., Mayer, C., Schlemm, E., Frey, B. M., Malherbe, C., Petersen, M., Gallinat, J., Kühn, S., Fiehler, J., Hanning, U., Twerenbold, R., Gerloff, C., Cheng, B., & Thomalla, G. (2022). Association of Age and Structural Brain Changes With Functional Connectivity and Executive Function in a Middle-Aged to Older Population-Based Cohort. *Frontiers in aging neuroscience*, *14*, 782738. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.782738>
136. Seco, J., Abecia, L. C., Echevarría, E., et al. (2013). A long-term physical activity training program increases strength and flexibility, and improves balance in older adults. *Rehabilitation Nursing*, *38*(1), 37–47. <https://doi.org/10.1002/rnj.64>
137. Shchaslyvyi, A. Y., Antonenko, S. V., & Telegeev, G. D. (2024). Comprehensive Review of Chronic Stress Pathways and the Efficacy of Behavioral Stress Reduction Programs (BSRPs) in Managing Diseases. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *21*(8), 1077. <https://doi.org/10.3390/ijerph21081077>
138. Sherrington, C., Tiedemann, A., Fairhall, N., Close, J. C. T., & Lord, S. R. (2008). Exercise to prevent falls in older adults: An updated meta-analysis and best practice recommendations. *British Journal of Sports Medicine*, *42*(10), 653–656. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.050806>
139. Singh, M. A. F. (2002). Exercise comes of age: Rationale and recommendations for a geriatric exercise prescription. *The Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, *57*(5), M262–M282. <https://doi.org/10.1093/gerona/57.5.M262>
140. Singh, M. A. F. (2002). Exercise comes of age: Rationale and recommendations for a geriatric exercise prescription. *The Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, *57*(5), M262–M282. <https://doi.org/10.1093/gerona/57.5.M262>
141. Smolarek, A. D. C., Ferreira, L. H., Mascarenhas, L. P., McAnulty, S. R., Varela, K. D., Dangui, M. C., de Barros, M. P., Utter, A. C., & Souza-Junior, T. P. (2016). The effects of strength training on cognitive performance in elderly women. *Clinical Interventions in Aging*, *11*, 749–754. <https://doi.org/10.2147/CIA.S102126>
142. Sousa, A. C., Guerra, R. O., Thanh Tu, M., Phillips, S. P., Guralnik, J. M., & Zunzunegui, M. V. (2014). Lifecourse adversity and physical performance across countries among men and women aged 65-74. *PloS one*, *9*(8), e102299. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102299>

143. Souza, J., da Silva, R. A., da Luz Scheffer, D., Penteado, R., Solano, A., Barros, L., Budde, H., Trostchansky, A., & Latini, A. (2022). Physical-Exercise-Induced Antioxidant Effects on the Brain and Skeletal Muscle. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 11(5), 826. <https://doi.org/10.3390/antiox11050826>
144. Steffl, M., Bohannon, R. W., Sontakova, L., Tufano, J. J., Shiells, K., & Holmerova, I. (2017). Relationship between sarcopenia and physical activity in older people: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Interventions in Aging*, 12, 835–845. <https://doi.org/10.2147/CIA.S132940>
145. Stubbs, B., Binnekade, T., Eggermont, L., Sepehry, A. A., Patchay, S., & Schofield, P. (2014). Pain and the risk for falls in community-dwelling older adults: systematic review and meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 95(1), 175–187.e9. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.08.241>
146. Suryadi, D., Prasetyo, Y., & Hidayat, A. (2024). Exercise for health in old age: A comprehensive review examining the benefits and efficacy of interventions. *Retos*, 55, 88–98. <https://doi.org/10.47197/retos.v55.101234>
147. Svensson, G. L., & Stjernborg, V. (2024). Ageing, social participation, and everyday mobility: Facilitating age-friendly environments. *Journal of Urban Mobility*, 6, Article 100096. <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2024.100096>
148. Tao, M., Li, S., Li, L., Cao, Y., & Zhuang, J. (2025). Impact of physical exercise on health and social interaction in older adults: A meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, 13, 1634313. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1634313>
149. Terra, R. S., Gonçalves da Silva, A., Pinto, V. S., & Dutra, P. M. L. (2012). Effect of exercise on the immune system: Response, adaptation and cell signaling. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 18(3), 208–214.
150. Theou, O., Stathokostas, L., Roland, K. P., Jakobi, J. M., Patterson, C., Vandervoort, A. A., et al. (2011). The effectiveness of exercise interventions for the management of frailty: A systematic review. *Journal of Aging Research*, 2011, Article 569194. <https://doi.org/10.4061/2011/569194>
151. Therakomen, V., Petchlorlian, A., & Lakananurak, N. (2020). Prevalence and risk factors of primary sarcopenia in community-dwelling outpatient elderly: A cross-sectional study. *Scientific Reports*, 10, Article 19551. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75250-y>

