

AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO I SPORTU

IM. JĘDRZEJA ŚNIADECKIEGO W GDAŃSKU

Wydział Kultury Fizycznej



Łukasz Bielawa

***TRENING ZDROWOTNY NORDIC WALKING
A ZMIANY STABILNOŚCI POSTURALNEJ
U KOBIET W WIEKU 60-75 LAT***

/Praca doktorska/

Opiekun naukowy: dr hab. Katarzyna Prusik, prof. AWF i S

Gdańsk 2020

Spis treści

Wstęp.....	4
Rozdział 1. Wybrane zagadnienia treningu zdrowotnego	6
1.1. Trening zdrowotny w prewencji przedwczesnego starzenia się organizmu człowieka.....	6
1.2. Wybrane koncepcje oraz programy prewencyjne ukierunkowane na budowanie pozytywnego zdrowia fizycznego	17
1.3. Korzyści zdrowotne Nordic Walking.....	25
Rozdział 2. Stabilność posturalna człowieka w literaturze przedmiotu	28
2.1. Uwarunkowania stabilności posturalnej	28
2.2. Stabilność posturalna w procesie starzenia się organizmu	36
2.3. Wybrane programy treningu zdrowotnego a stabilność posturalna osób starszych	42
2.4. Kontrola stabilności posturalnej i metody jej oceny	46
Rozdział 3. Założenia metodologiczne badań własnych	52
3.1. Problem badawczy i cel badań	53
3.2. Pytania badawcze i hipotezy	55
3.3. Materiał i metody badawcze	56
3.3.1. Materiał badawczy.....	56
3.3.2. Metody i narzędzia badawcze	61
3.4. Organizacja i przebieg badań	65
Rozdział 4. Wyniki badań i ich omówienie.....	71
4.1. Analiza planu i programu treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking	72
4.1.1. Założenia ogólne eksperymentalnego programu treningu zdrowotnego i zestawienie środków treningowych w 12. tygodniowym cyklu.....	72
4.1.2. Analiza obciążeń treningowych zrealizowanych w eksperymentalnym programie treningu zdrowotnego	75
4.2. Efektywność programu treningowego w zakresie wybranych wskaźników stabilności posturalnej	82
4.2.1. Zmiany sprawności funkcjonalnej kobiet z grupy eksperymentalnej i kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie	84
4.2.2. Zmiany równowagi ciała u kobiet z grupy eksperymentalnej i kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie	87

4.2.3. Analiza porównawcza sprawności funkcjonalnej kobiet trenujących i nietrenujących	95
4.2.4. Analiza porównawcza równowagi ciała kobiet trenujących i nietrenujących	101
4.3. Ocena stabilności posturalnej kobiet w wieku 60-75 lat na podstawie wybranych wskaźników.....	121
4.3.1. Ilościowe i jakościowe sale ocen stabilności posturalnej kobiet w wieku 60-75 lat	122
4.3.2. Ocena kompleksowa stabilności posturalnej kobiet w wieku 60-75 lat.....	126
Dyskusja.....	131
Wnioski	142
Bibliografia	144
Aneks.....	175
Spis tabel.....	179
Spis wykresów	182
Spis rysunków	184
Spis fotografii	185

Wstęp

Dzięki postępowi medycyny obecnie obserwuje się, zarówno w Polsce, jak i na świecie zjawisko wydłużania się średniej długości życia. Według raportu Państwowego Zakładu Higieny dla mężczyzn wynosi 73,6 a dla kobiet 81,6 lat (PZH, 2016). Jednocześnie widoczna jest przewaga kobiet w najstarszej grupie wiekowej, co oznacza feminizację starości (Wieczorowska-Tobis i in., 2011).

W przyjętej perspektywie przez Główny Urząd Statystyczny, obejmującej okres do 2050 r. udział procentowy ludności w wieku 65 lat i więcej w ogólnej liczbie populacji będzie wzrastać. W skali państwa liczebność tej zbiorowości zwiększy się o 5,4 mln do roku 2050. W przyjętej perspektywie znaczący wzrost liczby osób starszych nastąpi już w pierwszych latach prognozy. W 2015 r. procentowy udział ludności powyżej 65 roku życia wynosił 15,8%, natomiast w 2025 r. wzrośnie do poziomu 21,7%. Dynamika omawianego procesu utrzyma się do końca przyjętej prognozy – w 2050 r. odsetek osób starszych w populacji będzie wynosił 32,7% (GUS, 2014). Powyższe dane skłaniają do szczegółowej analizy zagadnień związanych z procesem starzenia się oraz profilaktyką chorób u osób starszych.

Procesy starzenia się organizmu związane są z postępującym upośledzeniem wszystkich układów fizjologicznych i anatomicznych. W efekcie, wraz z wiekiem obserwuje się zwiększoną dysfunkcję systemów odpowiedzialnych za stabilność posturalną człowieka. Wielu autorów prac naukowych opisało mechanizmy fizjologiczne odpowiedzialne za utrzymanie równowagi ciała (Kochanowicz & Taniewski, 1999; Starosta, 2003) oraz wykazało, że mechanizmy warunkujące poziom funkcji równowagi zanikają wraz z wiekiem (Elia, 1991a; Janczewski & Pierchała, 2003). Głównym skutkiem niestabilności posturalnej są zaburzenia równowagi, które w konsekwencji prowadzą do upadków osób starszych – często tragicznych w skutkach. U osób wieku 50-60 lat obserwuje się problem utraty równowagi u 14% populacji. U siedemdziesięciolatków ryzyko upadku wzrasta średnio o 22%, a w kolejnej dekadzie problem ten dotyka 33% populacji (Teret i in., 1981), co przy starzejących się społeczeństwach Europy, czyni problem prewencji niestabilności posturalnej aktualnym i ważnym o szerokim zasięgu społecznym.

Analiza powyższych informacji statystycznych i naukowych skłania do zwrócenia szczególnej uwagi na poszukiwanie skutecznych programów treningu

zdrowotnego, ukierunkowanych na prewencję upadków, a w szerszym ujęciu – na prewencję niestabilności posturalnej. Przedstawiony problem społeczny zdeterminował sformułowanie celu niniejszej pracy, którym jest określenie zmian we wskaźnikach charakteryzujących stabilność posturalną w 12-tygodniowym cyklu treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking u kobiet w wieku 60-75 lat. Przyjęto założenie, że program treningu zdrowotnego powinien przyjąć formę powszechnie akceptowalną w tej grupie wiekowej oraz uznano, że warunki te spełnia forma Nordic Walking, bazująca na strukturze techniki ruchu opartej na naturalnej lokomocji. Spójnie z przedstawionym problemem i celem pracy, w kolejnych rozdziałach poruszono następujące zagadnienia:

W rozdziale 1. opisano wybrane zagadnienia dotyczące treningu zdrowotnego osób starszych oraz podstawy metodyki jego programowania. Zamieszczono również wybrane programy treningu zdrowotnego ukierunkowane na budowanie pozytywnego zdrowia fizycznego.

W rozdziale 2., związanym bezpośrednio z problematyką stabilności posturalnej scharakteryzowano jej uwarunkowania fizjologiczne oraz programy treningu zdrowotnego ukierunkowanego na prewencję upadków osób starszych. Przybliżono także metody kontroli i oceny stabilności posturalnej. Przedstawienie problemu w układzie trening zdrowotny a stabilność posturalna potwierdza konieczność podejmowania dalszych badań naukowych nad aktywnością fizyczną osób starszych w celu poprawy ich stabilności posturalnej.

W rozdziale 3. przedstawiono założenia metodologiczne badań własnych. Na podstawie sformułowanego problemu badawczego określono cel, pytania badawcze oraz hipotezy. Scharakteryzowano materiał i metody badawcze wraz z opisem narzędzi wykorzystanych podczas badań. Ostatnia część tego rozdziału zawiera opis organizacji i przebiegu eksperymentu.

Wyniki uzyskane podczas 12 –tygodniowego eksperymentalnego cyklu treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking, zestawiono logicznie w rozdziale 4., którego struktura zawiera: analizę treści i obciążeń treningowych zrealizowanych przez grupę eksperymentalną, poziom wybranych wskaźników stabilności posturalnej na początku i końcu cyklu oraz efektywność zastosowanych obciążeń w kształtowaniu stabilności posturalnej. Rozdział 4. zawiera również autorskie opracowanie narzędzia, służącego do praktycznego zastosowania przez instruktora czy trenera w postaci skal ocen (ilościowych i jakościowych) stabilności posturalnej kobiet w wieku 60-75 lat.

Rozdział 1. Wybrane zagadnienia treningu zdrowotnego

W niniejszym rozdziale przedstawiono aktualny stan wiedzy z literatury przedmiotu dotyczący podstaw teoretycznych treningu zdrowotnego. Omówiono zagadnienia dotyczące kierowania i kontroli tego procesu oraz sposoby realizacji treningu zdrowotnego. Przedstawiono również wybrane programy treningu zdrowotnego i ich efektywność w kształtowaniu pozytywnego zdrowia fizycznego.

1.1. Trening zdrowotny w prewencji przedwczesnego starzenia się organizmu człowieka

W ciągu ostatnich lat nasza wiedza w zakresie aktywności fizycznej oraz jej efektów u osób starszych znacznie wzrosła. Na całym świecie osoby starsze stanowią większą część populacji a najszybciej rosnący odsetek to osoby powyżej 85 roku życia. Dla wielu z tych osób aktywność fizyczna stanowi ważną część zapobiegania chorobom, polepszania sprawności fizycznej i psychicznej, a tym samym zachowaniu wysokiego stopnia osobistej niezależności i jakości życia. Korzyści zdrowotne wynikające z aktywności fizycznej są w dużej mierze takie same dla osób starszych, jak i dla innych grup wiekowych. Ludzie, którzy pozostają aktywni, żyją przez dłuższy okres czasu bez niepełnosprawności, a wiele wskazuje na to, że choroby przewlekłe związane ze starzeniem się są częściowo spowodowane brakiem aktywności fizycznej, a nie samym procesem starzenia się organizmu. Na sprawność funkcjonalną osób starszych wpływają czynniki genetyczne, choroby i styl życia, a zróżnicowanie poziomu sprawności między różnymi osobami wzrasta wraz z wiekiem. Badania wykazały, że możliwe jest poprawienie zdrowia i zapobieganie upośledzeniu funkcjonalnemu poprzez aktywność fizyczną wśród osób o niskim poziomie funkcjonalnym i złożonym stanie klinicznym (Frankel i in., 2006; Singh, 2002).

Poprzez działania prozdrowotne o charakterze profilaktyki pierwotnej można wpłynąć na opóźnienie procesów inwolucyjnych oraz utratę samodzielności (Wieczorowska-Tobis & Talarska, 2010). Aktywność fizyczna może być podejmowana w formie systematycznych, zaplanowanych ćwiczeń o charakterze treningu zdrowotnego. Według Kuńskiego „trening zdrowotny jest świadomie kierowanym procesem polegającym na celowym wykorzystaniu ściśle określonych ćwiczeń fizycznych dla uzyskania efektów fizycznych i psychicznych, przeciwdziałających

obniżaniu się zdolności przystosowawczych organizmu do wysiłku” (Kuński, 1985). Taka forma profilaktyki geriatrycznej pozwala na utrzymanie zdrowia, przeciwdziałanie chorobom oraz poprawia jakość życia osób starszych, przyczyniając się do „pomyślnego starzenia się” (ang. *successful aging*). Pomyślne starzenie się zostało zdefiniowane jako zdolność do prowadzenia zdrowego stylu życia stosunkowo wolnego od chorób lub niepełnosprawności (Age UK, 2010), co jest łatwiejsze do uzyskania u osób, które aktywnie angażują się w działania kreujące zdrowie i samopoczucie (Age UK, 2015), np. w proces treningu zdrowotnego.

Wraz z upływem kolejnych dekad życia w organizmie człowieka dochodzi do nieodwracalnych, inwolucyjnych zmian w obrębie układów i narządów. Zmiany patofizjologiczne pogarszają możliwości ich funkcjonowania nie tylko w wyniku procesu starzenia się organizmu, ale również wskutek licznych szkodliwych wpływów działających na człowieka przez całe życie (Wiśniewska-Roszkowska, 1990).

W obrębie funkcjonowania układu krążenia zmniejsza się maksymalny pułap tlenowy o 5-10% na dekadę lat po 30. roku życia. Jest to spowodowane zmniejszeniem maksymalnego tętna, zmniejszoną objętością serca, zmniejszoną różnicą w tętniczo-żylnym oddawaniu tlenu i zmniejszoną objętością wyrzutową. U osób starszych mięsień sercowy reaguje inaczej na maksymalny wysiłek fizyczny niż u osób młodych m.in. ze względu na zmniejszoną frakcję wyrzutową serca. Jednak efekty pod względem funkcji sercowo-naczyniowej są względnie jakościowo i ilościowo podobne u osób starszych w porównaniu z młodszymi ludźmi przy submaksymalnym wysiłku fizycznym (Young, 2006).

Wpływ ćwiczeń aerobowych na czynności układu krążenia u zdrowych osób w podeszłym wieku jest taki sam jak u osób młodszych. Badania wskazują, że wysiłki aerobowe w postaci jazdy na rowerze, pływania i biegania spowodowały wzrost od 10 do 30% VO_2max . Poprawę tłumaczy się zarówno zmianami w funkcji mięśnia sercowego, jak i wpływem na maksymalną objętość wyrzutową i minutową serca oraz funkcję lewej komory (Frankel i in., 2006), co czyni ćwiczenia aerobowe pożądanym składnikiem zdrowego stylu życia osób starszych.

Wraz z wiekiem zmniejsza się również masa mięśniowa, co stopniowo prowadzi do zmniejszenia siły mięśni. Zdrowy 80-letni mężczyzna lub kobieta może stracić 50% swojej pierwotnej masy mięśniowej w niektórych częściach ciała, co skutkuje zmniejszeniem siły mięśniowej. Równolegle do powyższych procesów, zwiększa się magazynowanie tłuszczu i tkanki łącznej w mięśniach szkieletowych. Spadek masy

mięśniowej związany jest ze zmniejszeniem rozmiaru włókien mięśniowych, co z kolei wynika z redukcji neuronów ruchowych rogów brzusznych rdzenia kręgowego. Inne czynniki, takie jak zmiany hormonalne i zmieniona synteza białek, również przyczyniają się do tej regresji. Zmniejszona masa i siła mięśniowa prowadzą do zmian zdolności czynnościowych, takich jak chodzenie. Równolegle ze zmniejszoną masą mięśniową następuje także spadek masy kostnej, co zwiększa ryzyko osteoporozy i złamań spowodowanych upadkami (Porter i in., 1995).

W wielu badaniach trening siłowy, zdefiniowany jako trening z oporem lub przeciw stopniowo rosnącemu obciążeniu, okazał się zapewniać wzrost siły mięśni u osób w podeszłym wieku, nawet w wieku powyżej 90 lat, między 50 a 200% (Latham i in., 2003). W większości badań wzrost siły był tej samej wielkości, co u młodszych ludzi. Główna część wzrostu siły, zarówno u młodych, jak i starszych, obejmuje przede wszystkim adaptację układu nerwowego na początku treningu. Ocena wzrostu siły poprzez biopsje mięśni, tomografię komputerową lub obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego pokazała, że masa mięśni wzrosła (5-10%), a włókna mięśniowe stały się większe (10-30%) (Hunter i in., 2004). Gdy trening siłowy był kontynuowany przez dłuższy okres, do jednego roku, wzrost masy mięśniowej i rozmiaru włókien mięśniowych był jeszcze większy. Niektóre badania nakreśliły również możliwość zachowania uzyskanego przyrostu wytrzymałości, gdy podobnie jak u młodszych osób, zostanie zastosowana systematyczność ćwiczeń w postaci jednej sesji treningowej na tydzień. (Lexell i in., 1995).

Procesy związane ze starzeniem się organizmu wpływają również na równowagę ciała, zakres ruchomości w stawach oraz zdolność prawidłowego chodzenia, zapewniając stabilność posturalną. Zmiany w tych funkcjach oraz ich związek z mobilnością i upadkami spowodowały większe zainteresowanie wpływem aktywności fizycznej na utrzymanie tych funkcji. Równowaga ciała jest funkcją złożoną i zależy od koordynacji informacji z systemów czuciowych i motorycznych w różnych częściach obwodowego i ośrodkowego układu nerwowego (Young, 2006). Badania aktywności fizycznej, często obejmujące kilka różnych rodzajów treningów, wykazały poprawę równowagi ciała i zmniejszenie ryzyka upadków (L. D. Gillespie i in., 2003). Klasyczne już, obszerne amerykańskie badania wieloośrodkowe obejmowały analizę ćwiczeń aerobowych, treningu siłowego, treningu tai chi i gibkości oraz wykazały efekty różnych elementów równowagi ciała, bez ostatecznych ustaleń, jaki rodzaj treningu ma największy pojedynczy efekt (M. E. Tinetti i in., 1994). Mając na celu poprawę

i utrzymanie równowagi ciała, zaleca się ogólne programy ćwiczeń, które obejmują trening siłowy i ćwiczenia aerobowe, a także trening równowagi, gibkości i koordynacji. Zagadnienie treningu równowagi ciała w kontekście stabilności posturalnej zostanie opisane szerzej w rozdziale 2.

Powszechnie wiadomo, że aktywność fizyczna ma znaczny wpływ na różne funkcje psychiczne, co zauważono również w przypadku osób starszych. Większość badań wykazało możliwe korelacje między aktywnością fizyczną a funkcjami poznawczymi, takimi jak pamięć, koncentracja uwagi i czas reakcji (Spirduso i in., 2008). Badania wskazują również na duże różnice w poziomie tych zdolności u osób starszych aktywnych fizycznie w porównaniu z nieaktywnymi (Heyn i in., 2004). Wykazano również, że osoby aktywne fizycznie są mniej narażone na demencję związaną z wiekiem niż osoby z ograniczoną aktywnością (Larson i in., 2006).

Opisany powyżej wpływ treningu zdrowotnego na zdolności motoryczne i funkcje psychiczne przekłada się również na jakość życia związaną ze zdrowiem. Istnieją fakty naukowe potwierdzające, że osoby starsze, które są aktywne fizycznie, wykazują wyższą jakość życia związaną ze zdrowiem niż osoby mniej aktywne oraz że jakość życia związana ze zdrowiem wzrasta w wyniku aktywności fizycznej. Brakuje jednak wiedzy na temat związków między ilością i rodzajem aktywności fizycznej a poprawą jakości życia związanej ze zdrowiem (Acree i in., 2006).

Badania naukowe pokazują, że osoby starsze mają wyższy indeks masy ciała (BMI) ze względu na zwiększoną ilość tkanki tłuszczowej, mniejszą masę i siłę mięśniową, zwłaszcza kończyn dolnych, niższą gęstość mineralną kości, pogorszoną funkcję układu krążenia i układu oddechowego oraz gorsze wyniki funkcji poznawczych niż u ludzi młodych (Bijlsma i in., 2013a, 2013b; Sillanpaa i in., 2014). Inne badania wykazały, że u zdrowych osób starszych o 30-50% mniej neuronów motorycznych unerwia kończyny dolne, w porównaniu z osobami młodszymi, co sugeruje, że przebudowa układu nerwowego jest częścią procesu starzenia (Cambell i in., 1973; Piasecki i in., 2015a, 2015b). Neurony motoryczne oraz włókna mięśniowe nie mogą być zastąpione (Lexell i in., 1988), natomiast funkcję układu krążeniowo-oddechowego, metabolicznego i mięśniowo-szkieletowego można kształtować poprzez aktywność fizyczną.

Wiadomo powszechnie, że osoby starsze o wysokim poziomie sprawności fizycznej wykazują lepsze zdolności adaptacyjne w stosunku do średniej dla swojego wieku kalendarzowego (Rittweger i in., 2009). Zachowują wysoki poziom funkcjonalny

kości, mięśni, układu krążeniowo-oddechowego, metabolicznego i nerwowego, w porównaniu z osobami nieaktywnymi fizycznie w podobnym wieku. Jednocześnie należy podkreślić obniżenie jakości funkcjonowania układów i narządów u osób starszym wieku, nawet u tych, którzy pozostają wyjątkowo aktywni (Degens, Maden-Wilkinson, i in., 2013; Degens, Rittweger, i in., 2013; Ireland i in., 2014; Michaelis i in., 2008; Pearson i in., 2002; Power i in., 2010; Trappe i in., 2013; Wilks i in., 2009), co uczynić może z aktywności fizycznej i jej zdrowotnych efektów funkcję kompensacyjną dla tych elementów, których struktura czy funkcja ulega degradacji wraz z wiekiem.

Słabość oraz niedołęstwo osób starszych (ang. *frailty*) jest określane klinicznie jako zespół geriatryczny, który powstaje wskutek wielu niedoborów w układach i narządach organizmu człowieka. Osoby starsze z niedołęstwem doświadczają poważnych zaburzeń czynności fizycznych i umysłowych, które ograniczają wykonywanie niezbędnych czynności związanych z życiem codziennym. Zespół geriatryczny rozpoznawany jest zwykle według dwóch klasyfikacji: pierwszą jest skala Rockwood'a, która przedstawia słabość jako akumulację „deficytów”, w tym liczbę stosowanych leków, liczbę chorób, częstość interwencji medycznych oraz inne wskaźniki psychospołeczne (Rockwood i in., 2005). Druga klasyfikacja, opisana przez Lindę Fried (Fried i in., 2001), rozpoznaje słabość u tych osób starszych, u których występują co najmniej trzy z następujących pięciu warunków: niekontrolowana utrata wagi, niski poziom aktywności fizycznej, spowolniona prędkość chodu, wyczerpanie oraz osłabienie. Około 10% osób w wieku 65-75 lat i połowa wszystkich osób w wieku powyżej 80 lat cierpi z powodu słabości, co pogarsza ich status społeczny, obniża odporność oraz zwiększa liczbę chorób współistniejących oraz stosowanych leków (Ashfield i in., 2010; Clegg i in., 2013; Syddal i in., 2010; Yao i in., 2011).

Wiadomo również, że zespół geriatryczny dotyka przede wszystkim osób o niskiej sprawności fizycznej, które wykazują niewielką aktywność fizyczną i niską liczbę kontaktów społecznych oraz cierpią na kilka chorób przewlekłych, wymagających opieki lekarskiej (Marengoni i in., 2011). Osoby te, co niezwykle ważne, podatne są na upadki oraz nie odzyskują pełni zdrowia po przebytych chorobach. Równocześnie wiadomo, że słabość jest stanem dynamicznym, w którym ludzie z wysokim poziomem słabości mogą odzyskać niezależność. (Gill i in., 2006; Hardy & Gill, 2004). Odzyskanie samodzielności przez osoby starsze o różnym poziomie zaawansowania słabości może być realizowane przez wdrożenie systemu treningu np. w formie Nordic

Walking, który w sposób bezpieczny, pozwala kształtować równocześnie różne zdolności motoryczne i może stać się efektywnym sposobem odzyskiwania samodzielności przez starszych ludzi.

Tezę tę potwierdzają wyniki badań fizjologicznych: im częściej człowiek jest aktywny fizycznie, tym lepsza jest jego sprawność ogólna i wyższy poziom niezależności. Wynika to z adaptacji układów fizjologicznych: układu nerwowo-mięśniowego w celu koordynacji ruchów, układu krążeniowo-oddechowego w celu skuteczniejszego rozprowadzania tlenu i składników odżywczych w organizmie oraz procesów metabolicznych, w szczególności tych, które regulują metabolizm glukozy

i kwasów tłuszczowych, co łącznie zwiększa ogólny poziom wydolności tlenowej i sprawności fizycznej. Poziom sprawności jest bezpośrednio uzależniony od nawyku ciągłej aktywności fizycznej (Department of Health UK, 2011; Tak i in., 2013).

Tymczasem badania wskazują, że tylko połowa dorosłych i jedna czwarta osób w wieku powyżej 65 lat wykonują minimalny zalecany poziom aktywności fizycznej potrzebny do zachowania zdrowia (Department of Health UK, 2011). Bezczynność ruchowa, jako jedna z głównych przyczyn niskiej sprawności ogólnej i chorób w starszym wieku, jest co najmniej równa skutkom palenia, nadmiernego spożycia alkoholu i otyłości (Booth i in., 2000; Lee i in., 2012). Osoby w wieku 50+ prowadzące siedzący styl życia mają dwukrotnie większe ryzyko przedwczesnego zgonu, niż osoby wykonujące zalecany poziom aktywności fizycznej z uwzględnieniem szeregu czynników ryzyka (w tym wieku i sytuacji społeczno-ekonomicznej) (Nazroo i in., 2008). Istnieje wiele prac potwierdzających wyjątkową rolę aktywności fizycznej w pomyślnym starzeniu się ludzi, gdyż osoby o wysokim poziomie aktywności i sprawności fizycznej mają niższe ryzyko przedwczesnego zgonu (Feldman i in., 2015). Utrzymanie aktywnego stylu życia w wieku średnim i starszym wiąże się z lepszym zdrowiem w podeszłym wieku (Hamer i in., 2014) i osiągnięciem długowieczności (Manini i in., 2006; Stessman i in., 2009). Rozpoczęcie treningu zdrowotnego i rekreacji w wieku średnim bezpośrednio wiąże się ze zdrowym starzeniem się (Sabia i in., 2012; Sun i in., 2010). Jednakże nawet osoby, które rozpoczynają aktywność fizyczną w podeszłym wieku również pozytywnie kreują swoje zdrowie (Berk i in., 2006; Hamer i in., 2014). Aktywność fizyczna zmniejsza ryzyko rozwoju chorób sercowo-naczyniowych i metabolicznych poprzez regulację ciśnienia krwi, poziomu cholesterolu i obwodu talii (Earnest i in., 2013). Przyspieszenie

procesu utleniania kwasów tłuszczowych w mięśniach szkieletowych bezpośrednio wpływa na zmniejszenie ilości tanki tłuszczowej wokół narządów wewnętrznych a obniżenie ciśnienia tętniczego krwi, zmniejsza ryzyko zachorowania na cukrzycę typu 2 i choroby układu sercowo-naczyniowego (Roberts i in., 2013; K. Stewart i in., 2005). Trening zdrowotny osób po incydencie chorobowym jest skutecznym czynnikiem kształtującym sprawność ogólną i wydolność (Bielawa i in., 2012). W obrębie układu nerwowego, regularne ćwiczenia pozwalają utrzymać funkcje poznawcze (Lautenschlager i in., 2008), a także zwiększają liczbę obwodowych neuronów ruchowych kontrolujących pracę kończyn dolnych (Power i in., 2010). Kształtują też równowagę i koordynację ruchową (Niżnikowski i in., 2016) w celu zmniejszenia ryzyka upadków (Franco i in., 2014; L. Gillespie i in., 2012a; L. Rubenstein i in., 2000). Przy samym incydencie upadku, osoby regularnie ćwiczące są mniej narażone na złamania, ponieważ ich kości są trwalsze o wyższej gęstości mineralnej (Ireland i in., 2014). Wśród prac opisujących pozytywne skutki aktywności fizycznej osób starszych należy znaleźć miejsce znajdują również polscy naukowcy (Kortas i in., 2016; Osiński, 2005; Prusik i in., 2016; Kozdroń, 2004).

Zarówno we współczesnym sporcie, jak i treningu zdrowotnym, niezbędne jest zachowanie zasad kierowania i kontroli procesu treningowego. W przypadku sportu wyczynowego celem jest osiągnięcie jak najwyższego wyniku sportowego, w treningu zdrowotnym – osiągnięcie zdrowia i przeciwdziałanie procesom inwolucyjnym. Cele, choć różne, opierają się na tych samych zasadach. Korekta na poziomie jednostki treningowej i mikrocyklu to kontrola bieżąca i operacyjna, na poziomie mezo- i makrocyklu – kontrola okresowa (Ważny, 1989):

- kontrola bieżąca – mierzy reakcje poszczególnych układów na zadane obciążenie, np. pomiar częstości skurczów serca lub oddychania. Pozwala korygować intensywność i ilość wykonywanych ćwiczeń w jednostce treningowej.
- kontrola operacyjna – mierzy zmiany wskaźników informujących o szybkości odnowy i stanu zmęczenia organizmu, np. krzywa wyników prostych testów. Wpływa na korektę wielkości i struktury obciążenia treningowego.
- kontrola okresowa – mierzy sprawność układów i narządów oraz poziom sprawności, np. wyniki testów wykonywane po zakończeniu cyklu treningu zdrowotnego. Pozwala na ewaluację zastosowanego programu treningowego.

Ocena każdego kolejnego cyklu poszerza zasób informacji o prawidłowościach występujących w procesie treningowym. Takie ujęcie problemu daje możliwość optymalnego nim kierowania, odpowiednio do rozwijającego się procesu adaptacji. Kierowanie i kontrola nie jest zbiorem oderwanych instrukcji, ale ciągiem logicznych decyzji optymalizujących proces treningowy. Łańcuch działań powinien zawierać m.in:

- charakterystykę struktury stanu wytrenowania;
- opracowanie modeli działalności treningowej;
- diagnostykę indywidualnych możliwości funkcjonalnych osoby ćwiczącej;
- ustalenie obciążeń, środków i metod treningu;
- planowanie procesu treningu;
- etapowe porównanie wyników rzeczywistych z planowanymi;
- planowanie działań korekcyjnych (Sozański, 1999).

Strukturę tego procesu należy uwzględnić na gruncie specyfiki treningu zdrowotnego. Jego etapy zaproponował Henryk Kuński, który wyróżnił (H. Kuński, 2002):

- etap ćwiczeń początkowych
- etap ćwiczeń entuzjastycznych
- etap ćwiczeń racjonalnych.

Etapowość treningu zdrowotnego ujęta w formułę jak wyżej zwraca uwagę na ciągłe doskonalenie i trwanie w treningu do końca życia.

Trening zdrowotny osób starszych, tak jak trening sportowy, aby był efektywny musi opierać się na konkretnych zasadach i kierunkach działań. Światowa Organizacja Zdrowia zaleca, aby aktywność fizyczna osób starszych opierała się na następujących zasadach:

- indywidualny i grupowy charakter zajęć;
- różnorodność środków treningowych;
- regularność ćwiczeń;
- ćwiczenia powinny sprawiać radość i powodować odprężenie;
- interdyscyplinarny charakter terapii (WHO, 1996a).

Te dość ogólne zalecenia dają wiele możliwości interpretacyjnych, ale analogicznie, jak nie ma jednego leku na wszystkie choroby, tak nie istnieje uniwersalna „recepta ruchowa” na zdrowie.

Jednym z kryteriów budowania struktury programu treningu zdrowotnego jest intensywność bodźca treningowego, który musi uwzględnić indywidualne możliwości wydolnościowe uczestnika zajęć (Jaskólski i in., 2002). Podstawowym parametrem określającym intensywność treningu jest maksymalna częstość skurczów serca (HR_{max}). W celu obliczenia wartości HR_{max} należy zastosować równanie:

$$HR_{max}=220 - \text{wiek w latach}$$

W stosunku do osób starszych, powyższe równanie zaniża wielkość HR_{max} . Skorygowane równanie wygląda następująco (Tanaka i in., 2001):

$$HR_{max}=220 - 0,7 \times \text{wiek w latach}$$

W literaturze spotkamy się również z metodą Karvonena (metoda rezerwy maksymalnej), zalecana w szczególności dla osób z problemami kardiologicznymi (Fortuna, 2008; Jastrzębska & Zatoń, 2014). Równanie określa treningową częstość skurczów serca:

$$HR_{treningowe} = \text{intensywność procentowa treningu} \times (HR_{max} - HR_{sp}) + HR_{sp}$$

Przedstawione wzory mogą być wykorzystane zarówno w praktyce programowania, jak i kontroli procesu treningu zdrowotnego.

Program treningu zdrowotnego musi uwzględniać również stan zdrowia uczestników. Poniżej przedstawiono podstawowe zalecenia, dotyczące programowania treningu zdrowotnego u osób z towarzyszącymi schorzeniami:

- Choroba niedokrwienna serca – programowanie treningu w oparciu o trening wytrzymałościowy (12-13 punktów w skali Borga) oraz siłowy o małej intensywności. W zależności od stanu klinicznego pacjenta stosuje się metodę ciągłą lub przerywaną (interwałową) na bieżni lub cykloergometrze. Uzupełnieniem treningu jest gimnastyka ogólnousprawniająca (Jajor i in., 2013; Łukasik i in., 2011).
- Cukrzyca – zalecany jest wysiłek z wydłużonym czasem trwania o niskiej intensywności. U osób przyjmujących insulinę należy zmniejszyć jej dawkę o 30-50%. Nie zaleca się wysiłku o wysokiej intensywności (Czech i in., 2008).
- POCHP – przewlekła obturacyjna choroba płuc – istotnym środkiem treningowym są ćwiczenia oddechowe, których celem jest kształtowanie siły mięśni oddechowych. Powinny one stanowić integralną część każdej jednostki treningowej bazującej na wysiłkach aerobowych o umiarkowanej intensywności, np. marsze, jazda na rowerze (Lubiński, 2008).

- Osteoporoza – głównym zaleceniem jest stosowanie treningu oporowego z osiowym obciążeniem kości długich w każdej jednostce chorobowej. Jako uzupełnienie należy włączyć ćwiczenia ogólnokondycyjne i wytrzymałościowe (Wolska i in., 2009).

We współczesnym rozumieniu zdrowia, główny nacisk kładzie się na czynniki futurologiczne pozwalające osiągnąć najwyższą możliwą jakość życia w wieku starszym. Ponieważ poszukiwania dróg rozwiązań dla nowoczesnego programowania i kontroli treningu zdrowotnego nie mogły z wielu powodów korzystać z opracowań teorii treningu sportowego, dlatego już w latach 90-tych XX wieku wypracowano nowoczesną koncepcję sprawności ukierunkowanej na zdrowie, zwanej jako Health-Related Fitness (HR-F) (Howley & Franks, 1997; Skinner & Oja, 1994) w której autorzy wyróżniają nie sprawność fizyczną, której poziom jest jednym z elementów struktury rzeczowej treningu sportowego, ale sprawność związaną ze zdrowiem, która również mieści się w ramach struktury rzeczowej procesu treningowego i podlega planowaniu, kontrolowaniu i korekcie. Korzyści zdrowotne wynikające z podjęcia treningu zdrowotnego mają na celu zwiększenie zdolności angażowania się w codzienne czynności z adekwatną energią. Opracowując program treningu w myśl koncepcji HR-F, należy uwzględnić następujące komponenty:

- sprawność morfologiczną;
- sprawność mięśniowo-szkieletową;
- sprawność motoryczną;
- sprawność krążeniowo-oddechową;
- sprawność przemian metabolicznych.

Przedstawione komponenty powinny być uwzględnione przy wyborze metod, form i środków na etapie planowania treningu. Wszystkie posiadają swoiste wskaźniki i kryteria oceny, dlatego można na ich podstawie prowadzić kontrolę procesu treningu zdrowotnego.

W treningu zdrowotnym, podobnie jak w treningu sportowym, należy zwrócić uwagę na pomiary kontrolne przed rozpoczęciem treningu, zwłaszcza obciążeń treningowych i aktualnego poziomu sprawności fizycznej ćwiczących osób. Budowanie programu treningowego osób zdrowych bez przeciwwskazań lekarskich do uczestnictwa w aktywności fizycznej, powinno być oparte o ocenę wydolności tlenowej (Janiszewski & Bittner-Czapińska, 1999). W celu określenia tego wskaźnika wykonuje

się testy oparte o marsz lub wchodzenie na stopień (próba Rhyming Astrand, metoda Margarii), próby na ergometrze rowerowym (PWC_{130}) oraz Senior Fitness Test (Rikli & Jones, 2013a) i test Eurofit dla dorosłych (Eurofit, 1993). Znając poziom sprawności fizycznej uczestnika zajęć można przejść do planowania aktywności fizycznej w którym należy uwzględnić cztery aspekty: rodzaj aktywności fizycznej, częstotliwość, czas trwania oraz intensywność (Brownell i in., 1998). Powyższe wskazania zostały zastosowane w wielu programach treningowych, jednak zbyt ich ogólny charakter skłania do poszukiwań rozwiązań, które będą mogły być rekomendowane do powszechnego stosowania przez osoby starsze.

Dodatkowymi czynnikami, które należy uwzględnić przy planowaniu treningu są przeciwwskazania zdrowotne do udziału w aktywności fizycznej. Dla osób starszych najważniejsze przeciwwskazania bezwzględne to:

- nieoperacyjny, powiększający się tętniak aorty;
- komorowe zaburzenia rytmu indukowane wysiłkiem;
- znacznego stopnia zwężenie aorty;
- krańcowa niewydolność krążenia;
- inna ciężka choroba w krańcowym stadium oraz znaczne zaburzenia (pobudzenie) wywoływane wysiłkiem w demencji i chorobach psychicznych.

Wśród przeciwwskazań względnych należy wymienić chorobę niedokrwienną serca, cukrzycę, stan po udarze mózgu, osteoporozę, depresję, demencję, przewlekłą obturacyjną chorobę płuc, przewlekłą niewydolność nerek, choroby naczyń obwodowych i zmiany zapalno-zwyrodnieniowe układu ruchu. Z biegiem lat postęp medycyny spowodował, że większość powyższych jednostek chorobowych stały się wskazaniem do regularnej aktywności fizycznej, po ustabilizowaniu leczenia oraz poprawie stanu klinicznego pacjenta (Kostka, 2009) w ramach działań określanych jako prewencja wtórna.

Najczęściej zalecanymi formami ruchu dla osób starszych są marsze, jazda na rowerze, pływanie, a także gry zespołowe, ćwiczenia w wodzie, taniec. Preferowane formy treningu to aktywności fizyczne w których ruch jest prosty, cykliczny oraz charakteryzuje się dużą dostępnością dla wszystkich uczestników (Plewa & Markiewicz, 2006). Powszechnie wybieranymi przez osoby starsze formami rekreacyjnymi są marsze (18,7% osób badanych) oraz jazda na rowerze (22,2%).

Zajęcia w formie gimnastyki preferuje 12,3% badanych (Rowiński & Dąbrowski, 2012).

Trening zdrowotny osób starszych przynosi określone korzyści zdrowotne – nie tylko w odniesieniu do pozytywnego działania na układy i narządy, ale również wpływa na styl życia, socjalizację i poczucie sensu. Trening zdrowotny w prewencji przedwczesnego starzenia się zmniejsza ryzyko wystąpienia wielu chorób związanych ze starością oraz procesami inwolucyjnymi, czego dowody przytoczono w tym rozdziale. Jednocześnie należy prowadzić akcje promujące aktywność fizyczną i motywujące osoby starsze do podjęcia trudu treningu zdrowotnego, aby prawdziwym uczynić hasło „dodać życia do lat”.

1.2. Wybrane koncepcje oraz programy prewencyjne ukierunkowane na budowanie pozytywnego zdrowia fizycznego

W celu najskuteczniejszego wykorzystania aktywności fizycznej w promocji zdrowia i profilaktyce chorób przewlekłych, należy zastosować naukowo zweryfikowane programy treningowe, pozwalające określić optymalną dawkę aktywności i jej rodzaj, ściśle dostosowany do aktualnych możliwości zdrowotnych i funkcjonalnych oraz potrzeb biorących w niej udział osób starszych.

Osoby starzejące się zdrowo, fizjologicznie i optymalnie, bez ograniczeń w czynnościach dnia codziennego zazwyczaj są sprawne umysłowo i nierzadko uprawiają aktywność fizyczną (Marchewka i in., 2012). Jednakże ludzi starzejących się optymalnie, czyli zdrowo jest mniejszość. Z drugiej strony coraz więcej państw europejskich, w tym Polska, ukierunkowuje swoją politykę społeczną na profilaktykę gerontologiczną. Już w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku zaczęto zwracać coraz większą uwagę na wysoki związek zależności pomiędzy zachowaniami zdrowotnymi a zdrowiem (Cianciara, 2010; Lexell i in., 1988; Sheridan & Radmacher, 1998). Każdy człowiek w dużej mierze indywidualnie kreuje swoje zdrowie, co w konsekwencji przynosi konkretną jakość życia w wieku starszym. Samo zdrowie jest odzwierciedleniem wcześniejszych zachowań zdrowotnych. Procesy inwolucyjne są naturalnym elementem jego rozwoju, przy czym aktywność fizyczna dozowana w sposób profesjonalny może zahamować to co nieuchronne (Mossakowska i in.,

2012). Stwierdzenie to, bazujące na paradygmacie Lalonde'a z 1974 r., daje ogromny oręż do walki o własne zdrowie każdemu człowiekowi.

Omawiając wybrane programy treningu zdrowotnego należy zdefiniować pojęcie tzw. zdrowia pozytywnego. Autorzy Howley i Frank charakteryzują to zagadnienie w następujący sposób: „celem utrzymania lub uzyskania wysokiego poziomu sprawności fizycznej jest pozytywne zdrowie fizyczne, które warunkuje niskie ryzyko wystąpienia problemów zdrowotnych. Osiągnięcia w zakresie sprawności fizycznej mają na celu uzdolnienie człowieka do pełnego zaangażowania się w codzienne zadania z adekwatną energią i pozwalać na satysfakcjonujące uczestnictwo w wybranych sportach” (Howley & Franks, 1997). W zbliżony sposób inni autorzy określają je jako: „zdolność do podejmowania codziennej aktywności z wigorem i żwawo, oraz takim stanem cech i zdolności, który wskazuje na niskie ryzyko przedwczesnego rozwoju chorób i osłabienia sił w wyniku małej aktywności” (Bouchard i in., 1994).

Budowa skutecznego programu treningu zdrowotnego powinna zawierać najnowsze wyniki badań naukowych i praktyczne wskazówki adekwatne do uwarunkowań społecznych określonej grupy (Bompa & Haff, 2009; Gazmararian i in., 2013). Doniesienia naukowe wskazują, że program treningowy należy realizować w trzech etapach. Do zadań pierwszego etapu zalicza się zgromadzenie podstawowej wiedzy z zakresu teorii i metodyki treningu, praktycznych wskazówek trenerów i przeanalizowanie rozwiązań stosowanych w innych krajach. W drugim etapie należy skonstruować program, który będzie możliwy do zrealizowania przez każdego trenera, który w razie potrzeby będzie mógł zaproponować nowe rozwiązania, które wynikły w trakcie realizacji programu. Trzeci etap, to kontrola efektywności programu poprzez praktyczne zastosowanie w różnych grupach treningowych i różnych środowiskach. W konsekwencji następuje ewaluacja programu (Bondarchuk, 1988; Plowman & Smith, 2013). Tymi właśnie wskazaniem kierował się autor pracy, podczas konstruowania eksperymentalnego programu treningu zdrowotnego dla kobiet w wieku 60-75 lat, będący przedmiotem rozważań dalszej części pracy.

Problem starzenia się polskiego społeczeństwa oraz niska aktywność fizyczna osób starszych wskazuje na konieczność opracowania skutecznych programów zdrowotnych oraz ich upowszechnianie wśród szerszej części omawianej grupy wiekowej. W literaturze przedmiotu możemy odnaleźć liczne badania naukowe ukierunkowane na określenie wpływu aktywności fizycznej na fizjologię organizmu

osób starszych oraz prewencję wielu chorób, jednak wciąż na całym świecie podejmowane są próby skonstruowania programu powszechnie akceptowanego zachęcającego do uczestnictwa w aktywności fizycznej.

Najbardziej aktualne zalecenia dotyczące aktywności fizycznej zostały opublikowane przez Departament Zdrowia i Opieki Społecznej Stanów Zjednoczonych (United States Department of Health and Human Services, 2018). Wytyczne zawierają zalecenia dotyczące aktywności fizycznej dla osób w wieku od 6 lat i starszych oraz dla wszystkich poziomów sprawności fizycznej. Zostały również sporządzone kluczowe zalecenia dla osób dorosłych:

- ćwiczenia aerobowe - zalecany czas tego rodzaju aktywności 150 minut tygodniowo o umiarkowanej intensywności (taniec, jazda na rowerze, szybki spacer, ćwiczenia w wodzie,
- ćwiczenia oporowe - co najmniej dwa razy w tygodniu; ćwiczenia powinny obejmować główne grupy mięśniowe (kończyny dolne, biodra, plecy, klatka piersiowa, brzuch, kończyny górne),
- zalecenia dla osób starszych - w miarę intensyfikacji procesów starzenia się organizmu należy położyć nacisk na sprawność fizyczną, aby zachować zdrowie, niezależność i funkcjonalność. Podczas planowania treningu dla osób starszych należy również zwrócić uwagę na przeprowadzenie właściwej rozgrzewki w celu zapobieganiu urazom i kontuzjom.

Głównym przesłaniem powyższych zaleceń jest regularna aktywność fizyczna trwająca przez całe życie, czego efektem będą długoterminowe korzyści zdrowotne i zmniejszenie ryzyka wielu chorób. Wytyczne te można dostosować do indywidualnych zainteresowań, stylu życia i wyznaczonych celów zdrowotnych.

W ostatnich dekadach powstało wiele koncepcji rozstrzygających kwestię skutecznej dawki aktywności fizycznej w kreowaniu zdrowia. Poszczególne organizacje o światowym zasięgu przedstawiają własne propozycje budowy programu treningowego. Są to jednak zalecenia zbyt ogólne dla racjonalnego przygotowywania programu treningu zdrowotnego dedykowanego specyficznemu odbiorcy, jakim jest starszy człowiek. Tabela 1.1 przedstawia wybrane koncepcje budowy programu treningu zdrowotnego uwzględniającego jego składowe: częstotliwość treningu, intensywność, czas trwania jednostki treningowej, rodzaj treningu oraz wydatek energetyczny.

Tabela 1.1. Charakterystyka wybranych koncepcji budowy programu treningu zdrowotnego (Jegier & Stasiołek, 2001)

Aktywność ruchowa	WHO	Centers for Disease Control and Prevention (CDCP)	American Heart Association (Tanaka, Monahan, i Seals)	American College of Sports Medicine (ACSM)	Europejskie Towarzystwa Naukowe EAS,ESC, ESH	Int.Task Force for Prevention of Coronary Heart Disease IAS
Częstotliwość treningu /tydzień	3 - 5 razy	codziennie	3 - 6 razy	3 - 5 razy	4 - 5 razy	4 - 5 razy
Intensywność ćwiczeń	60-85% max tętna lub 50-75%VO2max	umiarkowana	40-60% max tętna	60-90% max tętna lub 50-85% VO2max	60-75% max tętna	60-75% max tętna
Czas trwania jednostki treningowej	20 - 60 minut	min. 30 minut	30 - 60 minut	20 - 60 minut	30 - 40 minut	20 - 30 minut
Rodzaj zalecanego treningu	wysiłki wytrzymałościowe	wysiłki wytrzymałościowe	wysiłki wytrzymałościowe	wysiłki wytrzymałościowe	wysiłki wytrzymałościowe	
Ćwiczenia oporowe		uzupełnienie	Uzupełnienie min. 2 x w tygodniu 8 -10 zestawów ćwiczeń 10-15 powtórzeń	Uzupełnienie min. 2 x w tygodniu 8 -10 zestawów ćwiczeń 10-12 powtórzeń		
Wydatek energetyczny w czasie ćwiczeń		200 kcal/dz. 1400 kcal/tydz.		minimum 300 kcal/trening		

Wszystkie przedstawione powyżej koncepcje zakładają umiarkowaną intensywność ćwiczeń o charakterze wytrzymałościowym. Zalecany średni czas trwania treningu to 30-40 minut z częstotliwością od kilku razy w tygodniu do codziennej aktywności. Dobrym przykładem formy ruchu, która odpowiada powyższym zaleceniom może być marsz z kijkami Nordic Walking, co było jednym z powodów wybrania właśnie tej formy aktywności fizycznej do realizacji autorskiego programu treningu zdrowotnego, opisanego w dalszej części pracy.

Przykładem programu stosowanego w Polsce jest system gromadzenia punktów zdrowotnych wg Kennetha Coopera (Kuński, 2002). W swojej obecnej formie zaleca się uzyskanie od 50 do 100 punktów zdrowotnych w okresie jednego tygodnia, co jest równoznaczne z wydatkiem energetycznym od 10 do 20 kcal na kilogram masy ciała. Ilość przypisanych punktów wynosi od 10 do 30 w zależności od intensywności treningu oraz przy czasie trwania wysiłku wynoszącym 30 minut. Zalecaną ilość punktów powinno się uzyskać w trzech treningach. System ten wymaga jednak zastosowania skompilowanych obliczeń i dlatego w praktyce trenerskiej niechętnie się z niego korzysta.

Kolejnym przykładem programowania treningu zdrowotnego jest program dwóch poziomów aktywności ruchowej wg Paffenbargera (Kuński, 2002). Charakterystyczną cechą programu jest modyfikacja zaleceń Amerykańskiego Towarzystwa Medycyny Sportowej. Według autora skutecznym obciążeniem treningowym dla osoby o masie ciała 70 kg, w wieku 20-59 lat, jest tygodniowy wysiłek fizyczny o wydatku energetycznym 2000 kcal. Wraz z wiekiem zmniejsza się ilość zalecanego wydatku energetycznego – dla osób w wieku 60-74 lata 1500 kcal, a powyżej 75 roku życia ok. 1000 kcal. W programie regularnej aktywności ruchowej powinny znajdować się ćwiczenia wykonywane codzienne o niskiej intensywności, (poniżej 50% maksymalnego równoważnika metabolicznego MET), ćwiczenia o częstotliwości 3-4 razy w tygodniu o umiarkowanej intensywności (w przedziale 50-85% MET), dodatkowe ćwiczenia siłowe i gibkościowe o częstotliwości 2-3 razy w tygodniu. Program ten wymaga tabeli obciążeń obliczanych dla wielu dyscyplin sportowych i nie jest programem powszechnie akceptowanym w Polsce.

W polskiej literaturze przedmiotu opisywany jest również Program Rekreacji Ruchowej Osób Starszych (PRROS) (Kozdroń, 2004), który został skierowany do osób po 60 roku życia o niskiej aktywności fizycznej. Czas realizacji PRROS wynosi 6 miesięcy i składa się z trzech etapów: kwalifikująco-informacyjny (wprowadzający), regularnych zajęć programowych (główny), szkoleniowo-turystyczny i profilaktyczno-wypoczynkowy (końcowy). W ramach ostatniego etapu przewidziany jest dwutygodniowy wyjazd do ośrodka wczasowego lub sanatorium. Program ma za zadanie przekonać osoby starsze do regularnej aktywności fizycznej, wyposażyć w podstawową wiedzę i umiejętności z zakresu treningu zdrowotnego. Badania potwierdziły dodatnią zależność pomiędzy uczestnictwem w PRROS, poziomem sprawności funkcjonalnej, a odczuwaną jakością życia. Program jest unikalny na terenie

Polski, który funkcjonuje lokalnie, a jego wartość określają efekty zdrowotne jej uczestników (Leś i in., 2018).

W kontekście budowania pozytywnego zdrowia fizycznego wśród polskiego społeczeństwa warto zwrócić uwagę na Narodowy Program Zdrowia. Aktualnie obowiązujący NPZ na lata 2016-2020 określa cele strategiczne, którymi są wydłużenie życia w zdrowiu, kreowanie zdrowia oraz poprawa jakości życia ludności Polski (NPZ, 2016). Jednym z celów strategicznych jest promocja zdrowego i aktywnego starzenia się, czemu odpowiadają główne założenia niniejszej pracy. Osiągnięcie celu możliwe jest poprzez realizację określonych zadań:

- ukierunkowanie polityki senioralnej na jak najdłuższą aktywność społeczną zawodową i rodzinną osób starszych,
- dostosowanie systemu opieki zdrowotnej do potrzeb osób starszych (w tym profilaktyka upadków osób starszych),
- działalność edukacyjna,
- prowadzenie działalności badawczej ukierunkowanej na zdrowie osób starszych.

W zadaniach tych pojawia się w punkcie 2 profilaktyka upadków, rozumiana jako zadanie dla systemu opieki zdrowotnej. Założenia niniejszej pracy koncentrują się wokół takich działań prewencyjnych, które kształtując stabilność posturalną eliminują lub znacząco ograniczają upadki, czym wpisują się w realizację NPZ na lata 2016-2020.

Aktywność fizyczna zalecana jest jako podstawowy element kreowania zdrowia, jednakże na poziomie populacji trudno dostosować jeden program, który w pełni odpowiadałby aktualnym potrzebom zdrowotnym każdego człowieka. Liczne badania potwierdzają: aktywność fizyczna wydłuża życie i ogranicza niedołęstwo. W celu osiągnięcia najwyższej skuteczności treningu, ważne jest, aby podczas jego programowania skupić się na szeregu efektów, a nie tylko na utracie masy ciała. Poprawa zdrowia i mobilności u osób starszych może wystąpić niezależnie od zmian wskaźnika masy ciała (Bruce i in., 2008). Uzyskanie czasu trwania ćwiczeń aerobowych w wymiarze 150min./tydzień o umiarkowanej intensywności jest związane z 30% zmniejszeniem ryzyka zachorowalności, umieralności oraz zależności funkcjonalnej w porównaniu z brakiem aktywności (Chou i in., 2014; Paterson & Warburton, 2010). Trening oparty na marszu 5-7 dni w tygodniu wiąże się z 50-80% mniejszym ryzykiem ograniczenia mobilności (Clark, 1996; Roh & Park, 2013)

oraz z wydłużeniem długości życia o 4 lata, a długość życia wolnego od niepełnosprawności wydłuża się o 2 lata (Ferrucci i in., 1999).

Osobom starszym zaleca się również wykonywanie ćwiczeń mających na celu zwiększenie masy i siły mięśniowej kończyn dolnych w celu przeciwdziałania skutkom sarkopenii, utraty masy mięśniowej wraz z wiekiem (Maden-Wilkinson i in., 2013; Rosenberg, 1997). Umiarkowany i intensywny trening z oporem pomiędzy 60-80% maksymalnych możliwości zwiększa masę, siłę i moc mięśni nawet u osób bardzo słabych i starych (Fiatarone i in., 1990; Harridge i in., 1999). Powyższa kwestia jest ważna, ponieważ mała masa mięśniowa i moc są związane z niepełnosprawnością ruchową w starszym wieku (Dufour i in., 2013; Maden-Wilkinson i in., 2014). Jednocześnie istotne jest kształtowanie siły mięśni zginaczy podszwowych stopy (zwłaszcza miesienia trójgłowego łydki), ponieważ utrata siły i mocy w tej grupie mięśniowej związana jest z mniejszą prędkością chodu (Beijersbergen i in., 2013; Stenroth i in., 2015). Jednocześnie przy tak ukierunkowanym treningu kształtowana jest zdolność równowagi (Orr i in., 2006) i mobilności (Pereira i in., 2012).

Analiza literatury (Forster i in., 2010; Weening-Dijksterhuis i in., 2011) wskazuje, że osoby starsze powinny wykonywać również umiarkowane i intensywne ćwiczenia na kończyny dolne oraz ćwiczenia funkcjonalne, w tym chodzenie, wstawanie z krzesła z częstotliwością 2-3 razy w tygodniu w 45 minutowej sesji treningowej. Wyniki kolejnych badań potwierdzają skuteczność połączenia treningu oporowego z wytrzymałościowym, co jest korzystniejsze niż każdy z tych typów treningu wykonywanych oddzielnie, w celu poprawy mobilności funkcjonalnej, chodzenia, równowagi, zmniejszenia ryzyka upadków oraz ryzyka wystąpienia chorób metabolicznych i sercowo-naczyniowych wśród osób starszych o umiarkowanej niepełnosprawności (Buchner i in., 1997; Davidson i in., 2009). Połączenie treningu kształtującego siłę i wytrzymałość poprawia funkcję mięśni, układu sercowo-oddechowego i metabolicznego, co przekłada się na jakość życia osób starszych (Chin i in., 2004; Holviala i in., 2012; Sillanpaa i in., 2012). Ponadto u słabych osób starszych, 12. miesięczny łączony program treningowy (wytrzymałość, siła, równowaga i gibkość) był bardziej skuteczny niż standardowy trening ukierunkowany na kształtowanie określonych zdolności motorycznych (Molino-Lova i in., 2013) i mobilności funkcjonalnej (Fielding i in., 2007; Pahor i in., 2014) oraz zmniejszał ryzyko niepełnosprawności ruchowej o około 30% (Pahor i in., 2014).

Autorzy wielu prac opisują zachowania zdrowotne osób starszych na wielu płaszczyznach. Najczęściej mają one charakter jednoznaczny, dotyczący m.in. higieny życia, sposobu spędzania wolnego czasu oraz podejmowanej aktywności fizycznej (Bień, 2012; Jachimowicz & Kostka, 2009; Słowińska i in., 2013). Jednakże do tej pory nie zweryfikowano kompleksowych programów, które w sposób tani i dostępny stałyby się podstawą realizacji wśród kobiet po sześćdziesiątym roku życia. Dodatkowo w literaturze przedmiotu coraz częściej uwypukla się rolę aktywności fizycznej w kreowaniu jakości życia. Pojęcie jakości życia odnosi się do wielu płaszczyzn życia człowieka. W kontekście programowania treningu zdrowotnego uwzględnienie tego problemu pozwala na określenie podstawowych sfer, w których osoba ćwicząca powinna podnosić sprawność funkcjonowania (Kozdroń, 2004). Powstała również koncepcja Health Related Quality of Life (HR-QOL) (Amarantos i in., 2001), która wskazuje na korelację pomiędzy zadowoleniem z życia a określonymi parametrami życia (m.in. sprawności fizycznej, stanu emocjonalnego i psychicznego, samooceny zdrowia).

Szybki rozwój technologiczny podczas ostatniej dekady doprowadził do łatwego dostępu do urządzeń wspomagających rekreacyjną aktywność fizyczną. Popularne obecnie smartfony umożliwiają skorzystanie z aplikacji, często darmowych, które zapisują dane biometryczne użytkownika, częstość skurczów serca, temperaturę, a nawet zawartość tlenu we krwi. Inne posiadają również gotowe programy treningowe informujące o konkretnym obciążeniu treningowym do zrealizowania w ciągu dnia. Z doświadczeń autora wynika, że takie urządzenia i aplikacje są coraz powszechniej akceptowane także przez osoby starsze, co z pewnością przełoży się na rozwój tej gałęzi technologii.

W procesie budowania struktury programu treningowego dla osób starszych należy uwzględnić wszystkie aspekty i problemy związane z procesem starzenia się organizmu – m.in. zmiany fizjologiczne, specyfikę psychologiczną i emocjonalną danej grupy, zanik potrzeby ruchu oraz bariera przed wykonywaniem nowych ćwiczeń. Dlatego też, uzasadnione jest poszukiwanie rozwiązań opartych o naturalne, lokomocyjne formy aktywności fizycznej. Kryteria te zawarte są w zajęciach marszowych, zwłaszcza przy użyciu kijków (Nordic Walking), których rosnąca popularność spowodowała utworzenie programów treningowych opartych o tą formę aktywności fizycznej. W kolejnym podrozdziale scharakteryzowano wybrane programy treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking.

1.3. Korzyści zdrowotne Nordic Walking

W poprzednich rozdziałach szczegółowo przedstawiono zarówno programy profilaktyki starzenia się, jaki i koncepcje budowania zdrowia. Wiadomo powszechnie, że należy poszukiwać form ruchu, które są powszechnie akceptowalne przez osoby starsze, proste i efektywne w kształtowaniu elementów sprawności ukierunkowanej na zdrowie. Oczekiwania te mogą być zrealizowane poprzez marsz z kijkami – Nordic Walking.

Wyniki analizy piśmiennictwa wyraźnie identyfikują Nordic Walking jako zdrowy i dobrze akceptowany sposób aktywności fizycznej. Ta forma ruchu może być włączona do codziennego życia osób zdrowych oraz pacjentów w szerokim zakresie chorób, doskonale nadając się do profilaktyki pierwotnej i wtórnej.

Liczne badania wykazały korzyści płynące z Nordic Walking w kształtowaniu wytrzymałości w porównaniu do marszu bez kijków: zwiększenie pułapu tlenowego o 11-23% (Church i in., 2002; Porcari i in., 1997), maksymalnej częstości skurczów serca o 4-18% (Rodgers i in., 1995; G. Stewart, 2014) oraz wydatku energetycznego o 18-22% (Aigner i in., 2004; Jordan i in., 2001). W dłuższej perspektywie prowadzi to do lepszej sprawności układu krążenia i oddechowego, w porównaniu do marszu bez kijków ze względu na większą ilość zaangażowanych grup mięśniowych głównie górnej części ciała.

Nordic Walking można zastosować do wypełnienia pewnej luki w intensywności między chodzeniem a bieganiem. Stanowi alternatywę dla każdego, kto szuka formy ruchu, która zaspokaja potrzeby codziennej aktywności fizycznej z optymalną intensywnością i uzyskaniem korzyści zdrowotnych, przy jednoczesnym przekroczeniu osobistych limitów wysiłku. Dla osób zdrowych, podejmujących aktywność fizyczną, zwykły marsz może być zbyt małym bodźcem treningowym do uzyskania zamierzonych efektów, natomiast bieganie – zbyt dużym, prowadzącym do kontuzji i przetrenowania.

Marsz z kijkami charakteryzuje się aktywnym zaangażowaniem kończyn górnych i dolnych, gwarantując potencjalny wzrost siły pracujących mięśni. Wzrost siły mięśniowej kończyn dolnych, mierzonej testem *wstawanie z krzesła*, o 25,9% (Lee & Park, 2015) oraz 22,4% (Song i in., 2013) odnotowano po 12 tygodniach treningu. Taki sam czas trwania cyklu treningowego przyniósł pozytywne zmiany w zakresie siły skurczu izometrycznego prostowników i zginaczy stawu kolanowego (Ossowski i in.,

2016). Badanie siły mięśniowej kończyny górnej, ocenionej za pomocą testu *zginanie przedramienia*, wykazało jej wzrost o 19,7% po 9 (Parkatti i in., 2012) oraz 11,6% po 12. tygodniach (Takeshima i in., 2013) treningu Nordic Walking. Song i in. ocenili siłę mięśniową za pomocą testu *hand grip*, odnotowując jej wzrost o 11,8% po 12. tygodniach treningu (Song i in., 2013).

W badaniach oceniających wpływ Nordic Walking na równowagę odnotowano poprawę wyników równowagi statycznej po 12. tygodniach treningu w testach: *zasięgu funkcjonalnego* (FRT) (Takeshima i in., 2013), *zasięgu do przodu* (H. S. Lee & Park, 2015) oraz *teście zasięgu do góry* (Kocur i in., 2015). W innych badaniach potwierdzono pozytywny wpływ na równowagę dynamiczną za pomocą testu *wstań i idź*, gdzie odnotowano poprawę w efekcie zrealizowania cykli treningowych o różnym czasie trwania: po 8. (Bieler i in., 2017), 12. (Takeshima i in., 2013) oraz 16. tygodniach (Bieler i in., 2017). Badania wykorzystujące skalę Berga do oceny poziomu równowagi również wykazały pozytywny wpływ Nordic Walking po 6. (Figueiredo i in., 2013) oraz 35. tygodniach (Virág i in., 2015).

Badania wpływu Nordic Walking na zakres ruchomości w stawach ramiennych wykazały jego znaczny wzrost po 12. tygodniach treningu (Takeshima i in., 2013). Wzrost gibkości kończyn dolnych o 175% odnotowano po 9. tygodniowym cyklu treningowym (Kortas i in., 2017). Wykazano również, że Nordic Walking jest bardziej efektywny w porównaniu do marszu bez kijków w celu zwiększenia zakresu ruchomości w stawach kończyn dolnych (Takeshima i in., 2013).

Autorzy opisują również wpływ treningu Nordic Walking na skład ciała i wskaźniki somatyczne. Trening trwający 8 tygodni nie spowodował żadnych istotnych zmian w składzie ciała ocenianego za pomocą impedancji bioelektrycznej (Park & Yu, 2015). Cykl treningowy dłuższy o cztery tygodnie spowodował zmniejszenie masy ciała (Kawamoto i in., 2014), wskaźnika BMI (Ossowski i in., 2016), procentowej zawartości tkanki tłuszczowej (Prusik i in., 2016; Song i in., 2013) oraz obwodu talii (Kawamoto i in., 2014).

Spadek funkcji poznawczych, depresja i obniżenie jakości życia są typowymi objawami związanymi z procesem starzenia się organizmu. Około 40–70% osób starszych cierpi na chroniczne zaburzenia snu, a związane z nimi osłabienie fizyczne, społeczne i psychiczne wpływa na aktywność codziennego życia. Park i Yu po 8. tygodniach treningu Nordic Walking stwierdzili znaczną poprawę w jakości życia oraz snu (Park & Yu, 2015). Znaczną poprawę jakości życia odnotowano, porównując

Nordic Walking z ćwiczeniami wykonywanymi w zamkniętym pomieszczeniu w perspektywie krótko- i długoterminowej (Bieler i in., 2017).

Knobloch i Vogt ocenili bezpieczeństwo Nordic Walking oraz rodzaje urazów występujące podczas zajęć. Wskaźnik kontuzji wynosił 0,926 urazów na 1000 godzin treningu, co jest wynikiem bardzo niskim w porównaniu z innymi formami rekreacji. Najczęstsze urazy dotyczyły przeciążenia więzadeł stawu łokciowego, kciuka oraz urazy stawu skokowego. Badania przeprowadzono na osobach zdrowych. Brakuje danych dotyczących częstości urazów Nordic Walking u pacjentów w różnych jednostkach chorobowych (Knobloch & Vogt, 2006).

Podczas analizy przedstawionych badań naukowych należy wziąć pod uwagę pewne ograniczenia. Po pierwsze, większość ich uczestników to kobiety. W przyszłych badaniach należy rekrutować bardziej zrównoważoną pod względem płci grupę z konkretnym ukierunkowaniem treningu. Po drugie, tylko kilka badań wykonano wykorzystując randomizację oraz określono jednorodność grup na początku cyklu treningowego. W większości prac brakuje również danych szczegółowych na temat intensywności i objętości treningu, co umożliwiłoby ewaluację programu i wprowadzenie adekwatnych zmian w treningu, np. korekt w planach treningowych.

W kontekście tematu niniejszej pracy, szczególnie należy poszukiwać skutecznych programów i metod ukierunkowanych na kształtowanie stabilności posturalnej, a w konsekwencji na prewencję upadków. Strategie profilaktyki upadków główną osią postępowania prewencyjnego czynią trening fizyczny. Jest on najskuteczniejszym ogniwem całej strategii zapobiegania upadkom. W treningu zdrowotnym ukierunkowanym na prewencję upadków, paralelnie z kształtowaniem sprawności funkcjonalnej należy kształtować zdolności koordynacyjne ze szczególnym akcentem na kształtowanie funkcji utrzymania równowagi ciała. Funkcje takie może spełniać program treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking. Nordic Walking, jako powszechnie akceptowana w tej grupie wiekowej forma aktywności fizycznej, oparta o naturalną lokomocję, poprzez swoją specyfikę wykorzystania kijów w trakcie marszu, z jednej strony może stać się skutecznym środkiem kształtowania wytrzymałości i siły mięśniowej, a z drugiej - dodatkowe dwa punkty podparcia zapewniają większą stabilizację, podnosząc komfort utrzymania równowagi i bezpieczeństwo trenujących, które to atrybuty wykorzystano przy programowaniu naszego eksperymentu. Zagadnieniu stabilności posturalnej poświęcony jest kolejny rozdział niniejszej pracy.

Rozdział 2. Stabilność posturalna człowieka w literaturze przedmiotu

Rozdział niniejszy poświęcony jest stabilności posturalnej, jako jednej ze zmiennych wyróżnionej w tytule pracy. Aby zachować precyzję w jej definiowaniu i rozumieniu, poniżej przedstawiono charakterystykę stabilności posturalnej oraz równowagi ciała. Częste modyfikowanie tych pojęć w życiu codziennym, spowodowało zamienne ich stosowanie. Szczególnie literatura anglojęzyczna potwierdza, że takie pojęcia jak stabilność posturalna (*postural stability*), równowaga (*balance*), kontrola postawy ciała (*postural control*) wielu autorów uważa za jednoznaczne. Stabilność posturalna jest pojęciem szerszym w stosunku do równowagi ciała, bardziej rozbudowanym – oznacza zdolność organizmu do odzyskiwania stanu równowagi. W odniesieniu do postawy człowieka, stabilnością określamy zdolność do czynnego przywracania określonej pozycji ciała w przestrzeni, która została utracona na skutek aktywności ruchowej organizmu lub sił zewnętrznych (Błaszczyk & Czerwosz, 2005). Stabilność posturalna ujawnia się w wyniku adekwatnej aktywności mięśni, jako przejaw czynnej reakcji wybranej strategii przeciwdziałającej utracie równowagi (Rogers i in., 2001). Natomiast równowaga ciała w terminologii biomechanicznej, definiowana jest jako zdolność organizmu do utrzymywania środka ciężkości ciała ponad płaszczyznę podparcia (Kostiukow i in., 2009a; Ocetkiewicz i in., 2006). Równowagę ciała można zdefiniować jako stan ciała, w którym stabilizujące siły wewnętrzne (motoryczne efekty działania ośrodkowego i obwodowego układu nerwowego) są równe destabilizującym czynnikom (siłom) zewnętrznym (Kuczyński i in., 2012). Te definicje przyjęto za obowiązujące w obrębie niniejszej pracy.

2.1. Uwarunkowania stabilności posturalnej

Niewielka podstawa podparcia jaką człowiek posiada w pozycji stojącej na dwóch kończynach, znacznie utrudnia utrzymanie stabilności posturalnej, zwłaszcza w stosunku do budowy wielosegmentowej ciała oraz jego wysokości (Kapandji, 2013). Znaczący udział w stabilności posturalnej przypisuje się zdolności równowagi ciała. W literaturze, równowaga ciała najczęściej jest określana jako zdolność do utrzymania rzutu środka ciężkości ciała (COG – ang. *Center of Gravity*) wewnątrz płaszczyzny podparcia określonej przez obrys stóp (de Noronha Ribeiro Daniel i in., 2011).

Równowaga ciała jest zdolnością motoryczną, z grupy zdolności koordynacyjnych, pozwalającą na prawidłowe wykonywanie czynności dnia codziennego oraz skomplikowanych programów motorycznych w sporcie wyczynowym. Pionowa postawa ciała w pozycji stojącej możliwa jest dzięki koordynacji nerwowo-mięśniowej (Fidelus, 1972), a położenie ciała w przestrzeni wymaga zdolności do programowania odpowiednich reakcji motorycznych niezbędnych do kontroli pozycji oraz ruchów ciała (Qiu i in., 2012).

Informacje niezbędne do utrzymanie pozycji ciała w stanie równowagi napływają z trzech wejść sensorycznych: układu przedsionkowego, narządu wzroku oraz receptorów czucia głębokiego. Współdziałanie tych trzech systemów pozwala na utrzymanie równowagi oraz orientację ciała w przestrzeni (Błaszczyk & Czerwosz, 2005; K. Kochanowicz & Taniewski, 1999; Leśniewicz, 1988).

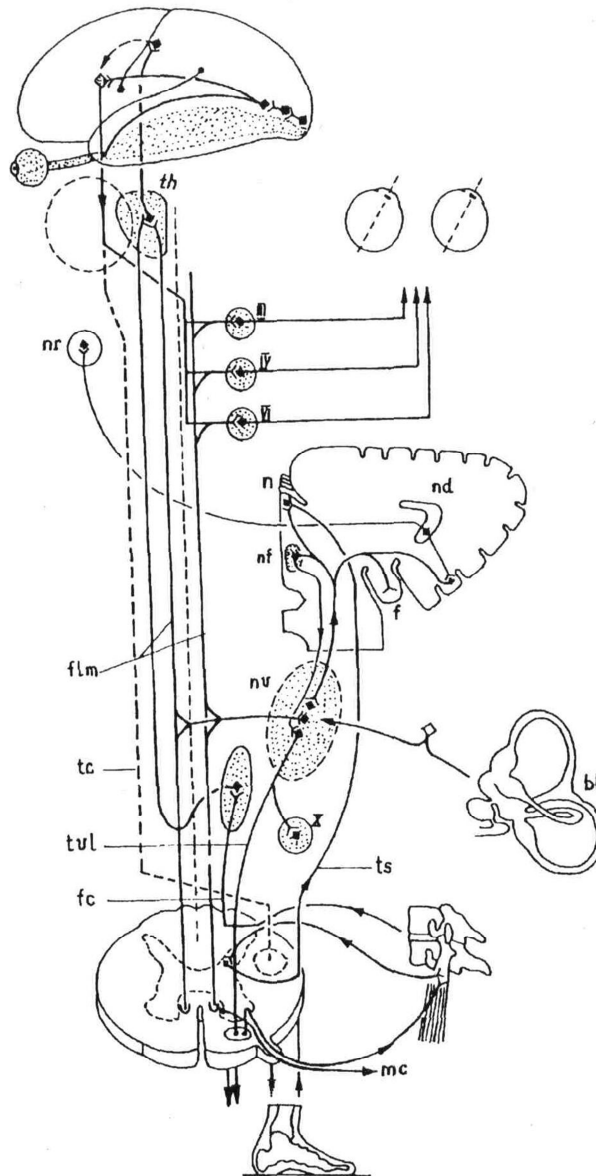
Prawidłowa postawa ciała regulowana jest, zwłaszcza przy skomplikowanych czynnościach ruchowych, przez układ przedsionkowy. Podstawową jego funkcją jest pomiar przyspieszenia liniowego i kąтового ciała (zmiana pozycji ciała względem pola grawitacyjnego) (Golema, 2002). Receptory układu znajdują się w części przedsionkowej ucha wewnętrznego, w którym znajdują się komórki włosowate płamki woreczka i łagiewki oraz grzebienie bańkowe. Narządy przedsionkowe zlokalizowane w błędnikach wysyłają impulsy nerwowe. Prawidłowe funkcjonowanie obu błędników zapewnia prawidłowe utrzymanie równowagi ciała (Kasperczyk i in., 1987).

Z kolei narząd wzroku bierze udział w odbieraniu informacji o orientacji ciała w przestrzeni względem obiektów z otoczenia organizmu. Receptory tego układu zlokalizowane są w siatkówce (czopki i pręciki) oraz w płacie potylicznym mózgowia. Jakość funkcjonowania tego narządu uzależniona jest od podstawowych elementów takich jak: ostrość wzroku, widzenie obwodowe, wrażliwość na kontrast i postrzeganie głębi (Thornby, 1995), co ma wpływ na precyzyjne utrzymanie równowagi ciała.

Natomiast zmysł czucia głębokiego (propriocepcja), określany jako zmysł orientacji ułożenia w przestrzeni części ciała pozwala na kontrolę stanu napięcia mięśniowego, a tym samym na korekcję postawy. Układ propriocepcji odbiera bodźce związane z rozciąganiem, uciskiem oraz ustawieniem względem siebie poszczególnych części ciała. Receptory tego układu są zlokalizowane w mięśniach, ścięgnach, więzadłach oraz torebkach stawowych (Juras, 2003), a reakcja na bodźce z nich wysyłana ma prowadzić do utrzymania równowagi ciała.

Współdziałanie tych systemów przedstawia Rysunek 1, a szczegółowe opisanie połączeń nerwowych narządu równowagi wykracza poza ramy niniejszej pracy. Dlatego też uznano za wystarczające, następujące wyjaśnienie mechanizmu utrzymania równowagi ciała: bodźce odbierane poprzez różne receptory przekazywane są dalej drogami aferentnymi do ośrodkowego układu nerwowego. W ośrodkach czuciowych informacja jest przetwarzana, czego efektem jest powstanie obrazu stanu organizmu. Wrażenia pochodzące z receptorów dotyku, czucia głębokiego, błędnika i wzroku przesyłane są głównie do mózdzku, gdzie są scalane, co wywołuje wrażenie całego ruchu. Obraz ruchu porównywany jest z zadaniem ruchowym w tzw. detektorze uchybu ruchu. Skutkiem tego procesu jest powstanie określonego programu ruchowego i uruchomienie odpowiednich mechanizmów odpowiedzialnych za utrzymanie równowagi (Juras, 2003).

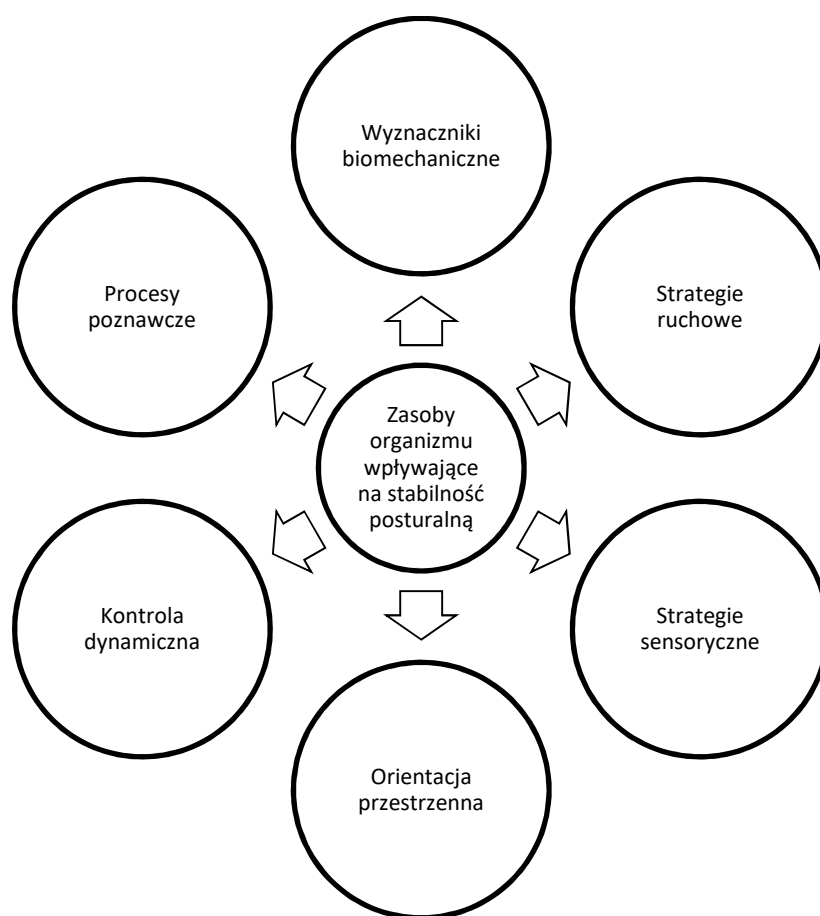
Założenia teoretyczne, dotyczące równowagi ciała są podstawą oceny i leczenia jej zaburzeń (Crutchfield i in., 1989; F. B. Horak, 1990). Powyżej opisano czynniki odpowiedzialne za utrzymanie równowagi ciała, składające się z zestawu odruchów w oparciu o układ przedsionkowy, wzrok oraz receptory czucia głębokiego. Jednak ten prosty pogląd na układ równowagi jest dość ograniczony i może zaledwie częściowo wyjaśniać niewłaściwą ocenę ryzyka upadku i poprawy równowagi (Bloem i in., 2001; Topper i in., 1993), w kontekście uwarunkowań stabilności posturalnej.



bł-błędnik, nv-jądra przedsionkowe, jądra ruchowe nerwów okoruchowych: III-okoruchowego, VI-odwodzącego, X-jądra n. błędnego, nf-jądro wierzchu, nd-jądro zębate, n-grudka, f-kłaczek, th-wzgórze, nr-jądro czerwienne, flm-pęczek podłużny przyśrodkowy, tvl-droga przedsionkowo-rdzeniowa-boczna, fc-pęczek klinowaty, tc-droga korowo-rdzeniowa, ts-drogi rdzeniowo-mózdzkowe, mc-mięśnie szyi.

Rysunek 1. Połączenia nerwowe narządu równowagi (Taniewski, 1993)

Zestawienie sześciu najważniejszych zasobów przy kontroli postawy, utrzymania stabilności posturalnej, przedstawia Rysunek 2. Zaburzenie w jednym lub kilku elementach prowadzi do niestabilności postawy. Zwiększone ryzyko zaburzeń równowagi wraz z wiekiem nie wynika ze starzenia się „układu równowagi”, ale ze zwiększonego prawdopodobieństwa upośledzenia lub patologii w podsystemach fizjologicznych leżących u podstaw złożonej umiejętności utrzymania równowagi (Horak, 2006).



Rysunek 2. Zasoby organizmu wpływające na stabilność posturalną (Horak, 2006)

Złożoność zagadnienia stabilności posturalnej podkreśla charakterystyka najważniejszych zasobów organizmu, wpływających na stabilność posturalną. Są to:

- wyznaczniki biomechaniczne – najważniejszymi biomechanicznymi wyznacznikami dla równowagi ciała są wielkość i jakość podparcia. Wszelkie ograniczenia rozmiaru, siły, zasięgu, bólu lub kontroli stóp wpływają na równowagę ciała (Mary E. Tinetti i in., 1988). Wyznaczniki biomechaniczne wskazują, że równowaga nie jest określoną pozycją, ale przestrzenią

wyznaczoną przez wielkość podstawy podparcia (stopy w postawie stojącej) i ograniczenia zakresu ruchomości w stawach, siły mięśniowej i informacji sensorycznych, dostępnych do wykrycia granic stabilności (McCollum & Leen, 1989).

- strategie ruchowe - (A) Strategia stawu skokowego, w której ciało porusza się w stawie skokowym jako elastyczne, odwrócone wahadło, odpowiednia do utrzymania równowagi ciała przy niewielkich kołysaniach na twardej powierzchni (David A. Winter, 1995). (B) Strategia stawu biodrowego, w której ciało wywiera moment obrotowy na stawy biodrowe, aby szybko przemieszczać COG, jest używana podczas pozycji stojącej, na podłożu mniejszym od pola powierzchni stóp (Held-Ziółkowska, 2006b). Strategia kroku (C) uruchamiana jest podczas zadziałania silnego bodźca destabilizującego postawę, co pozwala na zwiększenie powierzchni podparcia. Osoby w podeszłym wieku, zagrożone upadkiem częściej stosują strategię kroku oraz stawu biodrowego, w porównaniu do osób o niskim ryzyku upadku, stosujących strategię stawu skokowego w celu utrzymania stabilności postawy (Maki i in., 2000).



Rysunek 3. Strategia stawu skokowego (A), strategia stawu biodrowego (B) oraz strategia kroku (C) jako przykłady koordynacji ruchów ciała w przypadku zaburzenia równowagi (Horak, 2006)

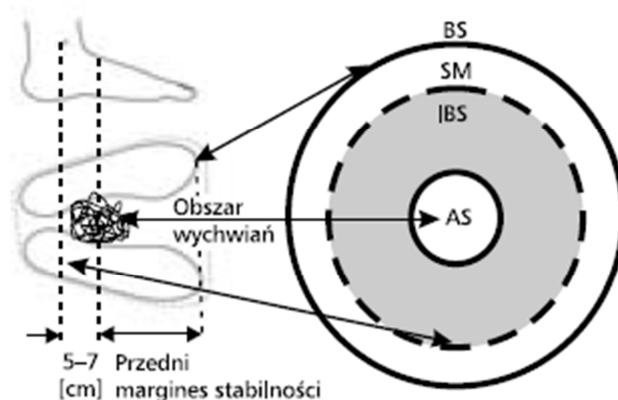
- strategie sensoryczne - informacje sensoryczne z receptorów czucia głębokiego, narządu wzroku i układu przedsionkowego muszą być zintegrowane, w celu interpretowania złożonych środowisk sensorycznych. W dobrze oświetlonym otoczeniu na stabilnym podłożu osoby zdrowe opierają się na informacji proprioceptywnej (70%), wzrokowej (10%) i przedsionkowej (20%). Natomiast

podczas pozycji na niestabilnym podłożu zwiększa się znaczenie informacji docierających z przedsionków oraz wzroku (Peterka, 2002).

- orientacja przestrzenna - kluczowy element stabilności posturalnej w odniesieniu, do grawitacji, pola podparcia, otoczenia oraz informacji sensorycznych. Układ nerwowy automatycznie zmienia sposób, w jaki ciało jest zorientowane w przestrzeni, w zależności od warunków i zadania ruchowego (Karnath i in., 2000).
- kontrola dynamiczna - podczas chodu i przechodzenia z jednej pozycji do drugiej wymagana jest złożona kontrola poruszającego się COG, który nie znajduje się w polu podparcia podczas chodzenia lub zmiany z jednej pozycji do innej (D. A. Winter i in., 1993). Podczas chodu wykorzystywana jest tzw. stabilność boczna, uzależniona od połączenia bocznej kontroli tułowia i bocznej umiejscowienia stóp (Bauby & Kuo, 2000). Starsi ludzie podatni na upadki mają zwykle większe niż normalne boczne przemieszczenia COG i bardziej nieregularne ułożenie bocznych części stóp (Prince i in., 1997).
- procesy poznawcze - wymagane dla utrzymania stabilności posturalnej, ponieważ nawet stanie w ciszy wymaga przetwarzania poznawczego, co zaobserwowano dzięki zwiększonym czasom reakcji u osób stojących w porównaniu z osobami, które siedzą z podparciem. Im trudniejsza do utrzymania jest postawa, tym bardziej włączane są procesy poznawcze; czas reakcji i wydajność w procesie poznawczym zmniejszają się, wraz ze wzrostem trudności postawy (Teasdale & Simoneau, 2001).

Zasoby te wzajemnie współdziałają, kodyfikując odruchowy proces stabilności posturalnej. Jest to proces złożony i wieloczynnikowy, dlatego autor w części empirycznej pracy odwoła się do części wymienionych zasobów: siły mięśniowej jako wyznacznika biomechanicznego, strategii sensorycznych oraz orientacji przestrzennej.

W postawie wyprostowanej rzut środka ciężkości ciała znajduje się w ściśle określonym obszarze powierzchni podparcia tj. około 5 cm w kierunku przednim od kostki bocznej. Utrzymanie COG w tym obszarze odbywa się przy minimalnym wydatku energetycznym i nie wymaga zwiększonej aktywności mięśni. Środek ciężkości w tej pozycji wykonuje nieznaczne ruchy o wychyleniu rzędu kilkunastu milimetrów (Kubiczkowa & Szkup, 1974), co ilustruje heurystyczny model stabilności (Rysunek 4).



Rysunek 4. Heurystyczny model stabilności człowieka. Wyznaczona obwiednią stóp granica stabilności (BS) jest oddzielona od subiektywnej granicy stabilności (IBS) marginesem bezpieczeństwa (SM). Szerokość tego marginesu zmienia się z wiekiem oraz zależy od wydolności układu równowagi (Błaszczyk, 2004)

Powierzchnię granicy stabilności można podzielić na dwa obszary: w obszarze centralnym przywrócenie równowagi ciała odbywa bez konieczności zmiany płaszczyzny podparcia. W przypadku niewielkich bodźców zakłócających równowagę ciała, może być ona przywrócona dzięki skoordynowanej aktywności mięśni stabilizujących staw skokowo-goleniowy bez odrywania stóp od podłoża (strategia stawu skokowego). Drugi obszar, otaczający centralny, charakteryzuje się koniecznością modyfikacji postawy, w celu odzyskania równowagi, np. przez wykonanie kroku (strategia kroku). Jeżeli strategia nie będzie efektywna, destabilizacja ciała kończy się upadkiem. Skuteczność wszystkich strategii przywracania równowagi zdeterminowana jest wielkością bodźca destabilizującego (Błaszczyk & Czerwosz, 2005).

Każdy człowiek ma unikalny zestaw ograniczeń fizjologicznych i zasobów dostępnych do kontrolowania postawy, dlatego zdolność do zachowania stabilności posturalnej będzie zależeć od konkretnej sytuacji, w jakiej znajduje się konkretny organizm. Organizm człowieka starszego charakteryzuje się specyfiką okresu rozwojowego – zwanego inwolucją, która w różnym stopniu i dynamice zmian dotyka również stabilności posturalnej, co jest przedmiotem rozważań kolejnych rozdziałów.

2.2. Stabilność posturalna w procesie starzenia się organizmu

W procesie starzenia się organizmu człowieka dochodzi do stopniowych, nieregularnych zmian inwolucyjnych wszystkich układów i narządów. Z biologicznego punktu widzenia, w starzejącym się organizmie dochodzi do szeregu zmian pośrednio lub bezpośrednio wpływających na stabilność posturalną (Jaskólska & Jaskólski, 2005):

- zmniejszenie się wysokości ciała;
- zwiększenie się zawartości tkanki tłuszczowej a zmniejszenie się masy tkanki mięśniowej;
- zmniejszenie się pojemności życiowej płuc;
- zmiana właściwości układu krążenia (zmniejszenie elastyczności oraz ilości naczyń włosowatych, wzrost ciśnienia tętniczego skurczowe krwi o 25-30%);
- zmniejszenie się podstawowej przemiany materii;
- pogorszenie się termoregulacji;
- pojawienie się bólów w stawach;
- sztywnienie tkanki łącznej;
- pogorszenie się czynności zmysłów;
- zwiększenie się trudności w chodzeniu;
- pogorszenie się stabilności postawy;
- zmniejszenie się warstwy korowej kości o 10% u mężczyzn i do 30% u kobiet;
- zmniejszenie się masy mózgu o około 10%;
- spadek ilości wydzielanej adrenaliny;
- zmniejszenie się koordynacji nerwowo-mięśniowej.

Uwzględniając powyższe, jednym z aktualnych tematów dotyczących starzenia się organizmu jest problematyka zmian stabilności posturalnej wraz z wiekiem. Osoby starsze często zgłaszają problem zawrotów głowy, połączonych z uczuciem niepewności i niestabilności podczas chodu oraz w postawie stojącej (Wojszel, Bień, & Przydatek, 2001). Zaburzenia te są spowodowane procesami miażdżycowymi w naczyniach krwionośnych błędniaka oraz ośrodkowego układu nerwowego, co skutkuje niedotlenieniem tych struktur, a w konsekwencji starzeniem się narządu równowagi, którego rolę w stabilności posturalnej opisano w części początkowej

niniejszego rozdziału. W literaturze podkreśla się również, że dysfunkcja w obrębie narządu równowagi jest wynikiem zmian w obrębie wielu systemów odpowiedzialnych za stabilność posturalną starzejącego się organizmu (Belal & Glorig, 1986). Percepcja wszystkich informacji odbieranych przez narządy zmysłów odpowiedzialnych za utrzymanie równowagi ulega upośledzeniu (Shaffer & Harrison, 2007). Osłabienie funkcji narządu przedsionkowego jest spowodowane zmianami strukturalnymi w układzie nerwowym (zmniejszenie ilości włókien nerwowych oraz komórek nabłonka zmysłowego). U osób starszych pogorszeniu ulega również ostrość widzenia oraz ograniczenie jego pola (Borzym, 2009). Wśród przyczyn pogorszenia równowagi ciała wyróżnia się również ogólną atrofię mięśni, w szczególności zmniejszenie siły kończyn dolnych. Ze względu na lokalizację w mięśniach receptorów czucia głębokiego, zmiany involucyjne w mięśniach są również przyczyną pogorszenia propriocepcji (Gehlsen & Whaley, 1990). Jednocześnie, zmiany w centralnym i obwodowym układzie nerwowym przyczyniają się do zwolnionego czasu reakcji oraz zmniejszonego przewodnictwa nerwowego (A. V. Fried, Cwikel, Ring, & Galinsky, 1990).

Stabilność posturalna osób starszych charakteryzuje się również zmniejszeniem amplitudy przemieszczania środka ciężkości ciała oraz jego kontrolą. COG ulega przemieszczeniu w kierunku tylnego obszaru stabilności, co przejawia się tendencją do upadków w tym kierunku (Błaszczuk & Czerwosz, 2005). Z tego samego powodu osoby starsze mają przesunięty środek ciężkości do przodu, co wpływa niekorzystnie na postawę ciała (Błaszczuk, Lowe, & Hansen, 1993). Zaburzenie kontroli położenia COG może prowadzić do przekroczenia granicy stabilności (Rysunek 4). U osób starszych w celu zabezpieczenia się przed przekroczeniem tej granicy uruchamiana jest strategia spowolnienia ruchowego. Negatywnym następstwem tego mechanizmu jest wydłużenie czasu reakcji i utrudnienie przywrócenia równowagi (Błaszczuk & Czerwosz, 2005). Osoby starsze używają zmniejszonej powierzchni pod stopami w celu utrzymania równowagi (W. A. Lee & Deming, 1987). Badania tego zjawiska wykazały, że młodzi, zdrowi ludzie wykorzystują do 80% długości stopy, a osoby starsze tylko 50%.

Szczegółowe czynniki ryzyka związanego z zaburzeniami chodu i równowagi u osób starszych przedstawia Tabela 2.1. Autor wskazuje na cztery grupy czynników zaburzających mechanizmy chodu i równowagi u osób starszych: neurologiczne, sercowo-naczyniowe, mięśniowo-szkieletowe i inne zaburzenia medyczne, które należy

uwzględnić przyjmując starsze osoby do programów treningu zdrowotnego, ze względów bezpieczeństwa samych uczestników oraz trenera.

Tabela 2.1. Czynniki ryzyka związane z zaburzeniami chodu i równowagi u osób starszych (Cuevas-Trisan, 2017)

Zaburzenia neurologiczne	Zaburzenia sercowo-naczyniowe	Zaburzenia układu mięśniowo-szkieletowego	Inne zaburzenia medyczne
Demencja	Zastoinowa niewydolność serca	Zwężenie kanału kręgowego	Leki: diuretyki, opioidy, benzodiazepiny, leki przeciwdrgawkowe, leki przeciwdepresyjne, psychotropowe, antycholinergiczne
Dysfunkcja mózdzku		Spondyloza	
Mielopatia	Arytmie	Deformacje kończyny dolnej	
Wodogłowie	Choroby tętnic obwodowych	Zanik i atrofia mięśni (sarkopenia)	Środki nasenne
Udar krwotoczny mózgu	Niedociśnienie		Otyłość
Choroba Parkinsona			Niedobór witaminy B12
Neuropatie obwodowe			Cukrzyca
Zaburzenia widzenia			Uremia
Miopatie			

Zmiany involucyjne prowadzą do zmiany wzorca chodu, co bezpośrednio wpływa na równowagę ciała. Charakterystyczne w tej grupie wiekowej jest stawianie mniejszych kroków z jednoczesnym unoszeniem nogi nad podłożem oraz kołysaniem ciała (Żak, 2002). Zaobserwowano również utrudnienie utrzymania stabilności posturalnej, w konsekwencji kołyszących wychyleń bocznych postawy i zwiększonej ilości przemieszczeń środka masy ciała (Meldrum & Finn, 1993).

W młodszym oraz średnim wieku, ewentualną niestabilność postawy kompensują mechanizmy receptorowe: wzroku, czucia głębokiego oraz układu przedsionkowego. W późniejszym okresie życia, ze względu na zmiany wsteczne w narządach i układach, skuteczność działania tych mechanizmów zmniejsza się,

co rzutuje na pogorszenie stabilności postawy i zwiększenie ryzyka upadku (Błaszczuk & Czerwosz, 2005).

Upadki i zaburzenia równowagi występują często u osób w podeszłym wieku, a zjawisko upadków jest zaliczane do tzw. „wielkich problemów geriatrycznych” (Willeboordse i in., 2014). Upadek, rozumiany jako efekt niestabilności posturalnej, jest często definiowany jako zdarzenie, które powoduje, że człowiek lub część jego ciała w sposób niezamierzony spoczywa na podłożu lub innej powierzchni niżej położonej niż ciało (Nevitt i in., 1991). Upadki stanowią wśród osób starszych jedną z głównych przyczyn urazów i hospitalizacji, dając negatywne skutki nie tylko w aspekcie medycznym, ale także ekonomicznym i społecznym (Kalinowski & Czerska, 2007). Według badań przeprowadzonych w Stanach Zjednoczonych w 2014 r. ok. 28,7% osób starszych doświadczyło upadku co najmniej raz w roku, co spowodowało szacunkowe 29 milionów upadków, a w ich wyniku 7 milionów urazów. Około 27 000 starszych osób zmarło z powodu upadków w tym samym okresie (Bergen, 2016). Badania przeprowadzone w Polsce wskazują, że u 14% osób pomiędzy 50. a 60. rokiem życia dochodzi do zaburzeń równowagi, a prawdopodobieństwo upadku zwiększa się z każdą kolejną dekadą życia (Błaszczuk & Czerwosz, 2005). Dane epidemiologiczne wskazują, że co trzecia osoba powyżej 65. roku życia oraz co druga powyżej 80. roku życia jest narażona na upadek przynajmniej raz w roku (Edbom-Kolarz & Marcinkowski, 2011). Ryzyko ponownego upadku wzrasta o 12-40% wśród osób, które doświadczyły upadku z jednoczesnym pogorszeniem sprawności oraz utratą samodzielności (Woo i in., 2009). Ocena stabilności posturalnej i jej kształtowanie za pomocą np. specjalnych programów treningowych staje się więc poważnym wyzwaniem współczesnego świata, zwłaszcza dla kultury fizycznej, wyposażonej w szeroki wachlarz możliwości planowania i realizacji tych programów.

Analiza badań nad problematyką upadków wśród osób starszych pozwala stwierdzić, że prawie zawsze jest on spowodowany wystąpieniem więcej niż pojedynczego czynnika (American Geriatrics Society, 2001). Aktualnie scharakteryzowano około 400 czynników ryzyka upadków, ale tylko 10 z nich spełnia kryteria EBM (Evidence Based Medicine – w dosłownym tłumaczeniu „medycyna oparta na faktach”) (Perell i in., 2001).

Tabela 2.2 przedstawia najważniejsze czynniki ryzyka upadku. Wysoka incydentalność upadku spowodowanego osłabieniem siły mięśniowej i zaburzeń chodu oraz równowagi ciała, pozwala na wskazanie właśnie tych elementów do kształtowania

w procesie treningu zdrowotnego, co potwierdzają wyniki badań przedstawione w rozdziale 1.

Tabela 2.2 Czynniki ryzyka upadków wg EBM (Perell i in., 2001)

Czynniki ryzyka	Średnia incydentalność
Oslabienie siły mięśniowej	4.4
Upadki w wywiadzie	3.0
Zaburzenia chodu	2.9
Zaburzenia równowagi	2.9
Stosowanie urządzeń wspomagających chód (balkoniki)	2.6
Zaburzenia widzenia	2.5
Osteoporoza	2.4
Depresja	2.2
Zaburzenia pamięci	1.8
Wiek ≥ 80	-----

Przytoczona literatura wskazuje, że przyczyny upadków osób starszych są wielkoczynnikowe, co należy uwzględnić podczas programowania treningu zdrowotnego, który również powinien oddziaływać wielokierunkowo na stabilność posturalną. Odwołanie się do wyników badań przedstawionych w rozdziale 1.3 uzasadnia wybór Nordic Walking jako skutecznej formy treningu zdrowotnego w kształtowaniu nie tylko równowagi ciała, ale i stabilności posturalnej.

W programowaniu treningu zdrowotnego i jego realizacji należy też uwzględnić edukację dotyczącą przyczyn zewnętrznych powstawania upadków - często lekceważoną. Są to: niewłaściwe obuwie, śliska nawierzchnia, niedostateczne oświetlenie, schody bez poręczy (Czerwiński i in., 2008).

Wiedząc, że do upadków dochodzi głównie podczas chodzenia, wstawania i siadania oraz dźwigania (Milat i in., 2011) należy tak skonstruować programy treningu zdrowotnego, aby odpowiadały kompensacyjnie na zaistniałe deficyty. Trening zdrowotny w formie Nordic Walking może skutecznie przeciwdziałać spadkowi siły mięśniowej, zaburzeniom chodu i równowagi. Dodatkowo zastosowanie dwóch punktów podparcia w postaci kijków daje poczucie bezpieczeństwa osobom, które już doświadczyły upadku. Odpowiednio zaprogramowany trening zdrowotny może stać się racjonalnym środkiem prewencyjnym oraz stanowić ważny element wzmacniania stabilności posturalnej, o czym obszernie pisano w rozdziale 1.3.