152. Thornton, C., Jones, M., & inni. (2024). Athletes and experimental pain: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Pain*, 25(2), 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2023.09.XXX>
153. Tinetti, M. E., Baker, D. I., McAvay, G., Claus, E. B., Garrett, P., Gottschalk, M., et al. (1994). A multifactorial intervention to reduce the risk of falling among elderly people living in the community. *New England Journal of Medicine*, 331(13), 821–827. <https://doi.org/10.1056/NEJM199409293311301>
154. U.S. Department of Health and Human Services. (2008). *Physical activity guidelines for Americans*. Author.
155. Umuhoza, S. M., & Ataguba, J. E. (2018). Inequalities in health and health risk factors in the Southern African Development Community: evidence from World Health Surveys. *International journal for equity in health*, 17(1), 52. <https://doi.org/10.1186/s12939-018-0762-8>
156. Vaegter, H. B., Handberg, G., & Graven-Nielsen, T. (2016). Hypoalgesia After Exercise and the Cold Pressor Test is Reduced in Chronic Musculoskeletal Pain Patients With High Pain Sensitivity. *The Clinical journal of pain*, 32(1), 58–69. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000223>
157. Valenzuela, T. (2012). Efficacy of progressive resistance training interventions in older adults in nursing homes: A systematic review. *Journal of the American Medical Directors Association*, 13(5), 418–428. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2011.11.001>
158. Vincent, K. R., & Braith, R. W. (2002). Resistance exercise and bone turnover in elderly men and women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(1), 17–23. <https://doi.org/10.1097/00005768-200201000-00004>
159. Walker, A., & Maltby, T. (2012). Active ageing: A strategic policy solution to demographic ageing in the European Union. *International Journal of Social Welfare*, 21(Suppl. 1), S117–S130.
160. Wan, Y., & Su, Z. (2024). The impact of resistance exercise training on glycemic control among adults with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Biological Research for Nursing*, 26(4), 597–623. <https://doi.org/10.1177/10998004241246272>
161. Wandner, L. D., Scipio, C. D., Hirsh, A. T., Torres, C. A., & Robinson, M. E. (2012). The perception of pain in others: how gender, race, and age influence pain expectations. *The journal of pain*, 13(3), 220–227. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2011.10.014>

162. Wang, L.-Y., Chen, H.-X., Zhu, H., Hu, Z.-Y., Zhou, C.-F., & Hu, X.-Y. (2024). Physical activity as a predictor of activities of daily living in older adults: A longitudinal study in China. *Frontiers in Public Health*, 12, Article 1444119. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1444119>
163. Wei, L., Hu, Y., Tao, Y., Hu, R., & Zhang, L. (2022). The effects of physical exercise on the quality of life of healthy older adults in China: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 13, Article 895373. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.895373>
164. Weng, W. H., Cheng, Y.-H., Yang, T.-H., Lee, S.-J., Yang, Y.-R., & Wang, R.-Y. (2022). Effects of strength exercises combined with other training on physical performance in frail older adults: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 102, Article 104757. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2022.104757>
165. Williams, A. C. de C., & Craig, K. D. (2016). A science of pain expression? *PAIN*, 157(11), 2393–2397. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000638>
166. Winkelmann, Z. K., Shea, M. E., Granger, K. C., Eberman, L. E., & Games, K. E. (2019). Health behaviors of athletic trainers. *Journal of Sports Medicine and Allied Health Sciences*, 5(2), 150–168. <https://doi.org/10.25035/jsmahs.05.02.02>
167. World Health Organization (2015). World report on ageing and health. World Health Organization. <https://iris.who.int/handle/10665/186463>
168. World Health Organization. (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. World Health Organization.
169. Worm, C. H., Vad, E., Puggaard, L., Stovring, H., Lauritsen, J., Kragstrup, J., et al. (2001). Effects of a multicomponent exercise program on functional ability in community-dwelling, frail older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 9, 414–424.
170. Wróblewska, I., Dziechciaż, M., & Miazga, J. (2024). Aktywność fizyczna osób starszych – uwarunkowania i zalecenia zdrowotne. *Zeszyty Naukowe Collegium Witelona*, 51(2), 63–78.
171. Yam, M. F., Loh, Y. C., Tan, C. S., Khadijah Adam, S., Abdul Manan, N., & Basir, R. (2018). General Pathways of Pain Sensation and the Major Neurotransmitters Involved in Pain Regulation. *International journal of molecular sciences*, 19(8), 2164. <https://doi.org/10.3390/ijms19082164>
172. Yerrakalva, D., Hajna, S., Suhrcke, M., Wijndaele, K., Westgate, K., Khaw, K. T., Wareham, N., Brage, S., & Griffin, S. J. (2023). Associations between change in

physical activity and sedentary time and health-related quality of life in older English adults: The EPIC-Norfolk cohort study. *Health and Quality of Life Outcomes*, 21, Article 60. <https://doi.org/10.1186/s12955-023-02137-7>