Negatywnymi konsekwencjami upadków, oprócz złamań (w 90% przypadków) są również skutki ekonomiczne w postaci wzrostu kosztów leczenia i opieki medycznej. Upadki bez dodatkowego urazu zwiększają ryzyko hospitalizacji trzykrotnie, a zakończone urazem dziesięciokrotnie (Mary E. Tinetti & Williams, 1997). W Polsce jak dotąd nie zweryfikowano rzeczywistych kosztów opieki medycznej, jakie wymagają osoby, które doznały upadku. Według statystyk pochodzących z innych krajów, następstwa upadków generują 1/3 kosztów związanych z przebiegiem leczenia urazów i są główną przyczyną zgonów w konsekwencji urazów u osób starszych (von Heideken Wagert i in., 2009). Dlatego tak ważnym staje się każde działanie mające na celu poprawę stabilności posturalnej, co w efekcie ma obniżyć ryzyko upadków. W polu tych działań mieści się niwelowanie negatywnych konsekwencji upadków w postaci lęku przed aktywnością fizyczną oraz ograniczenia mobilności w mieszkaniu i w najbliższym otoczeniu. Wpływa to na izolację społeczną, samotność, a co za tym idzie na pogorszenie jakości życia (Twardowska-Rajewska, 2006). Badania wskazują, że skutecznie mogą temu zapobiec grupowe zajęcia treningowe na świeżym powietrzu w formie Nordic Walking.

Eliminowanie czynników zewnętrznych w domu lub w otoczeniu osoby starszej oraz właściwa ocena i leczenie pacjentów będących w grupie ryzyka powinno stanowić podstawowy element prewencji upadków (Rubenstein, 2006). Poprzez wprowadzenie odpowiednich strategii zapobiegania upadków można, zarówno zmniejszyć ich częstotliwość, jak i wymiennie wpłynąć na zmniejszenie kosztów ekonomicznych niezbędnych do hospitalizacji i rehabilitacji pacjenta po upadku z jednoczesnym urazem (Stevens i in., 2006). Uzasadnieniem stosowania właściwych programów treningu zdrowotnego w kształtowaniu stabilności posturalnej przekładającej się na prewencję upadków jest fakt nie samego wieku a osłabienie siły mięśniowej, gibkości i równowagi. Dlatego też należy stosować takie programy i zestawy ćwiczeń, które będą kształtowały te komponenty sprawności fizycznej, które wpływają na stabilność posturalną stając się czynnościami profilaktyki upadków. Temu zagadnieniu poświęcony jest kolejny rozdział pracy.

2.3. Wybrane programy treningu zdrowotnego a stabilność posturalna osób starszych

Autorzy wielu prac opisują doświadczenia i poglądy na temat programów treningowych stosowanych w prewencji upadków osób starszych lub szerzej - kształtujących stabilność posturalną. Metaanalizy wykazały, że ćwiczenia ukierunkowane na zmniejszenie ryzyka upadków w populacji osób starszych są efektywne, gdy są programowane i realizowane z prawidłową progresją i intensywnością (Sherrington i in., 2011). Trening oporowy, wytrzymałościowy, równowagi oraz pogramy łączące powyższe elementy przynoszą korzystne efekty w zakresie sprawności funkcjonalnej osób starszych, przyczyniając się do poprawy stabilności posturalnej i zmniejszenia ryzyka upadków (Freiberger i in., 2012; Hauer i in., 2001, 2003), co jest celem opisanego w niniejszej pracy eksperymentu.

Badania nad treningiem oporowym u osób starszych wykazały, że tego rodzaju interwencja może poprawić czynność nerwowo-mięśniową, zwiększyć masę mięśniową, siłę, moc i sprawność funkcjonalną, a także wzmocnić sprawność działania układu krążenia w połączeniu z treningiem aerobowym (Cadore i in., 2012; Izquierdo i in., 2001), co wymiennie wpływa na poziom stabilności posturalnej. Fiatarone i wsp. badali zmiany adaptacyjne wywołane treningiem oporowym u 100 starszych mężczyzn i kobiet. Badani realizowali trening oporowy, który składał się z 3 zestawów ćwiczeń po 8 powtórzeń w 80% 1RM (ang. *one repetition maximum*), 3 razy w tygodniu przez 10 tygodni (Fiatarone i in., 1994). Wyniki wykazały poprawę szybkości chodu, zdolności wchodzenia po schodach i ogólny poziom sprawności fizycznej. Co więcej, trening oporowy znacznie ukształtował siłę mięśni nóg. W innym badaniu zaobserwowano znaczącą poprawę w prędkości chodu w teście *wstań i idź* u osób starszych po 12 tygodniach treningu oporowego, który był wykonywany 3 razy w tygodniu. W tym badaniu uwzględniono ćwiczenie półprzysiadu, wykorzystując jako opór masę ciała uczestników (Lustosa i in., 2011). Wyniki tych badań uwzględniono podczas planowania eksperymentalnego treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking dla kobiet po 60 r.ż. w kształtowaniu stabilności posturalnej, przyjęto bowiem podobną objętość treningową.

W badaniu skuteczności różnych intensywności w treningu osób w podeszłym wieku (powyżej 70. roku życia), Sullivan i wsp. wykazali większy wzrost siły w grupach treningowych, które stopniowo zwiększały intensywność oporu podczas

cyklu treningowego (zaczynając od 20% i przechodząc do 80% 1RM) w porównaniu z grupami treningowymi, które zrealizowały program o niskiej intensywności (przy 20% 1RM podczas całego 12. tygodniowego cyklu treningowego) (Sullivan i in., 2007). Te założenia wykorzystano również przy planowaniu intensywności treningu zdrowotnego Nordic Walking kobiet po 60 r.ż., opisanego w dalszej części pracy.

Przytoczone powyżej dane wskazują, że progresywnie narastająca intensywność treningu oporowego może być dobrze tolerowana przez osoby starsze, co skutkuje pozytywnym wpływem na chód i przyrost siły mięśniowej; te zaś, jak wykazano w rozdziałach poprzednich są ważnym elementem stabilności posturalnej. W celu zoptymalizowania wydajności funkcjonalnej organizmu, a co za tym idzie stabilności posturalnej, programy treningu oporowego powinny obejmować ćwiczenia, w których masa ciała uczestników jest wykorzystywana jako opór i w których symulowane są czynności dnia codziennego (np. ćwiczenie „usiądź i wstań”) (Correa i in., 2012). Zalecenia te można z powodzeniem zastosować również w innych formach treningu np. Nordic Walking.

Ponieważ starzenie się organizmu jest związane również ze spadkiem funkcjonowania układu krążenia, objawiającym się zmniejszeniem maksymalnej wydajności serca, zaleca się wprowadzenie treningu wytrzymałościowego, który wywołuje zwiększenie maksymalnego poboru tlenu ($VO_2\max$) i poprawia zdolność mięśni szkieletowych do generowania energii poprzez metabolizm oksydacyjny (Ehsani i in., 2003). Wykazano, że poziomy mocy i siły mięśniowej są powiązane z wydolnością sercowo-oddechową u osób starszych (Izquierdo i in., 2001) i dlatego jej kształtowanie poprzez trening można uznać za kolejny sposób doskonalenia stabilności posturalnej. W związku z tym, niektóre programy ukierunkowane na kształtowanie wytrzymałości u osób starszych, obejmowały trening wytrzymałościowy połączony z ćwiczeniami wielu komponentów sprawności fizycznej (Freiberger i in., 2012; Lord i in., 2003). Wyniki pokazały, że grupy, które wykonywały ćwiczenia równoważne połączone z treningiem oporowym (z lub bez treningu wytrzymałościowego) wykazały większą poprawę szybkości chodu oraz w testach *wstań i idź* oraz próbie Romberga niż grupa, która uczestniczyła w zajęciach edukacyjnych dotyczących czynników ryzyka upadków. Ehsani i wsp. badali wpływ ćwiczeń aerobowych na wytrzymałość u słabych osób starszych, zaczynając od 20 min. i przechodząc do 60 min. chodzenia z intensywnością 70%-75% maksymalnej częstości akcji serca. Jednak w tym badaniu trening wytrzymałościowy przeprowadzono po jednym miesiącu treningu siłowego.

Taki zabieg spowodował wzrost o 12,5% VO_2max . W związku z tym autorzy sugerują konieczność treningu koordynacji nerwowo-mięśniowej przed rozpoczęciem treningu wytrzymałościowego w celu osiągnięcia oczekiwanej adaptacji sercowo-naczyniowej (Ehsani i in., 2003).

Trening równowagi to kolejny aspekt aktywności fizycznej, który służy kształtowaniu stabilności posturalnej a w efekcie służyć może zapobieganiu upadkom. Trudno jest ocenić wpływ samego treningu równowagi na ryzyko upadków, ponieważ ten typ interwencji jest tradycyjnie zawarty w programach ćwiczeń składających się z wielu komponentów (Barnett i in., 2003; Lord i in., 2003; Villareal i in., 2011). Trening równowagi obejmuje na ogół ćwiczenia, takie jak pozycja stojąca z tandemowym ustawieniem stóp (stopa za stopą), chodzenie typu pięta-palce, chodzenie po linii, stanie na jednej nodze, rzucanie/łapanie piłki, zmiana powierzchni podparcia, przenoszenie ciężaru (z jednej nogi do drugą) i zmodyfikowane ćwiczenia Tai Chi (Barnett i in., 2003; Kim i in., 2012; Lord i in., 2003).

Judge i wsp. stwierdzili pozytywne zmiany w testach równowagi statycznej po zrealizowaniu programu treningowego zawierającego ćwiczenia aerobowe, gibkościowe i równoważne (Judge i in., 1993). W innym eksperymencie stwierdzono, że trzymiesięczny trening gibkości, równowagi, nauki prawidłowego chodu i podnoszenia ciężkich przedmiotów, powoduje zwiększenie zakresu ruchomości w stawach biodrowych oraz poprawę równowagi podczas testów przy oczach otwartych i zamkniętych (Brown & Holloszy, 1991).

Naukowcy zaznaczają, że trening równowagi powinien przebiegać metodycznie tj. od łatwych do trudniejszych ćwiczeń, z zachowaniem narastającej intensywności ćwiczeń. (Hauer i in., 2001). Fakt wielokierunkowego oddziaływania programu interwencyjnego podkreśla wielopłaszczyznowy i kompleksowy wymiar stabilności posturalnej, bowiem to one są najskuteczniejsze w budowaniu ogólnej sprawności fizycznej osób starszych. Stwierdzenie to jest poparte licznymi wynikami, w których pozytywny wpływ na sprawność funkcjonalną jest obserwowany tylko wówczas, gdy więcej niż jedna zdolność motoryczna jest objęta kompleksowym programem treningowym w porównaniu z ćwiczeniami jednego rodzaju (Kim i in., 2012; Taylor i in., 2012; Villareal i in., 2011). Zaleca się więc stosowanie różnych rodzajów bodźców oraz ćwiczeń zwiększających wzrost niezależności i zdolności do wykonywania czynności dnia codziennego. Dzięki tej wiedzy można opracowywać wielokierunkowe

programy, z akcentem na wybraną zdolność motoryczną, zgodnie z przyjętym celem głównym treningu (Cadore i in., 2012; Häkkinen i in., 2001; Izquierdo i in., 2001).

Lord i wsp. stwierdzili, że 12. tygodniowy program obejmujący ćwiczenia aerobowe, marsz w umiarkowanej intensywności oraz ćwiczenia rozciągające, równoważne i oporowe spowodowały 22% mniej upadków u osób starszych w porównaniu z osobami z grupy kontrolnej (Lord i in., 2003). Podobne wyniki uzyskali Barnett i wsp., którzy wykazali, że rok wielokierunkowego programu ćwiczeń spowodował 40% mniej upadków w grupie eksperymentalnej w porównaniu z grupą nieobjętą treningiem (Barnett i in., 2003). W innym badaniu Cadore i wsp. zaobserwowali, że 12. tygodni progresywnego treningu oporowego (8-10 powtórzeń w 40-60% 1RM) w porównaniu z ćwiczeniami równoważnymi, wywarły pozytywny wpływ na częstotliwość występowania upadków oraz na siłę mięśni, chód i równowagę osób starszych (Cadore i in., 2014). Tym samym potwierdzono zasadność planowania 12. tygodniowego cyklu treningowego jako efektywnego w kształtowaniu stabilności posturalnej osób biorących w nim udział.

Literatura przedmiotu, chociaż bogata w metody kształtowania stabilności posturalnej, nie podaje szczegółowych programów treningu zdrowotnego z wyszczególnieniem konkretnej objętości i intensywności obciążeń treningowych. Takie opracowanie stałoby się gotowym wzorcem do wykorzystania przez instruktorów kinezygerontoprofilaktyki w ramach działań zapobiegania upadkom osób starszych. Program powinien być możliwy do wykonania w każdych warunkach oraz wykorzystywać formy powszechnie akceptowane przez osoby starsze np. Nordic Walking.

Podsumowując, warto zwrócić uwagę, że wyniki badań wskazują jednoznacznie, że stosowanie programów interwencyjnych zmniejsza ryzyko upadków o 10-31% (Mac Auley, 2001). Gdyby społeczeństwo podejmowało regularną aktywność fizyczną to liczba zgonów w konsekwencji upadków zmniejszyłaby się o 25-33% (Osiński, 2005). Dlatego też, poszukiwanie skutecznego programu treningu zdrowotnego ukierunkowanego na prewencję upadków jest jednym z priorytetów polityki zdrowotnej w Polsce i na świecie.

2.4. Kontrola stabilności posturalnej i metody jej oceny

W dostępnej literaturze stabilność posturalna oceniana jest najczęściej przy pomocy testów i skal, określających poziom równowagi ciała. Informacja kontrolna pozwala na określenie zarówno aktualnego stanu systemu kontroli równowagi ciała, jak również oczekiwanych zmian, w efekcie planowanej terapii lub programu treningowego. Parametry, wskaźniki równowagi ciała oraz skale ocen podlegają pogłębianym badaniom i przynoszą coraz więcej wiedzy opisującej skomplikowany system równowagi ciała oraz stabilności posturalnej (Ossowski, 2008; Prusik, 2004). Nadal jednak w nauce istnieje nisza braku wiedzy, dotyczącej populacyjnych skal oceny stabilności posturalnej osób starszych, jako obiektywnych narzędzi do oceny jej stanu oraz funkcji.

Aby zrozumieć kontrolę równowagi ciała należy bardziej uświadomić sobie złożoność jej struktury i funkcji. Według umownego podziału, wyróżniamy równowagę statyczną i dynamiczną (Starosta, 2006). Pierwsza z wymienionych występuje w przypadku, gdy punkt podparcia ciała osoby badanej jest niezmienny. Natomiast pojęcie równowagi dynamicznej, oznacza zdolność organizmu do zachowania równowagi w przypadku zmiennego punktu podparcia.

Ze względu na swoją złożoność, całościowa ocena zdolności równowagi jest procesem niezwykle trudnym. W medycynie i kulturze fizycznej najczęściej stosuje się testy laboratoryjne i kliniczne, które pomimo swojej prostoty nadal odgrywają dużą rolę w ocenie równowagi ciała. Ten rodzaj testów nie wymaga użycia zaawansowanej technologicznie aparatury, dlatego może być przeprowadzany w naturalnych warunkach i dodatkowo, pozwala na bieżącą kontrolę stanu funkcjonalnego konkretnej osoby oraz ocenę efektywności zastosowanego usprawniania (Held-Ziółkowska, 2006a).

Testy funkcjonalne oparte są głównie na metodach badawczych jakościowych (w których nie określa się parametrów liczbowych) oraz ilościowych (w których określa się parametry liczbowe w odpowiednich jednostkach), charakteryzujących badane zjawisko. Metody jakościowe mają ogólny i subiektywny charakter, który nie obrazuje stopnia zaawansowania dysfunkcji równowagi (Kostiukow i in., 2009b). Większość stosowanych testów klinicznych jakościowych opartych jest na tzw. próbie Romberga, która została opracowana w połowie XIX w. i funkcjonuje niezmiennie do dzisiaj. Próba Romberga polega na utrzymaniu określonej pozycji ciała przez 10 sekund z oczami otwartymi, następnie z zamkniętymi. Klasyczna pozycja ciała, to postawa

stojąca ze złączonymi stopami i uniesionymi kończynami górnymi. Stosowane są również modyfikacje ustawienia stóp, np. stopa jedna za drugą oraz w ustawieniu „na palcach” i „na piętach”. Dużą zaletą omawianej próby jest jej prostota oraz brak konieczności zastosowania specjalistycznej aparatury pomiarowej oraz pomieszczenia (C.-Y. Cho & Kamen, 1998; Kamen i in., 1998). Z kolei testy ilościowe, poprzez wykorzystanie liczb do opisu wyników badań dają wynik diagnostyczny, który dokładniej obrazuje sprawność funkcjonalną osoby badanej. Najczęściej stosowane testy ilościowe przedstawia Tabela 2.3.

Poniższe testy zostały w większości tak skonstruowane, aby przypominały czynności dnia codziennego, takie jak utrzymanie równowagi w pozycji stojącej, wstawanie z krzesła lub wchodzenie po schodach. Na ich podstawie można ukierunkować trening na wzmacnianie stabilności posturalnej ze względu na wykazane deficyty.

Tabela 2.3. Testy ilościowe wykorzystywane w ocenie zdolności równowagi ciała

Nazwa	Charakterystyka testu
Skala równowagi Berga (Rose i in., 2006)	Skala ocenia równowagę statyczną i dynamiczną po wykonaniu przez osobę badaną 14 rodzajów ruchu w pozycji stojącej oraz siedzącej. Każdy element testu oceniany jest w skali 4 –punktowej.
Skala Tinetti (Tinetti, 1986)	Służy do oceny równowagi i chodu. W wyniku testu można uzyskać maksymalnie 28 punktów (16 w części oceniającej równowagę i 12 w części oceniającej chód). Osiągnięcie poniżej 19 punktów świadczy o wysokim zagrożeniu upadkiem (ryzyko upadku wzrasta pięciokrotnie).
Step Test (Bernhardt i in., 1998)	Badanie wykonywane jest w pozycji stojącej w rozkroku. Osoba badana wchodzi oraz schodzi bez utraty równowagi z elementów stojących przed stopami (o wysokości ok 5 cm). Wynikiem przeprowadzonego testu jest liczba wejść i zejść.
The Fullerton Advanced Balance (FAB) Scale (Rose i in., 2006)	Elementami skali jest 10 zadań ruchowych do oceny równowagi statycznej i dynamicznej, m.in. stanie na jednej nodze, obrót ciała o 360 stopni wokół osi ciała. Każdą część testu oceniana jest w skali 4 –punktowej.
Test „wstań i idź” (Whitney i in., 2005)	Ocena równowagi dynamicznej dokonywana jest po wykonaniu ustalonej sekwencji ruchów polegających na wstawaniu z krzesła, maszerowaniu do określonego celu oraz powrotu do pozycji wyjściowej. Wynikiem końcowym jest całkowity czas (bez utraty równowagi ciała) wykonanej czynności.
Timed Balance Test (Bohannon i in., 1984)	Test polega na ocenie równowagi podczas wykonywania określonych czynności, m.in. utrzymania równowagi ciała przy zamkniętych oczach i złączonych stopach czy stania na jednej nodze z oczami zamkniętymi. Wynikiem przeprowadzonego testu jest czas utrzymania równowagi ciała.

Wraz z rozwojem technologii, do oceny zdolności równowagi ciała zaczęto wykorzystywać skomplikowaną aparaturę pomiarową, co umożliwiło uzyskanie obiektywnych i rzetelnych wyników. Współcześnie, do powszechnie stosowanych narzędzi należą platformy dynamograficzne, służące do oceny równowagi statycznej i dynamicznej ciała. Poszczególne próby wykonuje się w pozycji stojącej w różnym ustawieniu stóp (Held-Ziółkowska, 2006a). Zmiany kierunku przemieszczenia środka nacisku wywieranego przez stopy (COP – *Center of Pressure*) na powierzchnię platformy są rejestrowane podczas pomiarów w pozycji stojącej. Sygnał, który charakteryzuje migrację COP w warunkach statycznych jest rzutem ogólnego środka ciężkości ciała na płaszczyznę podparcia. Wyniki pomiarów pozwalają na ocenę funkcjonowania układu kontroli stabilności posturalnej oraz na określenie ryzyka upadku (Strzecha i in., 2008).

Współcześnie dostępne są na rynku wielofunkcyjne aparaty o różnych możliwościach pomiaru i analizy wyników. Na platformach jednopłytkowych można dokonać rejestracji uśrednionego pomiaru siły nacisku stóp na podłoże. Urządzenia dwupłytkowe dokonują pomiaru przemieszczenia COP równocześnie z oddzielnymi pomiarami dla prawej i lewej kończyny dolnej (Strzecha i in., 2008). Bez względu na zastosowane urządzenie w badaniach posturograficznych analizuje się następujące parametry (Ocetkiewicz i in., 2006):

- długość ścieżki, czyli całkowita droga, jaką przebył środek nacisku stóp badanego na płaszczyznę podparcia, wyrażoną w mm - (*length COP*),
- średnią prędkość z jaką porusza się środek nacisku stóp na płaszczyznę podparcia podczas badania, wyrażoną w mm/s - (*velocity COP*),
- średnie wychylenie środka nacisku stóp od punktu 0, które jest wyliczonym geometrycznym środkiem ciężkości badanego w kierunku bocznym (*medium lateral sway COP*) lub przednio-tylnym (*medium antero-posterior sway COP*) wyrażone w mm.,
- procent czasu przebywania COP w okręgu o średnicy 25 mm - (*time COP*);
- pole powierzchni zajmowanej przez wykres drogi COP zarejestrowanej w czasie badania - (*field COP*),
- maksymalne wychylenie COP od punktu 0 w kierunku bocznym - (*maximal lateral sway COP*) lub przednio-tylnym w mm - (*maximal antero-posterior sway COP*).

Niezwykle istotna jest możliwość skorzystania z programów komputerowych w celu określenia wielkości powyższych parametrów. Oprogramowanie komputerowe jest narzędziem badawczym, pozwalającym na przeprowadzenie precyzyjnego pomiaru z jednej strony, a z drugiej – porównanie badań własnych z wynikami innych autorów przy zastosowaniu tych samych protokołów badania.

Najnowszym rodzajem badania zdolności równowagi jest komputerowa posturografia dynamiczna. W tym przypadku oceniane są reakcje posturalne, na które wpływają odruchy przedsionkowo-rdzeniowe. Zastosowanie ruchomej platformy oraz poruszającego się otoczenia wokół osoby badanej, pozwala na analizę reakcji w warunkach konfliktów sensorycznych (Olejarz & Olchowik, 2011).

Z uwagi na złożoność zdolności równowagi należy zwrócić szczególną uwagę na organizację badań, zwłaszcza jeżeli mamy do czynienia z osobami starszymi, które wymagają precyzyjnego opisu badania. Przebieg badania może mieć bezpośredni wpływ na uzyskane wyniki. Osoba badająca powinna rozstrzygnąć decyzje w zakresie wyboru:

- urządzenia z jedną lub dwiema platformami - w zależności od tego, czy osoby badane wykazują asymetrię regulacji równowagi ciała (Mansfield i in., 2011);
- warunków pomiaru – w zakresie np. instrukcji jaką otrzymują badani oraz korygowanie pozycji ciała podczas badania (Fraizer & Mitra, 2008);
- czasu pomiaru – kwestia długości trwania pojedynczej próby od lat pozostaje dyskusyjna, jednakże większość autorów sugeruje próby w przedziale 20-30 s. (Le Clair & Riach, 1996).

Podczas analizy wyników badań równowagi ciała obserwuje się wysokie wartości odchylenia standardowego oraz współczynnika zmienności. Prace wielu autorów potwierdzają, że właśnie te wskaźniki statystyczne osiągają wysokie wartości niezależnie od wieku i płci badanych (Prusik, 2007; Rombaut i in., 2011; Wiszomirska i in., 2013; Wyszyńska i in., 2015). Przyjmuje się zatem, ściśle zindywidualizowaną ścieżkę zachowania równowagi ciała przez różne osoby.

Postęp technologiczny pozwala na zastosowanie nowoczesnych i złożonych systemów oceny i treningu systemu równowagi. Główną ideą w tym zakresie jest stworzenie sztucznej rzeczywistości, poprzez programy komputerowe wykorzystujące elementy świata realnego lub fikcyjnego (rzeczywistość wirtualna). Obraz wzmacniany może być dodatkowo dźwiękiem, interakcją ze światem oraz poczuciem przyspieszenia.

Dodatkowym atutem takiego rozwiązanie jest potencjalnie duży poziom motywacji osób biorących udział w badaniu lub treningu (Józefowicz-Korczyńska i in., 2014) oraz wysoka powtarzalność warunków badań. Trudność polega na dostępności do tych urządzeń i wykwalifikowanej kadry testującej oraz oceniającej wyniki testów.

Pomimo wielu lat badań i dyskusji nad omawianym problemem, istnieją jeszcze nie wyjaśnione problemy dotyczące procesów stabilizacji postawy. Jednym z nich mogą być poszukiwania źródeł zmian stabilności posturalnej u osób starszych i ich ocena. Większość badań oceny poziomu stabilności posturalnej koncentruje się wokół testów równowagi statycznej lub dynamicznej. Wciąż aktualnym problemem jest opracowanie narzędzia pomiarowego, który w sposób kompleksowy pozwalałoby na ocenę, a tym samym kontrolę stabilności postawy osób w różnym wieku, płci oraz o różnym poziomie zdrowia. Aktualność problemu upadków wśród osób starszych oraz poszukiwania skutecznego sposobu ich prewencji, skłania do przeprowadzenia dalszych badań, których celem będzie opracowanie kryteriów ilościowych i jakościowych oceny stabilności posturalnej w oparciu o wyniki pomiarów statokinezyometrycznych (Prusik, 2005). Jest to też problem, który w ujęciu kształtowania i kontroli stabilności posturalnej, stał się przedmiotem naszych badań.

Rozdział 3. Założenia metodologiczne badań własnych

W części teoretycznej dysertacji omówiono podstawy problematyki związanej z tematem pracy. Zamieszczone tam wyniki badań wielu autorów, wskazują na konieczność szczegółowej analizy zagadnień związanych z planowaniem, kontrolą i optymalizacją programów treningu zdrowotnego, których celem nadrzędnym ma być kształtowanie stabilności posturalnej. Ponadto, argumenty opisujące konsekwencje upadków wśród osób starszych, doprowadziły do wyboru właśnie tego kierunku badań oraz umiejscowienia w nim problemu badawczego. Na podstawie zgromadzonej wiedzy, za wysoce aktualny uznano problem zbadania efektywności specjalnych programów treningowych, których celem jest kształtowanie stabilności posturalnej, w jej globalnym obrazie. Sformułowanie to sugeruje przyjęcie następujących założeń szczegółowych, które zbudowały całościowy model metodologiczny przyjęty przez autora projektu:

1. Przyjmując empirycznie zweryfikowane dane, mówiące o pozytywnym oddziaływaniu na poprawę koordynacji nerwowo-mięśniowej i poprawę technik lokomocyjnych u osób trenujących Nordic Walking, wzrost poziomu siły mięśni odpowiedzialnych za lokomocję, a także bezpieczeństwo wynikające z czterech punktów podparcia uznano, że trening stabilności posturalnej może być z powodzeniem prowadzony w formie Nordic Walking. Argumentem dodatkowym uzasadniającym ten wybór jest fakt powszechnej akceptacji dla tej formy ruchu przez osoby starsze (Chomka, 2008; Łuczak, 2010).
2. Budowę planu treningowego oparto o standardowe wskazania, znane z teorii treningu sportowego i zdrowotnego, w którym uwzględniono zasady treningu, jego kierowanie i kontrolę oraz warunki optymalizacji (Czajkowski, 1991).
3. Zaprogramowane obciążenia treningowe dostosowano do aktualnych możliwości grupy ćwiczących kobiet, uwzględniając zasady dozowania obciążeń treningowych (Sozański, 1999).
4. Przyjęte na potrzeby projektu wyrażenie „stabilność posturalna” oznacza umiejętność utrzymania ciała w równowadze (stabilności) w statyce i w ruchu, dokładnie rozwinięte w rozdziale 2 niniejszej pracy. Dlatego, za zasadne należy uznać podjęcie działań eksperymentalnych doskonalących stabilność posturalną,

wyrażoną za pomocą wskaźników równowagi ciała i sprawności funkcjonalnej, co w konsekwencji służyć ma niwelowaniu upadków jako wymiernego efektu treningu.

Schemat postępowania badawczego został zaprojektowany na podstawie metodologii badań naukowych wg Jerzego Brzezińskiego (Brzeziński, 2006). Badanie naukowe jest procesem poznawania rzeczywistości, która otacza badacza. Proces ten można najprościej wytłumaczyć w formie łańcucha: fakty → teoria → przewidywanie → fakty. Zarówno punktem wyjścia, jak i punktem docelowym są fakty, wskazane w modelu powyżej.

3.1. Problem badawczy i cel badań

Podjęcie problematyki stabilności posturalnej, modyfikowanej wpływem procesu treningu zdrowotnego w grupie starszych kobiet, wynikało z doświadczeń wielu autorów, zamieszczonych w rozdziałach 1 i 2 tej pracy. Za wysoce aktualne uznano:

1. powszechny w społeczeństwie trend starzenia się i wydłużania się długości życia.
2. rosnące wraz z wiekiem ryzyko upadków, będących efektem zmian inwolucyjnych w zakresie zachowania stabilności posturalnej.
3. hipokinezę – degradującą sprawność funkcjonalną i jej przeciwieństwo – trening zdrowotny z jego plejotropowym oddziaływaniem.
4. Nordic Walking – będącą tą formą aktywności fizycznej, która zwłaszcza przez osoby starsze jest postrzegana jako bezpieczna i łatwa, z uzasadnionymi naukowo efektami zdrowotnymi.

W każdym z wymienionych punktów wyróżniono te argumenty, które przyprowadziły autora do ostatecznego sformułowania tematu pracy: „Trening zdrowotny Nordic Walking a zmiany stabilności posturalnej u kobiet w wieku 60-75 lat”.

Procesy starzenia się organizmu związane są z postępującym upośledzeniem wszystkich układów fizjologicznych i anatomicznych. W efekcie, wraz z wiekiem obserwuje się zwiększoną dysfunkcję systemów odpowiedzialnych za stabilność posturalną człowieka, wśród których, w naukach o kulturze fizycznej, podkreśla się rolę

kształtowania siły mięśniowej i równowagi ciała. Zgodnie z przytoczonymi w poprzednich rozdziałach danymi, w treningu zdrowotnym osób starszych, paralelnie z kształtowaniem siły mięśniowej należy kształtować zdolności koordynacyjne ze szczególnym akcentem ćwiczeń kształtujących równowagę ciała. Mechanizmy fizjologiczne odpowiedzialne za utrzymanie równowagi ciała zanikają wraz z wiekiem (Elia, 1991b; Janczewski & Pierchała, 2003). Dlatego też, szczególnej rangi nabiera problematyka wzmocnienia stabilności posturalnej u osób starszych poprzez oddziaływanie środkami kultury fizycznej, jakimi są ćwiczenia fizyczne - wskazane za najważniejsze ogniwo strategii prewencji upadków. Właściwie zaplanowany, kierowany i kontrolowany proces treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking może spełniać te kryteria, jak wskazują dane empiryczne zawarte w rozdziale 1.3. W literaturze przedmiotu brakuje jednak wiedzy na temat szczegółowych planów treningowych

i zrealizowanych obciążeń treningowych, jakie należy zastosować w celu kształtowania stabilności posturalnej oraz sposobów jej oceny według kryteriów ilościowych i jakościowych. Bez tego zaś niemożliwa jest ocena efektywności treningu. Dlatego jako pilny i aktualny uznano problem określenia zmian stabilności posturalnej w eksperymentalnym cyklu treningu zdrowotnego. Jako zmienne, realnie możliwe do kontrolowania podczas eksperymentu uznano:

- zmienną niezależną: proces treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking
- zmienne zależne:
 - poziom wybranych wskaźników sprawności funkcjonalnej (siła mięśniowa kończyn górnych oraz dolnych, gibkość kręgosłupa i kończyn dolnych, koordynacja ruchowa, wytrzymałość) wyrażony wynikami prób *Senior Fitness Test*
 - poziom równowagi ciała oceniony badaniem laboratoryjnym na platformie dynamograficznej (parametry: *długość ścieżki, średnia prędkość COP, pole wychyleń COP*).

Sformułowany powyżej problem badawczy pozwala na określenie celu podjętych badań:

- **celem badań** jest określenie zmian wybranych wskaźników stabilności posturalnej w 12. tygodniowym cyklu treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking u kobiet w wieku 60-75 lat.

3.2. Pytania badawcze i hipotezy

Sformułowanie głównego celu pracy, konsekwentnie przyprowadziło do zadania następujących pytań badawczych:

1. W jaki sposób należy zaplanować i zrealizować 12. tygodniowy cykl treningu zdrowotnego w celu kształtowania wybranych wskaźników stabilności posturalnej?
2. Jakie zmiany sprawności funkcjonalnej i równowagi ciała, jako wybranych wskaźników stabilności posturalnej, wystąpią w grupie eksperymentalnej i kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie u kobiet w wieku 60-75 lat?
3. Jakie różnice w wybranych wskaźnikach stabilności posturalnej wystąpią między kobietami trenującymi a nietrenującymi w wieku 60-75 lat na początku i na końcu eksperymentu?
4. Jakie są możliwości oceny stabilności posturalnej na podstawie wybranych wskaźników?

Tak postawione pytania badawcze sugerują sformułowanie adekwatnych im hipotez:

1. 12. tygodniowy cykl treningowy należy zaplanować i zrealizować zgodnie z powszechnie znanymi zasadami kierowania procesem treningowym, uwzględniającymi wiek uczestników i aktualny stan funkcjonalny, zwłaszcza w zakresie wskaźników stabilności posturalnej.
2. Zmiany wybranych wskaźników stabilności posturalnej w okresie 12. tygodni przebiegają dwutorowo:
 - u kobiet z grupy kontrolnej w kierunku stabilizacji lub obniżania się ich poziomu ;
 - u kobiet z grupy eksperymentalnej w kierunku stabilizacji lub poprawy ich poziomu.
3. W wybranych wskaźnikach stabilności posturalnej na początku eksperymentu nie występują różnice między kobietami z grupy eksperymentalnej i kontrolnej. Różnice te zaznaczają się na końcu eksperymentu, gdzie pod wpływem bodźca treningowego, trwającego 12. tygodni, kobiety z grupy eksperymentalnej uzyskują poprawę wartości wskaźników stabilności posturalnej, czym istotnie różniły się od grupy kontrolnej.
4. Wybrane wskaźniki stabilności posturalnej umożliwiają ocenę ilościową i jakościową aktualnego poziomu stabilności posturalnej, jego zmianę w czasie

oraz pod wpływem bodźców treningowych. Na podstawie wybranych wskaźników stabilności posturalnej można skonstruować skale ocen oraz kompleksową ocenę stabilności posturalnej.

3.3. Materiał i metody badawcze

Przyjęte założenia metodologiczne wymagały przygotowania szczegółowego planu doboru materiału i metod do badań. Przy wyborze metod badawczych kierowano się kryteriami celowości i świadomości ich zastosowania. Wybór metod badawczych miał zabezpieczyć rozwiązanie głównego celu pracy i dostarczyć informacji niezbędnych do udzielenia odpowiedzi na zadane pytania badawcze. Przyjęto także, że doboru badanych osób dokonywać się będzie na zasadzie dobrowolnych zgłoszeń na jego pierwszym etapie.

3.3.1. Materiał badawczy

Badaniami objęto 62 kobiety w wieku 60-75 lat. Badania zrealizowano w okresie od listopada 2016 roku do lutego 2017 roku. Kryterium wieku ustalono według klasyfikacji starości opracowanej przez WHO, które określa przedział wiekowy 60-75 lat jako „wczesną starość” (WHO, 1996b).

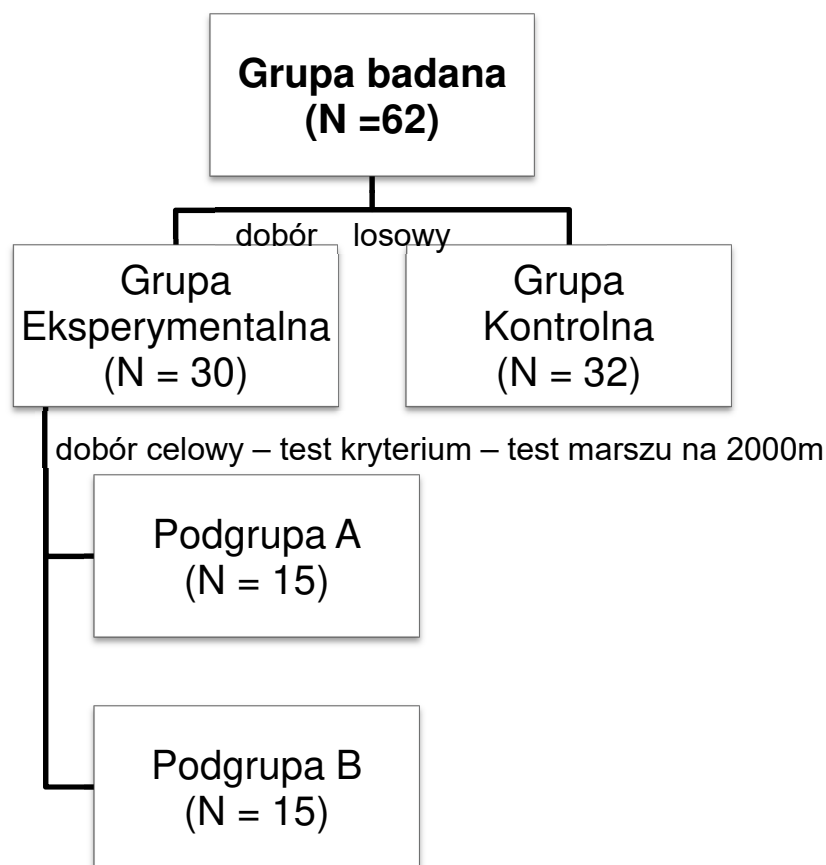
Dobór do grupy badanej odbył się na podstawie ogłoszeń zamieszczonych w prasie lokalnej oraz w parafiach na terenie Gdańska Oliwy (randomizacja I stopnia). Miejsce zamieszkania badanych kobiet, a tym samym obszar badań obejmował dzielnice i osiedla znajdujące się w pobliżu AWFis (Gdańsk Oliwa, Żabianka, Wrzeszcz). Osoby badane przydzielono do dwóch grup (randomizacja II stopnia): eksperymentalnej (30 osób) oraz kontrolnej (32 osoby) (Rysunek 5). Grupa eksperymentalna (E) zrealizowała autorski program treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking w okresie 12. tygodni (szczegółowa analiza obciążeń treningowych została przedstawiona w dalszej części pracy w rozdziale 4.1). Zajęcia odbywały się trzy razy w tygodniu i trwały jedną godzinę zegarową w lesie przyległym do AWFis Gdańsk. Grupa kontrolna (K) nie uczestniczyła w żadnej formie zorganizowanej aktywności fizycznej podczas 12. tygodniowego eksperymentu, co zostało potwierdzone pisemną deklaracją uczestniczek projektu. Warunkiem koniecznym do udziału w badaniach było zaświadczenie od lekarza pierwszego kontaktu o braku

przeciwwskazań do aktywności fizycznej oraz wykonanie serii testów kontrolnych. Warunkiem wykluczenia z badań było uczestnictwo w jakichkolwiek zorganizowanych formach aktywności fizycznej, w okresie sześciu miesięcy przed rozpoczęciem badań i w trakcie trwania eksperymentu. Medycznymi przeciwwskazaniami do przystąpienia do eksperymentu były: niestabilne choroby układu krążenia, arytmia serca, znaczące problemy ze stawami biodrowymi lub kolanowymi, choroby neurologiczne oraz rozkurczowe ciśnienie krwi powyżej 100 mmHg. Świadomy udział w projekcie potwierdzono na podstawie deklaracji uczestniczek o dobrowolnym uczestnictwie w projekcie naukowym.



Fotografia 1. Grupa eksperymentalna podczas zajęć Nordic Walking

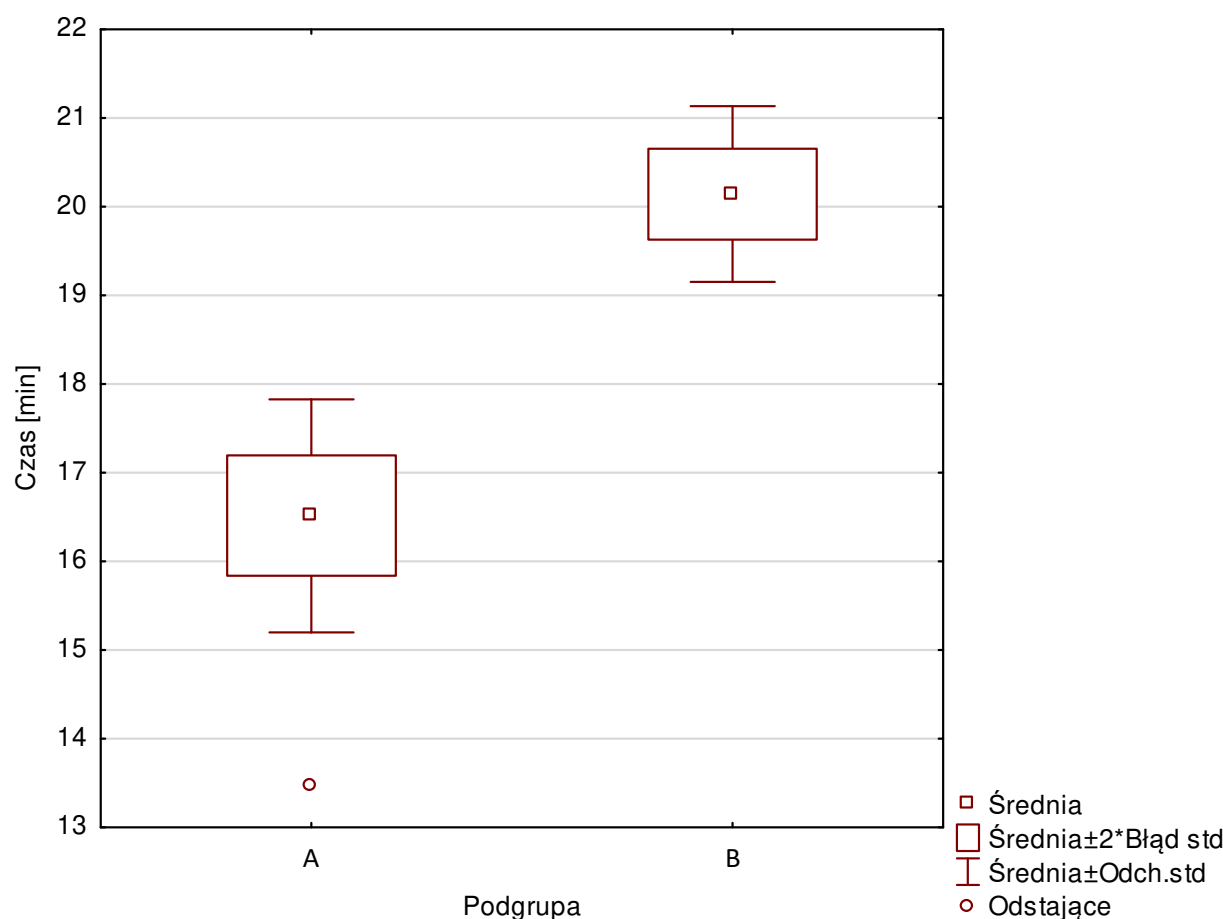
Szczegółowe warunki programowania treningu i zachowania jego zasad bezpieczeństwa wymusiły podział grupy eksperymentalnej na dwie podgrupy treningowe (A i B). Podział na podgrupy wykonano na podstawie wyników uzyskanych przez badane kobiety w próbie marszu na 2000 m przed rozpoczęciem realizowania planu treningowego. Test marszu na 2000m, który uczyniono testem kryterium przyporządkowania do podgrupy A i B, oddaje charakter wysiłku realizowanego podczas zajęć Nordic Walking (szczegółowy jego opis i przebieg przedstawiono w rozdziale 3.3.2).



Rysunek 5. Schemat podziału na grupy eksperymentalną i kontrolną oraz podgrupy treningowe (A i B)

Wyniki testu uzyskane przez uczestników zostały ułożone w kolejności rankingowej według osiągniętego czasu. Następnie utworzono dwie podgrupy treningowe: A – osoby o wyższym poziomie wytrzymałości oraz B – osoby o niższym poziomie wytrzymałości (Wykres 3.1).

Uzyskane wyniki potwierdziły konieczność podziału na podgrupy treningowe. Uczestniczki uzyskały wyniki w przedziale 13 min. 47 s – 22 min. 15 s. Średnie wyniki pomiędzy grupami różniły się między sobą w sposób istotnie statystyczny przy $p < 0,05$. Uzyskany średni czas w podgrupie A wynosił 16 min. 51s, natomiast podgrupie B – 20 min. 14 s. Na podstawie doświadczeń autora w pracy z osobami starszymi, taki zabieg pozwolił na większą indywidualizację treningu oraz podniesienie jakości pracy treningowej. Mniejsze liczebnie podgrupy, zbliżone poziomem sprawności fizycznej, pozwalały na większą mobilizację uczestniczek projektu.



Wykres 3.1. Średnie wyniki testu marszu na 2000m w badanych podgrupach treningowych A i B na początku eksperymentu

Charakterystyka grupy badanej

Przed rozpoczęciem eksperymentu sprawdzono czy grupa eksperymentalna i kontrolna różniły się między sobą pod względem wieku oraz wskaźników somatycznych. Wykonano jednoczynnikową analizę wariancji dla zmiennej wiek. Wykazano brak zróżnicowania wartości przeciętnych na podstawie wartości prawdopodobieństwa testowego $p=0,33$. Grupa eksperymentalna oraz kontrolna nie różniły się statystycznie między sobą pod względem wieku.

Tabela 3.1. Ilość osób badanych w poszczególnych kategoriach wiekowych

Kategoria wiekowa	Wszystkie grupy		E	K
	N	%	N	N
60-65 lat	20	32,2	9	11
66-70 lat	24	38,7	13	11
71-75 lat	18	29	8	10

Tabela 3.1. prezentuje rozkład ilości osób w poszczególnych kategoriach wiekowych. Dla wszystkich badanych osób rozkład obejmuje 32,2% osób w kategorii wieku 60-65 lat, 38,7% w przedziale 66-70 lat oraz 29% w przedziale 71-75 lat. Dane te potwierdzają zachowaną proporcję w poszczególnych kategoriach wiekowych u obu badanych grup.

We wszystkich analizowanych wskaźnikach somatycznych nie wykazano istotnej statystycznie różnicy pomiędzy grupą eksperymentalną i kontrolną. Dla przykładu, analiza uśrednionego indeksu masy ciała (BMI) pomiędzy grupami, wykazała brak istotnie statystycznego zróżnicowania na poziomie $p=0,16$. Obie grupy uzyskały wyniki wskazujące na nadwagę (przedział 25,0–29,99 według klasyfikacji WHO) (Yoshiike i in., 1998). Dla grupy eksperymentalnej średnia wartość współczynnika BMI wynosiła 25,16, a dla grupy kontrolnej 26,43. W obu grupach nie znalazły się osoby z niedowagą oraz znaczną otyłością. Wyznaczony 95% przedział ufności średniej wykazał również duże podobieństwo pomiędzy grupami. Powyższe statystyki pozwalają stwierdzić, że badane grupy nie różniły się między sobą pod względem współczynnika BMI. Wartości średnie innych wskaźników somatycznych przedstawia Tabela 3.2.

Tabela 3.2. Charakterystyka wskaźników somatycznych badanych grup

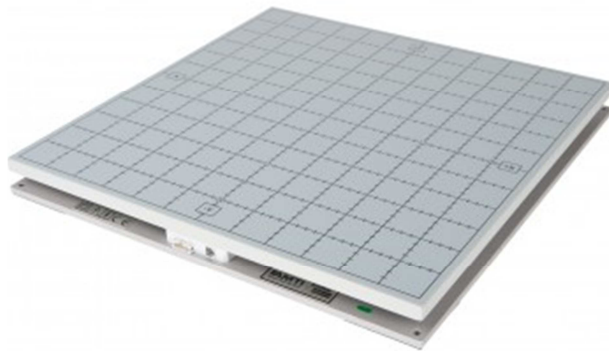
	E		K		p
	X±SD	CI (-95 % ; +95 %)	X±SD	CI (-95 % ; +95 %)	
FM [kg]	21,93±6,29	(19,07;24,79)	25,05±7,31	(22,93;27,17)	0,09
TBW [kg]	34,16±5,96	(31,45;36,87)	32,49±3,65	(31,43;33,55)	0,68
FFM [kg]	46,48±8,05	(42,82;50,14)	44,24±4,95	(42,80;45,68)	0,66
BW [kg]	68,41±10,43	(63,66;73,16)	69,19±10,11	(66,32;72,06)	0,77
%FM [%]	31,84±7,50	(28,43;35,26)	35,21±6,71	(33,31;37,12)	0,07
BMI [kg x cm ⁻²]	25,16±3,10	(23,74;26,57)	26,43±3,54	(25,40;27,46)	0,16
WHR	0,98±0,03	(0,96;0,99)	0,99±0,04	(0,98;1,00)	0,16

Opis tabeli: FM – (Fat Mass) – masa tłuszczowa, TBW – (Total Body Water) – całkowita masa wody, FFM – (Fat Free Mass) – beztłuszczowa masa ciała, BW – (Body Weight) – masa ciała, %FM – (Percent Fat Mass) – procentowa zawartość tkanki tłuszczowej, BMI – (Body Mass Index) – indeks masy ciała, WHR – (Waist-Hip Ratio) - stosunek obwodu talii do obwodu bioder

3.3.2. Metody i narzędzia badawcze

W przyjętym modelu metodologicznym niniejszej pracy, wykorzystano następujące metody i narzędzia badawcze:

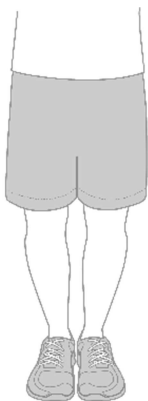
1. Eksperyment naturalny, w którym grupa eksperymentalna realizowała 12. tygodniowy program treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking, natomiast grupa kontrolna nie uczestniczyła w żadnym programie treningowym lub innych zorganizowanych formach aktywności fizycznej.
2. Rejestrację wskaźników somatycznych, za pomocą metody impedancji bioelektrycznej ciała przy użyciu narzędzia analizatora składu ciała InBody 720 (In Body 720, Biospace, Korea). Analizom poddano następujące wskaźniki somatyczne: masa tłuszczowa organizmu, całkowita masa wody, beztłuszczowa masa ciała, masa ciała, procentowa zawartość tkanki tłuszczowej, BMI – indeks masy ciała, WHR – stosunek obwodu talii do obwodu bioder. Podczas badania uczestnicy byli ubrani w bieliznę i pozostawali boso.
3. Testowanie sprawności fizycznej:
 - a. testowanie i ocenę równowagi ciała przeprowadzono za pomocą narzędzia platformy dynamograficznej AMTI AccuSway (pomiar i rejestracja parametrów związanych z oceną wychyleń postawy i równowagi ciała).



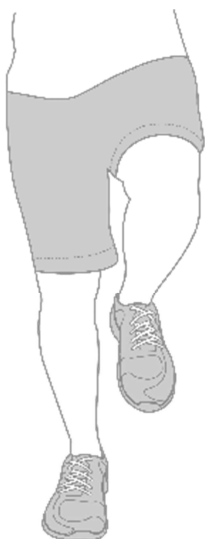
Fotografia 2. Platforma dynamograficzna AMTI AccuSway
(Źródło: strona internetowa producenta)

Pomiary statycznej kontroli postawy w pozycji pionowej uzyskano w próbach (poniższe rysunki zaczerpnięto ze strony <https://swaymedical.com/resources/protocols>):

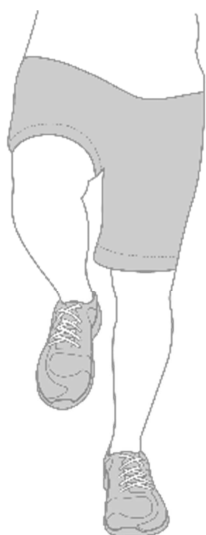
- EO – *Eyes Open* – pozycja pionowa na obu nogach z otwartymi oczami
- EC – *Eyes Closed* – pozycja pionowa na obu nogach z zamkniętymi oczami



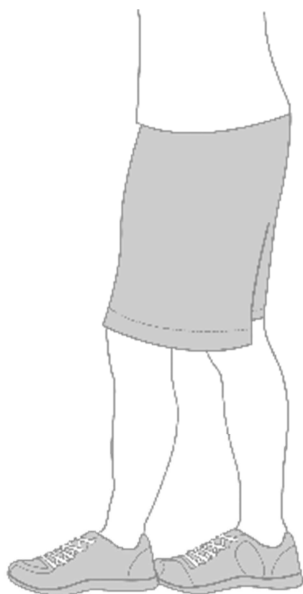
- SR – *Single Right* – pozycja pionowa na prawej nodze z otwartymi oczami



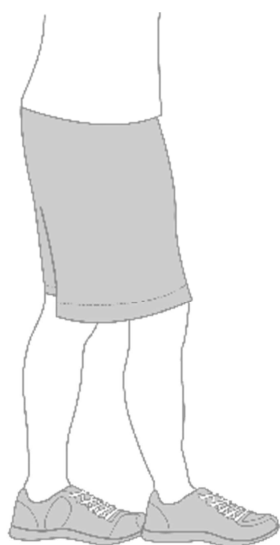
- SL – *Single Left* – pozycja pionowa na lewej nodze z otwartymi oczami



- TR – *Tandem Right* – pozycja pionowa, gdzie prawa stopa ustawiona jest w jednej linii za lewą stopą



- TL – *Tandem Left* – pozycja pionowa, gdzie lewa stopa ustawiona jest w jednej linii za prawą stopą



- b. testowanie sprawności funkcjonalnej - Senior Fitness Test (Rikli & Jones, 2013b) jest zalecany przez Międzynarodową Radę Nauk o Sporcie i Wychowaniu Fizycznym jako wyjątkowo użyteczny w wielowymiarowej ocenie sprawności fizycznej osób w starszym wieku (powyżej 60 r.ż.). Umożliwia obserwację stopniowego obniżania się sprawności z wiekiem. W niniejszych badaniach wykorzystano pięć prób:

- próba *wstawanie z krzesła* - siła mięśni zginaczy i prostowników stawu biodrowego
- próba *skłon w przód* - gibkość kręgosłupa i kończyn dolnych
- próba *zginanie przedramienia* - siła mięśni zginaczy stawu łokciowego
- próba *wstań i idź* - koordynacja ruchowa
- próba *2-minutowy marsz* - wytrzymałość

c. Test marszu na 2000m

4. Metody opisu i wnioskowania statystycznego:

- struktury grupy (miary położenia, miary dyspersji);
- weryfikacji rozkładów normalnych (test Shapiro-Wilka);
- analizy wariancji (ANOVA);
- test post-hoc Tukey'a;
- obliczenia wielkości efektu η^2 (eta-kwadrat);
- istotności statystycznej.

W tym celu wykorzystano program komputerowy STATISTICA (wersja 13.3 firmy StatSoft). Ponadto wykonano testy statystyczne określające wymaganą liczebność grupy z gamy testów mocy. Ustalono $\alpha=0,05$; $1-\beta=0,90$. Otrzymano wynik dla próby *wstawanie z krzesła* – 30 osób. Na tej podstawie należy uznać, że liczebność badanych grupa jest wystarczająca do dalszej statystycznej analizy danych.

3.4. Organizacja i przebieg badań

Dobór do grupy badanej odbył się na podstawie ogłoszeń umieszczonych w prasie lokalnej oraz parafiach w pobliżu AWFIS. Przydział do określonej grupy odbywał się poprzez losowanie, po wcześniejszym podziale na kategorie wiekowe, tak aby każda grupa posiadała osoby w podobnym wieku. Po uzyskaniu zaświadczenia od lekarza pierwszego kontaktu o braku przeciwwskazań do treningu zdrowotnego i na udział w projekcie oraz zrealizowaniu serii testów kontrolnych wymienionych w rozdziale 3.3.2, przystąpiono do kwalifikacji do grup treningowych. Podział na podgrupy treningowe w grupie eksperymentalnej odbył się na podstawie wcześniej opisanego testu kryterium – testu marszu na 2000m (Wykres 3.1).

W przeprowadzonym eksperymencie naukowym zastosowano badania otwarte polegające na pełnej świadomości uczestników z zakresie przynależności do badanych grup oraz rodzaju treningu. Warunkiem koniecznym przystąpienia do badań była akceptacja zasad obowiązujących w projekcie, w szczególności zobowiązania do systematycznego udziału w zajęciach trzy razy w tygodniu przez okres 12 tygodni.

Celem uzyskania powtarzalności warunków realizowania badań, wszystkie pomiary wykonano w pomieszczeniach zamkniętych (laboratorium wysiłku fizycznego oraz hala lekkoatletyczna), w wystandaryzowanych warunkach testowania, których opis znajduje się poniżej:

- a. równowagę ciała testowano rano w cichym pomieszczeniu w laboratorium AWF i S Gdańsk rejestrując zmiany kierunku przemieszczenia środka nacisku wywieranego przez stopy (COP – Center of Pressure) na powierzchnię platformy. Każda próba trwała 30 sekund i była wykonywana trzykrotnie. Do analizy wybrano najlepszą uzyskaną próbę. Próby przeprowadzono z próbkowaniem częstotliwości 100 Hz z zastosowaniem filtra prostokątnego. Wszyscy uczestnicy byli monitorowani przez osobę badającą pod kątem bezpieczeństwa. Podczas prób o oczach otwartych i zamkniętych (EO i EC) stopy uczestników były ustawione równolegle i na szerokości bioder. Uczestnicy podczas każdej próby zostali poinstruowani, aby stać z rękami wzdłuż tułowia, patrząc prosto przed siebie. Analizę wyników przeprowadzono na podstawie następujących parametrów posturograficznych związanych z przemieszczeniami środka nacisku ciała na platformę (COP):

- długość ścieżki przebytej przez COP [cm]
- średnią prędkość z jaką porusza się środek nacisku stóp podczas badania [cm/s]
- pole wychyleń COP ograniczone elipsą 95. centyla [cm²]

Każdy rodzaj próby został wykonany trzykrotnie, a następnie do analizy wykorzystano średnią wyników minimalnych zgodnie z literaturą przedmiotu (Gmiat i in., 2017). Autor wykorzystał trzy parametry opisujące równowagę ciała ze względu na różnorodność i kompleksowość informacji, jakie można uzyskać z ich szczegółowej analizy. Dodatkowo, założono, że zastosowanie trzech parametrów pozwoli na wyszczególnienie jednego parametru, najbardziej czułego na zmiany równowagi ciała u kobiet w wieku 60-75 lat w 12. tygodniowym eksperymencie.



Fotografia 3. Uczestniczka badań wykonująca próbę na platformie dynamograficznej AMTI AccuSway w laboratorium AWFIS w Gdańsku

- b. sprawność funkcjonalną testowano za pomocą *Senior Fitness Test* w pięciu próbach:
- próba *wstawanie z krzesła* - pozycja siedząca z plecami wyprostowanymi, stopy płasko na podłodze, na sygnał „start” jak najszybsze wstawanie i siadanie. Wynik końcowy: całkowita liczba powtórzeń prawidłowo wykonanej czynności w ciągu 30 sekund;
 - próba *skłon w przód* - badany pozwoli wykonuje skłon w pozycji siedzącej, rękoma próbuje sięgnąć jak najdalej, utrzymanie skłonu przez dwie sekundy. Wynik końcowy: odległość od czubków palców dłoni do palców stóp lub zasięg poza palce stóp, „+” (zachodzenie palców dłoni na palce stóp), „-” (oddalenie palców);
 - próba *zginania przedramienia* - ciężarek o wadze 2 kg w ręce dominującej. Wynik końcowy: całkowita liczba poprawnie wykonanych zgięć w stawie łokciowym w ciągu 30 sekund;



Fotografia 4. Uczestniczka badań podczas testu *Senior Fitness Test*

- próba *wstań i idź* - jak najszybsze marsz, w jak najkrótszym czasie przejście przez wyznaczony dystans 8 stóp (2,44 m). Wynik końcowy: czas jaki upłynął od sygnału „start” do momentu powrotu badanego do pozycji siedzącej.
 - próba *2-minutowy marsz* - na sygnał „start” badany rozpoczyna prawą nogą marsz w miejscu unosząc naprzemiennie nogi do wyznaczonej indywidualnie wysokości połowy uda, możliwa pomoc w utrzymaniu równowagi poprzez oparcie o ścianę, krzesło, stół. Wynik końcowy: liczba uniesień prawej nogi.
- c. Test marszu na 2000m – badane osoby przed rozpoczęciem testu zapoznano z przebiegiem trasy (odcinek 2 kilometrów wyznaczony na hali lekkoatletycznej w AWFIS) oraz podstawowymi zasadami bezpieczeństwa. Uczestnikom

zalecono równomierne rozłożenie sił podczas marszu. Próbę rozpoczęto oraz zakończono pomiarem częstości skurczów serca. Przebieg całego testu pod względem bezpieczeństwa był kontrolowany przez instruktorów. Wynik końcowy: czas pokonania marszem 2000m. Przeprowadzenie próby pozwoliło na obserwację zmian wskaźników hemodynamicznych oraz poziomu zmęczenia pod wpływem wysiłku fizycznego, w warunkach bezpiecznego nadzoru na hali lekkoatletycznej.

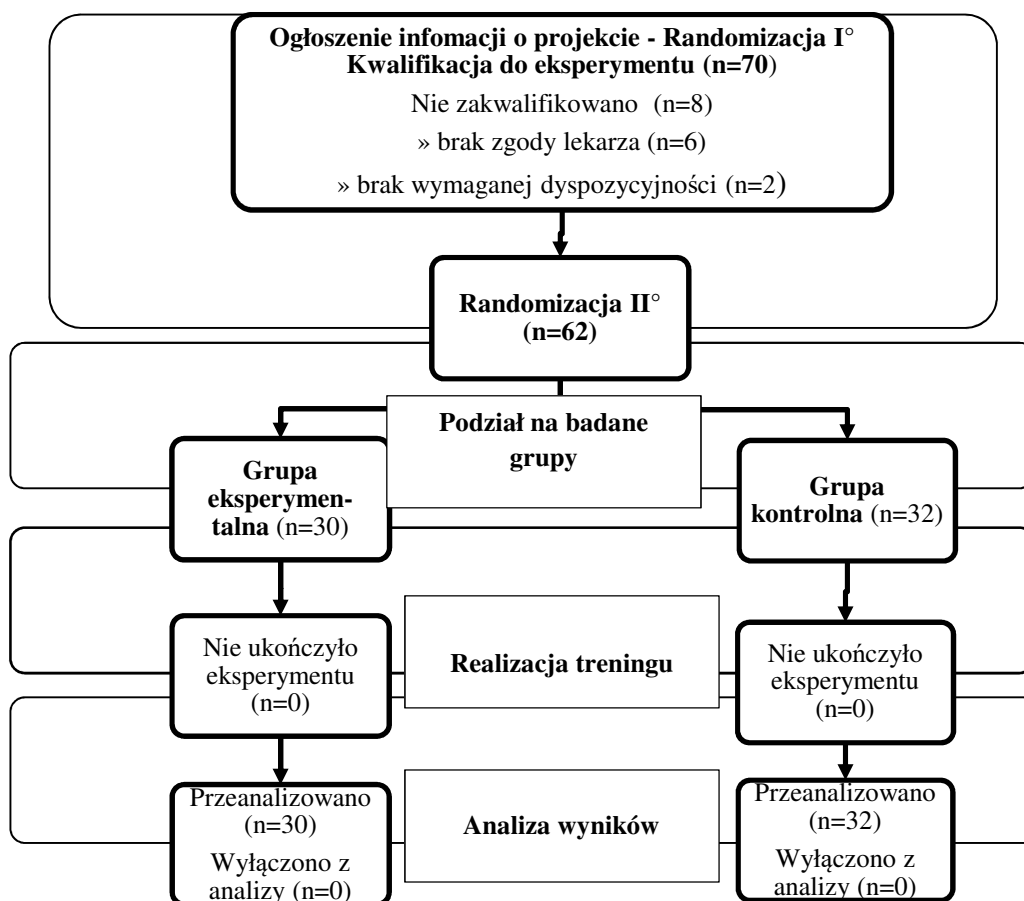


Fotografia 5. Uczestniczki badań podczas testu marszu na 2000m

Program treningowy został zaplanowany na 12. tygodni. Raz w tygodniu każda uczestniczka otrzymywała urządzenie typu pulsometr firmy Polar do bieżącej kontroli częstości skurczów serca w odpowiedzi na zadane bodźce treningowe. Urządzenia zostały ustawione na sygnalizowanie przekroczenia częstości skurczów serca powyżej 130 sk./min. Wartość ta została wyliczona na podstawie wskazań Amerykańskiego Towarzystwa Kardiologicznego, które zaleca 130sk./min. jako optymalną dla osoby powyżej 60. roku życia przy intensywności treningu na poziomie 70% możliwości maksymalnych (Henryk Kuński & Janiszewski, 1999).

Przebieg trasy rejestrowano urządzeniem Garmin Forerunner 405 z wbudowanym modulem GPS. Urządzenie pozwoliło na rejestrację i pomiar trasy treningu oraz ukształtowania terenu.

W odpowiedzi na ogłoszenia, do realizacji projektu badawczego zgłosiło się 70 kobiet, natomiast warunki wstępne spełniły 62. kobiety. Ze względu na brak zaświadczenia lekarskiego na wstępnych etapie wykluczono z projektu 6 kobiet, natomiast dwie nie zadeklarowały wymaganej dyspozycyjności. Przepływ uczestników na wszystkich etapach eksperymentu przedstawia Rysunek 6. Szczególną uwagę należy zwrócić na grupę eksperymentalną, której liczba nie zmieniła się w trakcie realizacji projektu, co świadczy o wysokiej sumienności badanych.



Rysunek 6. Diagram przepływu uczestników na poszczególnych etapach eksperymentu (za (Gillen i in., 2014))

Rozdział 4. Wyniki badań i ich omówienie

Rozdział 4 niniejszej dysertacji, zawiera wyniki przeprowadzonych przez autora badań empirycznych, zgodnie z przedstawionym w rozdziale 3., modelem metodologicznym. Treści zawarte w rozdziale 4., ściśle odpowiadają strukturze postawionych pytań badawczych i służą wypełnieniu głównego celu pracy. W konsekwencji przyjętego modelu badawczego, w którym przeprowadzono eksperyment pedagogiczny, na kartach rozdziału 4 dysertacji znalazły się kolejno:

1. Plan i realizacja 12. tygodniowego programu treningowego.
2. Efekty potreningowe w grupie trenujących kobiet.
3. Wielkość zmian inwolucyjnych.
4. Propozycje oceny stabilności posturalnej na podstawie wybranych jej wskaźników.

Zrealizowanie tego prostego schematu wymagało roztropności z jednej, a umiarkowania z drugiej strony. Podjęty problem badawczy charakteryzuje się bowiem znaczną złożonością struktur je budujących: sprawność funkcjonalna, koordynacja nerwowo-mięśniowa, sprawność układu równowagi i narządów zmysłu, gotowość woli i sumienność oraz wiele innych mechanizmów, których efektywne działanie tworzy tzw. stabilność posturalną. Dlatego też, świadomie przyjęto uproszczony model możliwy do realizacji, zakładający kontrolowanie w czasie 12. tygodni tylko niektórych, ale z perspektywy nauk o kulturze fizycznej, istotnych elementów stabilności posturalnej tj. sprawności funkcjonalnej i równowagi ciała. Pozostawiając w świadomości próby wyjaśnienia jedynie części tego obszernego i złożonego zagadnienia, autor podkreśla walor aplikacyjny wyników badań własnych w postaci:

- empirycznego zweryfikowania eksperymentalnego programu treningu zdrowotnego,
- opracowania narzędzia do obiektywnej oceny stabilności posturalnej.

4.1. Analiza planu i programu treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking

W niniejszym rozdziale przedstawiono szczegółową analizę planu i programu treningowego trwającego 12 tygodni. Nadrzędnym celem przeprowadzonych analiz było wypracowanie powtarzalnego programu treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking, który może być rekomendowany jako wzorcowy dla szerokiego kręgu odbiorców, zainteresowanych poprawą stabilności posturalnej.

W pierwszej kolejności przedstawiono założenia ogólne programu treningowego, a następnie poddano szczegółowej analizie zrealizowane obciążenia treningowe z uwzględnieniem ich objętości i intensywności.

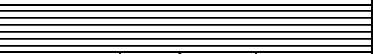
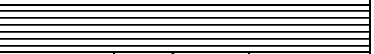
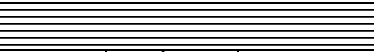
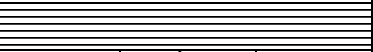
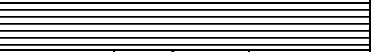
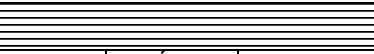
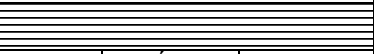
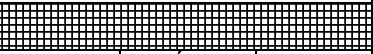
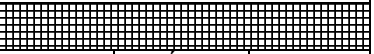
4.1.1. Założenia ogólne eksperymentalnego programu treningu zdrowotnego i zestawienie środków treningowych w 12. tygodniowym cyklu

Grupa eksperymentalna zrealizowała makrocykl treningowy trwający 12 tygodni, który zawierał 36 jednostek (trzy razy w tygodniu, po jednej godzinie zegarowej). W tygodniu poprzedzającym eksperyment oraz po jego zakończeniu, przeprowadzono badania i pomiary opisane w rozdziale 3. Jednostki treningowe zrealizowano, wykorzystując metodę ciągłą: jednostajną i zmienną. Makrocykl został podzielony na trzy mezocykle, a jego szczegółową strukturę przedstawia Tabela 4.1.

Budowa każdej jednostki treningowej zakładała jej klasyczną, 3-częściową strukturę zawierającą:

- część wstępną – rozgrzewkę trwającą ok. 10 minut
- część główną – podczas której realizowano zasadnicze treści treningu, trwającą 45 minut
- część końcową – uspokajającą, relaksacyjną, normującą oddychanie i trwającą ok. 5 minut.

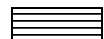
Tabela 4.1. Struktura czasowa i rzeczowa planu treningowego zrealizowanego przez grupę eksperymentalną

Makrocykl – 36 jednostek treningowych – 12 tygodni												
Mikrocykle:	Tydzień 1			Tydzień 2			Tydzień 3			Tydzień 4		
Mezocykle:												
Dzień tygodnia	PN	ŚR	PT	PN	ŚR	PT	PN	ŚR	PT	PN	ŚR	PT
Założenia treningowe	NW	NW	NW	NW	NW	WO+NW	WO	T 2km	WO	WO	WO+T2	WO
Mikrocykle:	Tydzień 5			Tydzień 6			Tydzień 7			Tydzień 8		
Mezocykle:												
Dzień tygodnia	PN	ŚR	PT	PN	ŚR	PT	PN	ŚR	PT	PN	ŚR	PT
Założenia treningowe	WO	WO+T2	WO+SM	WO	WO+T2	WO+SM	WO	WO+T2	WO+SM	WO	WO+T2	WO+SM
Mikrocykle:	Tydzień 9			Tydzień 10			Tydzień 11			Tydzień 12		
Mezocykle:												
Dzień tygodnia	PN	ŚR	PT	PN	ŚR	PT	PN	ŚR	PT	PN	ŚR	PT
Założenia treningowe	WO	WO+T2	WO+SM	WO	WO+T2	WO+SM	WO	WO+T2	WO+SM	WO	GZ	Zawody 2km

Oznaczenia:



Mezocykl wprowadzający – 6 jednostek treningowych



Mezocykl podstawowy-rozwijający – 24 jednostki treningowe



Mezocykl podstawowy-stabilizujący – 6 jednostek treningowych

NW – nauczanie techniki marszu Nordic Walking

WO – wytrzymałość ogólna

T2 – test marszu 2000m

SM – siła marszowa

GZ – gry i zabawy terenowe

Pierwszy mezocykl, wprowadzający to sześć jednostek treningowych, których celem było nauczanie i doskonalenie prawidłowej techniki marszu Nordic Walking. Ponadto koncentrowano się na przygotowaniu organizmu do systematycznego treningu oraz kształtowaniu mechanizmów odpowiedzialnych za adaptację poszczególnych układów do wysiłku fizycznego.

Kolejne 24 jednostki treningowe zostały zrealizowane w drugim mezocyklu podstawowo-rozwijającym (8 tygodniowych mikrocykli). Mezocykl ten był główną częścią programu treningowego, który charakteryzował się progresją objętości treningu (poprzez zwiększanie długości trasy pokonywanej podczas treningu) oraz podniesieniem intensywności (w zakresie 40-60% maksymalnych możliwości wysiłkowych).

Ostatnie dwa tygodnie cyklu treningowego to mezocykl podstawowo-stabilizujący (sześć jednostek treningowych). Była to część programu podnosząca intensywność zajęć do 70% maksymalnych możliwości wysiłkowych, zgodnie z zaleceniami teorii treningu zdrowotnego. Celem tej części było zmotywowanie uczestników do znoszenia większej objętości treningu, nie zaś koncentrowanie się na uzyskaniu maksymalnych możliwości w zakresie intensywności. Pokonywanie barier psychologicznych, związanych ze wzrostem intensywności treningu jest jednym z trudniejszych zagadnień treningu zdrowotnego osób starszych. Ostatnia część programu treningowego miała być próbą przesunięcia granicy intensywności oraz eliminacji lęku przed wysiłkiem o wyższej intensywności.

Ważnym elementem każdego programu treningowego jest systematyczność w realizacji treningów, dlatego każde zajęcia rozpoczynano od sprawdzenia obecności. Średnia frekwencja na treningach wynosiła 78%, co należy uznać za wynik zadowalający, świadczący o sumienności badanych osób.

Ogólny plan treningowy zakładał zwiększenie obciążeń w poszczególnych mezocyklach. Obie podgrupy treningowe (A i B) pokonywały różne trasy w trakcie poszczególnych treningów, ze względu na wyjściowe różnice w sprawności (test kryterium – marsz na 2000 m).

Podczas realizacji programu treningu zdrowotnego wykorzystano następujące środki treningowe:

1. Ćwiczenia ogólnorozwojowe kształtujące wytrzymałość, siłę, gibkość, koordynację ruchową - indywidualne, w parach lub zespołach, bez przyborów/ z przyborami.

2. Ćwiczenia równoważne
3. Gry i zabawy ruchowe
4. Ćwiczenia lecznicze lub profilaktyczno-korekcyjne: izometryczne, korygujące postawę ciała, oddechowe, rozluźniające, relaksacyjne
5. Marsz Nordic Walking

4.1.2. Analiza obciążeń treningowych zrealizowanych w eksperymentalnym programie treningu zdrowotnego

Opis efektywności programu treningowego powinien być poprzedzony szczegółową analizą zrealizowanych obciążeń treningowych. Obciążenia treningowe można scharakteryzować stosując dwie składowe. Pierwszą z nich stanowi objętość (wielkość) wykonanej pracy, rozumiana jako ilościowa charakterystyka wysiłku. Druga składowa obciążeń treningowych to intensywność, czyli parametr jakościowy wyrażający stosunek mocy rozwijanej podczas aktywności fizycznej do mocy maksymalnej, możliwej do uzyskania przez organizm (Sozański, 1999).

Objętość obciążeń treningowych zrealizowanych przez grupę eksperymentalną

Charakterystyka objętości treningowej w omawianym programie dotyczy opisu wielkości pokonanego dystansu oraz czasu jego realizacji. Zapis objętości treningu rejestrowano za pomocą urządzenia z wbudowanym modułem GPS – Garmin Forerunner 405. Poniżej przedstawiono przykładowy zapis planu jednego z treningów, zrealizowanego przez obie podgrupy treningowe grupę (A i B). Każdą jednostkę treningową zaplanowano w sposób klasyczny – rysując trasę na mapie do biegów na orientację.



Rysunek 7. Przykładowy zapis trasy marszu zrealizowanej przez podgrupę A oraz B (autor: Prusik, 2016)

Czas trwania części głównej treningu wynosił 45 min. Średnia długość trasy uzyskana przez podgrupę A podczas jednej jednostki treningowej wynosił 4,11 km, a podgrupy B 3,65 km. Podgrupa A pokonała łączny dystans 123 km 330 m w trakcie 12. tygodni i jest to o 13 km 890 m więcej niż łączny dystans podgrupy B. Średni dystans wzrasta progresywnie w poszczególnych tygodniach od 3,10 km do 5,34 km w grupie A i od 2,63 km do 4,75 km w grupie B. Natomiast należy zwrócić uwagę, że pomimo różnicy w pokonanym dystansie, obie podgrupy zbliżyły się do siebie pod względem tempa marszu w kolejnych mikrocyklach. Różnica w czasie potrzebnym

na przejście 1 km między podgrupami A i B wynosiła na początku makrocyklu 2 min. 36 s, natomiast w ostatnim tygodniu treningowym już tylko 1 min. 3s. Średnia prędkość wzrastała w kolejnych tygodniach od 3. do 12., od 4,13 km/h do 7,12 km/h w grupie A oraz 3,51-6,33 km/h w grupie B. Zaobserwowana progresja dowodzi właściwego kierowania procesem treningowym i jego metodycznego planowania, zgodnego z zasadą stopniowego wzrastania obciążeń. Szczegółowy rejestr objętości treningowej, zrealizowanej przez grupę eksperymentalną przedstawia Tabela 4.2 oraz Tabela 4.3.

Tabela 4.2. Rejestr objętości treningowej podgrupy A w 12. tygodniowym makrocyklu

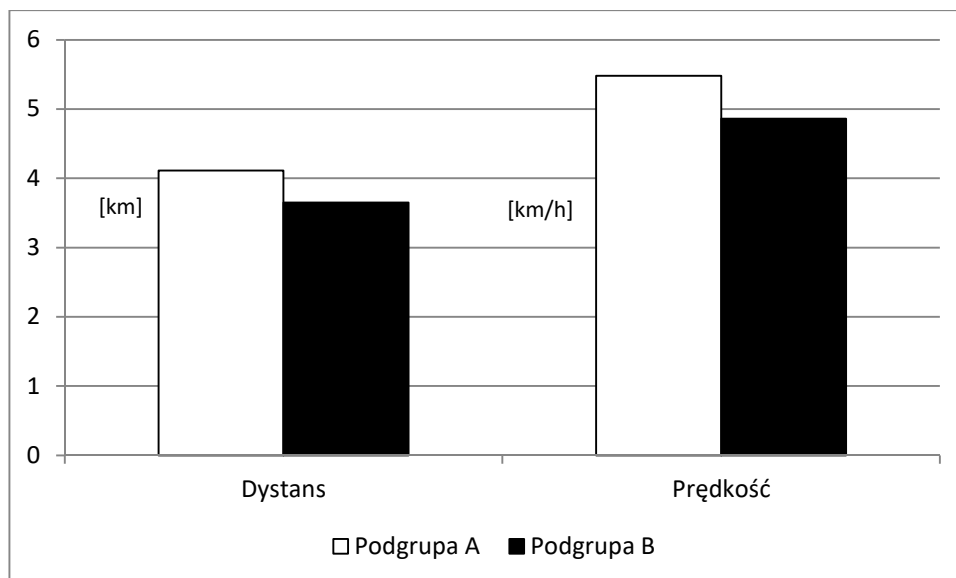
Mezocykl	Tydzień	Czas [min]	Śr. dystans [km]	Śr. prędkość [km/h]	Śr. tempo mm:ss/km
Podstawowy – rozwijający	3	45	3,10	4,13	14:30
	4	45	3,25	4,33	13:50
	5	45	3,45	4,60	13:02
	6	45	3,63	4,84	12:23
	7	45	3,86	5,15	11:39
	8	45	4,25	5,67	10:35
	9	45	4,41	5,88	10:12
	10	45	4,72	6,29	09:32
Podstawowy stabilizujący	11	45	5,10	6,80	08:49
	12	45	5,34	7,12	08:25

Tabela 4.3. Rejestr objętości treningowej podgrupy B w 12. tygodniowym makrocyklu

Mezocykl	Tydzień	Czas [min]	Śr. dystans [km]	Śr. prędkość [km/h]	Śr. tempo mm:ss/km
Podstawowy – rozwijający	3	45	2,63	3,51	17:06
	4	45	2,75	3,67	16:21
	5	45	2,97	3,96	15:09
	6	45	3,12	4,16	14:25
	7	45	3,42	4,56	13:09
	8	45	3,80	5,07	11:50
	9	45	4,19	5,59	10:44
	10	45	4,32	5,76	10:25
Podstawowy – stabilizujący	11	45	4,53	6,04	09:56
	12	45	4,75	6,33	09:28

Powyższe dane obejmują okres od 3. do 12. tygodnia cyklu treningowego. Pierwsze dwa tygodnie treningów nie zarejestrowano urządzeniem GPS, ponieważ celem tego mezocyklu było zbudowanie optymalnej techniki Nordic Walking przez uczestniczki eksperymentu.

Wykonano dodatkowo jednoczynnikową analizę wariancji, która wykazała brak istotnej statystycznie różnicy pomiędzy podgrupami treningowymi w zakresie uzyskanego dystansu oraz prędkości marszu podczas treningów. Brak istotności statystycznej nie oznacza braku istotności z praktycznego punktu widzenia. Średnia różnica w dystansie wynosząca ok 0,5 km ma istotne znaczenie dla osoby starszej, dla której taka różnica może mieć wpływ na odczuwanie subiektywnego poziomu zmęczenia po zakończeniu treningu. Wykres 4.1 przedstawia graficzną interpretację omawianych wyników.

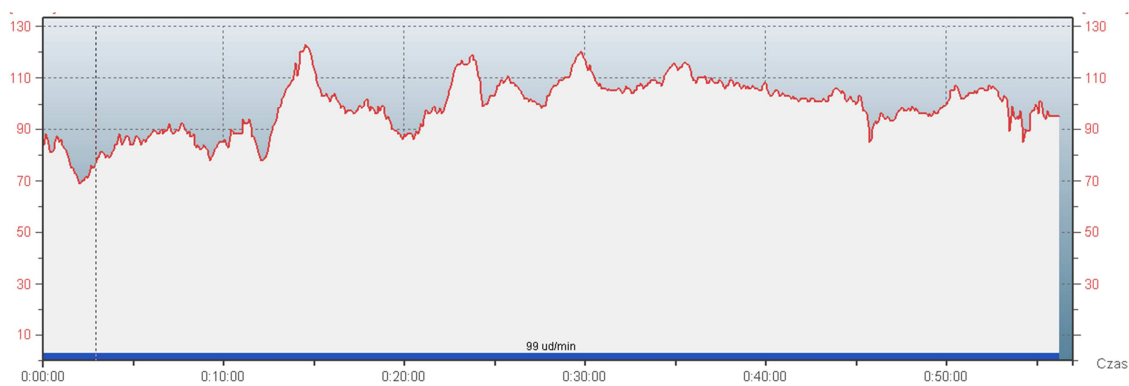


Wykres 4.1. Średnie wartości dystansu oraz prędkości marszu w podgrupach treningowych A i B w 12. tygodniowym makrocyklu

Intensywność obciążeń treningowych zrealizowanych przez grupę eksperymentalną

Ustalenie optymalnej intensywności zajęć treningowych jest jednym z kluczowych zagadnień treningu zdrowotnego osób starszych, ze względu na swoje dla tej grupy odbiorców, wymogi bezpieczeństwa. Dodatkowo, szczegółowa analiza obiektywnej i subiektywnej oceny intensywności zajęć treningowych może być ważnym elementem kontroli operacyjnej i spowodować modyfikację obciążeń treningowych adekwatnie do aktualnych, zmieniających się w czasie, możliwości osób trenujących.

Na podstawie równania $HR_{max} = 220 - \text{wiek}$ (Ziemba, 1998), wyznaczono maksymalną częstość skurczów serca, która u badanych wynosiła od 145 do 160 sk./min. Na tej podstawie wyznaczono zakresy intensywności ćwiczeń. Eksperymentalny program treningowy zakładał intensywność w zakresie 30-70% maksymalnej częstości skurczów serca (Kuński & Janiszewski, 1999). W celu bieżącej kontroli intensywności treningu, uczestniczki badań zostały wyposażone w sporttestery firmy Polar. Przed rozpoczęciem zajęć, każde urządzenie zostało spersonalizowane, z uwzględnieniem indywidualnych parametrów. W przypadku przekroczenia zalecanej intensywności, urządzenie emitowało sygnał dźwiękowy. Przykładowy zapis z pulsometru przedstawia Rysunek 8.



Rysunek 8. Przykładowy odczyt częstości skurczów serca kobiety z grupy eksperymentalnej podczas treningu

Szczegółowe zestawienie danych z pulsometrów kobiet z podgrup treningowych A i B przedstawia Tabela 4.4 oraz Tabela 4.5.

Tabela 4.4. Wartości częstości skurczów serca w odpowiedzi na zmianę intensywności treningowej w podgrupie A

Tydzień treningowy	I%	HR min.			HR śr.			HR max.		
		X	SD	V%	X	SD	V%	X	SD	V%
1	30	84	9	10	102	10	11	120	12	10
2	30	88	8	9	105	8	9	125	11	9
3	40	85	10	9	106	10	9	126	15	12
4	40	86	11	10	105	9	11	128	13	15
5	40	87	9	11	107	12	9	130	14	10
6	50	85	11	12	101	11	11	131	13	11
7	50	85	10	10	109	9	10	128	11	9
8	50	84	10	12	107	9	11	127	12	8
9	60	85	11	10	104	10	11	126	13	11
10	60	84	12	12	101	11	12	131	14	12
11	70	86	9	11	105	12	10	125	15	11
12	70	81	10	12	101	10	12	126	15	13
Średnia:		85	10	11	104	10	11	127	13	11

I% - intensywność wysiłku [%]

Tabela 4.5. Wartości częstości skurczów serca w odpowiedzi na zmianę intensywności treningowej w podgrupie B

Tydzień treningowy	I%	HR min.			HR śr.			HR max.		
		X	SD	V%	X	SD	V%	X	SD	V%
1	30	87	11	13	105	11	10	122	13	10
2	30	86	12	15	106	12	11	125	12	11
3	40	90	9	12	106	10	5	129	10	9
4	40	89	12	12	109	8	12	126	13	10
5	40	92	13	14	111	11	11	130	13	10
6	50	88	8	10	107	12	8	127	11	9
7	50	91	9	11	109	9	10	131	14	12
8	50	88	12	12	109	11	14	128	15	15
9	60	91	9	9	108	14	7	129	10	8
10	60	94	10	11	111	8	9	125	11	10
11	70	95	9	10	113	9	10	131	16	12
12	70	88	13	15	107	11	12	125	13	11
Średnia:		90	11	12	108	11	10	126	13	11

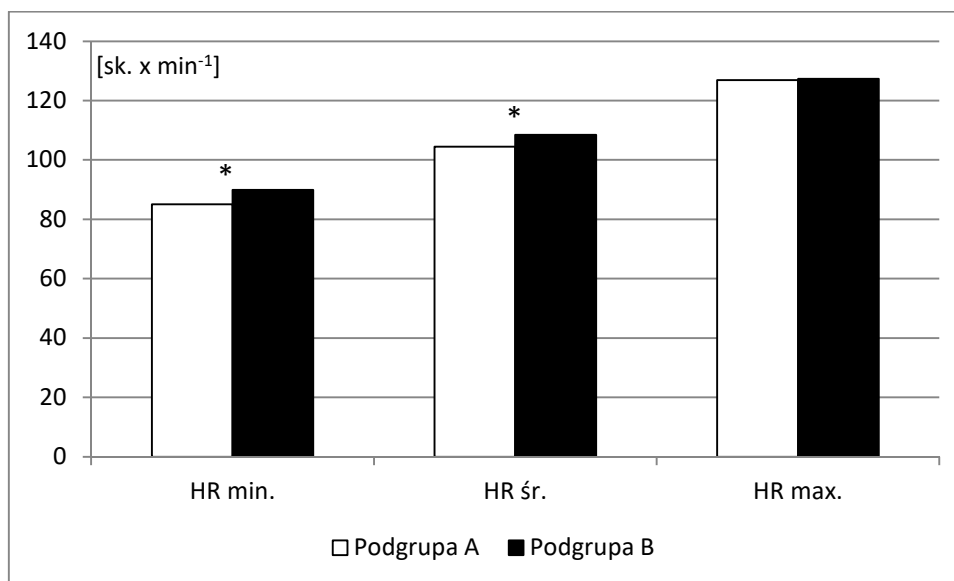
I% - intensywność wysiłku [%]

Dane zaprezentowane w tabelach powyżej zawierają średnie wartości częstości skurczów serca kobiet z podgrup treningowych A (4.4) oraz B (4.5). Poziom intensywności ćwiczeń określono na 30-70% HRmax., wzrastające metodycznie od 1. do 12. tygodnia treningowego. Zaobserwowano stabilne wartości tętna wysiłkowego i to zarówno w zakresie jego wartości średnich, jak i minimalnych oraz maksymalnych. Wartości odchylenia standardowego i współczynnika zmienności potwierdzają niewielkie zróżnicowanie wewnątrzgrupowe obu podgrup A i B (SD=8-15, V%=8-15%). Wartości HR średnie wahały się w poszczególnych tygodniach od 101 do 109 sk./min. (gr. A) oraz 105-113 sk./min. (gr. B), nie przekraczając wartości HR max. 131 sk./min. w obu podgrupach.

Wykonano również jednoczynnikową analizę wariancji, która wykazała istotnie statystycznie różnice pomiędzy podgrupami treningowymi w pomiarach HR min. oraz HR śr. Analiza HR max. nie wykazała istotnie statystycznych różnic pomiędzy podgrupami.

Wykres 4.2 przedstawia graficzną interpretację omawianych wyników. Istotnie statystycznie różnica w zakresie HR min oraz HR śr. między podgrupami treningowymi nie ma uzasadnienia logicznego. Różnicę pomiędzy średnimi wartościami HR min. na poziomie 5 [sk. x min⁻¹] oraz 4 [sk. x min⁻¹] dla HR śr. należy uznać za różnicę nieznaczną. Dlatego autor przyjmuje, że podgrupy treningowe A i B były podobne

do siebie w zakresie wartości częstości skurczów serca w odpowiedzi na zmianę intensywności treningowej.



* różnice istotnie statystycznie na poziomie $p < 0,05$

Wykres 4.2. Wartości HR minimalnego, średniego oraz maksymalnego w podgrupach treningowych A i B

4.2. Efektywność programu treningowego w zakresie wybranych wskaźników stabilności posturalnej

W rozdziale 4.2. zamieszczono szczegółowe wyniki badań empirycznych przeprowadzonego eksperymentu. Podział treści niniejszego rozdziału odpowiada zamieszczonemu w rozdziale 3. modelowi metodologicznemu, w którym zawarto pytania odnoszące się wprost do efektywności eksperymentalnego programu treningu zdrowotnego, w grupie kobiet w wieku 60-75 lat. Zamieszczone w rozdziale 4.1. analizy zastosowanych obciążeń treningowych, szczegółowo opisały, ilościowo i jakościowo, charakter bodźców pod wpływem których spodziewano się zmian w poziomie sprawności funkcjonalnej oraz równowagi ciała jako wskaźników stabilności posturalnej. W rozdziale 3. wyznaczono kontrolowane w eksperymencie zmienne i ich wskaźniki. W grupie zmiennych opisujących stabilność posturalną wyróżniono dwa ich rodzaje:

1. Zmienne opisujące sprawność funkcjonalną – zarejestrowane w próbach *wstawanie z krzesła, zginanie przedramienia, skłon w przód, wstań i idź, marsz 2 min.*;
2. Zmienne opisujące równowagę ciała – opisane parametrem *długość ścieżki, średnia prędkość COP, pole wychyleń COP* zarejestrowane w próbach:
 - EO - pozycja pionowa na obu nogach z otwartymi oczami
 - EC - pozycja pionowa na obu nogach z zamkniętymi oczami
 - SR - pozycja pionowa na prawej nodze z otwartymi oczami
 - SL - pozycja pionowa na lewej nodze z otwartymi oczami
 - TR - pozycja pionowa, gdzie prawa stopa ustawiona jest w jednej linii za lewą stopą
 - TL - pozycja pionowa, gdzie lewa stopa ustawiona jest w jednej linii za prawą stopą

W pierwszych dwóch podrozdziałach dla wszystkich wskaźników zastosowano tę samą kolejność analizy: grupa eksperymentalna PRE-POST, następnie grupa kontrolna PRE-POST. Kolejne dwa podrozdziały (4.2.3 i 4.2.4), które bezpośrednio dotyczą problemu efektywności eksperymentalnego programu treningu zdrowotnego, to porównanie poziom wskaźników charakteryzujących stabilność posturalną kobiet, które zrealizowały 12. tygodniowy program treningu zdrowotnego z kobietami nietreningowymi. Konsekwencją tej analizy jest uzyskanie informacji dotyczącej wielkości wpływu zastosowanego programu treningowego na poziom stabilności posturalnej badanych kobiet. Logika prowadzonych przez nas porównań przebiega następująco:

- w pierwszej kolejności określono poziom różnic i ich istotności w poszczególnych grupach pomiędzy badaniem początkowym i końcowym;
- następnie wykonano dwuczynnikową analizę wariancji (ANOVA) dla zmiennych „grupa” i „czas badania” w celu określenia efektywności zastosowanego programu treningowego. W przypadku stwierdzenia statystycznie istotnej różnicy, wykonano test post hoc Tukey’a.

Dodatkowym elementem analizy było określenie wielkości efektu (*ES ang. effect size*). Wielkość tego wskaźnika określa jaki procent zmienności wyjaśnia określona zmienna lub interakcja kilku zmiennych. Wielkość efektu w zakresie: 0,01-0,06 to słaby efekt, 0,06-0,14 to średni efekt oraz powyżej 0,14 oznacza silny efekt (Francuz & Mackiewicz, 2007). Przy opisie wielkości efektu zastosowano miarę η^2 (eta-

kwadrat). Przyjęty w tej części pracy schemat analiz ma pozwolić na empiryczne określenie wielkości zmian we wskaźnikach stabilności posturalnej oraz efektywność zastosowanego programu treningowego, co ma się stać punktem wyjścia do prowadzenia dalszych analiz w kierunku wypracowania nowego narzędzia do indywidualnej oceny stabilności posturalnej kobiet w wieku 60-75 lat oraz aplikację samego programu, do powszechnego zastosowania w kształtowaniu stabilności posturalnej, a tym samym jako skutecznego sposobu zapobiegania upadkom kobiet w tym wieku.

4.2.1. Zmiany sprawności funkcjonalnej kobiet z grupy eksperymentalnej i kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie

Zweryfikowaniu hipotezy 2. służą przedstawione poniżej analizy uzyskanych danych empirycznych: analiza zmian wartości zmiennych zależnych w grupie eksperymentalnej i kontrolnej podczas trwania eksperymentu, ma ujawnić kierunek tych zmian oczekiwanych jako:

- inwolucyjne, ustabilizowane w grupie kontrolnej;
- antyinwolucyjne, ustabilizowane w grupie eksperymentalnej.

Przed przystąpieniem do analizy wyników należy również podkreślić, że większość uzyskanych wyników w testach sprawności funkcjonalnej zostało zaokrąglonych do liczb całkowitych, zgodnie ze wskazówkami autorów testu (Rikli & Jones, 2013b). Informacja ta jest bardzo istotna przy właściwej interpretacji danych, zawartych we wszystkich tabelach dotyczących sprawności funkcjonalnej. W przypadkach, gdzie uznano za konieczne przedstawienie szczegółowych wyników, wartości zaprezentowano za pomocą liczb z jednym lub z dwoma miejscami dziesiętnymi.

Poziom sprawności funkcjonalnej kobiet w wieku 60-75 lat określono za pomocą pięciu prób z baterii *Senior Fitness Test*. Tabela 4.6 zawiera dane charakteryzujące sprawność funkcjonalną grupy eksperymentalnej na początku i końcu eksperymentu. Już wstępna analiza uzyskanych przez trenujące kobiety wyników wskazuje na kierunkowe zmiany w zakresie poszczególnych prób. Po zrealizowaniu przez nie 12. tygodniowego cyklu treningowego, zaobserwowano poprawę wyników w zakresie prób: *wstawanie z krzesła*, *zgnanie ramienia*, *skłon w przód* oraz *2. minutowy marsz*. Istotnie statystyczną progresję wyników odnotowano w dwóch

próbach, mierzących poziom siły mięśniowej (kończyn górnych oraz dolnych) - $p < 0,01$. Różnice te wyniosły odpowiednio od 3 do 24%. Tak wysoka wartość poprawy wyników uzyskana przez grupę eksperymentalną może wynikać z wysokiej reaktywności organizmów starszych kobiet na zadane obciążenie treningowe oraz z właściwego planowania i realizacji treści eksperymentalnego cyklu treningowego. Szczegółową charakterystykę poziomu sprawności funkcjonalnej grupy eksperymentalnej przedstawia Tabela 4.6.

Tabela 4.6. Zmiany sprawności funkcjonalnej kobiet z grupy eksperymentalnej w 12. tygodniowym eksperymencie

<i>Senior Fitness Test – grupa eksperymentalna PRE-POST</i>								
Rodzaj próby	Pomiar	X	SD	CI (-95%;+95%)	V [%]	Różnica		p
						ilościowa	%	
Wstawanie z krzesła (n)	PRE	17	3	(15;18)	19	4	24	0,00*
	POST	21	3	(19;22)	15			
Zginanie przedramienia (n)	PRE	25	4	(23;27)	16	2	6	0,00*
	POST	27	3	(25; 28)	13			
Skłon w przód L (cm)	PRE	11	7	(8;13)	64	1	11	0,14
	POST	12	7	(9;15)	58			
Skłon w przód P (cm)	PRE	10	8	(7;14)	72	2	10	0,15
	POST	12	7	(8;15)	64			
Wstań i idź (sek.)	PRE	4,19	0,51	(3,97;4,40)	12	0,15	4	0,16
	POST	4,34	0,65	(4,06;4,61)	15			
Marsz 2 min. (n)	PRE	115	19	(107;123)	17	4	3	0,28
	POST	119	19	(111;127)	16			

L- lewa kończyna dolna, P - prawa kończyna dolna

** - wartości istotne statystycznie ($p < 0,05$)*

Przedstawione wyniki mogą być argumentem świadczącym o skuteczności zastosowanego treningu. Zrealizowane przez badane kobiety obciążenia treningowe wpłynęły na kierunkową, pozytywną zmianę w sprawności funkcjonalnej. Tym samym, można mówić o wyhamowaniu zmian inwolucyjnych w sprawności funkcjonalnej kobiet realizujących eksperymentalny trening zdrowotny.

Grupa kontrolna, nie biorąca udziału w żadnej zorganizowanej formie aktywności fizycznej, uzyskała pogorszenie wyników w większości przeprowadzonych

prób. W dwóch próbach odnotowano pozytywną zmianę wyników: *skłon w przód* (kończyna lewa) oraz próba *wstawanie z krzesła*, gdzie uzyskana różnica 8% jest istotna statystycznie. W pozostałych próbach osoby nietreningujące uzyskały pogorszenie wyników (różnica w zakresie 3-7%) lub wynik bez zmian (próba *wstań i idź*). Szczegółową charakterystykę poziomu sprawności funkcjonalnej grupy kontrolnej przedstawia Tabela 4.7.