173. Zborowski, M. (1952). Cultural components in responses to pain. *Journal of Social Issues*, 8(4), 16–30. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1952.tb01860.x>
174. Zhi, Y., Zhang, Y., Zhang, Y., Zhang, M., & Kong, Y. (2024). Age-associated changes in multimodal pain perception. *Age and Ageing*, 53(5), afae107. <https://doi.org/10.1093/ageing/afae107>
175. Zhou, Y., Wu, W., Zou, Y., Huang, W., Lin, S., Ye, J., & Lan, Y. (2022). Benefits of different combinations of aerobic and resistance exercise for improving plasma glucose and lipid metabolism and sleep quality among elderly patients with metabolic syndrome: A randomized controlled trial. *Endocrine Journal*, 69, Article EJ21-0589. <https://doi.org/10.1507/endocrj.EJ21-0589>

## 8. Spis tabel

|                                                                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. Charakterystyka programów treningowych.....                                                                                                                            | 37 |
| Tabela 2. Charakterystyka badanej próby.....                                                                                                                                     | 40 |
| Tabela 3. Porównanie sprawności funkcjonalnej przed treningiem pomiędzy osobami zakwalifikowanymi do treningu oporowego i ogólnorozwojowego. ....                                | 43 |
| Tabela 4. Wyniki pomiarów percepcji bólu (algometr) oraz skali VAS przed treningiem pomiędzy osobami zakwalifikowanymi do treningu oporowego i ogólnorozwojowego....             | 44 |
| Tabela 5. Porównanie sprawności poznawczej przed treningiem pomiędzy osobami zakwalifikowanymi do treningu oporowego i ogólnorozwojowego. ....                                   | 46 |
| Tabela 6. Porównanie wpływu treningu oporowego i ogólnorozwojowego na sprawność funkcjonalną badanych osób po 60. roku życia.....                                                | 48 |
| Tabela 7. Porównanie wpływu treningu oporowego i ogólnorozwojowego na percepcję bólu wśród badanych kobiet po 60. roku życia. ....                                               | 51 |
| Tabela 8. Porównanie wpływu treningu oporowego i ogólnorozwojowego na sprawność poznawczą badanych kobiet po 60. roku życia. ....                                                | 52 |
| Tabela 9. Analiza korelacji Spearmana pomiędzy sprawnością funkcjonalną a percepcją bólu wśród badanych kobiet po 60. roku życia przed rozpoczęciem programów treningowych. .... | 53 |
| Tabela 10. Analiza korelacji Spearmana pomiędzy sprawnością funkcjonalną a percepcją bólu wśród badanych kobiet po 60. roku życia po zakończeniu programów treningowych. ....    | 54 |

## **Załączniki**

**Załącznik nr 1.** Zgoda Komisji Bioetycznej Okręgowej Izby Lekarskiej nr KB – 10/19 z dnia 26 luty 2019 roku (zgoda na dołączenie do zespołu badawczego z dnia 28 luty 2023 roku).



**KOMISJA BIOETYCZNA**  
przy Okręgowej Izbie Lekarskiej

80-204 Gdańsk  
ul. Sniadeckich 33  
www.komisjabioetyczna.pl

tel. 58 524 32 50  
fax 58 524 32 51  
e-mail: biotetyka@komisjabioetyczna.pl

KB – 10 / 19

Gdańsk, dnia 26 luty 2019 r.

**Główny badacz:** dr hab. Katarzyna Leżnicka

**Miejsce prowadzenia badania:**

Akademia Wychowania Fizycznego i Sportu, Wydział Kultury Fizycznej,  
ul. K. Górskiego 1, 80-336 Gdańsk

**Tytuł badania:** *Wpływ różnych form aktywności fizycznej na ilościowe i jakościowe aspekty odpowiedzi bólowej.*

Komisja Bioetyczna przy OIL w Gdańsku nie zgłasza zastrzeżeń dla przeprowadzenia w/w badania naukowego.

Komisja działa zgodnie z Zasadami Good Clinical Practice.

PRZEWODNICZĄCY  
KOMISJI BIOETYCZNEJ  
przy Okręgowej Izbie Lekarskiej w Gdańsku

*[Signature]*  
Dr hab. n. med. Wojciech Makarewicz