Tabela 4.7. Zmiany sprawności funkcjonalnej kobiet z grupy kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie

<i>Senior Fitness Test – grupa kontrolna PRE-POST</i>								
Rodzaj próby	Pomiar	X	SD	CI (-95%;+95%)	V [%]	Różnica		p
						ilościowa	%	
Wstawanie z krzesła [n]	PRE	15	3	(14;16)	19	2	8	0,01*
	POST	17	4	(15;18)	21			
Zginanie przedramienia [n]	PRE	24	4	(22;25)	19	1	5	0,15
	POST	23	5	(21;24)	22			
Skłon w przód L [cm]	PRE	5	7	(3;8)	132	1	9	0,72
	POST	6	7	(3;8)	118			
Skłon w przód P [cm]	PRE	6,3	8	(3;9)	133	0,4	7	0,15
	POST	5,9	8	(3;9)	144			
Wstań i idź [sek.]	PRE	4,66	1,05	(4,30;5,02)	22	0,01	0	0,30
	POST	4,65	0,76	(4,39 4,91)	16			
Marsz 2 min. [n]	PRE	117	19	(111;124)	16	5	5	0,09
	POST	112	15	(107;117)	14			

L- lewa kończyna dolna, P - prawa kończyna dolna

** - wartości istotne statystycznie ($p<0,05$)*

Kobiety z grupy kontrolnej uzyskały wyniki podobne na początku i końcu eksperymentu w zakresie analizowanych wskaźników sprawności funkcjonalnej, co poświadcza poziom wyliczonej istotności statystycznej przedstawionej w tabeli powyżej. Nie odnotowano istotnego statystycznie postępu zmian inwolucyjnych, ale kierunek tych zmian w większości prób wskazuje na ich regresywny charakter, charakterystyczny dla zmian inwolucyjnych.

4.2.2. Zmiany równowagi ciała u kobiet z grupy eksperymentalnej i kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie

Zgodnie z metodyką przeprowadzonych badań, opisaną w rozdziale 3. ocenę równowagi ciała wykonano na podstawie wyników testów laboratoryjnych przeprowadzonych na platformie dynamograficznej AMTI AccuSway, szczegółowo opisanych w rozdziale 3.3.2.

Oceny równowagi ciała dokonano na podstawie trzech parametrów:

- *długość ścieżki przebytej przez COP* [cm];
- *średnia prędkość COP* z jaką porusza się środek nacisku stóp podczas badania [cm/s];
- *pole wychyleń COP* ograniczone elipsą 95. centyla [cm²].

Uzyskane wyniki w podanych pomiarach należy odczytywać zgodnie z zasadą: im niższa wartość tym lepszy poziom równowagi.

Tabele 4.8-4.10 zawierają dane opisujące grupę eksperymentalną kobiet w wieku 60 -75 lat w zakresie poszczególnych parametrów równowagi ciała przed rozpoczęciem 12. tygodniowego cyklu treningowego (PRE) i po jego zakończeniu (POST). W każdej z tabel zawarto 6 prób równowagi opisanych w rozdziale 3. Dla ułatwienia analizy zawartości tabel pod każdą z nich umieszczono objaśnienia zastosowanych skrótów.

Z przeprowadzonej analizy statystycznej wynika, że w zakresie pierwszego parametru równowagi ciała tj. długości ścieżki (Tabela 4.8) kobiety z grupy eksperymentalnej pod wpływem 12. tygodniowego treningu uzyskały istotną statystycznie poprawę wyników w próbach: stanie na jednej nodze (kończyna prawa

i lewa) oraz próba tandem (kończyna lewa). Różnica procentowa między badaniami PRE i POST w tych próbach wyniosła od 9 do 14%. Najmniejsze zmiany odnotowano dla próby równowagi w pozycji stojącej na obu kończynach dolnych o oczach otwartych i zamkniętych, nie przekraczające 1%. Zwraca uwagę zróżnicowanie wartości współczynnika zmienności w każdej z prób wynoszących od 12% do 40%. Szczegółową charakterystykę wielkości parametru długość ścieżki w grupie eksperymentalnej na początku i końcu eksperymentu przedstawia Tabela 4.8.

Tabela 4.8. Zmiany parametru *długość ścieżki* w grupie eksperymentalnej w 12. tygodniowym eksperymencie

<i>Długość ścieżki [cm] – grupa eksperymentalna PRE-POST</i>								
Rodzaj próby	Pomiar	X	SD	CI (-95%;+95%)	V [%]	Różnica		p
						ilościowa	%	
EO	PRE	39,63	5,31	(37,58;41,70)	13	0,10	0	0,52
	POST	39,54	4,90	(37,64;41,44)	12			
EC	PRE	46,90	10,68	(42,76;51,05)	23	0,55	1	0,65
	POST	47,45	12,90	(42,45-52,45)	27			
SR	PRE	190,40	69,78	(163,34;217,47)	3	26,72	14	0,001*
	POST	163,69	49,17	(144,62;182,75)	30			
SL	PRE	185,56	64,83	(160,90;210,22)	35	16,30	9	0,005*
	POST	169,26	57,08	(147,55;190,97)	34			
TR	PRE	119,25	38,64	(104,55;133,95)	32	13,90	12	0,06
	POST	105,36	42,51	(89,19;121,53)	40			
TL	PRE	127,83	46,78	(110,04;145,63)	37	12,14	9	0,05*
	POST	115,70	38,41	(101,09;130,31)	33			

* - wartości istotne statystycznie ($p < 0,05$)

EO – pozycja pionowa na obu nogach z otwartymi oczami, EC – pozycja pionowa na obu nogach z zamkniętymi oczami, SR – pozycja pionowa na prawej nodze z otwartymi oczami, SL – pozycja pionowa na lewej nodze z otwartymi oczami, TR – pozycja pionowa, gdzie prawa stopa ustawiona jest w jednej linii za lewą stopą, TL – pozycja pionowa, gdzie lewa stopa ustawiona jest w jednej linii za prawą stopą

Podobne obserwacje poczyniono podczas analizy parametru „średnia prędkość COP” (Tabela 4.9). Grupa eksperymentalna uzyskała istotną statystycznie pozytywną zmianę wyników w zakresie tych samych prób, jak w parametrze *długość ścieżki: stanie na jednej nodze* (kończyna prawa i lewa) oraz pozycja *tandem* (kończyna lewa). Różnica pomiędzy początkiem a końcem eksperymentu wynosiła 9-12%. W przypadku prób w pozycji stojącej na obu kończynach dolnych nie odnotowano zmian w wartościach tego parametru. Podobnie jak w przypadku parametru *długość ścieżki* również tutaj zaobserwowano wysokie wartości współczynnika zmienności, który wynosi od 16% do 48%. Szczegółową charakterystykę zmian parametru *średnia prędkość COP* w grupie eksperymentalnej w 12. tygodniowym eksperymencie przedstawia Tabela 4.9.

Tabela 4.9. Zmiany parametru *średnia prędkość COP* w grupie eksperymentalnej w 12. tygodniowym eksperymencie

<i>Średnia prędkość COP [cm/s] - grupa eksperymentalna PRE-POST</i>								
Rodzaj próby	Pomiar	X	SD	CI (-95%;+95%)	V [%]	Różnica		p
						ilościowa	%	
EO	PRE	1,36	0,23	(1,26;1,44)	17	0,01	0	0,42
	POST	1,35	0,22	(1,26;1,43)	16			
EC	PRE	1,63	0,49	(1,44;1,81)	30	0,00	0	0,91
	POST	1,63	0,50	(1,44;1,82)	30			
SR	PRE	6,69	2,95	(5,57;7,82)	44	0,81	12	0,00*
	POST	5,88	2,81	(4,81;6,95)	48			
SL	PRE	6,19	2,16	(5,36;7,01)	35	0,54	9	0,00*
	POST	5,64	1,90	(4,92;6,37)	34			
TR	PRE	3,98	1,29	(3,49;4,47)	32	0,46	12	0,06
	POST	3,51	1,42	(2,97;4,05)	40			
TL	PRE	4,26	1,56	(3,67;4,85)	37	0,40	9	0,05*
	POST	3,86	1,28	(3,37;4,34)	33			

* - wartości istotne statystycznie ($p < 0,05$)

EO – pozycja pionowa na obu nogach z otwartymi oczami, EC – pozycja pionowa na obu nogach z zamkniętymi oczami, SR – pozycja pionowa na prawej nodze z otwartymi oczami, SL – pozycja pionowa na lewej nodze z otwartymi oczami, TR – pozycja pionowa, gdzie prawa stopa ustawiona jest w jednej linii za lewą stopą, TL – pozycja pionowa, gdzie lewa stopa ustawiona jest w jednej linii za prawą stopą

Największą pozytywną zmianę w trakcie 12. tygodni odnotowano w parametrze *pole wychyleń COP*. W przypadku czterech prób różnica pomiędzy początkiem a końcem eksperymentu była istotna statystycznie. Wyniki uzyskane w próbach dla kończyny dolnej prawej osiągnęły najwyższą procentową różnicę: 34% (*stanie na jednej nodze*) oraz 26% dla próby w pozycji *tandem*. W próbach stania na obu kończynach dolnych o oczach otwartych i zamkniętych nie wykazały różnic istotnych statystycznie. Szczegółowa charakterystyka parametru *pole wychyleń COP* (Tabela 4.10), potwierdza tendencję wysokiego wewnętrznego zróżnicowania we wszystkich próbach, a współczynnik zmienności osiąga wartości od 37% do 58%.

Tabela 4.10. Zmiany parametru *pole wychyleń COP* w grupie eksperymentalnej w 12. tygodniowym eksperymencie

<i>Pole wychyleń COP [cm²] – grupa eksperymentalna PRE POST</i>								
Rodzaj próby	Pomiar	X	SD	CI (-95%;+95%)	V [%]	Różnica		
						ilościowa	%	p
EO	PRE	0,90	0,45	(0,73;1,08)	49	0,02	2	0,88
	POST	0,92	0,53	(0,71;1,13)	57			
EC	PRE	1,25	0,63	(1,00;1,50)	51	0,10	8	0,91
	POST	1,15	0,65	(0,88;1,41)	57			
SR	PRE	11,83	5,02	(9,75;13,90)	42	4,03	34	0,00*
	POST	7,79	2,86	(6,66;8,92)	37			
SL	PRE	11,22	5,51	(9,00;13,45)	49	2,32	21	0,02*
	POST	8,90	4,07	(7,26;10,54)	46			
TR	PRE	6,11	3,54	(4,74;7,48)	58	1,60	26	0,01*
	POST	4,51	1,68	(3,86;5,16)	37			
TL	PRE	6,38	3,37	(5,07;7,69)	53	0,91	14	0,04*
	POST	5,47	2,45	(4,54;6,41)	45			

* - wartości istotne statystycznie ($p < 0,05$)

EO – pozycja pionowa na obu nogach z otwartymi oczami, EC – pozycja pionowa na obu nogach z zamkniętymi oczami, SR – pozycja pionowa na prawej nodze z otwartymi oczami, SL – pozycja pionowa na lewej nodze z otwartymi oczami, TR – pozycja pionowa, gdzie prawa stopa ustawiona jest w jednej linii za lewą stopą, TL – pozycja pionowa, gdzie lewa stopa ustawiona jest w jednej linii za prawą stopą

Pozytywne zmiany obserwowane we wszystkich trzech wskaźnikach równowagi ciała w 12. tygodniowym eksperymencie były obserwowane prawie we wszystkich próbach, i tym wyraźniejsze, im trudniejsza była próba. Dlatego też, różnice między początkiem i końcem eksperymentu w próbach, w których uczestniczyła kontrola wzroku i dwunożna pozycja ciała, były niewielkie. Za to różnice odnotowane pomiędzy badaniami PRE i POST w próbach o ograniczonej płaszczyźnie podparcia były wyraźne i w większości istotne statystycznie, sięgające nawet 34% (próba *stanie na jednej nodze*, parametr *pole wychyleń COP*).

Na podstawie analiz wszystkich trzech wskaźników równowagi ciała zaobserwowano, że najbardziej czułym dla badanej grupy kobiet był parametr *pole wychyleń COP*, ponieważ brak zmian zarejestrowanych za pomocą parametru *długość*

ścieżki i *średnia prędkość COP*, w próbach o oczach otwartych i zamkniętych na obu nogach, w parametrze *pole wychyleń COP* wynosiła odpowiednio 2 i 8%. Również największe zmiany, zarejestrowane w próbach dla kończyny dolnej prawej (*stanie na jednej nodze* oraz *tandem*) były procentowo dwu- i prawie trzykrotnie większe mierzone parametrem *pole wychyleń COP* w porównaniu do dwóch pozostałych parametrów. Na tej podstawie przyjmuje się dla grupy kobiet w wieku 60-75 lat parametr *pole wychyleń COP* jako najczulsze narzędzie pomiaru aktualnego stanu równowagi ciała i zmian dokonujących się w trakcie 12. tygodniowego eksperymentu.

Tabele 4.11-4.13 zawierają dane opisujące w analogicznym schemacie grupę kontrolną kobiet. Grupa kontrolna w zakresie parametru *długość ścieżki* uzyskała istotną statystycznie poprawę wyniku jedynie w próbie *tandem* dla kończyny prawej (o 13%). W badaniu końcowym niższe wartości wyników odnotowano również w próbach: w pozycji stojącej o *oczach otwartych* (różnica 2%), pozycji *stanie na jednej nodze* lewej (różnica 9%) oraz pozycji *tandem* dla kończyny lewej (różnica 5%). W pozostałych przypadkach wartości wyników były takie same na początku i końcu eksperymentu lub odnotowano spadek poziomu równowagi o 4% w próbie *stania na jednej nodze* (kończyna prawa). Zróżnicowanie wewnątrzgrupowe, podobnie jak w grupie eksperymentalnej, osiągnęło wysokie wartości ($V\%=17-47\%$). Szczegółowa charakterystyka zmian równowagi ciała w zakresie parametru *długość ścieżki* w grupie kontrolnej przedstawia Tabela 4.11.

Tabela 4.11. Zmiany parametru *długość ścieżki* w grupie kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie

<i>Długość ścieżki [cm] – grupa kontrolna PRE-POST</i>								
Rodzaj próby	Pomiar	X	SD	CI (-95%;+95%)	V [%]	Różnica		
						ilościowa	%	p
EO	PRE	40,21	7,93	(37,52;42,89)	20	0,78	2	0,35
	POST	39,43	6,63	(37,19;41,67)	17			
EC	PRE	47,33	10,74	(43,70;50,97)	23	0,20	0	0,60
	POST	47,53	9,92	(44,18;50,89)	21			
SR	PRE	187,85	82,82	(158,96;216,75)	44	6,62	4	0,58
	POST	194,47	73,46	(168,84-220,10)	38			
SL	PRE	216,37	101,86	(181,91;250,83)	47	19,14	9	0,14
	POST	197,23	72,47	(172,71;221,75)	37			
TR	PRE	123,78	49,36	(106,82;140,73)	40	16,03	13	0,03*
	POST	107,74	38,65	(94,47;121,02)	36			
TL	PRE	126,52	51,48	(108,56;144,48)	41	6,87	5	0,28
	POST	119,65	44,46	(104,14;135,16)	37			

* - wartości istotne statystycznie ($p < 0,05$)

EO – pozycja pionowa na obu nogach z otwartymi oczami, *EC* – pozycja pionowa na obu nogach z zamkniętymi oczami, *SR* – pozycja pionowa na prawej nodze z otwartymi oczami, *SL* – pozycja pionowa na lewej nodze z otwartymi oczami, *TR* – pozycja pionowa, gdzie prawa stopa ustawiona jest w jednej linii za lewą stopą, *TL* – pozycja pionowa, gdzie lewa stopa ustawiona jest w jednej linii za prawą stopą

Analiza parametru *średnia prędkość COP* dla grupy kontrolnej wykazała podobny kierunek zmian, do tych zaobserwowanych podczas analizy poprzedniego parametru. Poprawę wyników odnotowano w przypadku tych samych, czterech prób, jednak bez istotności statystycznej (różnica od 2 do 10%). W próbie w pozycji stojącej o oczach zamkniętych, zanotowano analogicznie do parametru *długość ścieżki* brak zmiany, a w próbie w pozycji *stanie na jednej nodze* (prawej) spadek o 6%. Szczegółową charakterystykę omawianego parametru prezentuje Tabela 4.12.

Tabela 4.12. Zmiany parametru *średnia prędkość COP* w grupie kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie

<i>Średnia prędkość COP [cm/s] – grupa kontrolna PRE-POST</i>								
Rodzaj próby	Pomiar	X	SD	CI (-95%;+95%)	V [%]	Różnica		
						ilościowa	%	p
EO	PRE	1,34	0,26	(1,25;1,43)	20	0,03	2	0,35
	POST	1,31	0,22	(1,24;1,39)	17			
EC	PRE	1,57	0,36	(1,46;1,70)	23	0,01	0	0,85
	POST	1,58	0,33	(1,47;1,70)	21			
SR	PRE	6,15	2,37	(5,32;6,97)	38	0,38	6	0,28
	POST	6,52	2,57	(5,63;7,42)	39			
SL	PRE	7,21	3,40	(6,06;8,36)	47	0,64	9	0,14
	POST	6,57	2,42	(5,76;7,39)	37			
TR	PRE	4,13	1,65	(3,56;4,69)	40	0,40	10	0,18
	POST	3,72	1,23	(3,30;4,15)	33			
TL	PRE	4,22	1,72	(3,62;4,82)	41	0,23	5	0,28
	POST	3,99	1,48	(3,47;4,51)	37			

EO – pozycja pionowa na obu nogach z otwartymi oczami, EC –pozycja pionowa na obu nogach z zamkniętymi oczami, SR – pozycja pionowa na prawej nodze z otwartymi oczami, SL –pozycja pionowa na lewej nodze z otwartymi oczami, TR – pozycja pionowa, gdzie prawa stopa ustawiona jest w jednej linii za lewą stopą, TL –pozycja pionowa, gdzie lewa stopa ustawiona jest w jednej linii za prawą stopą

W zakresie parametru *pole wychyleń COP* nie odnotowano istotnych statystycznie zmian, natomiast procentowa różnica uzyskanych wyników była co najmniej dwukrotnie większa niż w przypadku dwóch wcześniejszych parametrów. W trzech próbach odnotowano spadek poziomu równowagi ciała od 12 do 20%. W pozostałych trzech - poprawę wyników od 12 do 16%. Tabela 4.13 przedstawia szczegółową charakterystykę uzyskanych wyników przez grupę kontrolną na początku i końcu eksperymentu.

Tabela 4.13. Zmiany parametru *pole wychyleń COP* w grupie kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie

<i>Pole wychyleń COP [cm²] – grupa kontrolna PRE-POST</i>								
Rodzaj próby	Pomiar	X	SD	CI (-95%;+95%)	V [%]	Różnica		p
						ilościowa	%	
EO	PRE	1,00	0,59	(0,79;1,20)	60	0,20	20	0,12
	POST	1,19	0,62	(0,98;1,40)	52			
EC	PRE	1,33	0,72	(1,08;1,58)	54	0,20	15	0,25
	POST	1,52	0,76	(1,25;1,79)	50			
SR	PRE	10,37	5,05	(8,38;12,37)	49	1,30	12	0,70
	POST	11,67	5,97	(9,31;14,03)	51			
SL	PRE	13,40	8,36	(9,87;16,93)	62	1,85	14	0,36
	POST	11,56	5,75	(9,28;13,83)	50			
TR	PRE	7,85	5,78	(5,83;9,86)	74	1,26	16	0,13
	POST	6,58	4,39	(5,05;8,12)	67			
TL	PRE	7,12	4,26	(5,53;8,71)	60	0,85	12	0,23
	POST	6,27	2,94	(5,17;7,37)	47			

EO – pozycja pionowa na obu nogach z otwartymi oczami, EC –pozycja pionowa na obu nogach z zamkniętymi oczami, SR – pozycja pionowa na prawej nodze z otwartymi oczami, SL –pozycja pionowa na lewej nodze z otwartymi oczami, TR – pozycja pionowa, gdzie prawa stopa ustawiona jest w jednej linii za lewą stopą, TL –pozycja pionowa, gdzie lewa stopa ustawiona jest w jednej linii za prawą stopą

Przeprowadzone powyżej analizy przywodzą do przyjęcia następujących uogólnień: grupa kontrolna, którą stanowiły kobiety w wieku 60-75 lat, nie uczestniczące w żadnej zorganizowanej formie aktywności fizycznej była bardzo zróżnicowana w zakresie każdego parametru i wszystkich prób. Odnotowane w okresie 12. tygodni zmiany są nieistotne statystycznie. Zbiór tych faktów może dowodzić przebiegających zmian inwolucyjnych w zakresie równowagi ciała, składającej się na stabilność posturalną. Zmiany inwolucyjne w obrębie równowagi ciała mają ściśle zindywidualizowany charakter, dlatego ich rzetelna ocena powinna opierać się na innych jeszcze, niż tylko stabilografia, metodach. Pomimo wysokiej czułości wskaźnika *pole wychyleń COP*, okazał się on niejednoznaczny w ocenie tempa zmian inwolucyjnych u kobiet w wieku 60-75 lat w okresie 12 tygodni. Dlatego też, za zasadne uznano podjęcie zadania utworzenia nowego narzędzia do indywidualnej oceny stabilności posturalnej, w której uwzględnione będą te wskaźniki, których

włączenie z jednej strony uzasadnia doświadczenie innych autorów, a z drugiej – doświadczenia własne, opisywane na kartach tej pracy.

Analiza uzyskanych wyników, określających poziom równowagi ciała kobiet w wieku 60-75 lat, zbieżnych kierunkowo z tymi, które określiły sprawność funkcjonalną, świadczy o: zindywidualizowanym przebiegu zmian inwolucyjnych w obrębie wybranych wskaźników stabilności posturalnej oraz, z drugiej strony, możliwości modyfikacji tego naturalnego trendu rozwojowego o wstecznym kierunku zmian przez zastosowanie bodźców treningowych. W myśl tego, jako logiczne następstwo uzyskanych dotychczas wyników, postanowiono sprawdzić wielkość wpływu 12. tygodniowego cyklu treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking, na wybrane wskaźniki stabilności posturalnej kobiet w wieku 60-75 lat, aby na tej podstawie móc zweryfikować kolejną hipotezę badawczą. Działanie te będą przedmiotem kolejnych podrozdziałów.

4.2.3. Analiza porównawcza sprawności funkcjonalnej kobiet trenujących i nietrenujących

Wypełnienie zadania określenia efektywności eksperymentalnego cyklu treningowego, ponosi za sobą konieczność przeprowadzenie porównań kontrolowanych w eksperymencie zmiennych zależnych, między grupą eksperymentalną i kontrolną. Wyniki tych porównań pozwolić mają, zgodnie z przyjętym w rozdziale 3 modelem metodologicznym, na zweryfikowanie hipotezy, zakładającej wpływ 12. tygodniowego eksperymentalnego cyklu treningu zdrowotnego na wybrane wskaźniki stabilności posturalnej kobiet w wieku 60-75 lat. Poniżej zamieszczono analizę porównawczą sprawności funkcjonalnej, jako jednego ze wskaźników stabilności posturalnej.

Analiza wyników wskazuje na podobne, niewielkie wewnątrzgrupowe zróżnicowanie grupy eksperymentalnej i kontrolnej na początku eksperymentu (Tabela 4.14). Są to próby *wstawanie z krzesła* ($V\%=19\%$ dla obu grup) oraz *„marsz 2 min.”* ($V\%=17\%$ w grupie eksperymentalnej i 16% w grupie kontrolnej). Poza tym, zaobserwowano wysoką różnicę współczynników zmienności, pomiędzy grupami eksperymentalną i kontrolną w próbie gibkości *skłon w przód* dla obu kończyn dolnych, sięgającą nawet dwukrotnie większych wartości. Różnice w tym przypadku był istotne statystycznie ($p=0,01$ dla kończyny lewej oraz $p=0,04$ dla kończyny prawej). Poza tym różnic istotnych statystycznie między grupą eksperymentalną i kontrolną na początku

eksperymentu nie zaobserwowano. Dało to podstawę do włączenia 12. tygodniowego cyklu treningu zdrowotnego dla grupy eksperymentalnej, jako czynnika zmian w zakresie sprawności funkcjonalnej. Szczegółowa charakterystyka wyników uzyskanych przez badane kobiety w *Senior Fitness Test* z podziałem na grupy eksperymentalną i kontrolną przedstawia Tabela 4.14.

Tabela 4.14. Charakterystyka porównawcza wyników grup eksperymentalnej i kontrolnej we wskaźnikach sprawności funkcjonalnej na początku eksperymentu

<i>Senior Fitness Test PRE</i>								
Rodzaj próby	Gr.	X	SD	CI	V	Różnica		p
				(-95%;+95%)	[%]	ilościowa	%	
Wstawanie z krzesła (n)	E	17	3	(15;18)	19	2	8	0,09
	K	15	3	(14;16)	19			
Zginanie przedramienia (n)	E	25	4	(23;27)	16	1	5	0,28
	K	24	4	(22;25)	19			
Sklon w przód L (cm)	E	11	7	(8;13)	64	6	50	0,01*
	K	5	7	(3;8)	132			
Sklon w przód P (cm)	E	10	8	(7;14)	72	4	40	0,04*
	K	6	8	(3;9)	133			
Wstań i idź (sek.)	E	4,19	0,51	(3,97;4,40)	12	0,48	11	0,10
	K	4,66	1,05	(4,30;5,02)	22			
Marsz 2 min. (n)	E	115	19	(107;123)	17	2	2	0,83
	K	117	19	(111;124)	16			

L- lewa kończyna górna/dolna, P - prawa kończyna górna/dolna

** - wartości istotne statystycznie ($p<0,05$)*

Podsumowując, na początku eksperymentu grupa eksperymentalna i kontrolna nie różniły się statystycznie między sobą, w zakresie wartości średnich większości prób sprawności funkcjonalnej, co empirycznie potwierdza właściwie przeprowadzoną randomizację na wcześniejszych etapach pracy i uzasadnia włączenie obu grup do eksperymentu.

Tabela 4.15 zawiera dane opisujące sprawność funkcjonalną grup eksperymentalnej i kontrolnej po zakończeniu 12. tygodniowego eksperymentu. Oczekiwane i założone różnice między grupą eksperymentalną i kontrolną dokonujące

się pod wpływem eksperymentalnego programu treningu zdrowotnego zrealizowanego przez kobiety trenujące, potwierdzono empirycznie we wszystkich próbach sprawności funkcjonalnej. Grupa eksperymentalna charakteryzowała się wyraźnie lepszymi wynikami niż grupa kontrolna, przy czym w większości różnice były istotne statystycznie na poziomie $p \leq 0,01$ (próby: *wstawanie z krzesła*, *zginanie przedramienia*, *skłon w przód* dla obu kończyn). Różnice procentowe między grupą eksperymentalną i kontrolną wyniosły odpowiednio od 20% w próbie *wstawanie z krzesła* do 51% w próbie *skłon w przód* dla kończyny lewej. Zróżnicowanie wewnątrzgrupowe na końcu eksperymentu osiągnęło następujące wartości: od $V\%=15\%$ i 21% odpowiednio dla grupy eksperymentalnej i kontrolnej w próbie *wstawanie z krzesła* do $V\%=64\%$ i 144% w próbie *skłon w przód* dla kończyny dolnej prawej. Na końcu eksperymentu to grupa eksperymentalna charakteryzowała się zasadniczo większą jednorodnością w obrębie większości prób niż grupa kontrolna, która osiągnęła wysokie wartości współczynnika zmienności, świadczące o wysokim wewnątrzgrupowym zróżnicowaniu w obrębie wielu prób.

Porównując wartości średnie wyników sprawności funkcjonalnej, można zaobserwować następującą tendencję: we wszystkich przypadkach grupa kontrolna uzyskała wyniki świadczące o niższym poziomie sprawności funkcjonalnej, w stosunku do grupy eksperymentalnej. Tym samym empirycznie potwierdzono wpływ 12. tygodniowego cyklu treningowego w formie Nordic Walking na sprawność funkcjonalną kobiet w wieku 60-75 lat, jako ważnego elementu budującego stabilność posturalną.

Tabela 4.15. Charakterystyka porównawcza wyników grup eksperymentalnej i kontrolnej we wskaźnikach sprawności funkcjonalnej na końcu eksperymentu

<i>Senior Fitness Test POST</i>								
Rodzaj próby	Gr.	X	SD	CI (-95%;+95%)	V [%]	Różnica		p
Wstawanie z krzesła [n]	E	21	3	(19;22)	15	4	20	0,00*
	K	17	4	(15;18)	21			
Zginanie przedramienia [n]	E	27	3	(25;28)	13	4	15	0,00*
	K	23	5	(21;24)	22			
Skłon w przód L [cm]	E	12	7	(9;15)	58	6	51	0,00*
	K	6	7	(3;8)	118			
Skłon w przód P [cm]	E	12	7	(8;15)	64	6	49	0,01*
	K	6	8	(3;9)	144			
Wstań i idź [sek.]	E	4,34	0,65	(4,06;4,61)	15	0,32	7	0,10
	K	4,65	0,76	(4,39;4,91)	16			
Marsz 2 min. [n]	E	119	19	(111;127)	16	7	6	0,27
	K	112	15	(107;117)	14			

L- lewa kończyna dolna, P - prawa kończyna dolna
** - wartości istotne statystycznie*

Podsumowaniem rozdziału, w którym przedstawiono argumentację empiryczną, odnoszącą się do efektywności 12. tygodniowego cyklu treningu zdrowotnego na sprawność funkcjonalną kobiet w wieku 60-75 lat są dane, które prezentuje Tabela 4.16. W tabeli tej zamieszczono średnie wyniki uzyskane przez grupę eksperymentalną i kontrolną oraz wielkość procentowej różnicy pomiędzy początkiem i końcem eksperymentu dla obu tych grup. Dwie ostatnie kolumny, to poziom istotności statystycznej (p) i wielkości efektu (ES) wyliczone na podstawie dwuczynnikowej analizy wariancji ANOVA dla zmiennych „grupa” i „czas badania”. Celem tego zestawienia jest uwypuklenie różnic między grupą eksperymentalną, która w trakcie 12. tygodni eksperymentu była poddawana kierunkowemu oddziaływaniu treningiem, a grupą kontrolną niepodejmującą żadnej aktywności fizycznej w sensie treningu. Zestawienie to ma służyć scharakteryzowaniu roli treningu zdrowotnego w formie

Nordic Walking na sprawność funkcjonalną kobiet w wieku 60-75 lat, tym samym zweryfikowaniu hipotezy badawczej, mówiącej o efektywności programu treningowego na kształtowanie stabilności posturalnej. Różnice procentowe między badaniem PRE i POST były generalnie wyższe w grupie eksperymentalnej i miały one wyraźnie progresywny kierunek zmian prawie we wszystkich próbach: wynosiły od 3% w próbie *marsz 2 min.* do 24% w próbie *wstawanie z krzesła*. W grupie kontrolnej natomiast różnice procentowe między badaniami PRE i POST były zasadniczo niższe (od 0% w próbie *wstań i idź* do 8% w próbie *wstawanie z krzesła*) oraz kierunkowo regresywne lub bez zmian.

Potwierdzenie powyższych obserwacji znajdujemy podczas analizy poziomu istotności różnic między grupą eksperymentalną i kontrolną (Tabela 4.16). Wyraźny i kierunkowo progresywny charakter zmian w zakresie sprawności funkcjonalnej grupy kobiet trenujących oraz ich niewielki i regresywny charakter w grupie kontrolnej jest istotny statystycznie na poziomie $p \leq 0,05$ w większości prób. Wielkość efektu (ES)¹ potwierdziła te obserwacje dla prób oceniających siłę mięśniową (próby *wstawanie z krzesła* oraz *zginanie przedramienia*) osiągając wartość 0,11-0,13, mówiącą o średnim efekcie zastosowanego treningu. W pozostałych próbach odnotowano słaby efekt o wartości od 0,01 do 0,05.

¹ Wielkość efektu (ES) w zakresie: 0,01-0,06 to słaby efekt, 0,06-0,14 to średni efekt oraz powyżej 0,14 oznacza silny efekt

Tabela 4.16. Charakterystyka porównawcza poziomu sprawności funkcjonalnej grup eksperymentalnej i kontrolnej - *Senior Fitness Test* na początku i końcu eksperymentu (PRE-POST)

Próba	Grupa eksperymentalna			Grupa kontrolna			p	ES
	PRE	POST	Różnica [%]	PRE	POST	Różnica [%]		
Wstawanie z krzesła [n]	17	21	24	15	17	8	0,00*	0,13
Zginanie przedramienia [n]	25	27	6	24	23	5	0,00*	0,11
Skłon w przód L [cm]	11	12	11	5	6	9	0,01*	0,02
Skłon w przód P [cm]	10	12	10	6,3	5,9	7	0,03*	0,02
Wstań i idź [sek.]	4,19	4,34	4	4,66	4,65	0	0,10	0,01
Marsz 2 min. [n]	115	119	3	117	112	5	0,68	0,05

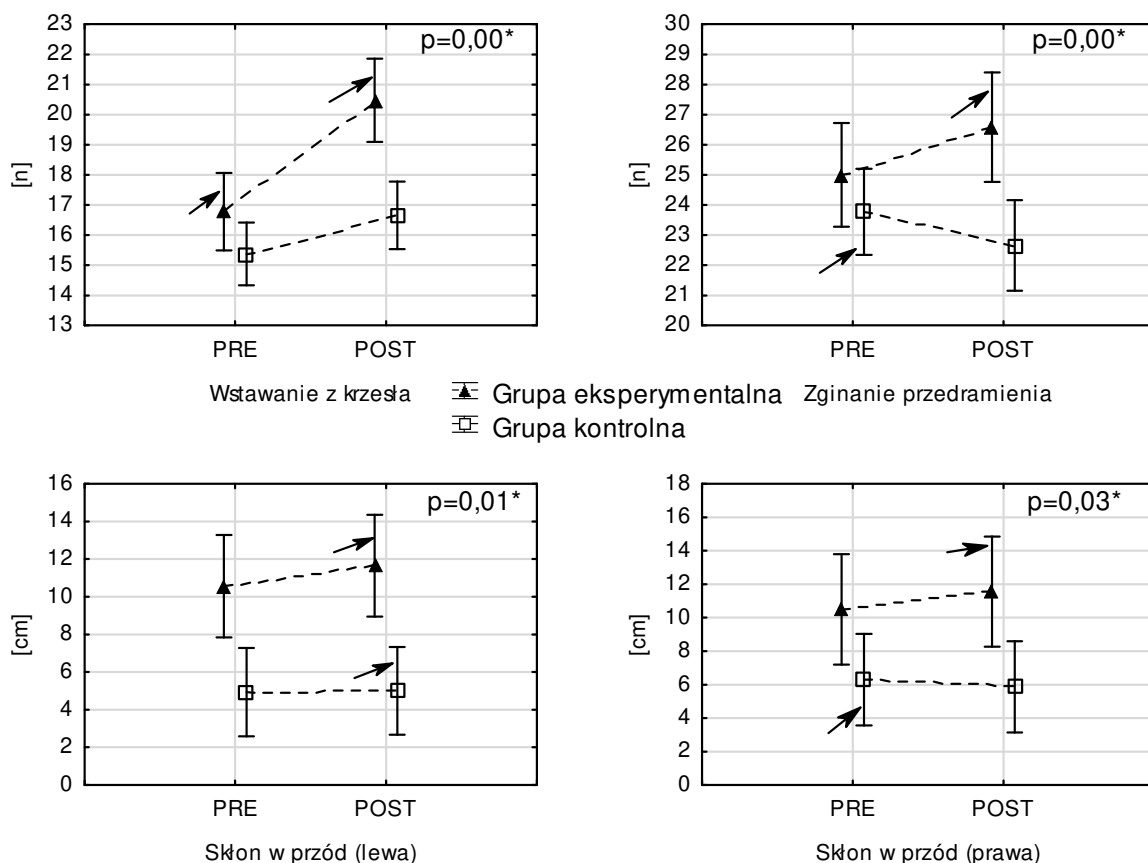
Przedstawione wartości oznaczają średnią uzyskanych wyników

p – istotność statystyczna wyliczona na podstawie dwuczynnikowej analizy wariancji ANOVA dla zmiennych „grupa” i „czas badania”

** - różnice istotne statystycznie ($p < 0,05$)*

ES –wielkość efektu

Analiza wariancji ANOVA wykazała najwyższą efektywność zrealizowanego programu treningowego w zakresie próby siły mięśniowej kończyn górnych i dolnych, gdzie zanotowano istotność na poziomie $p=0,00$. Istotne różnice wystąpiły również w próbie gibkości obu kończyn dolnych (Wykres 4.3). Na wykresie zaznaczono również wyniki testu *post hoc*, wskazującego, które konkretnie pomiary różniły się od siebie statystycznie istotnie i podkreślając jednocześnie efektywność zastosowanego programu treningowego. W pozostałych próbach nie zanotowano zmian statystycznie istotnych (załącznik 1).



PRE – badanie początkowe, POST – badanie końcowe

Pionowe słupki oznaczają 95% przedziały ufności

Symbol strzałki (→) wskazuje, które pomiary były od siebie różne istotnie statystycznie (test post hoc Tukeya)

Wykres 4.3 Porównanie wielkości wskaźników w Senior Fitness Test kobiet z grupy eksperymentalnej i kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie

4.2.4. Analiza porównawcza równowagi ciała kobiet trenujących i nietrenujących

W treści tego rozdziału zamieszczono szczegółowe analizy drugiego wskaźnika stabilności posturalnej – równowagi ciała. Porównanie wyników uzyskanych przez grupę eksperymentalną i kontrolną na początku i końcu eksperymentu mają w założeniu, doprowadzić do weryfikacji hipotezy badawczej, mówiącej o możliwości kształtowania stabilności posturalnej za pomocą treningu zdrowotnego. Tym razem jednak, poddane porównaniom zmienne określają równowagę ciała, badaną testami laboratoryjnymi i dlatego poświęcono im osobny podrozdział. Schemat opisu

zachowano ten sam jak w rozdziale 4.2.3, poddając analizom kolejno następujące parametry równowagi ciała:

1. *długość ścieżki*;
2. *średnia prędkość COP*;
3. *pole wychyleń COP*.

Wyniki badań równowagi ciała opisane za pomocą parametru *długość ścieżki* zestawiono w trzech kolejnych tabelach 4.17-4.19. Już wstępna ocena wyników nasuwa dwa główne spostrzeżenia:

- nie zanotowano różnic istotnie statystycznych między grupą eksperymentalną i kontrolną
- zaobserwowano wysokie wartości współczynnika zmienności ($V\%=12-47\%$).

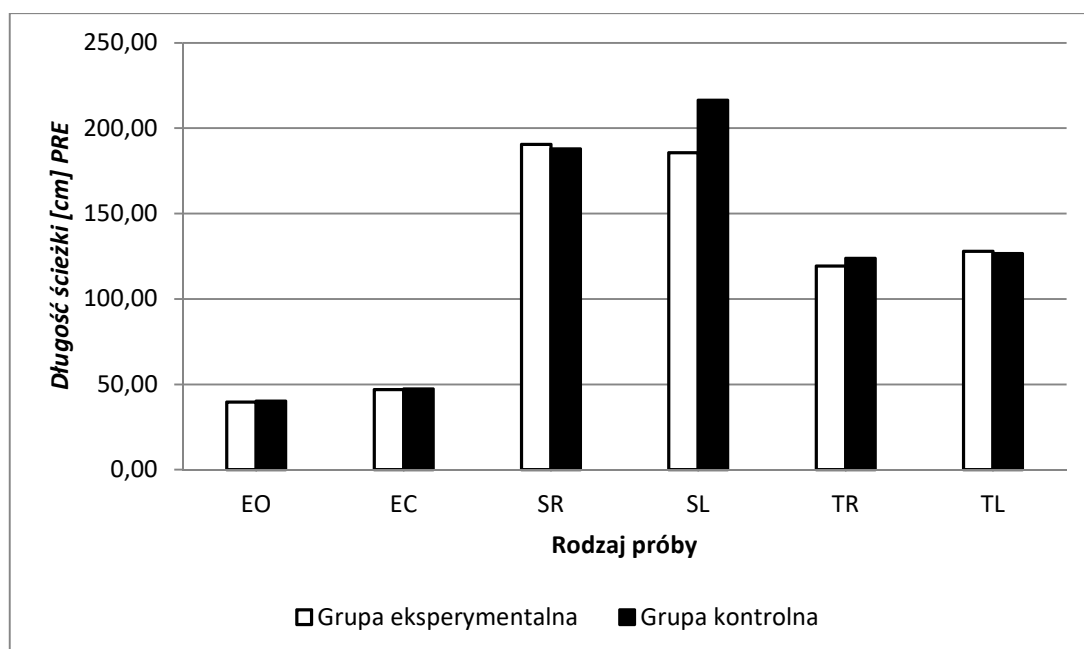
Brak różnic statystycznie istotnych na początku eksperymentu między grupą eksperymentalną i kontrolną dowodzi właściwego doboru kobiet do poszczególnych grup, nie różniących się między sobą w zakresie kontrolowanej zmiennej na początku eksperymentu. Wysokie wartości $V\%$ i SD są podobne dla obu grup, o porównywalnie wysokich wartościach opisywanych przez innych autorów, stosujących tą samą metodykę pomiarów równowagi ciała. Zagadnienie to opisano w rozdziale 2.4.

Całościowe zestawienie szczegółowych statystyk, wraz z podziałem na grupy przedstawia Tabela 4.17. oraz graficznie - Wykres 4.4.

Tabela 4.17. Charakterystyka porównawcza grup eksperymentalnej i kontrolnej w badaniu początkowym dla parametru *długość ścieżki*

<i>Długość ścieżki [cm] PRE</i>								
Rodzaj próby	Gr.	X	SD	CI (-95 %;+95 %)	V [%]	Różnica		p
						ilościowa	%	
EO	E	39,63	5,31	(37,58;41,70)	13	0,57	1	0,88
	K	40,21	7,93	(37,52;42,89)	20			
EC	E	46,90	10,68	(42,76;51,05)	23	0,43	1	0,63
	K	47,33	10,74	(43,70;50,97)	23			
SR	E	190,40	69,78	(163,34;217,47)	37	2,55	1	0,69
	K	187,85	82,82	(158,96;216,75)	44			
SL	E	185,56	64,83	(160,90;210,22)	35	30,81	17	0,35
	K	216,37	101,86	(181,91;250,83)	47			
TR	E	119,25	38,64	(104,55;133,95)	32	4,52	4	0,90
	K	123,78	49,36	(106,82;140,73)	40			
TL	E	127,83	46,78	(110,04;145,63)	37	1,32	1	0,83
	K	126,52	51,48	(108,56;144,48)	41			

EO – pozycja pionowa na obu nogach z otwartymi oczami, EC –pozycja pionowa na obu nogach z zamkniętymi oczami, SR – pozycja pionowa na prawej nodze z otwartymi oczami, SL –pozycja pionowa na lewej nodze z otwartymi oczami, TR – pozycja pionowa, gdzie prawa stopa ustawiona jest w jednej linii za lewą stopą, TL –pozycja pionowa, gdzie lewa stopa ustawiona jest w jednej linii za prawą stopą



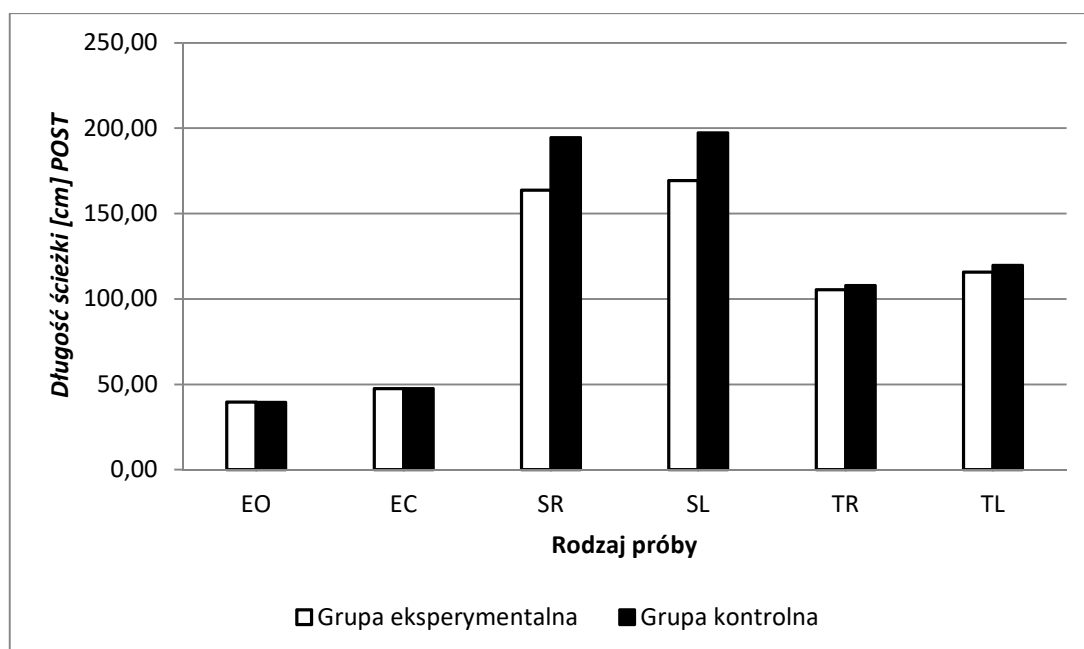
Wykres 4.4. Średnie wyniki grup eksperymentalnej i kontrolnej na początku eksperymentu dla parametru *długość ścieżki*

Poddając analizie wyniki końcowe obu grup eksperymentalnej i kontrolnej, dla parametru *długość ścieżki* można rozpoznać nieco wyższy jego poziom w grupie eksperymentalnej niż w grupie kontrolnej, choć różnice te nie są istotne statystycznie (Tabela 4.18 oraz Wykres 4.5). Największą różnicę między grupami zanotowano w próbach *stania na jednej nodze* (odpowiednio 19% dla próby SR oraz 17% dla próby SL). Na tej podstawie nie można jednoznacznie potwierdzić wpływu eksperymentalnego treningu zdrowotnego na zmiany analizowanego parametru. Przyczyn takiego stanu należy szukać w wysokich wartościach V% i SD, które wpływają na wynik testu statystycznego, co znajduje swoje potwierdzenie również w pracach innych autorów (Gmiat i in., 2017; Ossowski, 2008). Ponadto, przyczyny niewielkiej różnicy między grupami w wynikach parametru równowagi ciała można poszukiwać w samej strukturze testu równowagi, który jako test laboratoryjny, charakteryzuje się daleko posuniętą specyficznością i może być testem nie w pełni trafny do badań funkcjonalnie rozumianej stabilności posturalnej. Dlatego też, należałoby poszukać innych, bardziej kompleksowych metod pomiaru tej złożonej funkcji, gdyż, jak potwierdzają badania, próby utrzymania równowagi ciała w różnych pozycjach, ale w statyce, nie znajdują swojego odzwierciedlenia w funkcjonowaniu na co dzień.

Tabela 4.18. Charakterystyka porównawcza grup eksperymentalnej i kontrolnej w badaniu końcowym parametru *długość ścieżki*

<i>Długość ścieżki [cm] POST</i>								
Rodzaj próby	Gr.	X	SD	CI (-95%;+95%)	V [%]	Różnica		
						ilościowa	%	p
EO	E	39,54	4,90	(37,64;41,44)	12	0,11	0	0,94
	K	39,43	6,63	(37,19;41,67)	17			
EC	E	47,45	12,90	(42,45;52,45)	27	0,09	0	0,52
	K	47,53	9,92	(44,18;50,89)	21			
SR	E	163,69	49,17	(144,62;182,75)	30	30,78	19	0,08
	K	194,47	73,46	(168,84;220,10)	38			
SL	E	169,26	57,08	(147,55;190,97)	34	27,97	17	0,15
	K	197,23	72,47	(172,71;221,75)	37			
TR	E	105,36	42,51	(89,19;121,53)	40	2,39	2	0,81
	K	107,74	38,65	(94,47;121,02)	36			
TL	E	115,70	38,41	(101,09;130,31)	33	3,95	3	0,80
	K	119,65	44,46	(104,14;135,16)	37			

EO – pozycja pionowa na obu nogach z otwartymi oczami, EC –pozycja pionowa na obu nogach z zamkniętymi oczami, SR – pozycja pionowa na prawej nodze z otwartymi oczami, SL –pozycja pionowa na lewej nodze z otwartymi oczami, TR – pozycja pionowa, gdzie prawa stopa ustawiona jest w jednej linii za lewą stopą, TL –pozycja pionowa, gdzie lewa stopa ustawiona jest w jednej linii za prawą stopą



Wykres 4.5. Średnie wyniki grup eksperymentalnej i kontrolnej na końcu eksperymentu dla parametru *długość ścieżki*

Analiza wyników pozwala na sformułowanie zależności: im trudniejsza do wykonania próba tym większe zróżnicowanie pomiędzy grupami eksperymentalną i kontrolną, co pośrednio można zinterpretować jako efekt potreningowy. Zbyt mała liczebność grup i podkreślany w literaturze zindywidualizowany charakter zmian inwolucyjnych w funkcji równowagi ciała każe ostrożnie przyjrzeć się uzyskanym wynikom. Największe przyrosty wyników uzyskanych przez kobiety z grupy eksperymentalnej uzyskano w pozycji stania na jednej nodze ($p=0,09$). Wyliczona wielkość efektu (ES) tylko w przypadku próby w pozycji *stania na jeden nodze* (prawej) uzyskała poziom średni ($ES=0,10$), natomiast w pozostałych próbach uzyskano słaby efekt zastosowanego treningu ($ES=0,01$). Z tego też powodu zebrany tu materiał empiryczny, tylko częściowo weryfikuje hipotezę badawczą i wskazuje raczej na wszechstronny charakter zmian, w obrębie kompleksowo ujętej stabilności posturalnej niż na wysublimowany jej czynnik szczegółowy, jakim jest opisany parametr statycznej równowagi ciała – *długość ścieżki*.

Tabela 4.19. Charakterystyka porównawcza parametru *długość ścieżki* grup eksperymentalnej i kontrolnej na początku i końcu eksperymentu (PRE-POST)

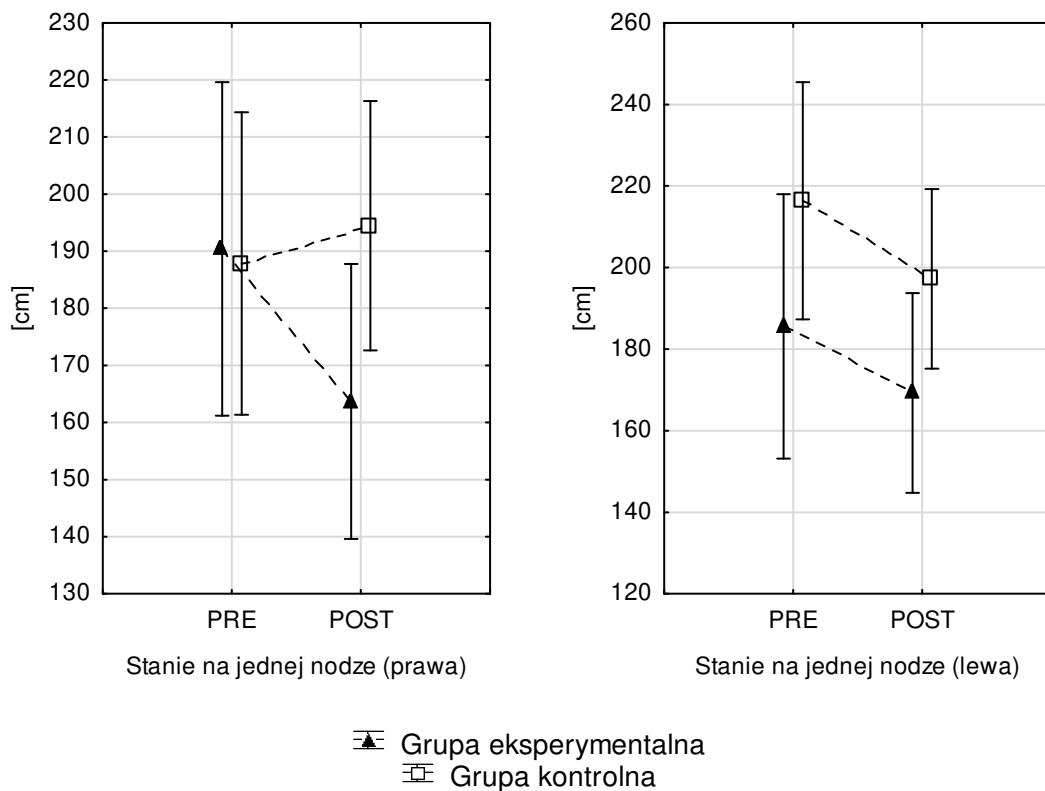
Próba	Grupa eksperymentalna			Grupa kontrolna			p	ES
	PRE	POST	Różnica [%]	PRE	POST	Różnica [%]		
EO	39,64	39,54	0	40,21	39,43	2	0,82	0,01
EC	46,90	47,45	1	47,33	47,53	0	0,77	0,01
SR	190,41	163,69	14	187,85	194,47	4	0,09	0,10
SL	185,56	169,26	9	216,37	197,23	9	0,09	0,01
TR	119,25	105,36	12	123,78	107,74	13	0,32	0,01
TL	127,84	115,70	9	126,52	119,65	5	0,63	0,01

Przedstawione wartości oznaczają średnią uzyskanych wyników

p – istotność statystyczna wyliczona na podstawie dwuczynnikowej analizy wariancji ANOVA dla zmiennych „grupa” i „czas badania”

ES – wielkość efektu

Graficzną interpretację wybranych wyników charakteryzujących grupę eksperymentalną i kontrolną w zakresie parametru *długość ścieżki* w 12. tygodniowym eksperymencie prezentuje Wykres 4.6. Pozostałe wykresy analizy wariancji znajdują się w załączniku 2.



PRE – badanie początkowe, POST – badanie końcowe
Pionowe słupki oznaczają 95% przedziały ufności

Wykres 4.6. Porównanie wielkości parametru *Długość ścieżki* kobiet z grupy eksperymentalnej i kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie

Na przedstawionym powyżej wykresie widać różny schemat zachowania się równowagi: w próbie *stania na jednej nodze* (prawej), grupa eksperymentalna wykazuje poprawę poziomu równowagi przy równoczesnym spadku tej funkcji w grupie kontrolnej na końcu eksperymentu, zaś w próbie *stania na jednej nodze* (lewej) – obie grupy wykazują poprawę funkcji równowagi.

Ze względu na poczynione powyżej obserwacje oraz zbieżność uzyskanych wyników w zakresie dwóch pozostałych parametrów równowagi ciała, analizę kolejnego parametru tj. *średniej prędkości COP* ograniczono do zobrazowania tabelarycznego i, w wybranych przypadkach, graficznego. I tak w tabelach 4.20-4.22 zamieszczono charakterystyki porównawcze grupy eksperymentalnej i kontrolnej, na początku i końcu eksperymentu oraz istotność statystyczną, wyliczoną z wykorzystaniem dwuczynnikowej analizy ANOVA.

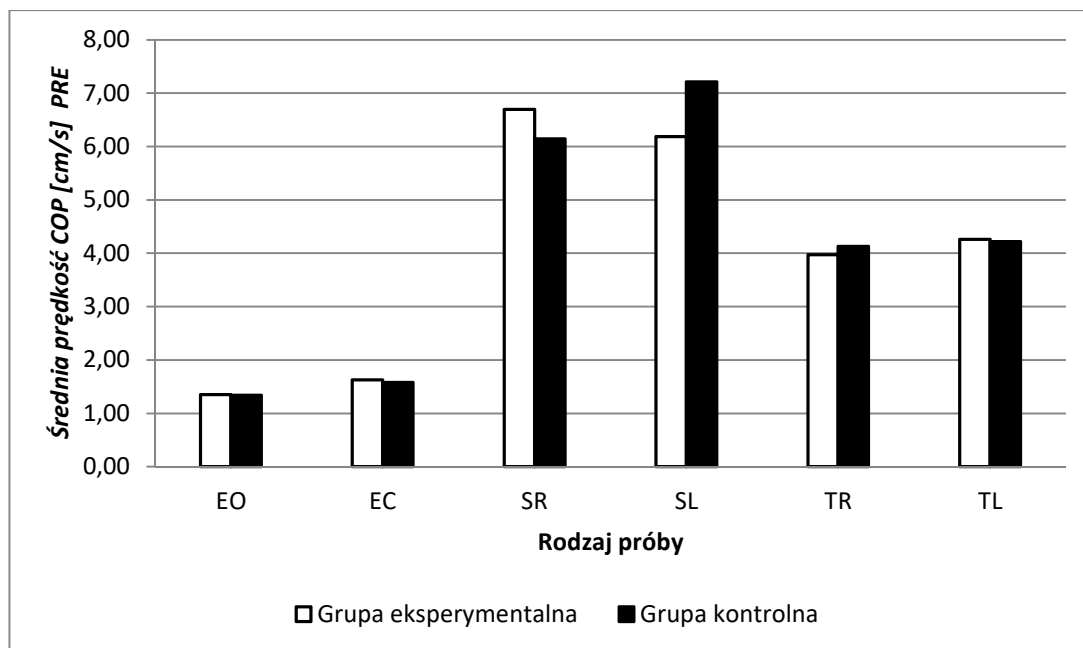
Analiza parametru *średnia prędkość COP* na początku eksperymentu wykazała, że obie badane grupy nie różniły się od siebie w sposób istotnie statystyczny

we wszystkich próbach ($p=0,35-0,90$) (Tabela 4.20). Podobnie jak w przypadku parametru *długość ścieżki*, w badaniu początkowym najwyższe wartości odnotowano podczas próby w pozycji *stania na jednej nodze* (różnica 8% dla kończyny dolnej prawej oraz dla lewej 17%). W pozostałych próbach różnice nie przekraczały 4%. Odnotowano również, charakterystyczną dla parametrów opisujących równowagę ciała, wysoką wartość współczynnika zmienności sięgającego 44% dla grupy eksperymentalnej i 47% dla grupy kontrolnej.

Tabela 4.20. Charakterystyka porównawcza grup eksperymentalnej i kontrolnej w badaniu początkowym dla parametru *średnia prędkość COP*

<i>Średnia prędkość COP [cm/s] PRE</i>								
Rodzaj próby	Gr.	X	SD	CI (-95 %;+95 %)	V [%]	ilościowa	Różnica %	p
EO	E	1,35	0,23	(1,26;1,44)	17	0,01	1	0,70
	K	1,34	0,26	(1,25;1,43)	20			
EC	E	1,63	0,49	(1,44;1,81)	30	0,05	3	0,82
	K	1,58	0,36	(1,46;1,70)	23			
SR	E	6,69	2,95	(5,57;7,82)	44	0,55	8	0,53
	K	6,15	2,37	(5,32;6,97)	38			
SL	E	6,19	2,16	(5,36;7,01)	35	1,03	17	0,35
	K	7,21	3,40	(6,06;8,36)	47			
TR	E	3,98	1,29	(3,49;4,47)	32	0,15	4	0,90
	K	4,13	1,65	(3,56;4,69)	40			
TL	E	4,26	1,56	(3,67;4,85)	37	0,04	1	0,83
	K	4,22	1,72	(3,62;4,82)	41			

EO – pozycja pionowa na obu nogach z otwartymi oczami, EC –pozycja pionowa na obu nogach z zamkniętymi oczami, SR – pozycja pionowa na prawej nodze z otwartymi oczami, SL –pozycja pionowa na lewej nodze z otwartymi oczami, TR – pozycja pionowa, gdzie prawa stopa ustawiona jest w jednej linii za lewą stopą, TL –pozycja pionowa, gdzie lewa stopa ustawiona jest w jednej linii za prawą stopą



Wykres 4.7. Średnie wyniki grup eksperymentalnej i kontrolnej na początku eksperymentu dla parametru *średnia prędkość COP*

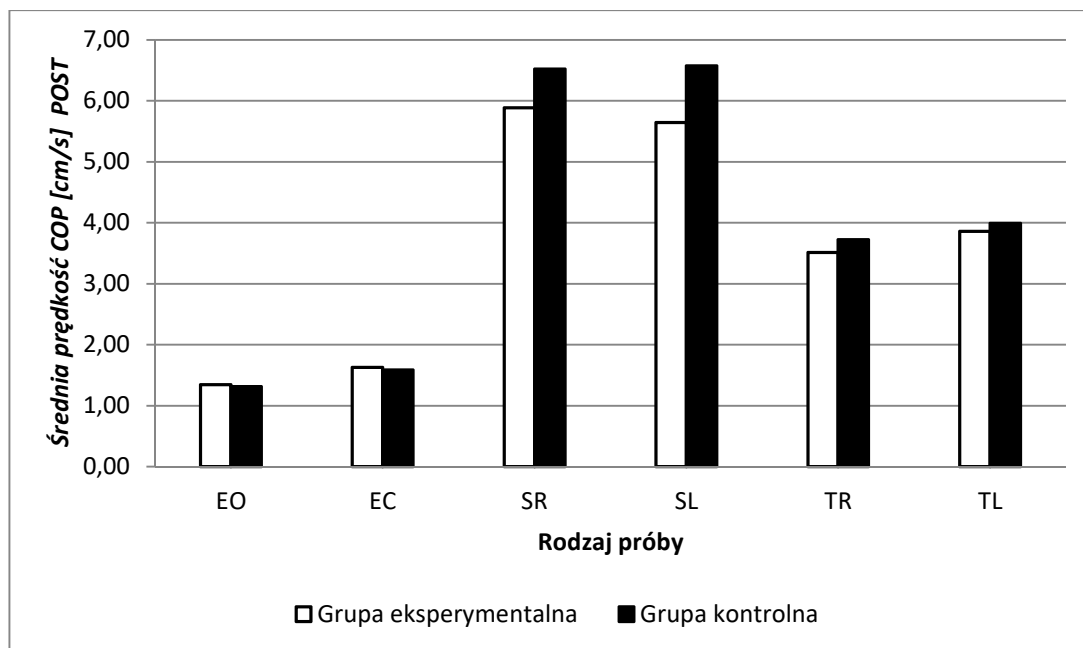
Wykres 4.7 przedstawia graficznie zaobserwowane tendencje braku różnic statystycznie istotnych między grupami na początku eksperymentu w zakresie parametru *średnia prędkość COP*.

Tabela 4.21 zawiera charakterystykę porównawczą między grupami eksperymentalną i kontrolną w zakresie omawianego parametru równowagi na końcu eksperymentu. Odnotowano niewielkie różnice w uzyskanych wynikach nieistotne statystycznie. Najwyższe różnice między grupami odnotowano w próbie *stanie na jednej nodze*, która dla kończy dolnej lewej wyniosła 17%, a dla kończyny dolnej prawej 11%. Pozostałe różnice między grupami eksperymentalną i kontrolną nie przekraczały 6%. Szczegółowe charakterystyki porównawcze przedstawia Tabela 4.21 oraz Wykres 4.8.

Tabela 4.21. Charakterystyka porównawcza grup eksperymentalnej i kontrolnej w badaniu końcowym dla parametru *średnia prędkość COP*

<i>Średnia prędkość COP [cm/s] POST</i>								
Rodzaj próby	Gr.	X	SD	CI (-95%;+95%)	V [%]	Różnica		p
						ilościowa	%	
EO	E	1,35	0,22	(1,26;1,43)	16	0,03	2	0,73
	K	1,31	0,22	(1,24;1,39)	17			
EC	E	1,63	0,50	(1,44;1,82)	30	0,05	3	0,70
	K	1,58	0,33	(1,47;1,70)	21			
SR	E	5,88	2,81	(4,81;6,95)	48	0,64	11	0,14
	K	6,52	2,57	(5,63;7,42)	39			
SL	E	5,64	1,90	(4,92;6,37)	34	0,93	17	0,15
	K	6,57	2,42	(5,76;7,39)	37			
TR	E	3,51	1,42	(2,97;4,05)	40	0,21	6	0,50
	K	3,72	1,23	(3,30;4,15)	33			
TL	E	3,86	1,28	(3,37;4,34)	33	0,13	3	0,80
	K	3,99	1,48	(3,47;4,51)	37			

EO – pozycja pionowa na obu nogach z otwartymi oczami, EC –pozycja pionowa na obu nogach z zamkniętymi oczami, SR – pozycja pionowa na prawej nodze z otwartymi oczami, SL –pozycja pionowa na lewej nodze z otwartymi oczami, TR – pozycja pionowa, gdzie prawa stopa ustawiona jest w jednej linii za lewą stopą, TL –pozycja pionowa, gdzie lewa stopa ustawiona jest w jednej linii za prawą stopą



Wykres 4.8. Średnie wyniki grup eksperymentalnej i kontrolnej na końcu eksperymentu dla parametru *średnia prędkość COP*

Tabela 4.22 oraz Wykres 4.9 przedstawiają wyniki porównań między grupami eksperymentalną i kontrolną na początku i końcu eksperymentu w zakresie parametru *średnia prędkość COP* analogicznie do przeprowadzonego porównania odnoszącego się do parametru *długość ścieżki*. Analiza nie wykazała istotnych statystycznie różnic między grupami w 12. tygodniowym eksperymencie w zakresie analizowanego parametru równowagi ciała. Kierunek pozytywnych zmian w grupie eksperymentalnej pod wpływem treningu jest wyraźniejszy niż w grupie kontrolnej. Im trudniejsza próba – tym różnice między grupami wyraźniejsze, osiągające w próbie *stania na jednej nodze* (kończyna lewa) istotność statystyczną na poziomie $p=0,09$. Wyliczoną wielkość efektu w zakresie parametru *średnia prędkość COP* należy zinterpretować zbieżnie z poprzednim: w próbie *stanie na jednej nodze* (prawa) – efekt średni; pozostałe próby – efekt słaby.

Tabela 4.22. Charakterystyka porównawcza parametru *średnia prędkość COP* grup eksperymentalnej i kontrolnej na początku i końcu eksperymentu (PRE-POST)

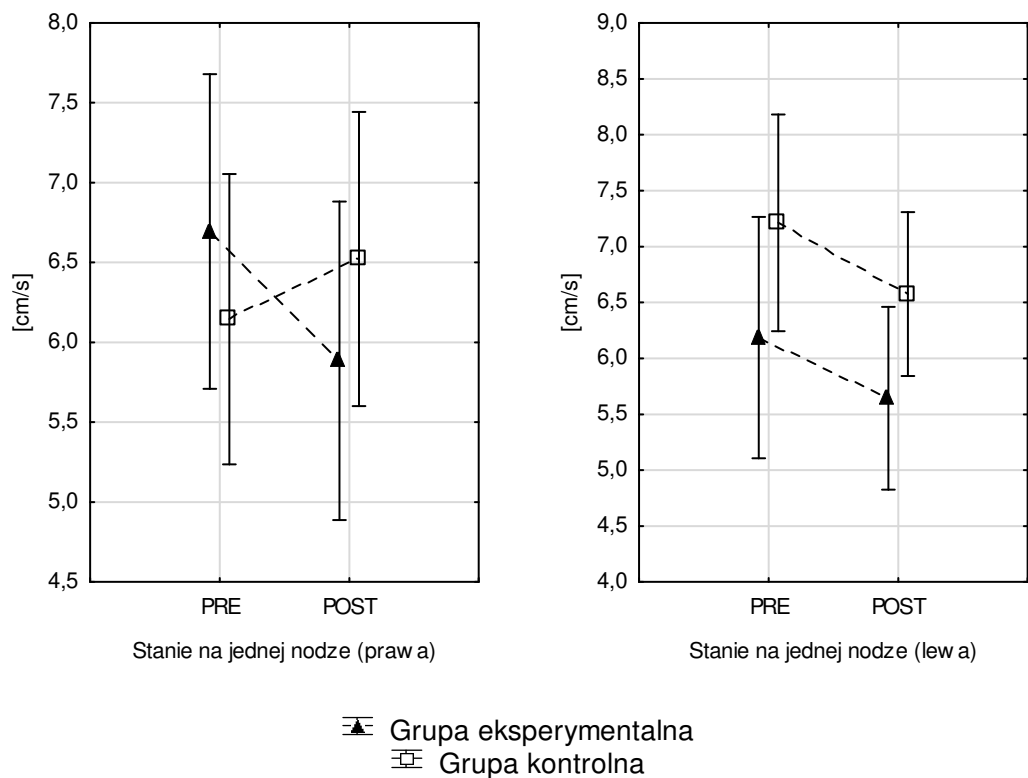
Grupa eksperymentalna				Grupa kontrolna				
Próba	PRE	POST	Różnica [%]	PRE	POST	Różnica [%]	p	ES
EO	1,35	1,35	0	1,34	1,31	2	0,78	0,01
EC	1,63	1,63	0	1,58	1,58	0	0,92	0,01
SR	6,69	5,88	12	6,15	6,52	6	0,13	0,12
SL	6,19	5,64	9	7,21	6,57	9	0,09	0,01
TR	3,98	3,51	12	4,13	3,72	10	0,41	0,01
TL	4,26	3,86	9	4,22	3,99	5	0,63	0,01

Przedstawione wartości oznaczają średnią uzyskanych wyników

p – istotność statystyczna wyliczona na podstawie dwuczynnikowej analizy wariancji ANOVA dla zmiennych „grupa” i „czas badania”

ES – wielkość efektu

Wykres 4.9 przedstawia różny schemat zachowania równowagi w próbie *stania na jednej nodze*, który w przypadku parametru *średnia prędkość COP* wygląda analogicznie do przedstawionych wcześniej wykresów dotyczących parametru *długość ścieżki*. W załączniku 3. przedstawiono pozostałe wykresy analizy wariancji dla parametru *średnia prędkość COP*.



PRE – badanie początkowe, POST – badanie końcowe. Pionowe słupki oznaczają 95% przedziały ufności

Wykres 4.9. Porównanie wielkości parametru *średnia prędkość COP* grup eksperymentalnej i kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie

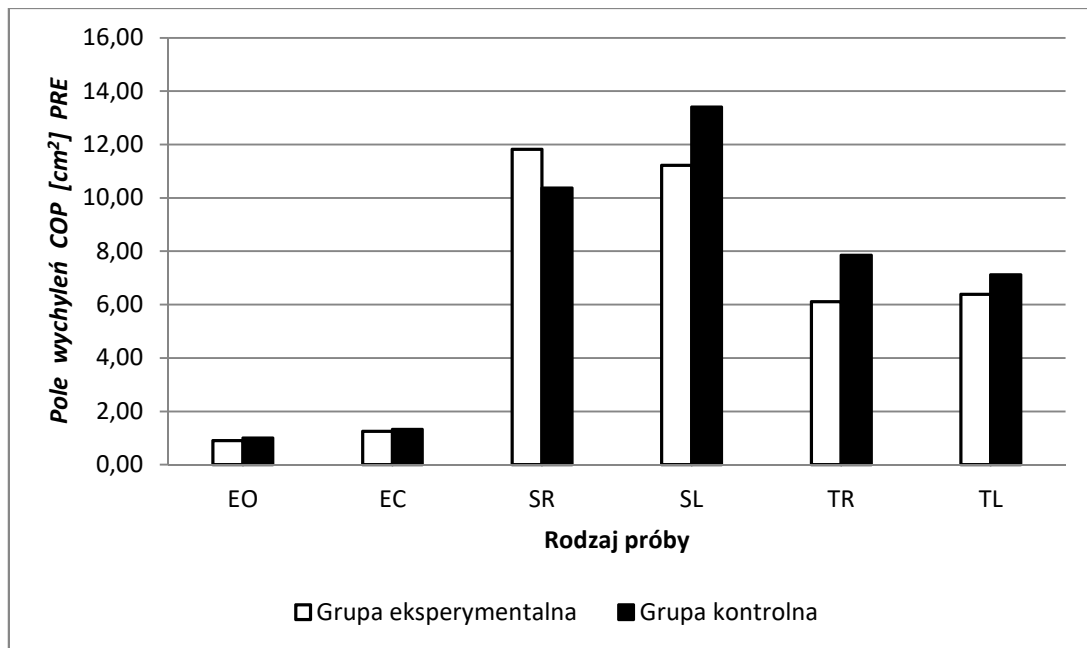
W literaturze przedmiotu, najczęściej stosowanym parametrem opisującym poziom równowagi ciała jest pole wychyleń COP ograniczone elipsą 95. centyla. Analiza wartości tego parametru wykazała brak różnicowania pomiędzy grupami eksperymentalną i kontrolną na początku eksperymentu. Obie grupy uzyskały zbliżone wyniki we wszystkich próbach równowagi ciała od $p=0,16$ do $p=0,99$ (Tabela 4.23), analogicznie do opisanych powyżej parametrów *długość ścieżki* i *średnia prędkość COP*. Największe zróżnicowanie wyników uzyskano w próbach o ograniczonej płaszczyźnie podparcia – od 12% do 28% (próby SR, SL, TR oraz TL). Potwierdzone uprzednio obserwacje wysokiej wewnątrzgrupowej zmienności, potwierdzono również w parametrze *pole wychyleń COP*, gdzie $V\%=42-74\%$.

Tabela 4.23. Charakterystyka porównawcza grup eksperymentalnej i kontrolnej w badaniu początkowym dla parametru *pole wychyleń COP*

<i>Pole wychyleń COP [cm²] PRE</i>								
Rodzaj próby	Gr.	X	SD	CI (-95%;+95%)	V [%]	Różnica		
						ilościowa	%	p
EO	E	0,90	0,45	(0,73;1,08)	49	0,09	10	0,99
	K	1,00	0,59	(0,79;1,20)	60			
EC	E	1,25	0,63	(1,00;1,50)	51	0,08	6	0,65
	K	1,33	0,72	(1,08;1,58)	54			
SR	E	11,83	5,02	(9,75;13,90)	42	1,45	12	0,16
	K	10,37	5,05	(8,38;12,37)	49			
SL	E	11,22	5,51	(9,00;13,45)	49	2,18	19	0,55
	K	13,40	8,36	(9,87;16,93)	62			
TR	E	6,11	3,54	(4,74;7,48)	58	1,73	28	0,39
	K	7,85	5,78	(5,83;9,86)	74			
TL	E	6,38	3,37	(5,07;7,69)	53	0,74	12	0,60
	K	7,12	4,26	(5,53;8,71)	60			

EO – pozycja pionowa na obu nogach z otwartymi oczami, EC –pozycja pionowa na obu nogach z zamkniętymi oczami, SR – pozycja pionowa na prawej nodze z otwartymi oczami, SL –pozycja pionowa na lewej nodze z otwartymi oczami, TR – pozycja pionowa, gdzie prawa stopa ustawiona jest w jednej linii za lewą stopą, TL –pozycja pionowa, gdzie lewa stopa ustawiona jest w jednej linii za prawą stopą

W celu graficznego przedstawienia wyników grup eksperymentalnej i kontrolnej w zakresie parametru *pole wychyleń COP* uzyskanych na początku eksperymentu, zamieszczono Wykres 4.10.



Wykres 4.10. Średnie wyniki grup eksperymentalnej i kontrolnej na początku eksperymentu dla parametru *pole wychyleń COP*

Opisana sytuacja ulega zmianie na końcu eksperymentu (Tabela 4.24). Podobnie jak w parametrach równowagi ciała omawianych dotychczas, najwyższe różnice pomiędzy grupami na końcu eksperymentu odnotowano w próbie w pozycji stojącej na jednej nodze. W przypadku parametru *pole wychyleń COP* na końcu eksperymentu różnica pomiędzy grupami eksperymentalną i kontrolną jest istotna statystycznie (kończyna prawa, $p=0,049$) a grupa eksperymentalna uzyskała średni wynik o $3,88 \text{ cm}^2$ niższy w stosunku do grupy kontrolnej. Różnica odnotowana w próbie w pozycji stojącej z oczami zamkniętymi była również istotna statystycznie na poziomie $p=0,01$, a średni wynik grupy eksperymentalnej był niższy o $0,38 \text{ cm}^2$ od grupy kontrolnej, potwierdzając tym samym specyfikę oddziaływania treningu zdrowotnego Nordic Walking na funkcję utrzymania równowagi ciała w niestabilnej próbie *stania na jednej nodze* lub *stania z zamkniętymi oczami*. W pozostałych próbach, grupa eksperymentalna uzyskała również znacząco lepsze wyniki niż grupa kontrolna, natomiast różnica ta wyniosła od 15% do 46% i nie była istotna statystycznie. Szczegółowa charakterystyka porównawcza dla wyników parametru *pole wychyleń COP* została przedstawia Tabela 4.24.

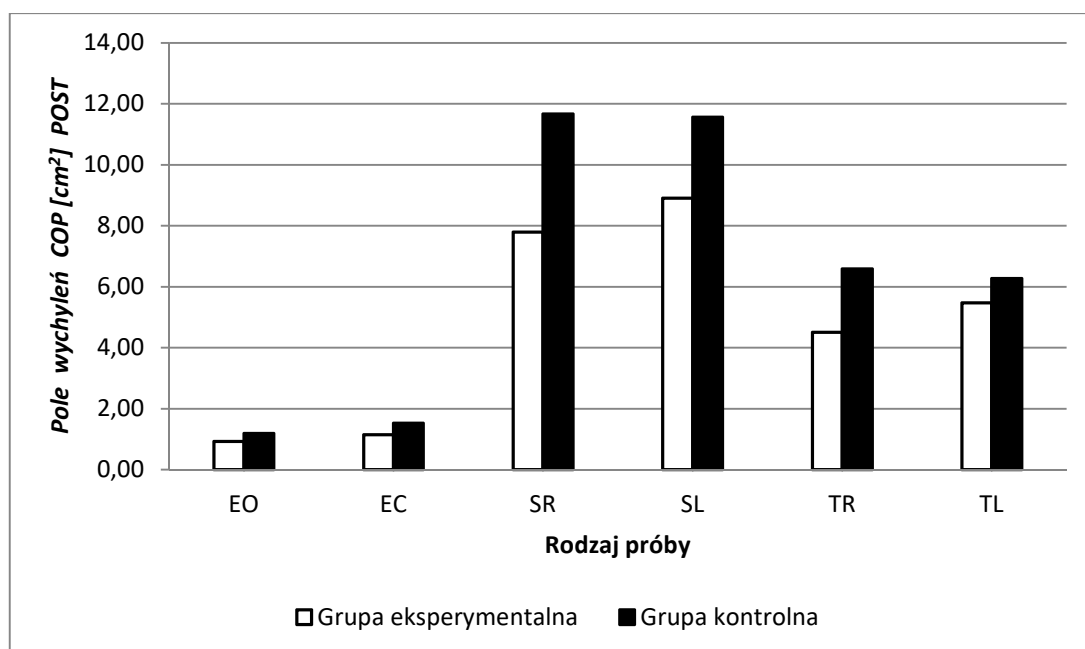
Tabela 4.24. Charakterystyka porównawcza grup eksperymentalnej i kontrolnej w badaniu końcowym dla parametru *pole wychyleń COP*

<i>Pole wychyleń COP [cm²] POST</i>								
Rodzaj próby	Gr.	X	SD	CI (-95%;+95%)	V [%]	Różnica		
						ilościowa	%	p
EO	E	0,92	0,53	(0,71;1,13)	57	0,27	29	0,09
	K	1,19	0,62	(0,98;1,40)	52			
EC	E	1,15	0,65	(0,88;1,41)	57	0,38	33	0,049*
	K	1,52	0,76	(1,25;1,79)	50			
SR	E	7,79	2,86	(6,66;8,92)	37	3,88	50	0,01*
	K	11,67	5,97	(9,31;14,03)	51			
SL	E	8,90	4,07	(7,26;10,54)	46	2,66	30	0,10
	K	11,56	5,75	(9,28;13,83)	50			
TR	E	4,51	1,68	(3,86;5,16)	37	2,07	46	0,11
	K	6,58	4,39	(5,05;8,12)	67			
TL	E	5,47	2,45	(4,54;6,41)	45	0,79	15	0,19
	K	6,27	2,94	(5,17;7,37)	47			

* - wartości istotne statystycznie ($p < 0,05$)

EO – pozycja pionowa na obu nogach z otwartymi oczami, EC – pozycja pionowa na obu nogach z zamkniętymi oczami, SR – pozycja pionowa na prawej nodze z otwartymi oczami, SL – pozycja pionowa na lewej nodze z otwartymi oczami, TR – pozycja pionowa, gdzie prawa stopa ustawiona jest w jednej linii za lewą stopą, TL – pozycja pionowa, gdzie lewa stopa ustawiona jest w jednej linii za prawą stopą

Tak więc najbardziej wyraźna różnica między grupami eksperymentalną i kontrolną na końcu eksperymentu w zakresie wskaźnika stabilności posturalnej, jaki obok sprawności funkcjonalnej kontrolowano w jego trakcie, równowagi ciała uzyskano z parametru *pole wychyleń COP* dla prób *stanie na jednej nodze prawej* ($p=0,01$) oraz *stania z zamkniętymi oczami* ($p=0,049$). Wykres 4.11 przedstawia graficznie ilościową wielkość tych różnic.



Wykres 4.11. Średnie wyniki grup eksperymentalnej i kontrolnej na końcu eksperymentu dla parametru *pole wychyleń COP*

Efektywność zrealizowanego eksperymentalnego programu treningowego w zakresie poziomu równowagi ciała potwierdzono najwyraźniej, spośród innych analizowanych parametrów, dla parametru *pole wychyleń COP* (Tabela 4.25).

Tabela 4.25. Charakterystyka porównawcza parametru *pole wychyleń COP* grup eksperymentalnej i kontrolnej na początku i końcu eksperymentu (PRE-POST)

Próba	Grupa eksperymentalna			Grupa kontrolna			p	ES
	PRE	POST	Różnica [%]	PRE	POST	Różnica [%]		
EO	0,90	0,92	2	1,00	1,19	20	0,04*	0,01
EC	1,25	1,15	8	1,33	1,52	15	0,13	0,02
SR	11,83	7,79	34	10,37	11,67	12	0,00*	0,17
SL	11,22	8,90	21	13,40	11,56	14	0,31	0,01
TR	6,11	4,51	26	7,85	6,58	16	0,03*	0,01
TL	6,38	5,47	14	7,12	6,27	12	0,61	0,01

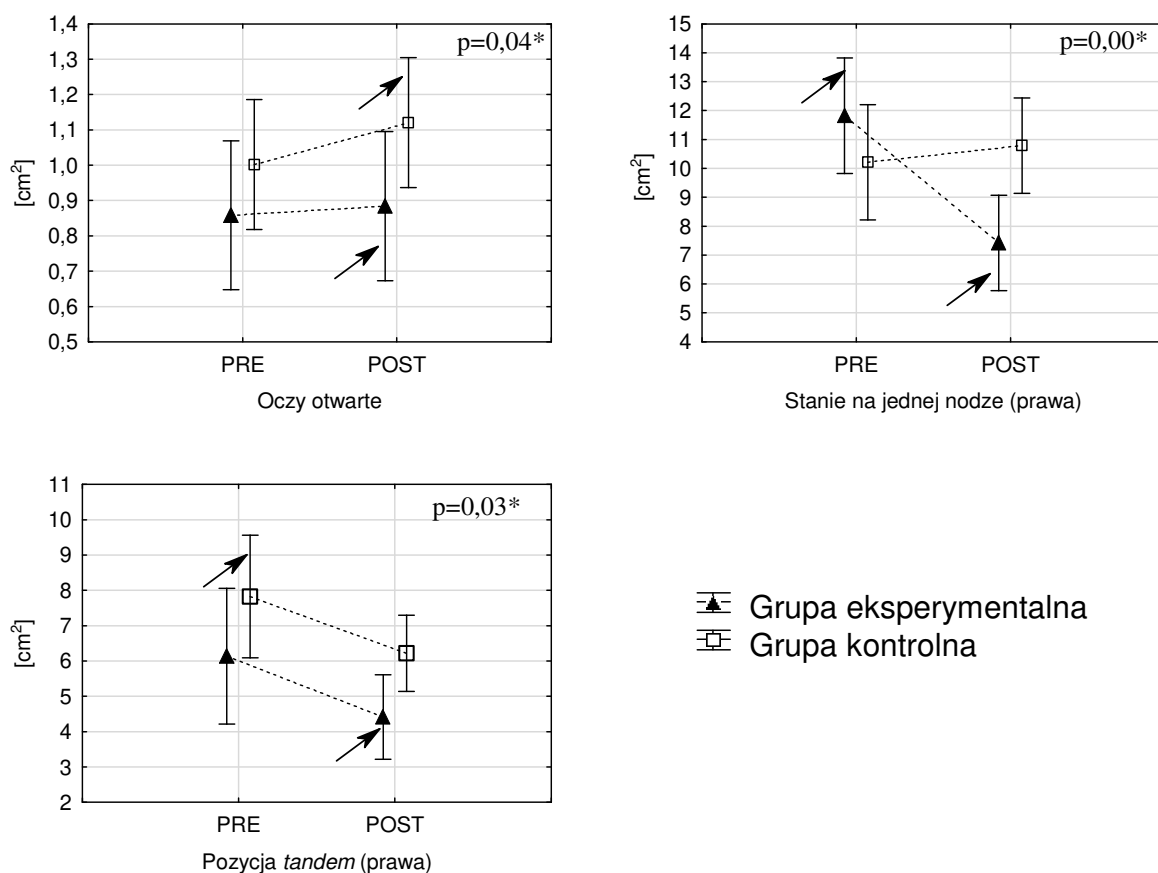
Przedstawione wartości oznaczają średnią uzyskanych wyników

* - różnice istotne statystycznie ($p < 0,05$)

ES – wielkość efektu

Zestawione dane, pozwalają na dokonanie porównań między grupą eksperymentalną i kontrolną na końcu eksperymentu, wskazanych jako kolejny krok postępowania badawczego, służącego weryfikacji hipotezy, zakładającej efektywność programu treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking na stabilność posturalną kobiet w wieku 60-75 lat. Analizując te dane można zaobserwować następujący kierunek zmian: w grupie eksperymentalnej występuje obniżenie się na końcu eksperymentu wartości parametru *pole wychyleń COP*, co wskazuje na poprawę funkcji równowagi ciała, jako wskaźnika stabilności posturalnej, zaś w grupie kontrolnej w tym samym czasie obserwuje się brak takiej jednoznacznej tendencji. Poprawa funkcji równowagi ciała w grupie eksperymentalnej w 12. tygodniowym eksperymencie wyniosła od 8 do 34%, gdy w tym czasie w grupie kontrolnej spadła od 12 do 20%, a wzrosła nie więcej niż o 16%.

Grupa eksperymentalna uzyskała statystycznie istotną poprawę wyników w stosunku do grupy kontrolnej w trzech próbach: dla kończyny dolnej prawej (pozycja *tandem* oraz *stanie na jednej nodze*) oraz dla pozycji *oczy otwarte* (przy $p < 0,05$ we wszystkich przypadkach). W pozostałych próbach również zaobserwowano pozytywne zmiany poziomu równowagi ciała w ciągu 12. tygodni w grupie eksperymentalnej, ale nie były to już różnice statystycznie istotne. Wielkość efektu osiągnęła najwyższy poziom dla próby *stanie na jednej nodze* (prawa) – był to efekt silny o wartości 0,17. Wyniki analizy wariancji ANOVA istotne statystycznie przedstawia Wykres 4.12 na którym zaznaczono również wyniki testu *post hoc*, dzięki czemu podkreślone zostało pozytywne ukształtowanie równowagi ciała u kobiet z grupy eksperymentalnej pod wpływem 12. tygodniowego programu treningowego. Pozostałe wykresy analizy wariancji zamieszczono w załączniku 4.



PRE – badanie początkowe, POST – badanie końcowe

Pionowe słupki oznaczają 95% przedziały ufności

Symbol strzałki (→) wskazuje, które pomiary były od siebie różne istotnie statystycznie (test post hoc Tukeya)

Wykres 4.12. Porównanie wielkości parametru *pole wychyleń COP* grup eksperymentalnej i kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie

Porównując całościowo analizy odnoszące się do efektywności eksperymentalnego programu treningowego na poziom równowagi ciała oraz sprawności funkcjonalnej, zaobserwowano następującą tendencję ogólną: *uzasadnioną statystycznie, pozytywną zmianę uzyskanych wyników w grupie eksperymentalnej w zakresie większości wykonanych prób*, co wobec naporu zmian inwolucyjnych obserwowanych w tym samym czasie w grupie kontrolnej, pozwala uznać, że program treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking jest efektywny w kształtowaniu stabilności posturalnej u kobiet w wieku 60-75 lat. Analiza wariancji ANOVA dla zmiennych „grupa” i „czas badania” wykazała różnicę istotną

statystycznie pomiędzy grupami eksperymentalną i kontrolną w obszarze parametru *pole wychyleń COP* oraz w zakresie siły mięśniowej i ruchomości w stawach kończyn dolnych. Dlatego też, na tym etapie postępowania naukowego podjęto decyzję o włączeniu wybranych parametrów równowagi ciała i sprawności funkcjonalnej do oceny stabilności posturalnej, których wagę podkreślił wynik uzyskany pod wpływem 12. tygodniowego treningu. Technologii utworzenia skal ocen stabilności posturalnej dla kobiet w wieku 60-75 lat poświęcono rozdział 4.3.

4.3. Ocena stabilności posturalnej kobiet w wieku 60-75 lat na podstawie wybranych wskaźników

W rozdziale 4.2 przedstawiono szczegółową analizę zmian wskaźników stabilności posturalnej z obszaru sprawności funkcjonalnej i równowagi ciała przeprowadzoną w dwóch głównych kierunkach:

- w kierunku wychwycenia i oceny dynamiki zmian inwolucyjnych w 12. tygodniowym eksperymencie u kobiet trenujących i nietrenujących w wieku 60-75 lat;
- w kierunku oceny efektywności zastosowanego programu treningu zdrowotnego w kształtowaniu stabilności posturalnej u kobiet w wieku 60-75 lat.

Wypełnienie tych założeń umożliwiło realizację jeszcze jednego zadania badawczego - opracowania oceny stabilności posturalnej.

W celu opracowania ilościowej i jakościowej oceny poziomu stabilności posturalnej kobiet w wieku 60-75 lat wykorzystano model Zaciorskiego (Zaciorski, 1979), który zakłada, w podobnych do naszego przypadkach, utworzenie skali proporcjonalnej, gdzie przyrost wartości parametru przekłada się na równą liczbę przyrostu punktów. Tak opracowane skale ocen na potrzeby sportu wyczynowego, można wykorzystać także do oceny stabilności posturalnej. Przyjmując założenie, że waga każdego testowanego elementu stabilności posturalnej, rozumianej jako zdolność kompleksowa i funkcjonalna, ma równie istotny wpływ na jej aktualny poziom, przyjęto na potrzeby niniejszej pracy za właściwe, zastosowanie skal proporcjonalnych, które stosuje się analogicznie do oceny w kompleksowych dyscyplinach sportu, np. w biathlonie, pięcioboju nowoczesnym itp. (Zaciorski, 1979).

Konstrukcja skali pozwala na indywidualne odniesienie otrzymanych wyników, w stosunku do średniej arytmetycznej i odchylenia standardowego. Proponowany schemat został wykorzystany w pracach innych autorów zajmujących się wpływem

aktywności fizycznej na wybrane zdolności motoryczne osób starszych (Kortas i in., 2016; Ossowski, 2008) oraz przy ocenie kompleksowej zdrowia pozytywnego (Prusik, 2011; Prusik, 2007). W dostępnej literaturze nie odnaleziono jednak ilościowych i jakościowych kryteriów oceny stabilności posturalnej, dzięki którym możliwa byłaby indywidualna ocena uzyskanych wyników w testach sprawności funkcjonalnej i równowagi ciała, dlatego uznano za zasadne jej opracowanie, z uwagi na aktualne potrzeby społeczne, ekonomiczne i zdrowotne.

Ponadto, logicznym następstwem utworzenia skal ocen jest opracowanie algorytmu oceny kompleksowej stabilności posturalnej dla kobiet w wieku 60-75 lat, co będzie wypełnieniem aplikacyjnego celu niniejszej pracy. W rozdziale 2. opisano zasoby organizmu wpływające na stabilność posturalną. W oparciu o wiedzę uzyskaną z literatury przedmiotu, uwzględniając wskazania ekspertów, do opracowania skal oceny ilościowej i jakościowej stabilności posturalnej, jak też wytyczne do utworzenia algorytmu oceny kompleksowej stabilności posturalnej wyznaczono cztery wskaźniki:

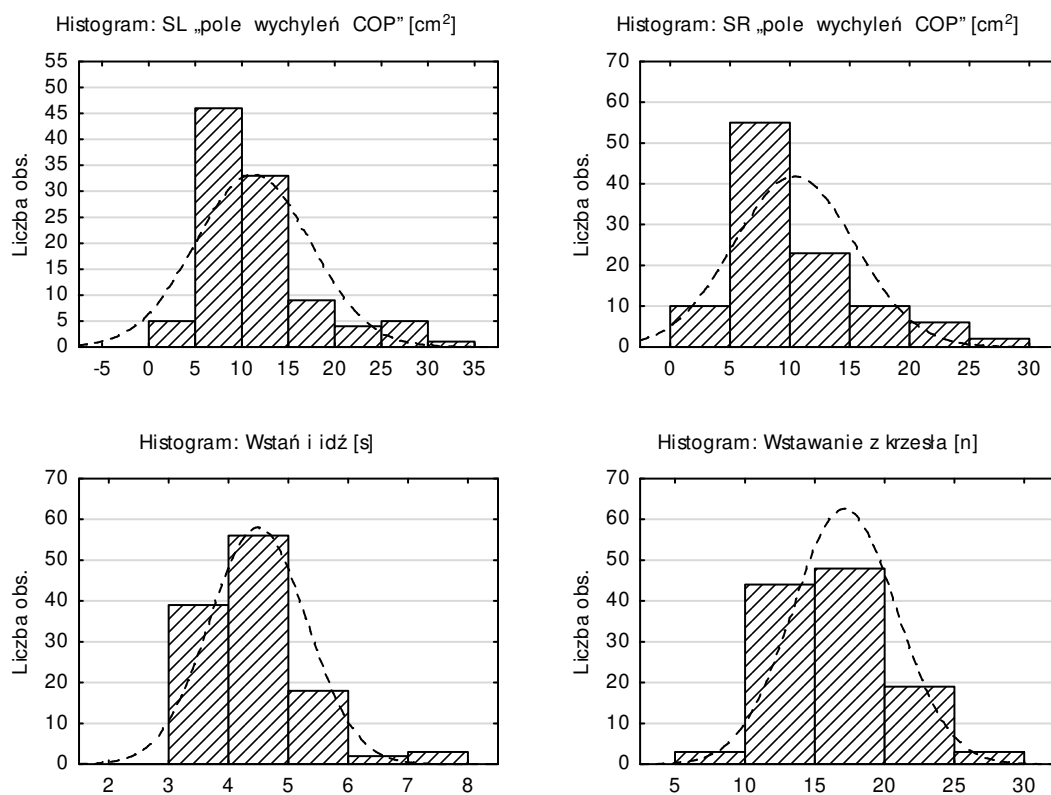
1. wskaźnik statycznej równowagi ciała (parametr *pole wychyleń COP*) w próbie *stanie na jednej nodze prawej*
2. wskaźnik statycznej równowagi ciała (parametr *pole wychyleń COP*) w próbie *stanie na jednej nodze lewej*
3. wskaźnik siły mięśniowej kończyn dolnych w próbie *wstawania z krzesła*
4. wskaźnik kontroli dynamicznej oraz orientacji przestrzennej w próbie *wstań i idź*.

Logicznym uzasadnieniem wyboru właśnie tych czterech wskaźników były wskazania ekspertów z literatury przedmiotu (Akkaya i in., 2015; Gehlsen & Whaley, 1990; Thomas & Lane, 2005), przedstawione na kartach tej pracy oraz dotychczasowe wyniki badań własnych obszernie opisane w rozdziale 4.2.

4.3.1. Ilościowe i jakościowe sale ocen stabilności posturalnej kobiet w wieku 60-75 lat

Zgodnie z modelem matematycznym konstrukcji skal ocen, w pierwszej kolejności określono charakter rozkładu statystycznego uzyskanych wyników, używając testu Shapiro-Wilka. Graficzne przedstawienie wyników prezentuje Wykres 4.13. Na histogramach rozkładu wyników zaobserwowano tendencję do prawostronnej skośności, co dla tej liczebności grupy i jej specyfiki uznać należy za rozkład zbliżony

do normalnego. Najbardziej klasyczne rozłożenie wyników wg krzywej Gaussa przedstawia histogram rozkładu wyników w próbie *wstawanie z krzesła*.



Wykres 4.13. Rozkład statystyczny wyników uzyskanych przez badane kobiety podczas prób: stania na jednej nodze (parametr *pole wychyleń COP*), *wstań i idź* oraz *wstawanie z krzesła*

Jednym z warunków budowania rzetelnej skali oceny jest określenie wzajemnego położenia wartości średniej oraz mediany. We wszystkich analizowanych przypadkach miary położenia przyjęły zbliżone wartości (Tabela 4.26). Przyjęto, że budowa skal ocen zostanie przeprowadzona na podstawie średniej arytmetycznej, która właściwie odwzorowuje wartości przeciętne.

Tabela 4.26. Statystyka opisowa wybranych wskaźników równowagi ciała i sprawności funkcjonalnej

Próba	X	Me	Min	Max	SD	V%
SL pole wychyleń COP [cm²]	11,23	10,09	2,77	34,12	6,18	55
SR pole wychyleń COP [cm²]	10,39	9,05	3,13	25,89	5,06	49
Wstań i idź [s]	4,50	4,38	3,22	7,71	0,81	18
Wstawanie z krzesła [n]	17,14	17,00	8,00	27,00	3,73	22

Do oceny stabilności posturalnej zastosowywano znormalizowaną skalę-T. Skala-T zawarta jest w przedziale od 0 do 100 punktów, gdzie wartości 50. punktów, przyporządkowana jest wartość średniej arytmetycznej. Każdemu przedziałowi, odpowiadającemu jednej wartości odchylenia standardowego, przyporządkowuje się wartość 10. punktów (Zaciorski, 1979). Wyznaczenie wartości punktowych na skali odbywa się według wzoru:

$$T = 50 + \frac{10(x - X)}{SD}$$

gdzie:

T – skala T

x – wartość rezultatu

X – średnia arytmetyczna

SD – odchylenie standardowe

Normy do oceny rezultatów, osiągniętych w poszczególnych testach w kategoriach ilościowych, jakościowych i w punktach, przyjęto za Zaciorskim (1979). Normy te można traktować zarówno jako normy porównawcze, jak i indywidualne na przestrzeni jednego lub wieloletniego cyklu treningowego.

Ze względu na duże wartości odchylenia standardowego, częstego dla wyników odnoszących się do równowagi ciała i badanej grupy kobiet w starszym wieku, wprowadzono modyfikacje spotykane w literaturze przedmiotu (Ossowski, 2008; Prusik, 2004). Polegają one na podziale skali na przedziały, odwzorowujące różnicę pomiędzy wartościami minimalnymi a maksymalnymi, w poszczególnych próbach. Na skalę ocen nanosi się przedziały wartości równe dziesiątej części różnicy między

wielkościami minimalnymi a maksymalnymi, uzyskane podczas prób. Ze względu na ograniczoną możliwość progresji wyników w próbach *stania na jednej nodze* zaproponowano zmniejszenie przedziałów dla niskich rezultatów (do połowy dziesiątej części różnicy między wielkościami minimalnymi a maksymalnymi). Zabieg taki jest uzasadniony również faktem inwolucyjnych ograniczeń dla maksymalnych osiągnięć. Tak skonstruowana skala zachowuje standardy skali proporcjonalnej. Wartości na skalach ocen należy odczytywać według przedziałów lewostronnie domkniętych i prawostronnie otwartych. Wartości odstające poza zakres skali, należy traktować jako przypadki indywidualne, które można uznać jako błąd pomiarowy lub wynik skrajny (poziom bardzo niski lub bardzo wysoki). Wyniki patologicznie niskie (poniżej 10 punktów) mogą wskazywać na dysfunkcję któregoś z elementów stabilności posturalnej lub tworzący się proces chorobowy, wymuszający dalszą, pogłębioną diagnostykę. Tak skonstruowane skale oceny ilościowej i jakościowej przedstawiono w

Tabela 4.27.

Skala ilościowa została podzielona na trzy poziomy jakościowe opisane jako: poziom niski (punkty 10-30), poziom średni (punkty 40-70) oraz poziom wysoki (punkty 80-100).

Tabela 4.27. Skala oceny ilościowej i jakościowej dla prób: *stania na jednej nodze* (parametr *pole wychyleń COP*), *wstań i idź* oraz *wstawanie z krzesła*

Poziom	Niski			Średni					Wysoki		
Punkty	10	20	30	40	50	X	60	70	80	90	100
SR <i>pole wychyleń COP</i> [cm²]	21,8	19,5	17,2	14,9	12,7	10,4	8,1	5,8	4,7	3,6	2,4
SL <i>pole wychyleń COP</i> [cm²]	26,9	23,8	20,6	17,5	14,4	11,2	8,1	5,0	3,4	1,8	0,3
Wstań i idź [s]	6,7	6,3	5,8	5,4	4,9	4,5	4,0	3,6	3,1	2,7	2,3
Wstawanie z krzesła [n]	8	10	11	13	15	17	19	21	23	25	27

Analiza wyników uzyskanych przez badaną grupę kobiet potwierdziła prawidłową konstrukcję skali. Dla każdego z czterech wskaźników stabilności posturalnej, największa ilość pomiarów znajduje się w średniej kategorii punktowej (od 40 do 70 punktów): 83,70% w próbie *wstawanie z krzesła*, 78,80% w próbie *wstań i idź*

oraz 73,50% i 81,50% odpowiednio dla kończyny dolnej prawej i lewej w próbie *stania na jednej nodze*.

Konstrukcja ilościowej i jakościowej skali oceny stabilności posturalnej służyć ma indywidualnej ocenie tej funkcji na poszczególnych etapach wieloletniego cyklu treningu zdrowotnego i może być wykorzystywana jako narzędzie kontroli okresowej, u kobiet po 60 roku życia, gdzie działania takie można włączyć w nurt profilaktyki upadków.

4.3.2. Ocena kompleksowa stabilności posturalnej kobiet w wieku 60-75 lat

Opisana powyżej technologia konstruowania skali oceny stabilności posturalnej, oprócz wskazanego zastosowania w kontroli okresowej i profilaktyce upadków, jest niezbędnym etapem do utworzenia nowego narzędzia oceny stabilności posturalnej, nazwanej tu oceną kompleksową.

W praktyce sportu wyczynowego (Godik, 1988) ocena kompleksowa ma zastosowanie w przypadku dużego zestawu testów kontrolnych. Wyróżnia się dwa główne warianty oceny rezultatów testowania sportowców według kompleksu testów. Pierwszy, ma doprowadzić do oceny kompleksowej poziomu przygotowania konkretnego zawodnika, co umożliwia prognozowanie np. jego wyników na zawodach. Jednak proste zsumowanie wyników uzyskanych przez konkretnego sportowca we wszystkich testach, nie zawsze jest zabiegiem właściwym, choćby dlatego, że nie wszystkie testy posiadają tę samą równoznaczność, co należy rozumieć, że ich wartość informacyjna nie jest taka sama. Ponieważ wyniki badań własnych przedstawione w rozdziale 4.2 uzasadniły wybór dwóch testów sprawności funkcjonalnej oraz dwóch równowagi ciała, to posługując się podobnymi badaniami innych autorów, uznano je za równie ważne przy kompleksowej ocenie stabilności posturalnej kobiet w wieku 60-75 lat. Przyjęcie takiej formuły uzasadnia ponadto jej prostota w zastosowaniu, co w przypadku treningu zdrowotnego ma zasadnicze znaczenie przy wdrożeniu tej metody do powszechnej praktyki, a jest to aplikacyjnym celem niniejszej pracy. Drugi wariant oceny kompleksowej upoważnia do wykonania indywidualnego profilu stabilności posturalnej dla każdej badanej osoby, co uprawnia z kolei do uzyskania informacji o jej poziomie w kryteriach jakościowych na poszczególnych etapach treningu zdrowotnego. Wystarczająco czuła skala ocen, będzie wrażliwym narzędziem

weryfikacji np. niestabilności posturalnej w wyniku zmian inwolucyjnych z jednej stronnym a z drugiej – poprawy tej funkcji w czasie, na skutek kierunkowego oddziaływania treningiem. Uwzględniając powyższe zaproponowano, aby algorytm kompleksowej oceny stabilności posturalnej przyjął postać następującego równania, będącego ilorazem sumy składników:

$$K_i = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4}{4}$$

gdzie:

K_i – ocena kompleksowa

K_1 – liczba punktów uzyskanych w próbie *stania na jednej nodze – prawej* (wskaźnik *pole wychyleń COP*),

K_2 – liczba punktów uzyskanych w próbie *stania na jednej nodze – lewej* (wskaźnik *pole wychyleń COP*),

K_3 – liczba punktów uzyskanych w próbie *wstań i idź*,

K_4 – liczba punktów uzyskanych w próbie *wstawanie z krzesła*.

Przedstawiony powyżej algorytm oceny kompleksowej może stać się narzędziem przesiewowym w ocenie ryzyka upadków kobiet w wieku 60-75 lat. Określenie stabilności posturalnej konkretnej osoby starszej w kryteriach jakościowych pozwala na włączenie odpowiedniego programu treningowego ukierunkowanego na kształtowanie poszczególnych elementów stabilności posturalnej i prewencję upadków oraz może wspierać proces kontroli indywidualnej reaktywności na bodźce treningowe.

Tak skonstruowany algorytm pozwala na ocenę stabilności posturalnej kobiet w wieku 60-75 lat w sposób kompleksowy z uwzględnieniem wartości punktowych oceny ilościowej. Do oceny jakościowej, obliczonej na podstawie powyższego algorytmu, przyjęto terminologię zastosowaną przez Kochanowicza (Kochanowicz, 1998). Na tej podstawie opracowano także kryteria oceny kompleksowej, ilościowe i jakościowe, odnoszące się do kobiet w wieku 60-75 lat. Kryteria jakościowe wyrażono poprzez terminy: „wysoki”, „powyżej średniego”, „średni”, „poniżej średniego”, „niski”, którym przyporządkowano odpowiadającą im ilość punktów (Tabela 4.28).

Tabela 4.28. Kryteria oceny poziomu stabilności posturalnej badanych kobiet w kryteriach ilościowych i jakościowych

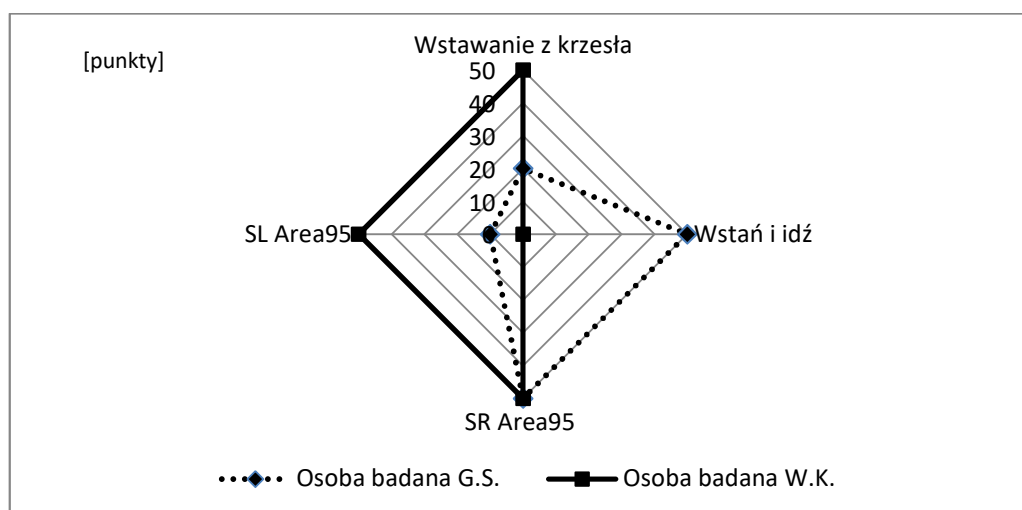
Kategoria	Poziom stabilności posturalnej w punktach				
	wysoki	powyżej średniego	średni	poniżej średniego	niski
kobiety w wieku 60-75 lat	80 i więcej	79-60	59-40	39-29	28 i mniej

Konkretne zastosowanie opracowanego narzędzia kompleksowej oceny stabilności posturalnej przedstawia Tabela 4.29. Dane dotyczą procentowego rozkładu zmian jakościowych w poziomie stabilności posturalnej kobiet w wieku 60-75 lat pod wpływem 12. tygodniowego eksperymentu. W grupie eksperymentalnej w efekcie zrealizowanego programu treningowego zwiększyła się liczba kobiet z poziomem stabilności posturalnej „powyżej średniego” (z 21% do 52%), przy równoczesnym zmniejszeniu liczby kobiet w grupie z poziomem „średnim” (z 79% do 48%), co wskazuje na efektywność zastosowanego treningu. W grupie kontrolnej zaś w poszczególnych poziomach stabilności posturalnej odnotowano niewielkie zmiany w różnych kierunkach, wskazujących raczej na nieregularność przebiegających zmian involucyjnych lub sytuację przypadkową, co przy niskiej liczebności grupy nie jest sytuacją odosobnioną a opisaną literaturze. Mając na uwadze powyższe fakty, wskazujemy, aby z całą pieczołowitością należną odkrywaniu prawdy, sytuacje trudne do wytłumaczenia za pomocą dostępnych narzędzi wnioskowania, wyjaśnić np. poszerzając liczebność grupy badanej czy zwiększając jej jednorodność. Wskazujemy jednak na opracowane przez nas narzędzie, jako punkt odniesienia, do prowadzenia dalszych badań w kierunku kompleksowej oceny stabilności posturalnej i efektywności programów treningowych ją kształtujących oraz możliwości dokonywania porównań z wynikami naszych badań.

Tabela 4.29. Procentowy rozkład zmian w poziomie stabilności posturalnej w grupie eksperymentalnej i kontrolnej

Grupa/Badanie	Poziom stabilności posturalnej				
	wysoki	powyżej średniego	średni	poniżej średniego	niski
E PRE	-	21%	79%	-	-
E POST	-	52%	48%	-	-
K PRE	-	10%	67%	10%	13%
K POST		13%	70%	13%	4%

Opracowany algorytm oceny kompleksowej stabilności posturalnej może być również narzędziem służącym indywidualizacji obciążeń w procesie treningu zdrowotnego. Dla zobrazowania tej kwestii Wykres 4.14 przedstawia dwa różne profile stabilności posturalnej dwóch kobiet posiadających zbliżony wynik oceny kompleksowej. Badana G.K. uzyskała 32,5 pkt., a W.K. 37,5 pkt., pomimo zróżnicowanych wyników w poszczególnych wskaźnikach stabilności posturalnej. Dzięki takiej analizie instruktor/trener otrzymuje informacje o indywidualnych potrzebach uczestnika treningu zdrowotnego w kontekście kształtowania stabilności posturalnej. Pozwala także na wdrożenie kierunkowanych zmian w treściach programu treningowego.



Wykres 4.14. Porównanie profili stabilności posturalnej oraz oceny kompleksowej dwóch kobiet uczestniczących w eksperymencie

Podsumowując rozdział dotyczący opracowania ilościowych i jakościowych skal oceny stabilności posturalnej należy podkreślić, że przedstawiona analiza jest zaledwie przyczynkiem do kontynuowania dalszej pracy nad tworzeniem norm stabilności

posturalnej dla kobiet w wieku 60-75. Dalsze prace w tym kierunku wymagają szerokiego zakresu badań na reprezentatywnej grupie kobiet i mężczyzn, w celu skonstruowania skal ocen oraz ustalenia norm, właściwych dla poszczególnych kategorii wiekowych i płciowych.

Dyskusja

„Starzenie się nie jest złem, któremu trzeba się podporządkować, jest powołaniem, na które trzeba umieć odpowiedzieć”. Słowa św. Jana Pawła II nigdy nie były tak bardzo aktualne jak dzisiaj. W ostatnich dekadach obserwuje się starzenie się światowej populacji. Organizacja Narodów Zjednoczonych zaproponowała termin „transformacja demograficzna” (ang. *demographic transition*), aby wskazać w jaki sposób spadek zarówno śmiertelności, jak i płodności doprowadził ludzkość do punktu, który nie ma analogii w całej historii (Lutz i in., 1997). Wynikiem realizacji tego powołania jest treść przedstawionej dysertacji. Uzyskane, na drodze eksperymentu, wyniki każą z nadzieją patrzeć na rozwój problematyki kształtowania stabilności posturalnej za pomocą środków właściwych dla nauk o kulturze fizycznej, jakim jest trening. Najważniejszym wynikiem naszych prac jest realny efekt potreningowy w postaci kierunkowych, o przebiegu antyinwolucyjnym, zmian w stabilności posturalnej u kobiet w wieku 60-75 lat. Już 12. tygodni wystarczy, aby zaobserwować realne zmiany w poziomie stabilności posturalnej u kobiet, które włączyły w styl swojego życia proces treningu zdrowotnego. Drugim, równie ważnym wynikiem przeprowadzonego eksperymentu, jest potwierdzenie przydatności w kształtowaniu stabilności posturalnej zasad kierowania i kontroli znanych ze sportu wyczynowego (Kochanowicz, 1998; Sawczyn, 2000; Sozański, 1999) oraz metod, form i środków opisywanych w literaturze, a właściwych dla treningu zdrowotnego (Ossowski i in., 2016; Prusik i in., 2016), co wpisuje się w światowy trend zwiększenia ilości odpowiednio ukierunkowanych programów społecznych, w celu kształtowania samodzielności i niezależności osób starszych w życiu codziennym (Fulop i in., 2010; Lang & Aspinall, 2012).

Włączenie zaś do praktyki trenerskiej i instruktorskiej, specjalnie opracowanego narzędzia kontroli, jakim są skale ocen i algorytmu kompleksowej oceny stabilności posturalnej, wychodzi naprzeciw pilnym potrzebom sprawnej kontroli procesu treningu zdrowotnego osób starszych, zagrożonych upadkiem i jest jednocześnie wypełnieniem aplikacyjnego celu podjętych przez autora eksploracji.

Głównym celem tej pracy było opracowanie i realizacja programu treningu zdrowotnego przeznaczonego dla kobiet w wieku 60-75 lat, który efektywnie kształtuje stabilność posturalną. W założeniu miał być to program ogólnodostępny i bezpieczny.

Przyjęto, że powyższe zalecenia spełnia nowoczesna forma rekreacji, powszechnie akceptowana w docelowej grupie wiekowej i płciowej – Nordic Walking, którego technika bazuje na naturalnej formie lokomocji i uznawany jest za aktywność łatwą technicznie. Marsz z kijkami jest stosunkowo nową formą treningu marszowego, którego charakterystyczną cechą jest zaangażowanie mięśni kończyn górnych, co powoduje zwiększenie wydatku energetycznego, jest też jedną z podstawowych form aktywności fizycznej zalecanej osobom starszym (Song i in., 2013; Takeshima i in., 2013). Odnotowano rosnącą liczbę badań potwierdzających wpływ uprawiania Nordic Walking na kształtowanie sprawności funkcjonalnej, równowagi, siły, prędkości chodu oraz jakości życia osób starszych (Bullo i in., 2018; Lee & Park, 2015), co stało się głównym argumentem wyboru właśnie tej formy aktywności fizycznej do realizacji eksperymentu.

Poza tymi faktami, wybór Nordic Walking do realizacji eksperymentu, został zdeterminowany kryterium jego efektywności w kształtowaniu stabilności posturalnej, co w konsekwencji jest działaniem z obszaru prewencji upadków osób starszych (WHO, 2018). Wzrost ryzyka upadków wraz z wiekiem jest nieunikniony, ponieważ obniża się poziom równowagi i kontroli chodu (Cho i in., 2004), siły mięśniowej (Horlings i in., 2008), sprawności układu krążenia (Ooi i in., 2000) oraz funkcji wzrokowej (Black & Wood, 2005), a istnieją dowody naukowe, że te czynniki można skutecznie kształtować za pomocą treningu w formie Nordic Walking (Aigner i in., 2004; Takeshima i in., 2013).

Badania Lord i wsp. wskazują, że 12. tygodniowy trening zdrowotny, obejmujący marsz o umiarkowanej intensywności oraz ćwiczenia rozciągające i oporowe spowodowały 22% mniej upadków u osób starszych, w porównaniu z osobami nietreningowymi (Lord i in., 2003). Badania tego autora, potwierdzają, że 12 tygodni to optymalny czas do wykształcenia się zmian adaptacyjnych w mechanizmach odpowiedzialnych za stabilność posturalną i dlatego właśnie na taki okres czasu zaprogramowano nasz eksperyment u starszych kobiet.

Podczas analizy literatury uwidoczniło się niespójność metod treningowych, czasu trwania eksperymentu czy też zastosowanych testów kontrolnych, wykorzystanych w różnych badaniach. Na przykład, w niektórych randomizowanych badaniach klinicznych oceniano wpływ Nordic Walking na osoby starsze w cyklu trwającym od 6. do 12. tygodni bez nadzoru instruktorów (Lee & Park, 2015). Inne badania wykorzystywały ćwiczenia o niskiej intensywności do 60% maksymalnego HR

(Parkatti i in., 2012) lub kontrola intensywności ćwiczeń odbywała się jedynie na podstawie subiektywnej oceny wysiłku (Song i in., 2013). W innych z kolei nie kontrolowano objętości i intensywności treningu (Figueiredo i in., 2013). W jednym z badań, instruktorzy monitorowali częstość skurczów serca oraz subiektywną ocenę wysiłku (Takeshima i in., 2013), jednak intensywność tego treningu była niższa, niż zastosowana w naszych badaniach. W odróżnieniu od powyższych badań, autor pracy szczegółowo przedstawił zastosowane w 12. tygodniowym eksperymencie obciążenia treningowe, aby umożliwić innym badaczom powtórzenie programu na innej grupie osób badanych, co zwiększyć może rzetelność otrzymanych wyników i potwierdzić zastosowanie zaproponowanych w pracy rozwiązań treningowych. W ten sposób wyniki uzyskane przez autora i szczegółowo tu opisane, mogą stać się podstawą do porównań dla innych badaczy, zajmujących się podobną problematyką. Jest to zabieg tym bardziej zasadny, że jak wielokrotnie wskazuje literatura przedmiotu, trening zdrowotny, aby był skuteczny musi być świadomie prowadzonym procesem, z zapisem zrealizowanych obciążeń, analogicznie do treningu sportowego. Pozostajemy w świadomości, że analiza obciążeń nie jest celem, ale środkiem, umożliwiającym określenie wielkości wykonanej pracy, służącym ewentualnej modyfikacji planu oraz programowaniu kolejnych, skorygowanych już cykli treningowych (Perkowski i in., 1995; Prusik, 2004).

Wybór sposobu testowania oraz narzędzi służących pozyskaniu rzetelnych informacji kontrolnych był kolejnym zagadnieniem do rozstrzygnięcia przy wyborze metodyki badań. Wykrywanie bowiem czynników ryzyka upadku jest niezbędne do wdrożenia skutecznych i specjalnie dostosowanych strategii w celach prewencyjnych (Axer i in., 2010). Literatura wyróżnia czynniki ryzyka niepodlegające modyfikacjom oraz te, które są modyfikowalne przez odpowiednie interwencje (British Geriatrics Society, 2001). Trzy najczęściej opisywane w literaturze modyfikowalne czynniki ryzyka upadku, a tym samym wskaźniki niestabilności posturalnej to: osłabienie siły mięśniowej, deficyty równowagi i niestabilność chodu (Granacher i in., 2011). Potwierdzono, że czynniki te podlegają wpływom odpowiednio zaprogramowanego, ustrukturyzowanego i systematycznego treningu zdrowotnego (Koeneman i in., 2011), co potwierdzono również w naszych badaniach.

Uwzględniając powyższe autor pracy zastosował do kontroli poziomu stabilności posturalnej dwie metody: testowania sprawności funkcjonalnej oraz laboratoryjne testowanie równowagi ciała. Pierwsza, *Senior Fitness Test*, jest

powszechnie stosowana do kontroli sprawności funkcjonalnej starszych ludzi (Kortas i in., 2016; Prusik i in., 2016). Druga metoda, laboratoryjna z wykorzystaniem platformy dynamograficznej, ocenia poziom równowagi statycznej, znajdując swoje szerokie zastosowanie w kontroli jej poziomu, także u starszych ludzi (Ossowski, 2008; Wiszomirska i in., 2013). Na potrzeby realizacji głównego celu pracy włączono obie metody testowania, przyjmując założenie o kompleksowości czynników zabezpieczających stabilność posturalną (Horak, 2006) oraz ze względu na możliwość opracowania na ich podstawie jej kompleksowej oceny.

W wyniku zrealizowanego eksperymentu opracowano kryteria stabilności posturalnej, które stanowią element rozwoju pogłębionych analiz, ukierunkowanych na profilaktykę upadków osób starszych oraz stanowią wkład w doskonalenie kontroli procesu treningowego starszych osób. Utworzone skale ocen mogą znaleźć zastosowanie jako narzędzia służące indywidualizacji procesu treningowego starszych kobiet. Skale te opracowano na podstawie wyników prób, których wartość informacyjną potwierdzono eksperymentalnie. Są to następujące próby: *stanie na jednej nodze* prawej i lewej (ocena równowagi statycznej), *wstawanie z krzesła* (ocena siły mięśniowej kończyn dolnych) oraz *wstań i idź* (ocena kontroli dynamicznej oraz orientacji przestrzennej). Empiryczny wybór tych wskaźników ma swoje uzasadnienie w literaturze (Eduardo L. Cadore i in., 2014; Freiburger i in., 2012; Hauer i in., 2001; David A. Winter, 1995), choć były to badania o innym zasięgu i innej badanej grupie.

Inne badania wskazują natomiast na związek między wskaźnikami wyróżnionymi w naszym eksperymencie z prawdopodobieństwem wystąpienia upadku u osoby starszej oraz, że istnieje korelacja między wynikiem próby *stania na jednej nodze* a upadkami (Akkaya i in., 2015; Gehlsen & Whaley, 1990; Thomas & Lane, 2005). Zdolność do utrzymania stabilnej postawy, podczas przejściowego stania na jednej nodze jest niezbędna do normalnego chodu i codziennych czynności, obejmujących m.in. ubieranie się lub wchodzenie po schodach (Springer i in., 2007). Czas utrzymania stabilnej postawy na jednej kończynie dolnej jest powszechnie stosowanym sposobem oceny równowagi osób starszych (Bohannon, 2006) i znajduje swoje uzasadnienie dla włączenia tych prób do kompleksowej oceny stabilności posturalnej. Literatura potwierdza również wybór próby siły do oceny stabilności posturalnej, gdyż na jej poziom wpływa także odpowiednio siła mięśniowa (Moreland i in., 2004). Część badaczy podkreśla, że zdolność utrzymania równowagi zależna jest od mocy mięśniowej oraz prędkości z jaką skraca się mięsień (Mayson i in., 2008;

Sayers i in., 2005). Kompleksowo takich informacji dostarczają wyniki prób *wstawanie z krzesła* oraz *wstań i idź*. Przedstawiony w pracy algorytm oceny kompleksowej stabilności posturalnej, uwzględnia powyższe zalecenia, jest z nimi spójny i poszerza zakres dotychczasowej wiedzy na temat kontroli procesu treningu zdrowotnego starszych kobiet.

W ciągu ostatnich dekad, wiele interwencji potwierdziło pozytywny wpływ ćwiczeń fizycznych na wewnętrzne czynniki ryzyka upadków, kształtujące stabilność posturalną (Gillespie i in., 2012b), jednak pomimo istotnych dowodów, programy te nie zostały wdrożone do praktyki (Lord i in., 2011). Jako przyczyny podawane są najczęściej brak wykwalifikowanych pracowników i instruktorów, niewystarczająca komunikacja między naukowcami, osobami sprawującymi władzę i lekarzami oraz bariery w systemie opieki zdrowotnej, co utrudnia wdrożenie nowych dowodów naukowych w praktykę (Gschwind i in., 2011). Naprzeciw temu wyzwaniu postawiono konkretny, tani, dostępny i bezpieczny program treningu zdrowotnego, o zweryfikowanych naukowo efektach wprost do wdrożenia w praktykę.

W dostępnych pracach nie ma pełnej zgodności, co do skuteczności konkretnego rodzaju ćwiczeń w kształtowaniu stabilności posturalnej (Giné-Garriga i in., 2014; Gobbo i in., 2014). Udowodniono, że wyższy poziom aktywności fizycznej zmniejsza ogólne ryzyko upadku od 30 do 50% (Bembom i in., 2009; L. Gillespie i in., 2012a). Zwłaszcza trening siły kończyn dolnych i trening równowagi, uznano za metody kwalifikujące się do działań prewencyjnych. Nawet ćwiczenia w formie niezorganizowanej, są skutecznymi metodami wpływającymi na stabilność posturalną (Fernández-Argüelles i in., 2015; L. D. Gillespie i in., 2003), czy też różne rodzaje ćwiczeń np. pilates, wchodzenie po schodach, trening wibracyjny oraz taniec (Bellafiore i in., 2011; Bird & Fell, 2014). Wszystkie wykazały wpływ na poprawę poziomu równowagi ciała i dostarczają dowodów, że aktywność fizyczna może zmniejszyć ryzyko upadku. Większość z przytoczonych badań dotyczy tylko jednego, określonego rodzaju ćwiczeń, w związku z tym nie ma pewności, która forma aktywności fizycznej może zapewnić najbardziej korzystny efekt. Większość autorów sugeruje, że programy ćwiczeń kształtujące wiele zdolności motorycznych (wytrzymałość, siła, równowaga) są najbardziej skuteczne (Molino-Lova i in., 2013; Pahor i in., 2014). Jednocześnie bezczynność, bardziej niż określony rodzaj aktywności fizycznej, odgrywa kluczową rolę w mechanizmach zaangażowanych w utrzymanie równowagi ciała (Donath i in., 2014; Patti i in., 2017).

Tymczasem znajdujemy badania oceniające wpływ treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking o różnym czasie trwania, na poszczególne elementy sprawności funkcjonalnej, budującej obszar stabilności posturalnej. Na przykład badania oceniające równowagę statyczną wykazały, że 12. tygodniowy trening Nordic Walking wpływa na znaczącą poprawę równowagi w warunkach statycznych: test w pozycji stojącej na jednej nodze (poprawa o 133,9%) (Lee & Park, 2015), test zasięgu funkcjonalnego *Functional Reach Test* (6,3%) (Takeshima i in., 2013), test zasięgu do przodu *Forward Reach Test* (0,9%) oraz test zasięgu do góry *Upward Reach Test* (2,2%) (Kocur i in., 2015). Również w przypadku równowagi dynamicznej, mierzonej testem *wstań i idź*, odnotowano pozytywną zmianę. W zależności od czasu trwania cyklu treningowego, wyniki też są różne: po 8. tygodniach – poprawa o 16,9% (Bieler i in., 2017), po 12. tygodniach o 4,7% (Takeshima i in., 2013), po 16. tygodniach o 15,3% (Bieler i in., 2017), po 35. tygodniach o 7,6% (Virág i in., 2015) oraz po roku o 20,3% (Bieler i in., 2017). Jednak w badaniach tych sugerowano niewielki wpływ treningu Nordic Walking na równowagę statyczną i dynamiczną w testach laboratoryjnych, ale co istotne, odnotowano znaczącą poprawę równowagi ciała mierzonej testami funkcjonalnymi: *Fullerton Advanced Balance Scale* oraz skalą Berga (BBS). Trening w okresie 35. tygodni przyniósł poprawę o 6,2% (Virág i in., 2015), a cykl 6. tygodniowy o 4,5% (Figueiredo i in., 2013). Jednocześnie wyliczona wielkość efektu wykazała w porównaniu z grupą kontrolną efekt w przedziale od średniego do silnego. Wyniki naszych badań, są kierunkowo podobne do przytoczonych powyżej, o szerokim przedziale efektu od słabego do silnego. Dlatego też, zasadne jest prowadzenie dalszych badań w tym kierunku.

Wyniki zbieżne z tymi, które zamieszczono w dysertacji, dotyczą wpływu treningu Nordic Walking na siłę mięśniową. W badaniach wykorzystujących test *wstawanie z krzesła* uzyskano znaczącą poprawę po 12. tygodniach: 25,9% (Lee & Park, 2015), 22,4% (Song i in., 2013), 12,6% (Takeshima i in., 2013); po 8. tygodniach 10,7 % oraz 17,9 % po rocznej obserwacji (Bieler i in., 2017). Ossowski i wsp. (Ossowski i in., 2016) po 12. tygodniach wykazali wzrost izometrycznej siły zginaczy i prostowników odpowiednio o 11% i 22,1%. Wyniki naszych badań są spójne z powyższymi, potwierdzając efektywność zastosowanego programu treningu zdrowotnego.

Zakres ruchomości w stawach to kolejny element sprawności funkcjonalnej wpływający na stabilność posturalną. Badania potwierdzają istotną, pozytywną zmianę

pod wpływem 12. tygodniowego treningu Nordic Walking na zakres ruchomości w stawach ramiennych o 44,6 % (Takeshima i in., 2013) oraz na ruchomość stawów kończyn dolnych – od 75,4 % (Takeshima i in., 2013) do 175% (Kortas i in., 2017). W cyklu 9. tygodniowym poprawę odnotowano tylko w zakresie ruchomości stawów kończyn dolnych o 92,5% (Parkatti i in., 2012). Wyniki naszych badań wpisują się w ten zaobserwowany trend, ale różne wartości progresji wyników odnotowane przez różnych autorów, każą z uwagą przyjrzeć się metodom ich pomiaru oraz sposobu kształtowania tego elementu sprawności funkcjonalnej.

Pomimo tak obiecujących wyników, część badaczy twierdzi, że optymalny program kształtowania stabilności posturalnej osób starszych jeszcze nie powstał, ponieważ nie stwierdzono różnic między różnymi rodzajami interwencji. Na poprawę równowagi ciała mogą wpływać różne czynniki, dlatego zastosowanie jednego programu może nie wykazać znacznej różnicy, w porównaniu z innymi formami ćwiczeń. Lee i in., pomimo pozytywnego wpływu Nordic Walking na równowagę ciała, nie wskazują tej formy aktywności jako doskonałego narzędzia służącego prewencji upadków (Lee & Park, 2015). Dlatego też dalszej dyskusji powinny podlegać wszelkie udoskonalenia klasycznych marszów z kijkami Nordic Walking, rozszerzonych o bloki ćwiczeń oporowych i równoważnych.

Po przedyskutowaniu uzyskanych w trakcie eksperymentu wyników badań z wynikami innych autorów, cierpliwemu czytelnikowi należy się jasne zestawienie faktów empirycznych z postawionymi wcześniej hipotezami.

Obronę hipotez odnoszących się do konstrukcji, technologii i realizacji procesu treningowego należy, naszym zdaniem, poprowadzić w kierunku zgody co do ogólnych zasad kierowania i kontroli tego procesu z doprecyzowaniem w każdym przypadku jej treści do konkretnej grupy odbiorców, uwzględniając ich wiek, płeć, stan zdrowia i sprawności fizycznej, motywację i potrzeby zdrowotne, a także ewentualne bariery, uniemożliwiające korzystanie z dobrodziejstw treningu zdrowotnego przez całe życie, podlegające dynamicznym, okresowym zmianom. Tylko wówczas będzie można mówić o dokonującym się w czasie, procesie optymalizacji i indywidualizacji treningu zdrowotnego, co jest ujęciem nowoczesnym i uzasadnionym naukowo.

Hipotezy, które szczegółowo zakładały poprawę wyników we wskaźnikach stabilności posturalnej pod wpływem eksperymentalnego programu treningu zdrowotnego, zostały zweryfikowane częściowo. W grupie eksperymentalnej zaobserwowano stabilizację wstecznych zmian inwolucyjnych oraz wzrost ich poziomu

od 3 do 34%. Również częściowo potwierdzono napór zmian inwolucyjnych, obserwowany już w 12. tygodniowym okresie trwania eksperymentu w grupie kontrolnej. Kierunek zmian potwierdzony badaniami wskazuje na stabilizację wskaźników stabilności posturalnej oraz spadek ich poziomu od 4 do 20%.

Efektywność eksperymentalnego programu treningu zdrowotnego potwierdzona wynikami grupy eksperymentalnej, zestawionymi z wynikami grupy kontrolnej, znajduje empiryczną weryfikację w kompleksowej ocenie stabilności posturalnej – nowego narzędzia kontroli okresowej, opracowanego specjalnie na potrzeby niniejszej pracy i możliwości jego zastosowania w praktyce, gdzie 27% kobiet z grupy eksperymentalnej poprawiło status jakościowy z poziomu „średniego” na „powyżej średniego” pod wpływem 12. tygodniowego cyklu treningu zdrowotnego.

Podczas wyciągania wniosków na temat wpływu Nordic Walking na sprawność funkcjonalną należy wziąć pod uwagę pewne ograniczenia. Przytoczone uprzednio wyniki badań wielu autorów obejmują różne pod względem liczebności, płci i wieku grupy badane. Już choćby z tego powodu, dokonywanie rzetelnych porównań jest utrudnione, a czasem wręcz niezasadne. Autor pracy jest świadomy również własnych ograniczeń w tej materii. Kwestia zrekrutowania bardziej jednorodnej pod względem wieku grupy badanej, jest pierwszą z nich. Ponadto zaobserwowano stosunkowo niewielką liczbę dotychczas opublikowanych prac, odnoszących się do poruszanego przez nas problemu. Baza PubMed (dane z dnia 30.06.2020 r.) wskazuje dwukrotnie mniej pozycji poświęconych możliwości kształtowania stabilności posturalnej, w porównaniu z liczbą artykułów związanych z kształtowaniem wydolności układu krążenia w treningu Nordic Walking. Z obiektywnych przyczyn, należy zatem wspierać każde działania naukowe, które choć w niewielkim zakresie może przybliżyć nas do poznania prawdy o roli treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking w kształtowaniu stabilności posturalnej, zwłaszcza osób starszych.

Podsumowując zestawienie wyników badań własnych z pracami innych autorów, należy krytycznie przyjrzeć się niektórym ich aspektom. Nabór do większości z przytoczonych badań, grup ćwiczebnych nie odbywał się na drodze randomizacji oraz nie określono także jednorodności badanych grup. W opisie metodologicznym większości z nich, nie znaleziono charakterystyki obciążeń, planów i programów treningowych, które umożliwiłyby jego powtórzenie np. z inną grupą docelową. Ponadto ważnym wyznacznikiem analizy jest środowisko w jakim przeprowadzany jest

eksperyment - ćwiczenia w pomieszczeniu lub w plenerze, pora roku, ukształtowanie terenu i wiele innych mogą wpływać na uzyskane wyniki.

Na podstawie dostępnej literatury, przeprowadzonego eksperymentu, oraz doświadczenia własnego autor postanowił przedstawić pewne spostrzeżenia i propozycje do zastosowania w codziennej praktyce instruktorskiej i trenerskiej, jako wskazania kierunków doskonalenia, podjętego przez siebie tematu pracy.

Po pierwsze, należy zwrócić uwagę na konieczność przeprowadzenia niezbędnych badań lekarskich, jeszcze przed rozpoczęciem aktywności fizycznej. Badania pozwalają na ocenę ogólnego poziomu zdrowia przyszłych uczestników treningu oraz wyznaczenie ewentualnych przeciwwskazań do podejmowania aktywności fizycznej.

Równie ważnym elementem jest przeprowadzenie zajęć edukacyjnych, celem zwiększenia świadomości o roli treningu zdrowotnego w profilaktyce chorób, spowalnianiu procesów inwolucyjnych i kształtowaniu ważnych dla zdrowia funkcji oraz omówienie kluczowych elementów higienizacji zdrowego stylu życia.

Ponadto, praktyka instruktorska pozostaje w tyle za wynikami badań. W obecnym stanie praktyki opartej na dowodach nikt już nie dyskutuje nad wagą ciągłego doskonalenia teoretycznego kadry instruktorskiej i trenerskiej. Wielu profesjonalistów z różnych dziedzin, którzy mają kontakt ze starszymi osobami, ma możliwość promowania aktywności fizycznej. Istnieją dowody, że pracownicy służby zdrowia, którzy sami są aktywni fizycznie, mają od trzech do czterech razy większe szanse na promowanie aktywności fizycznej. Jedną ze strategii może być zwiększanie świadomości i poziomu własnej aktywności fizycznej wśród pracowników socjalnych, pracowników służby zdrowia i wolontariuszy (np. opiekunów osób starszych).

Wreszcie, poszukując odpowiedniego programu działania na rzecz promocji aktywności fizycznej w grupach starszych odbiorców, należy uwzględnić aktualne względy społeczne i demograficzne. Zwyczaje ruchowe ludzi różnią się w zależności od ich dochodu, płci, wieku oraz poziomu niepełnosprawności (Department of Health UK, 2011). Starsze osoby na wyższych pozycjach społeczno-ekonomicznych częściej utrzymują wysoki poziom aktywności fizycznej (Banks i in., 2014), a progresja w kierunku niepełnosprawności fizycznej wzrasta po przejściu na emeryturę (Iparraguirre, 2014). Wszystkie te elementy można i należy uwzględnić przy programowaniu strategii promocji aktywności fizycznej w grupach starszych osób.

Równie ważne jest uwzględnienie w nich czynników psychologicznych. Wewnętrzna motywacja do uprawiania aktywności fizycznej wśród osób starszych obejmuje korzyści zdrowotne, społeczne i psychiczne, które pomagają zachować niezależność i samodzielność. Zewnętrzna motywacja pochodzi głównie od pracowników służby zdrowia, współmałżonka, przyjaciół, rodziny oraz mediów. Według badań, osoby starsze za najlepszy sposób zwiększenia własnej aktywności fizycznej uważają zmniejszenie kosztów udziału w rekreacji oraz zapewnienie poczucia bezpieczeństwa podczas zajęć (Allender i in., 2006). W tym względzie ujawnia się ogromna rola polityki państwa w promocji zdrowia starzejącej się populacji Europy.

W miarę procesu starzenia się ludzie są mniej zainteresowani kreacją i poprawą własnego zdrowia, ale bardziej utrzymaniem zdrowia i umiejętności, które już posiadają (Löckenhoff & Carstensen, 2004). Uwzględniając ten aspekt, osoby kierujące procesem treningowym powinny zapewniać uczestnikom swoich zajęć bezpieczeństwo oraz możliwość interakcji z innymi osobami (Devereux-Fitzgerald i in., 2016). Kobiety częściej angażują się w zajęcia grupowe, oparte o trening marszowy, podczas gdy mężczyźni bardziej cenią aktywność, która dotyczy drużyny, której kibicują (Hunt i in., 2014). Dlatego też, programy treningu zdrowotnego powinny uwzględniać również specyfikę płci oraz pomagać nawiązywać i utrzymywać szersze więzi społeczne uwzględniające zachowanie podobnych norm postępowania, np. zdrowy styl życia (Koeneman i in., 2011). Aktywność fizyczna może być również stymulowana przez stopień rozwoju infrastruktury, takiej jak: bezpieczne ścieżki piesze i rowerowe czy parki jako miejsca do realizacji aktywności fizycznej (Sallis & Owen, 1998).

Bezpośrednim postulatem, wynikającym z przeprowadzonego przez nas procesu badawczego, jest opracowanie rzetelnych narzędzi kontrolnych umożliwiających ilościowe i jakościowe oceny poziomu ważnych funkcjonalnie zdolności motorycznych w okresie ontogenezy poprzedzającym tzw. wczesną starość. Zabieg ten może pozwolić na sformułowanie diagnozy, umożliwiającej optymalny dobór obciążeń treningowych, według indywidualnych możliwości uczestników zajęć, ukierunkowanych na aktualne potrzeby zdrowotne konkretnej osoby. Narzędzia kontroli mogą wspomóc wczesne wykrywanie ewentualnych patologii, co ma kluczowe znaczenie w profilaktyce pierwotnej chorób i problemów geriatrycznych.

Niniejsza praca wnosi do praktyki trenerskiej lub instruktorskiej nowy program treningowy, zweryfikowany empirycznie, który można potraktować jako wkład autora w rozwój badań nad problematyką kształtowania stabilności posturalnej u osób

starszych. Całość niniejszej pracy może stanowić propozycję dla wszystkich zainteresowanych aktywnością fizyczną osób w wieku 60-75 lat. Szczegółowe zalecenia w postaci wniosków, można wykorzystać podczas programowania, organizacji i kontroli procesu treningu zdrowotnego.

Aby podkreślić podmiotowy charakter przeprowadzonych badań i osobiste zaangażowanie autora na rzecz poprawy jakości życia osób w starszym wieku, pragnę przytoczyć słowa św. Jana Pawła II, który stawia wartość człowieka na pierwszym miejscu: „Na uwagę zasługują te wszystkie inicjatywy społeczne, dzięki którym ludzie starzy mogą nie tylko dbać o swoją kondycję fizyczną i intelektualną, ale rozwijać relacje z innymi oraz także stawać się przydatni, oddając innym swój czas, umiejętności i doświadczenie. Pozwala to zachować i pogłębić wartość życia”.

Wnioski

1. 12. tygodniowy, eksperymentalny program treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking, realizowany: przy średniej intensywności 50% HRmax, średniej objętości w jednostce treningowej 3,88 km, z zachowaniem klasycznej budowy jednostki treningowej (część wstępna, główna, końcowa) i wykorzystaniem środków oddziaływania wszechstronnego, jest skuteczny w kształtowaniu stabilności posturalnej kobiet w wieku 60-75 lat.
2. Kobiety w wieku 60-75 lat, podejmujące trening zdrowotny przez 12. tygodni, w formie Nordic Walking, charakteryzują się stabilizacją zmian inwolucyjnych lub kierunkowymi, pozytywnymi zmianami w obszarze stabilności posturalnej, wskazującymi na kształtujący wpływ treningu, wynoszący:
 - w zakresie wskaźnika sprawności funkcjonalnej, od 3 do 24%;
 - w zakresie wskaźnika statycznej równowagi ciała, od 9 do 34%.
3. W grupie kobiet nietreningujących w wieku 60-75 lat, w okresie 12. tygodni zaobserwowano stabilizację lub nieregularny charakter zmian regresywnych w obszarze stabilności funkcjonalnej, wynoszący:
 - w zakresie wskaźnika sprawności funkcjonalnej, od 5 do 7%;
 - w zakresie wskaźnika statycznej równowagi ciała, od 4 do 20%.
4. Wykazano statystycznie istotną różnicę pomiędzy grupami eksperymentalną i kontrolną, w obszarze stabilności posturalnej:
 - w zakresie wskaźnika sprawności funkcjonalnej, w próbach: *wstawanie z krzesła*, *zginanie przedramienia* oraz *skłon w przód* (prawa i lewa kończyna dolna); $p < 0,05$.
 - w zakresie wskaźnika statycznej równowagi ciała – parametr *pole wychyleń COP*, w próbach: *oczy otwarte* w pozycji obunóż, *stanie na jednej nodze* (prawa kończyna dolna) oraz próba w pozycji *tandem* (prawa kończyna dolna); $p < 0,05$.
5. Opracowano skale ocen stabilności posturalnej dla kobiet w wieku 60-75 lat, obejmujące szeroki zakres wartości wskaźników:
 - wskaźnik statycznej równowagi ciała (parametr *pole wychyleń COP*) w próbie *stania na jednej nodze* (kończyna dolna prawa), od 2,4 do 21,8 cm²

- wskaźnik statycznej równowagi ciała (parametr *pole wychyleń COP*) w próbie *stania na jednej nodze* (kończyna dolna lewa), od 0,3 do 26,9 cm²
 - wskaźnik siły mięśniowej kończyn dolnych w próbie *wstawania z krzesła*, od 8 do 27 liczby powtórzeń
 - wskaźnik kontroli dynamicznej oraz orientacji przestrzennej w próbie *wstań i idź*, od 2,3 do 6,7s.
6. Na podstawie skal ocen stabilności posturalnej, zaobserwowano nieregularnie przebiegający proces zmian inwolucyjnych u kobiet w wieku 60-75lat, w zakresie poszczególnych jej wskaźników.
 7. Do oceny kompleksowej stabilności posturalnej kobiet w wieku 60-75 lat zarekomendowano cztery, wyżej wymienione wskaźniki:
 - wskaźnik statycznej równowagi ciała (parametr *pole wychyleń COP*) w próbie *stania na jednej nodze* (kończyna dolna prawa)
 - wskaźnik statycznej równowagi ciała (parametr *pole wychyleń COP*) w próbie *stania na jednej nodze* (kończyna dolna lewa)
 - wskaźnik siły mięśniowej kończyn dolnych w próbie *wstawania z krzesła*
 - wskaźnik kontroli dynamicznej oraz orientacji przestrzennej w próbie *wstań i idź*.
 8. Zaleca się stosowanie zindywidualizowanych programów ćwiczeń dla kobiet w wieku 60-75 lat w celu kształtowania stabilności posturalnej
 9. Rekomenduje się włączenie do praktyki trenerskiej skal ocen stabilności posturalnej i kompleksowej oceny stabilności posturalnej, jako narzędzi kontroli okresowej oraz elementu indywidualizacji i optymalizacji procesu treningu zdrowotnego kobiet w wieku 60-75 lat.

Bibliografia

1. Acree, L. S., Longfors, J., Fjeldstad, A. S., Fjeldstad, C., Schank, B., Nickel, K. J., Montgomery, P. S., & Gardner, A. W. (2006). Physical activity is related to quality of life in older adults. *Health and Quality of Life Outcomes*, 4, 37. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-4-37>
2. Age UK. (2010). *Healthy ageing evidence review*.
3. Age UK. (2015). *A practical guide to healthy ageing*.
4. Aigner, A., Ledl-Kurkowski, E., Hörl, S., & Salzmann, K. (2004). Effects of Nordic walking and accordingly normal walking on heart rate and arterial lactate concentration. *Austrian J Sports Med*, 3, 32–6.
5. Akkaya, N., Doğanlar, N., Çelik, E., Aysşe, S. E., Akkaya, S., Güngör, H. R., & Şahin, F. (2015). Test-retest reliability of tetrax® static posturography system in young adults with low physical activity level. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 893–900.
6. Allender, S., Cowburn, G., & Foster, C. (2006). Understanding participation in sport and physical activity among children and adults: A review of qualitative studies. *Health Education Research*, 21(6), 826–835. <https://doi.org/10.1093/her/cyl063>
7. Amarantos, E., Martinez, A., & Dwyer, J. (2001). Nutrition and quality of life in older adults. *The Journals of Gerontology series A: Biological sciences and Medical sciences*, 56(suppl_2), 54–64.
8. American Geriatrics Society. (2001). Guideline for the prevention of falls in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49(5), 664–672.
9. Ashfield, T., Syddall, H., Martin, H., Dennison, E., Cooper, C., & Aihie Sayer, A. (2010). Grip strength and cardiovascular drug use in older people: Findings from the Hertfordshire cohort study. *Age and Ageing*, 185–191.
10. Axer, H., Axer, M., Sauer, H., Witte, O. W., & Hagemann, G. (2010). Falls and gait disorders in geriatric neurology. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 112(4), 265–274. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2009.12.015>
11. Banks, J., Nazroo, J., & Steptoe, A. (2014, październik 23). *The dynamics of ageing: Evidence from the English Longitudinal Study of Ageing 2002-12 (Wave 6)*. <https://www.ifs.org.uk/publications/7411>

12. Barnett, A., Smith, B., Lord, S. R., Williams, M., & Baumann, A. (2003). Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: A randomised controlled trial. *Age and ageing*, 32(4), 407–414.
13. Bauby, C. E., & Kuo, A. D. (2000). Active control of lateral balance in human walking. *Journal of biomechanics*, 33(11), 1433–1440.
14. Beijersbergen, C., Granacher, U., Vandervoort, A., DeVita, P., & Hortobagyi, T. (2013). The biomechanical mechanism of how strength and power training improves walking speed in old adults remains unknown. *Ageing Research Reviews*, 618–627.
15. Bellafore, M., Battaglia, G., Bianco, A., Paoli, A., Farina, F., & Palma, A. (2011). Improved postural control after dynamic balance training in older overweight women. *Aging Clinical and Experimental Research*, 23(5–6), 378–385. <https://doi.org/10.1007/bf03337762>
16. Bembom, O., van der Laan, M., Haight, T., & Tager, I. (2009). Leisure-time physical activity and all-cause mortality in an elderly cohort. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 20(3), 424–430. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e31819e3f28>
17. Bergen, G. (2016). Falls and Fall Injuries Among Adults Aged ≥ 65 Years—United States, 2014. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, 65. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6537a2>
18. Berk, D., Hubert, H., & Fries, J. (2006). Associations of changes in exercise level with subsequent disability among seniors: A 16-year longitudinal study. *The Journals of Gerontology: Serie A*, 97–102.
19. Bernhardt, J., Ellis, P., Denisenko, S., & Hill, K. (1998). Changes in balance and locomotion measures during rehabilitation following stroke. *Physiotherapy Research International*, 3(2), 109–122.
20. Bielawa, Ł., Prusik, K., Ossowski, Z., Kortas, J., Wiech, M., & Prusik, K. (2012). Ocena tolerancji wysiłkowej pacjentów kardiologicznych rehabilitowanych w modelu D na podstawie testu marszu 6-minutowego. *Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports*, 157–161.
21. Bieler, T., Siersma, V., Magnusson, S. P., Kjaer, M., Christensen, H. E., & Beyer, N. (2017). In hip osteoarthritis, Nordic Walking is superior to strength training and home-based exercise for improving function. *Scandinavian Journal*

- of Medicine & Science in Sports*, 27(8), 873–886.
<https://doi.org/10.1111/sms.12694>
22. Bień, B. (2012). Opieka geriatryczna w perspektywie starzenia się ludności Polski. *The Situation of Elderly People*, 151.
 23. Bijlsma, A., Meskers, C., van den Eshof, N., Westendorp, R., Sipilä, S., Stenroth, L., Sillanpää, E., McPhee, J., Jones, D., Narici, M., Gapeyeva, H., Paasuke, M., Voit, T., Barnouin, Y., Hogrel, J., Butler-Browne, G., & Maier, A. (2013a). Diagnostic criteria for sarcopenia and physical performance. *Age*.
 24. Bijlsma, A., Meskers, M., Molendijk, M., Westendorp, R., Sipilä, S., Stenroth, L., Sillanpää, E., McPhee, J., Jones, D., Narici, M., Gapeyeva, H., Paasuke, M., Seppet, E., Voit, T., Barnouin, Y., Hogrel, J., Butler-Browne, G., & Maier, A. (2013b). Diagnostic measures for sarcopenia and bone mineral density. *Osteoporosis International*, 2681–2691.
 25. Bird, M.-L., & Fell, J. (2014). Positive long-term effects of Pilates exercise on the aged-related decline in balance and strength in older, community-dwelling men and women. *Journal of Aging and Physical Activity*, 22(3), 342–347.
<https://doi.org/10.1123/japa.2013-0006>
 26. Black, A., & Wood, J. (2005). Vision and falls. *Clinical & Experimental Optometry*, 88(4), 212–222. <https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.2005.tb06699.x>
 27. Bloem, B. R., Grimbergen, Y. A., Cramer, M., Willemssen, M., & Zwinderman, A. H. (2001). Prospective assessment of falls in Parkinson's disease. *Journal of neurology*, 248(11), 950–958.
 28. Błaszczyk, J. W. (2004). *Bimechanika kliniczna*. PZWL.
 29. Błaszczyk, J. W., & Czerwosz, L. (2005). Stabilność posturalna w procesie starzenia. *Gerontologia Polska*, 13(1), 25–36.
 30. Bohannon, R. W. (2006). Single limb stance times: A descriptive meta-analysis of data from individuals at least 60 years of age. *Topics in Geriatric Rehabilitation*, 22(1), 70–77.
 31. Bohannon, R. W., Larkin, P. A., Cook, A. C., Gear, J., & Singer, J. (1984). Decrease in timed balance test scores with aging. *Physical therapy*, 64(7), 1067–1070.
 32. Bompa, T., & Haff, G. (2009). *Periodization-5th Edition: Theory and Methodology of Training*. Human Kinetics.

33. Bondarchuk, A. (1988). Constructing a training system. *Track Technique*, 102(1), 3254–3259.
34. Booth, F., Gordon, S., Carlson, C., & Hamilton, M. (2000). Waging war on modern chronic diseases: Primary prevention through exercise biology. *Journal of Applied Physiology*, 774–787.
35. Bouchard, C., Shephard, R., & Stephens, T. (1994). Physical activity, fitness and health: The model and key concepts, Physical activity, fitness and health: International proceedings and consensus statement. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
36. British Geriatrics Society. (2001). Guideline for the prevention of falls in older persons. American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49(5), 664–672.
37. Brown, M., & Holloszy, J. O. (1991). Effects of a low intensity exercise program on selected physical performance characteristics of 60-to 71-year olds. *Aging Clinical and Experimental Research*, 3(2), 129–139.
38. Brownell, K. D., Wadden, T. A., & Center, L. E. (1998). *The LEARN program for weight control: Lifestyle, exercise, attitudes, relationships, nutrition*. American Health Pub. Co. <https://books.google.pl/books?id=TDIPT-ok2igC>
39. Bruce, B., Fries, J., & Hubert, H. (2008). Regular vigorous physical activity and disability development in healthy overweight and normal-weight seniors: A 13-year study. *American Journal of Public Health*, 1294–1299.
40. Brzeziński, J. (2006). *Metodologia badań psychologicznych: Wybór tekstów*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
41. Buchner, D., Cress, M., de Lateur, B., Esselman, P., Margherita, A., Price, R., & Wagner, E. (1997). The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. *The Journals of Gerontology Serie A*, 218–224.
42. Bullo, V., Gobbo, S., Vendramin, B., Duregon, F., Cugusi, L., Di Blasio, A., Bocalini, D. S., Zaccaria, M., Bergamin, M., & Ermolao, A. (2018). Nordic Walking Can Be Incorporated in the Exercise Prescription to Increase Aerobic Capacity, Strength, and Quality of Life for Elderly: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Rejuvenation Research*, 21(2), 141–161. <https://doi.org/10.1089/rej.2017.1921>

43. Cadore, Eduardo L., Moneo, A. B. B., Mensat, M. M., Muñoz, A. R., Casas-Herrero, A., Rodriguez-Mañas, L., & Izquierdo, M. (2014). Positive effects of resistance training in frail elderly patients with dementia after long-term physical restraint. *Age (Dordrecht, Netherlands)*, 36(2), 801–811. <https://doi.org/10.1007/s11357-013-9599-7>
44. Cadore, Eduardo Lusa, Izquierdo, M., Alberton, C. L., Pinto, R. S., Conceição, M., Cunha, G., Radaelli, R., Bottaro, M., Trindade, G. T., & Kruel, L. F. M. (2012). Strength prior to endurance intra-session exercise sequence optimizes neuromuscular and cardiovascular gains in elderly men. *Experimental gerontology*, 47(2), 164–169.
45. Cambell, M., McComas, A., & Petito, F. (1973). Physiological changes in ageing muscles. *Journal of Neurology, Nurosurgery and Psychiatry*.
46. Chin, A., van Poppel, M., Twisk, J., & van Mechelen, W. (2004). Effects of resistance and all-round, functional training on quality of life, vitality and depression of older adults living in long-term care facilities: A ‘randomized’ controlled trial. *BMC Geriatrics*.
47. Cho, B., Scarpace, D., & Alexander, N. B. (2004). Tests of stepping as indicators of mobility, balance, and fall risk in balance-impaired older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(7), 1168–1173. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2004.52317.x>
48. Cho, C.-Y., & Kamen, G. (1998). Detecting balance deficits in frequent fallers using clinical and quantitative evaluation tools. *Journal of the American Geriatrics Society*, 46(4), 426–430.
49. Chomka, M. (2008). Nordic walking jako forma aktywności rekreacyjno-turystycznej. W: Turystyka i sport dla wszystkich w promocji zdrowego stylu życia. Red. WW Gaworecki, Z. Mroczyński. WSTiH, Gdańsk.
50. Chou, W., Tomata, Y., Watanabe, T., Sugawara, Y., Kakizaki, M., & Tsuji, I. (2014). Relationships between changes in time spent walking since middle age and incident functional disability. *Preventive Medicine*, 68–72.
51. Church, T. S., Earnest, C. P., & Morss, G. M. (2002). Field testing of physiological responses associated with Nordic Walking. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73(3), 296–300. <https://doi.org/10.1080/02701367.2002.10609023>

52. Cianciara, D. (2010). *Zarys współczesnej promocji zdrowia*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
53. Clark, D. (1996). The effect of walking on lower body disability among older blacks and whites. *American Journal of Public Health*, 57–61.
54. Clegg, A., Young, J., Iliffe, S., Rikkert, M., & Rockwood, K. (2013). Frailty in elderly people. *The Lancet*, 752–762.
55. Correa, C. S., LaRoche, D. P., Cadore, E. L., Reischak-Oliveira, A., Bottaro, M., Kruehl, L. F. M., Tartaruga, M. P., Radaelli, R., Wilhelm, E. N., & Lacerda, F. C. (2012). 3 Different types of strength training in older women. *International journal of sports medicine*, 33(12), 962–969.
56. Crutchfield, C., Shumway-Cook, A., & Horak, F. B. (1989). Balance and coordination training. *Physical therapy*, 825–843.
57. Cuevas-Trisan, R. (2017). Balance problems and fall risks in the elderly. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 28(4), 727–737.
58. Czajkowski, Z. (1991). *Nauczanie techniki sportowej*. Resortowe Centrum Metodyczno-Szkoleniowe Kultury Fizycznej i Sportu.
59. Czech, A., Cypryk, K., Czupryniak, L., Grzeszczak, W., Gumprecht, J., Idzior-Waluś, B., Jarosz-Chobot, P., Karnafel, W., Kokoszka, A., & Kasperska-Czyżykowska, T. (2008). Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych na cukrzycę 2008. Stanowisko Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego (wybrane fragmenty dotyczące chorób układu sercowo-naczyniowego współistniejących z cukrzycą). *Choroby Serca i Naczyń*, 5(1), 11–17.
60. Czerwiński, E., Kumorek, A., Milert, A., & Borowy, P. (2008). Przyczyny upadków u kobiet w populacji krakowskiej. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*, 10, 429–440.
61. Davidson, L., Hudson, R., Kilpatrick, K., Kuk, J., McMillan, K., Janiszewski, P., Lee, S., Lam, M., & Ross, R. (2009). Effects of exercise modality on insulin resistance and functional limitation in older adults: A randomized controlled trial. *Archives of Internal Medicine*, 122–131.
62. de Noronha Ribeiro Daniel, F., de Souza Vale, R. G., Giani, T. S., Bacellar, S., Escobar, T., Stoutenberg, M., & Dantas, E. H. M. (2011). Correlation between static balance and functional autonomy in elderly women. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 52(1), 111–114.
<https://doi.org/10.1016/j.archger.2010.02.011>

63. Degens, H., Maden-Wilkinson, T., Ireland, A., Korhonen, M., Suominen, H., Heinonen, A., Radak, Z., McPhee, J., & Rittweger, J. (2013). Relationship between ventilatory function and age in master athletes and a sedentary reference population. *Age*, 1007–1015.
64. Degens, H., Rittweger, J., Parviainen, T., Timonen, K., Suominen, H., Heinonen, A., & Korhonen, M. (2013). Diffusion capacity of the lung in young and old endurance athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 1051–1057.
65. Department of Health UK. (2011). Start active, stay active: UK Physical Activity Guidelines. *Department of Health UK*.
66. Devereux-Fitzgerald, A., Powell, R., Dewhurst, A., & French, D. P. (2016). The acceptability of physical activity interventions to older adults: A systematic review and meta-synthesis. *Social Science & Medicine (1982)*, 158, 14–23. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2016.04.006>
67. Donath, L., Faude, O., Roth, R., & Zahner, L. (2014). Effects of stair-climbing on balance, gait, strength, resting heart rate, and submaximal endurance in healthy seniors. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(2), e93-101. <https://doi.org/10.1111/sms.12113>
68. Dufour, A., Hannan, M., Murabito, J., Kiel, D., & McLean, R. (2013). Sarcopenia definitions considering body size and fat mass are associated with mobility limitations: The Framingham study. *The Journals of Gerontology Serie A*, 168–174.
69. Earnest, C., Johannsen, N., Swift, D., Lavie, C., Blair, S., & Church, T. (2013). Dose effect of cardiorespiratory exercise on metabolic syndrome in postmenopausal women. *American Journal of Cardiology*, 1805–1811.
70. Edbom-Kolarz, A., & Marcinkowski, J. T. (2011). Upadki osób starszych–przyczyny, następstwa, profilaktyka. *Hygeia Public Health*, 46(3), 313–318.
71. Ehsani, A. A., Spina, R. J., Peterson, L. R., Rinder, M. R., Glover, K. L., Villareal, D. T., Binder, E. F., & Holloszy, J. O. (2003). Attenuation of cardiovascular adaptations to exercise in frail octogenarians. *Journal of Applied Physiology*, 95(5), 1781–1788.
72. Elia, E. (1991a). Exercise and the elderly. *Clinical Journal of Sport Medicine*.
73. Elia, E. (1991b). Exercise and the elderly. *Clinical Journal of Sport Medicine*.

74. Eurofit, C. O. E. (1993). Handbook for the Eurofit test on physical fitness. *Strasbourg: Council of Europe.*
75. Feldman, D., Al-Mallah, M., Keteyian, S., Brawner, C., Feldman, T., Blumenthal, R., & Blaha, M. (2015). No evidence of an upper threshold for mortality benefit at high levels of cardiorespiratory fitness. *Journal of the American College of Cardiology*, 629–630.
76. Fernández-Argüelles, E. L., Rodríguez-Mansilla, J., Antunez, L. E., Garrido-Ardila, E. M., & Muñoz, R. P. (2015). Effects of dancing on the risk of falling related factors of healthy older adults: A systematic review. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 60(1), 1–8.
<https://doi.org/10.1016/j.archger.2014.10.003>
77. Ferrucci, L., Izmirlian, G., Leveille, S., Phillips, C., & Corti, M. (1999). Smoking, physical activity, and active life expectancy. *American Journal of Epidemiology*, 645–653.
78. Fiatarone, M. A., O’neill, E. F., Ryan, N. D., Clements, K. M., Solares, G. R., Nelson, M. E., Roberts, S. B., Kehayias, J. J., Lipsitz, L. A., & Evans, W. J. (1994). Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *New England Journal of Medicine*, 330(25), 1769–1775.
79. Fiatarone, M., Marks, E., Ryan, N., Meredith, C., Lipsitz, L., & Evans, W. (1990). High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *Journal of the American Medical Association*, 3029–3034.
80. Fidelus, K. (1972). Teorie procesu sterowania ruchami człowieka. *Sport Wyczynowy*, 2, 1–8.
81. Fielding, R., Katula, J., Miller, M., Abbott-Pillola, K., Jordan, A., Glynn, N., Goodpaster, B., Walkup, M., King, A., & Rejeski, W. (2007). Activity adherence and physical function in older adults with functional limitations. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1997–2004.
82. Figueiredo, S., Finch, L., Mai, J., Ahmed, S., Huang, A., & Mayo, N. E. (2013). Nordic walking for geriatric rehabilitation: A randomized pilot trial. *Disability and Rehabilitation*, 35(12), 968–975.
<https://doi.org/10.3109/09638288.2012.717580>
83. Forster, A., Lambley, R., & Young, J. (2010). Is physical rehabilitation for older people in long-term care effective? Findings from a systematic review. *Age and Ageing*, 169–175.

84. Fortuna, M. (2008). *Podstawy kształtowania i kontroli zdolności wysiłkowej tlenowej i beztlenowej*. Kolegium Karkonoskie.
85. Fraizer, E. V., & Mitra, S. (2008). Methodological and interpretive issues in posture-cognition dual-tasking in upright stance. *Gait & posture*, 27(2), 271–279.
86. Franco, M., Pereira, L., & Ferreira, P. (2014). Exercise interventions for preventing falls in older people living in the community. *British Journal of Sports Medicine*, 867–868.
87. Francuz, P., & Mackiewicz, R. (2007). *Liczby nie wiedzą, skąd pochodzą: Przewodnik po metodologii i statystyce: nie tylko dla psychologów*. Wydawnictwo KUL.
88. 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; vii. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2005.12.002>
89. Freiburger, E., Häberle, L., Spirduso, W. W., & Rixt Zijlstra, G. A. (2012). Long-term effects of three multicomponent exercise interventions on physical performance and fall-related psychological outcomes in community-dwelling older adults: A randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60(3), 437–446.
90. Fried, L., Tangen, C., Walston, J., Newman, A., Hirsch, C., Gottdiener, J., Seeman, T., Tracy, R., Kop, W., Burke, G., & McBurnie, M. (2001). Frailty in older adults: Evidence for a phenotype. *The Journals of Gerontology: Series A*, 146–156.
91. Fulop, T., Larbi, A., Witkowski, J. M., McElhaney, J., Loeb, M., Mitnitski, A., & Pawelec, G. (2010). Aging, frailty and age-related diseases. *Biogerontology*, 11(5), 547–563. <https://doi.org/10.1007/s10522-010-9287-2>
92. Gazmararian, J. A., Elon, L., Newsome, K., Schild, L., & Jacobson, K. L. (2013). A randomized prospective trial of a worksite intervention program to increase physical activity. *Am J Health Promot*, 28(1), 32–40. <https://doi.org/10.4278/ajhp.110525-QUAN-220>
93. Gehlsen, G. M., & Whaley, M. H. (1990). Falls in the elderly: Part II, Balance, strength, and flexibility. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 71(10), 739–741.

94. Gill, T., Allore, H., Hardy, S., & Guo, Z. (2006). The dynamic nature of mobility disability in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 248–254.
95. Gillen, J. B., Percival, M. E., Skelly, L. E., Martin, B. J., Tan, R. B., Tarnopolsky, M. A., & Gibala, M. J. (2014). Three minutes of all-out intermittent exercise per week increases skeletal muscle oxidative capacity and improves cardiometabolic health. *PloS one*, 9(11), e111489.
96. 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. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 4, CD000340. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000340>
97. Gillespie, L., Robertson, M., Gillespie, W., Sherrington, C., Gates, S., Clemson, L., & Lamb, S. (2012a). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.
98. Gillespie, L., Robertson, M., Gillespie, W., Sherrington, C., Gates, S., Clemson, L., & Lamb, S. (2012b). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.
99. Giné-Garriga, M., Roqué-Fíguls, M., Coll-Planas, L., Sitjà-Rabert, M., & Salvà, A. (2014). Physical exercise interventions for improving performance-based measures of physical function in community-dwelling, frail older adults: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(4), 753-769.e3. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.11.007>
100. Gmiat, A., Mieszkowski, J., Prusik, K., Prusik, K., Kortas, J., Kochanowicz, A., Radulska, A., Lipiński, M., Tomczyk, M., Jaworska, J., Antosiewicz, J., & Ziemann, E. (2017). Changes in pro-inflammatory markers and leucine concentrations in response to Nordic Walking training combined with vitamin D supplementation in elderly women. *Biogerontology*, 18(4), 535–548. <https://doi.org/10.1007/s10522-017-9694-8>
101. Gobbo, S., Bergamin, M., Sieverdes, J. C., Ermolao, A., & Zaccaria, M. (2014). Effects of exercise on dual-task ability and balance in older adults: A systematic review. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 58(2), 177–187. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2013.10.001>
102. Godik, M. A. (1988). Sports metrology. *Physical culture and sports, Moscow*.

103. Golema, M. (2002). *Charakterystyka procesu utrzymywania równowagi ciała człowieka w obrazie stabilograficznym*. Wydawn. Akad. Wychowania Fizycznego.
104. Granacher, U., Muehlbauer, T., Zahner, L., Gollhofer, A., & Kressig, R. W. (2011). Comparison of traditional and recent approaches in the promotion of balance and strength in older adults. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 41(5), 377–400. <https://doi.org/10.2165/11539920-0000000000-000000>
105. Gschwind, Y. J., Wolf, I., Bridenbaugh, S. A., & Kressig, R. W. (2011). Basis for a Swiss perspective on fall prevention in vulnerable older people. *Swiss Medical Weekly*, 141, w13305. <https://doi.org/10.4414/smw.2011.13305>
106. GUS. (2014). *Sytuacja demograficzna osób starszych i konsekwencje starzenia się ludności Polski w świetle prognozy na lata 2014-2050*.
107. Häkkinen, K., Pakarinen, A., Kraemer, W. J., Häkkinen, A., Valkeinen, H., & Alen, M. (2001). Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *Journal of Applied Physiology*, 91(2), 569–580.
108. Hamer, M., Lavoie, K., & Bacon, S. (2014). Taking up physical activity in later life and healthy ageing: The English longitudinal study of ageing. *British Journal of Sports Medicine*, 239–243.
109. Hardy, S., & Gill, T. (2004). Recovery from disability among community-dwelling older persons. *Journal of the American Medical Association*, 1596–1602.
110. Harridge, S., Kryger, A., & Stensgaard, A. (1999). Knee extensor strength, activation, and size in very elderly people following strength training. *Muscle & Nerve*, 831–839.
111. Hauer, K., Pfisterer, M., Schuler, M., Bärtzsch, P., & Oster, P. (2003). Two years later: A prospective long-term follow-up of a training intervention in geriatric patients with a history of severe falls¹. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 84(10), 1426–1432.
112. Hauer, K., Rost, B., Rütschle, K., Opitz, H., Specht, N., Bärtzsch, P., Oster, P., & Schlierf, G. (2001). Exercise training for rehabilitation and secondary prevention of falls in geriatric patients with a history of injurious falls. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49(1), 10–20.

113. Held-Ziółkowska, M. (2006a). Metody oceny równowagi posturalnej– próby kliniczne na sprawność postawy i chodu. *Magazyn Otorynolaryngologiczny*, 5(2), 18.
114. Held-Ziółkowska, M. (2006b). Organizacja zmysłowa i biomechanika układu równowagi. *Mag Otolaryngol*, 5, 39–46.
115. Heyn, P., Abreu, B. C., & Ottenbacher, K. J. (2004). The effects of exercise training on elderly persons with cognitive impairment and dementia: A meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(10), 1694–1704.
116. Holviala, J., Kraemer, W., Sillanpaa, E., Karppinen, H., Avela, J., Kauhanen, A., Hakkinen, A., & Hakkinen, K. (2012). Effects of strength, endurance and combined training on muscle strength, walking speed and dynamic balance in aging men. *Journal of Applied Physiology*, 1335–1347.
117. Horak, F. B. (1990). Clinical implications of postural control research. *Proceedings of the APTA Forum 1989*, 105–111.
118. Horak, Fay B. (2006). Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*, 35 Suppl 2, ii7–ii11. <https://doi.org/10.1093/ageing/afl077>
119. Horlings, C. G. C., van Engelen, B. G. M., Allum, J. H. J., & Bloem, B. R. (2008). A weak balance: The contribution of muscle weakness to postural instability and falls. *Nature Clinical Practice. Neurology*, 4(9), 504–515. <https://doi.org/10.1038/ncpneuro0886>
120. Howley, E. T., & Franks, B. D. (1997). *Health Fitness Instructor's Handbook*. Human Kinetics. <https://books.google.pl/books?id=RTMBqmf-hzwC>
121. Hunt, K., Wyke, S., Gray, C. M., Anderson, A. S., Brady, A., Bunn, C., Donnan, P. T., Fenwick, E., Grieve, E., Leishman, J., Miller, E., Mutrie, N., Rauchhaus, P., White, A., & Treweek, S. (2014). A gender-sensitised weight loss and healthy living programme for overweight and obese men delivered by Scottish Premier League football clubs (FFIT): A pragmatic randomised controlled trial. *Lancet (London, England)*, 383(9924), 1211–1221. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)62420-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)62420-4)
122. Hunter, G. R., McCarthy, J. P., & Bamman, M. M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 34(5), 329–348. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434050-00005>

123. Iparraguirre, J. (2014). Physical Functioning in work and retirement: Commentary on age-related trajectories of physical functioning in work and retirement --the role of sociodemographic factors, lifestyle and disease by Stenholm et al. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 68(6), 493–499. <https://doi.org/10.1136/jech-2014-203945>
124. Ireland, A., Maden-Wilkinson, T., Ganse, B., Degens, H., & Rittweger, J. (2014). Effects of age and starting age upon side asymmetry in the arms of veteran tennis players: A cross-sectional study. *Osteoporosis International*, 1389–1400.
125. Izquierdo, M., Hakkinen, K., Ibanez, J., Garrues, M., Anton, A., Zuniga, A., Larrion, J. L., & Gorostiaga, E. M. (2001). Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *Journal of Applied Physiology*, 90(4), 1497–1507.
126. Jachimowicz, V., & Kostka, T. (2009). Ocena poczucia własnej skuteczności u pensjonariuszy Domu Pomocy Społecznej. *Gerontologia Polska*, 17(1), 23–31.
127. Jajor, J., Nonn-Wasztan, S., Rostkowska, E., & Samborski, W. (2013). Specyfika rehabilitacji ruchowej osób starszych. *Nowiny Lekarskie*, 82(1), 89–96.
128. Janczewski, G., & Pierchała, K. (2003). Zaburzenia równowagi w wieku podeszłym. *Przewodnik Lekarski*, 34–38.
129. Janiszewski, M., & Bittner-Czapińska, E. (1999). Wpływ aktywności ruchowej w młodości na tryb życia i postawy ciała ludzi w wieku starszym. *Medycyna Sportowa*, 93, 6–11.
130. Jaskólska, A., & Jaskólski, A. (2005). Podstawy patologii wysiłku fizycznego z zarysem fizjologii człowieka. *AWF Wrocław*.
131. Jaskólski, A., Jaskólska, A., & Adach, Z. (2002). *Podstawy fizjologii wysiłku fizycznego z zarysem fizjologii człowieka*. AWF.
132. Jastrzębska, A., & Zatoń, M. (2014). Testy fizjologiczne w ocenie wydolności fizycznej. *Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa*.
133. Jegier, A., & Stasiołek, D. (2001). Skuteczna dawka aktywności ruchowej w prewencji pierwotnej chorób układu krążenia i promocji zdrowia. *Medicina Sportiva*, 5(2), 109–118.

134. Jordan, A. N., Olson, T. P., Earnest, C. P., Morss, G. M., & Church, T. S. (2001). Metabolic cost of high intensity poling while Nordic walking versus normal walking. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(5), S86.
135. Józefowicz-Korczyńska, M., Walak, J., Szczepanik, M., Grzelczyk, W. L., & Rosiak, O. (2014). Ocena zastosowania wirtualnej rzeczywistości jako metody fizjoterapii w uszkodzeniu obwodowym narządu przedsionkowego. *Otorynolaryngologia*, 13(1).
136. Judge, J. O., Lindsey, C., Underwood, M., & Winsemius, D. (1993). Balance improvements in older women: Effects of exercise training. *Physical therapy*, 73(4), 254–262.
137. Juras, G. (2003). *Koordynacyjne uwarunkowania procesu uczenia się utrzymywania równowagi ciała*. Wydaw. AWF.
138. Kalinowski, P., & Czerska, B. (2007). Epidemiologia urazów wśród hospitalizowanych w 2006 roku w 6 Szpitalu Wojskowym w Dęblinie. *Probl Hig Epidemiol*, 88(4), 455–460.
139. Kamen, G., Patten, C., Du, C. D., & Sison, S. (1998). An accelerometry-based system for the assessment of balance and postural sway. *Gerontology*, 44(1), 40–45.
140. Kapandji, A. I. (2013). Anatomia funkcjonalna stawów. *Kręgosłup i głowa*, 3, 216–217.
141. Karnath, H.-O., Ferber, S., & Dichgans, J. (2000). The neural representation of postural control in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(25), 13931–13936.
142. Kasperczyk, T., Całka-Lizis, T., & Lizis, P. (1987). Neurofizjologiczne podstawy kształtowania nawyku prawidłowej postawy ciała. *Postępy Rehabilitacji*, 1(3–4), 69–79.
143. Kawamoto, R., Kohara, K., Katoh, T., Kusunoki, T., Ohtsuka, N., Abe, M., Kumagi, T., & Miki, T. (2014). Effect of weight loss on central systolic blood pressure in elderly community-dwelling persons. *Hypertension Research: Official Journal of the Japanese Society of Hypertension*, 37(10), 933–938. <https://doi.org/10.1038/hr.2014.108>
144. Kim, H. K., Suzuki, T., Saito, K., Yoshida, H., Kobayashi, H., Kato, H., & Katayama, M. (2012). Effects of exercise and amino acid supplementation on body composition and physical function in community-dwelling elderly

- Japanese sarcopenic women: A randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60(1), 16–23.
145. Knobloch, K., & Vogt, P. M. (2006). [Nordic pole walking injuries—Nordic walking thumb as novel injury entity]. *Sportverletzung Sportschaden: Organ Der Gesellschaft Fur Orthopadisch-Traumatologische Sportmedizin*, 20(3), 137–142. <https://doi.org/10.1055/s-2006-926995>
 146. Kochanowicz, K., & Taniewski, M. (1999). Badanie układu równowagi młodocianych gimnastyków. *Sport Wyczynowy*, 72–75.
 147. Kochanowicz, Kazimierz. (1998). *Kompleksowa kontrola w gimnastyce sportowej*. Akademia Wychowania Fizycznego im. JÄ™drzeja Ł̄śniadeckiego. Wydaw. Uczelniane.
 148. Kocur, P., Wiernicka, M., Wilski, M., Kaminska, E., Furmaniuk, L., Masłowska, M. F., & Lewandowski, J. (2015). Does Nordic walking improves the postural control and gait parameters of women between the age 65 and 74: A randomized trial. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(12), 3733–3737. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.3733>
 149. Koenenman, M. A., Verheijden, M. W., Chinapaw, M. J. M., & Hopman-Rock, M. (2011). Determinants of physical activity and exercise in healthy older adults: A systematic review. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8, 142. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-142>
 150. Kortas, J., Kuchta, A., Prusik, K., Prusik, K., Ziemann, E., Labudda, S., Ćwiklińska, A., Wieczorek, E., Jankowski, M., & Antosiewicz, J. (2017). Nordic walking training attenuation of oxidative stress in association with a drop in body iron stores in elderly women. *Biogerontology*, 18(4), 517–524. <https://doi.org/10.1007/s10522-017-9681-0>
 151. Kortas, J., Prusik, K., Bielawa, \Lukasz, Wiech, M., Ossowski, Z., Konieczna, S., & Prusik, K. (2016). Quantitative and Qualitative Criteria for Assessing Endurance in Women over 60 Years of Age—Findings from a Pilot Study. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 23(3), 161–166.
 152. Kostiukow, A., Rostkowska, E., & Samborski, W. (2009a). Badanie zdolności zachowania równowagi ciała. *Ann Acad Med Siles*, 55(3), 102–9.
 153. Kostiukow, A., Rostkowska, E., & Samborski, W. (2009b). Badanie zdolności zachowania równowagi ciała. *Ann Acad Med Siles*, 55(3), 102–9.

154. Kostka, T. (2009). Zalecenia dotyczące promowania i programowania aktywności ruchowej u osób starszych. *Kurs do specjalizacji z geriatricii pt: zasady rehabilitacji ruchowej osób starszych (aktywność ruchowa i odżywianie w promocji zdrowia i rehabilitacji osób starszych)*.
155. Kozdroń, E. (2004). Program rekreacji ruchowej osób starszych. *Skrypt dla studentów wychowania fizycznego i instruktorów rekreacji ruchowej*. Wyd. AWF, Warszawa.
156. Kubickowa, J., & Szkup, K. (1974). Statokinezyometria, technika i zastosowanie. *Otolaryng. Pol*, 38, 279–286.
157. Kuczyński, M., Podbielska, M. L., Bieć, D., Paluszak, A., & Kręcisz, K. (2012). The basics of postural control assessment: What, how and why do we need to measure. *Acta Bio-Optica et Informatica Medica*, 4(18), 243–249.
158. Kuński, H. (1985). *Podstawy treningu zdrowotnego*. Sport Turystyka.
159. Kuński, H. (2002). *Trening zdrowotny osób dorosłych*. Agencja Wydawnicza Medsport Press.
160. Kuński, Henryk, & Janiszewski, M. (1999). *Medycyna aktywności ruchowej dla pedagogów*. Wydaw. Uniwersytetu Łódzkiego.
161. Lang, P. O., & Aspinall, R. (2012). Immunosenescence and herd immunity: With an ever-increasing aging population do we need to rethink vaccine schedules? *Expert Review of Vaccines*, 11(2), 167–176. <https://doi.org/10.1586/erv.11.187>
162. Larson, E. B., Wang, L., Bowen, J. D., McCormick, W. C., Teri, L., Crane, P., & Kukull, W. (2006). Exercise is associated with reduced risk for incident dementia among persons 65 years of age and older. *Annals of Internal Medicine*, 144(2), 73–81.
163. Latham, N., Anderson, C., Bennett, D., & Stretton, C. (2003). Progressive resistance strength training for physical disability in older people. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2, CD002759. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002759>
164. Lautenschlager, N., Cox, K., Flicker, L., Foster, J., van Bockxmeer, F., Xiao, J., Greenop, K., & Almeida, O. (2008). Effect of physical activity on cognitive function in older adults at risk for Alzheimer disease: A randomized trial. *The Journal of the American Medical Association*, 1027–1037.

165. Le Clair, K., & Riach, C. (1996). Postural stability measures: What to measure and for how long. *Clinical Biomechanics*, 11(3), 176–178.
166. Lee, H. S., & Park, J. H. (2015). Effects of Nordic walking on physical functions and depression in frail people aged 70 years and above. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(8), 2453–2456. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.2453>
167. Lee, I., Shiroma, E., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S., & Katzmarzyk, P. (2012). Effect of physical inactivity on major noncommunicable diseases worldwide: An analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet*, 219–229.
168. Leś, A., Kozdroń, E., Niedzielska, E., & Kozdroń, M. (2018). Efficiency of the elderly physical recreation programme aimed at improving functional efficiency and quality of life. *Health Problems of Civilization*, 12(2), 110–117.
169. Leśniewicz, B. (1988). Znaczenie badania narządu równowagi u sportowców wyczynowych. *Medycyna sportowa*, 4, 10–13.
170. Lexell, J., Downham, D. Y., Larsson, Y., Bruhn, E., & Morsing, B. (1995). Heavy-resistance training in older Scandinavian men and women: Short- and long-term effects on arm and leg muscles. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 5(6), 329–341.
171. Lexell, J., Taylor, C., & Sjostrom, M. (1988). What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *Journal of the Neurological Sciences*.
172. Löckenhoff, C. E., & Carstensen, L. L. (2004). Socioemotional selectivity theory, aging, and health: The increasingly delicate balance between regulating emotions and making tough choices. *Journal of Personality*, 72(6), 1395–1424. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.2004.00301.x>
173. Lord, S. R., Castell, S., Corcoran, J., Dayhew, J., Matters, B., Shan, A., & Williams, P. (2003). The effect of group exercise on physical functioning and falls in frail older people living in retirement villages: A randomized, controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(12), 1685–1692.
174. Lord, S. R., Sherrington, C., Cameron, I. D., & Close, J. C. T. (2011). Implementing falls prevention research into policy and practice in Australia:

- Past, present and future. *Journal of Safety Research*, 42(6), 517–520.
<https://doi.org/10.1016/j.jsr.2010.11.008>
175. Lubiński, W. (2008). Chronic obstructive pulmonary disease in elderly. *Geriatrics*, 2, 151–156.
 176. Lustosa, L. P., Silva, J. P., Coelho, F. M., Pereira, D. S., Parentoni, A. N., & Pereira, L. S. (2011). Impact of resistance exercise program on functional capacity and muscular strength of knee extensor in pre-frail community-dwelling older women: A randomized crossover trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 15(4), 318–324.
 177. Lutz, W., Sanderson, W., & Scherbov, S. (1997). Doubling of world population unlikely. *Nature*, 387(6635), 803–805. <https://doi.org/10.1038/42935>
 178. Łuczak, J. (2010). *Zdrowotne aspekty aktywności fizycznej*. Wielkopolska Wyższa Szkoła Turystyki i Zarządzania.
 179. Łukasik, A., Barylski, M., & Irzmański, R. (2011). Rehabilitacja osób w wieku podeszłym–terapia z wyboru dla starzejącego się społeczeństwa. *Geriatrics*, 5, 315–323.
 180. Mac Auley, D. (2001). Potencjalne korzyści płynące z aktywności fizycznej podejmowanej przez ludzi starszych. *Med. Sportiva*, 5(4), 229–236.
 181. Maden-Wilkinson, T., McPhee, J., Jones, D., & Degens, H. (2014). Age related loss of muscle mass, Strength and power and their association with mobility in recreationally active UK older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*.
 182. Maden-Wilkinson, T., McPhee, J., Rittweger, J., Jones, D., & Degens, H. (2013). Thighmuscle volume in relation to age, sex and femur volume. *Age*.
 183. Maki, B. E., Edmondstone, M. A., & McIlroy, W. E. (2000). Age-related differences in laterally directed compensatory stepping behavior. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(5), M270–M277.
 184. Manini, T., Everhart, J., Patel, K., Schoeller, D., Colbert, L., Visser, M., Tylavsky, F., Bauer, D., Goodpaster, B., & Harris, T. (2006). Daily activity energy expenditure and mortality among older adults. *The Journal of the American Medical Association*, 171–179.

185. Mansfield, A., Danells, C. J., Inness, E., Mochizuki, G., & McIlroy, W. E. (2011). Between-limb synchronization for control of standing balance in individuals with stroke. *Clinical Biomechanics*, 26(3), 312–317.
186. Marchewka, A., Dąbrowski, Z., & Żołądź, J. (2012). Fizjologia starzenia się. *Profilaktyka i rehabilitacja*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
187. Marengoni, A., Angleman, S., Melis, R., Mangialasche, F., Karp, A., Garmen, A., Meinow, B., & Fratiglioni, L. (2011). Aging with multimorbidity: A systematic review of the literature. *Ageing Research Reviews*, 430–439.
188. Mayson, D. J., Kiely, D. K., LaRose, S. I., & Bean, J. F. (2008). Leg strength or velocity of movement: Which is more influential on the balance of mobility limited elders? *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 87(12), 969–976.
<https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e31818dfce5>
189. McCollum, G., & Leen, T. K. (1989). Form and exploration of mechanical stability limits in erect stance. *Journal of Motor Behavior*, 21(3), 225–244.
190. Michaelis, I., Kwiet, A., Gast, U., Boshof, A., Antvorskov, T., Jung, T., Rittweger, J., & Felsenberg, D. (2008). Decline of specific peak jumping power with age in master runners. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 64–70.
191. Milat, A. J., Watson, W. L., Monger, C., Barr, M., Giffin, M., & Reid, M. (2011). Prevalence, circumstances and consequences of falls among community-dwelling older people: Results of the 2009 NSW Falls Prevention Baseline Survey. *New South Wales public health bulletin*, 22(4), 43–48.
192. Molino-Lova, R., Pasquini, G., Vannetti, F., Paperini, A., Forconi, T., Polcaro, P., Zipoli, R., Cecchi, F., & Macchi, C. (2013). Effects of a structured physical activity intervention on measures of physical performance in frail elderly patients after cardiac rehabilitation: A pilot study with 1-year follow-up. *Internal and Emergency Medicine*, 581–589.
193. Moreland, J. D., Richardson, J. A., Goldsmith, C. H., & Clase, C. M. (2004). Muscle weakness and falls in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(7), 1121–1129.
<https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2004.52310.x>

194. Mossakowska, M., Więcek, A., & Błędowski, P. (2012). Aspekty medyczne, psychologiczne, socjologiczne i ekonomiczne starzenia się ludzi w Polsce. *Termedia Wydawnictwo Medyczne, Poznań*, 81–95.
195. Nazroo, J., Zaninotto, P., & Gjonca, E. (2008). Mortality and healthy life expectancy. W E. Breeze, C. Lessof, & J. Nazroo (Red.), *Living in the 21st century: Older people in England* (s. 253–288). The Institute for Fiscal Studies.
196. Nevitt, M. C., Cummings, S. R., & Hudes, E. S. (1991). Risk factors for injurious falls: A prospective study. *Journal of gerontology*, 46(5), M164–M170.
197. Niżnikowski, T., Nogal, M., & Biegajłło, M. (2016). The effectiveness of various verbal information in learning backward roll. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 8(4), 92–99.
198. NPZ. (2016). Narodowy Program Zdrowia na lata 2016-2020. *Załącznik do uchwały, 90/200*.
199. Ocetkiewicz, T., Skalska, A., & Grodzicki, T. (2006). Badanie równowagi przy użyciu platformy balansowej-ocena powtarzalności metody. *Gerontologia Polska*, 14(3), 144–148.
200. Olejarz, P., & Olchowik, G. (2011). Rola dynamicznej posturografii komputerowej w diagnostyce zaburzeń równowagi. *Otorynolaryngologia*, 10(3).
201. Ooi, W. L., Hossain, M., & Lipsitz, L. A. (2000). The association between orthostatic hypotension and recurrent falls in nursing home residents. *The American Journal of Medicine*, 108(2), 106–111. [https://doi.org/10.1016/s0002-9343\(99\)00425-8](https://doi.org/10.1016/s0002-9343(99)00425-8)
202. Orr, R., de Vos, N., Singh, N., Ross, D., Stavrinou, T., & Fiatarone-Singh, M. (2006). Power training improves balance in healthy older adults. *The Journals of Gerontology Serie A*, 78–85.
203. Osiński, W. (2005). Starzenie się osobnika i populacji a aktywność fizyczna. W B. Bergier (Red.), *Rekreacja ruchowa w teorii i praktyce*. PWSZ.
204. Ossowski, Z. (2008). *Ukierunkowany trening zdrowotny a równowaga ciała u kobiet w wieku 50-75 lat*. Praca doktorska.
205. Ossowski, Z. M., Skrobot, W., Aschenbrenner, P., Cesnaitiene, V. J., & Smaruj, M. (2016). Effects of short-term Nordic walking training on sarcopenia-related parameters in women with low bone mass: A preliminary study. *Clinical Interventions in Aging*, 11, 1763–1771. <https://doi.org/10.2147/CIA.S118995>

206. Pahor, M., Guralnik, J., Ambrosius, W., Blair, S., Bonds, D., Church, T., Espeland, M., Fielding, R., Gill, T., Groessl, E., King, A., Kritchevsky, S., Manini, T., McDermott, M., Miller, M., Newman, A., Rejeski, W., Sink, K., & Williamson, J. (2014). Effect of structured physical activity on prevention of major mobility disability in older adults: The LIFE study randomized clinical trial. *Journal of the American Medical Association*, 2387–2396.
207. Park, S. D., & Yu, S. H. (2015). The effects of Nordic and general walking on depression disorder patients' depression, sleep, and body composition. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(8), 2481–2485. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.2481>
208. Parkatti, T., Perttunen, J., & Wacker, P. (2012). Improvements in functional capacity from Nordic walking: A randomized-controlled trial among elderly people. *Journal of Aging and Physical Activity*, 20(1), 93–105. <https://doi.org/10.1123/japa.20.1.93>
209. Paterson, D., & Warburton, D. (2010). Physical activity and functional limitations in older adults: A systematic review related to Canada's physical activity guidelines. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 38.
210. Patti, A., Bianco, A., Karsten, B., Montalto, M. A., Battaglia, G., Bellafiore, M., Cassata, D., Scoppa, F., Paoli, A., Iovane, A., Messina, G., & Palma, A. (2017). The effects of physical training without equipment on pain perception and balance in the elderly: A randomized controlled trial. *Work (Reading, Mass.)*, 57(1), 23–30. <https://doi.org/10.3233/WOR-172539>
211. Pearson, S., Young, A., Macaluso, A., Devito, G., Nimmo, M., Cobbold, M., & Harridge, S. (2002). Muscle function in elite master weightlifters. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1199–1206.
212. Pereira, A., Izquierdo, M., Silva, A., Costa, A., Bastos, E., Gonzalez-Badillo, J., & Marques, M. (2012). Effects of highspeed power training on functional capacity and muscle performance in older women. *Experimental Gerontology*, 250–255.
213. Perell, K. L., Nelson, A., Goldman, R. L., Luther, S. L., Prieto-Lewis, N., & Rubenstein, L. Z. (2001). Fall risk assessment measures: An analytic review. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(12), M761–M766.

214. Perkowski, K., Kosmol, A., & Sozański, H. (1995). Koncepcja dokumentowania obciążeń wysiłkowych w treningu zdrowotnym. *Aktywność fizyczna a zdrowie*, 35–43.
215. Peterka, R. J. (2002). Sensorimotor integration in human postural control. *Journal of neurophysiology*, 88(3), 1097–1118.
216. Piasecki, M., Ireland, A., Jones, D., & McPhee, J. (2015a). Agedependent motor unit remodelling in human limb muscles. *Biogerontology*.
217. Piasecki, M., Ireland, A., Stashuk, D., Hamilton-Wright, A., Jones, D., & McPhee, J. (2015b). Age-related neuromuscular changes affecting human vastus lateralis. *Journal of Physiology*.
218. Plewa, M., & Markiewicz, A. (2006). Aktywność fizyczna w profilaktyce i leczeniu otyłości. *Endokrynologia, Otyłość i Zaburzenia Przemiany Materii*, 2(1), 30–37.
219. Plowman, S. A., & Smith, D. L. (2013). *Exercise physiology for health fitness and performance*. Lippincott Williams & Wilkins.
220. Porcari, J. P., Hendrickson, T. L., Walter, P. R., Terry, L., & Walsko, G. (1997). The physiological responses to walking with and without Power Poles on treadmill exercise. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 68(2), 161–166. <https://doi.org/10.1080/02701367.1997.10607992>
221. 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.
222. Power, G., Dalton, B., Behm, D., Vandervoort, A., Doherty, T., & Rice, C. (2010). Motor unit number estimates in masters runners: Use it or lose it? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1644–1650.
223. Prince, F., Corriveau, H., Hebert, R., & Winter, D. A. (1997). Gait in the elderly. *Gait & posture*, 5(2), 128–135.
224. Prusik, K. (2011). Kryteria ilościowe i jakościowe oceny zdrowia pozytywnego kobiet w starszym wieku. *Pedagogika, Psychologia ta Mediko-Biologiczni Problemi Fizycznego Vihovanna i Sportu. Charków, 1*, 130–134.
225. Prusik, K., Ossowski, Z., Bielawa, Ł., Wiech, M., Kortas, J., Konieczna, S., & Prusik, K. (2016). Zróżnicowane programy aktywizujące a sprawność funkcjonalna kobiet w wieku 60+. *Journal of Education, Health and Sport*, 113–124.

226. Prusik, Katarzyna. (2004). *Zróznicowana aktywność fizyczna a poziom równowagi dzieci w wieku 7-12 lat: Rozprawa doktorska* [PhD Thesis].
227. Prusik, Katarzyna. (2005). Wybrane czynniki określające kierunki rozwoju kinezygerontoprofilaktyki. W *Rekreacja, turystyka, kultura w zagospodarowaniu czasu wolnego*. AWFIS.
228. Prusik, Katarzyna. (2007). *Równowaga ciała dzieci trenujących i nietrenujących*. Wydaw. Uczelniane AWFIS.
229. Prusik, Krzysztof, Ossowski, Z., Kortas, J., Wiech, M., Bielawa, \Lukasz, Konieczna, S., & Prusik, K. (2016). Zmiany wybranych wskaźników zdrowia kobiet w wieku 60-74 lata w dwuletnim cyklu treningu zdrowotnego= Changes in selected health indicators for women aged 60-74 years in the two-year cycle of health training. *Journal of Education, Health and Sport*, 6(3), 72–80.
230. PZH. (2016). *Sytuacja zdrowotna ludności w Polsce*. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego - Państwowy Zakład Higieny.
231. Qiu, F., Cole, M. H., Davids, K. W., Hennig, E. M., Silburn, P. A., Netscher, H., & Kerr, G. K. (2012). Enhanced somatosensory information decreases postural sway in older people. *Gait & Posture*, 35(4), 630–635. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.12.013>
232. Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2013a). *Senior fitness test manual*. Human kinetics.
233. Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2013b). *Senior fitness test manual*. Human kinetics.
234. Rittweger, J., di Prampero, P., Maffulli, N., & Narici, M. (2009). Sprint and endurance power and ageing: An analysis of master athletic world records. *Proceedings of the Royal Society*.
235. Roberts, C., Hevener, A., & Barnard, R. (2013). Metabolic syndrome and insulin resistance: Underlying causes and modification by exercise training. *Comprehensive Physiology*, 1–58.
236. Rockwood, K., Song, X., MacKnight, C., Bergman, H., Hogan, D., McDowell, I., & Mitnitski, A. (2005). A global clinical measure of fitness and frailty in elderly people. *Canadian Medical Association Journal*, 489–495.
237. Rodgers, C. D., VanHeest, J. L., & Schachter, C. L. (1995). Energy expenditure during submaximal walking with Exerstriders. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(4), 607–611.

238. Rogers, M. E., Fernandez, J. E., & Bohlken, R. M. (2001). Training to reduce postural sway and increase functional reach in the elderly. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 11(4), 291–298. <https://doi.org/10.1023/a:1013300725964>
239. Roh, K., & Park, H. (2013). A meta-analysis of the effect of walking exercise on lower limb muscle endurance, whole body endurance and upper body flexibility in elders. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 536–546.
240. Rombaut, L., Malfait, F., De Wandele, I., Thijs, Y., Palmans, T., De Paepe, A., & Calders, P. (2011). Balance, gait, falls, and fear of falling in women with the hypermobility type of Ehlers-Danlos syndrome. *Arthritis Care & Research*, 63(10), 1432–1439. <https://doi.org/10.1002/acr.20557>
241. Rose, D. J., Lucchese, N., & Wiersma, L. D. (2006). Development of a multidimensional balance scale for use with functionally independent older adults. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 87(11), 1478–1485.
242. Rosenberg, I. (1997). Sarcopenia: Origins and clinical relevance. *Journal of Nutrition*.
243. Rowiński, R., & Dąbrowski, A. (2012). Aktywność fizyczna Polaków w wieku podeszłym. W M. Mossakowska, A. Więcek, & P. Błędowski (Red.), *Aspekty medyczne, psychologiczne, socjologiczne i ekonomiczne starzenia się ludzi w Polsce*. Termedia Wydawnictwa Medyczne.
244. Rubenstein, L., Josephson, K., Trueblood, P., Loy, S., Harker, J., Pietruszka, F., & Robbins, A. (2000). Effects of a group exercise program on strength, mobility, and falls among fall-prone elderly men. *The Journals of Gerontology Serie A*, 317–321.
245. Rubenstein, L. Z. (2006). Falls in older people: Epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age and ageing*, 35(suppl_2), ii37–ii41.
246. Sabia, S., Singh-Manoux, A., Hagger-Johnson, G., Cambois, E., Brunner, E., & Kivimaki, M. (2012). Influence of individual and combined healthy behaviours on successful aging. *Canadian Medical Association Journal*, 1985–1992.
247. Sallis, J. F., & Owen, N. (1998). *Physical activity and behavioral medicine* (T. 3). SAGE publications.
248. Sawczyn, S. (2000). *Obciążenia treningowe w gimnastyce sportowej w wieloletnim procesie przygotowań*. Wydaw. Uczelniane AWF.

249. Sayers, S. P., Guralnik, J. M., Thombs, L. A., & Fielding, R. A. (2005). Effect of leg muscle contraction velocity on functional performance in older men and women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(3), 467–471. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53166.x>
250. Sheridan, C. L., & Radmacher, S. A. (1998). *Psychologia zdrowia: Wyzwanie dla biomedycznego modelu zdrowia*. Instytut Psychologii Zdrowia. Polskie Towarzystwo Psychologiczne.
251. Sherrington, C., Tiedemann, A., Fairhall, N., Close, J. C. T., & Lord, S. R. (2011). Exercise to prevent falls in older adults: An updated meta-analysis and best practice recommendations. *New South Wales Public Health Bulletin*, 22(3–4), 78–83. <https://doi.org/10.1071/NB10056>
252. Sillanpaa, E., Hakkinen, K., Holviala, J., & Hakkinen, A. (2012). Combined strength and endurance training improves health-related quality of life in healthy middle-aged and older adults. *International Journal of Sports Medicine*, 981–986.
253. Sillanpaa, E., Stenroth, L., Bijlsma, A., Rantanen, T., McPhee, J., Maden-Wilkinson, T., Jones, D., Naric, i M., Gapeyeva, H., Paasuke, M., Barnouin, Y., Hogrel, J., Butler-Browne, G., Meskers, C., Maier, A., Tormakangas, T., & Sipila, S. (2014). Associations between muscle strength, spirometric pulmonary function and mobility in healthy older adults. *Age*, 9667.
254. 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), M262–282.
255. Skinner, J., & Oja, P. (1994). Laboratory and field tests for assessing health-related fitness. *Physical activity, fitness and health*, 160–179.
256. Słowińska, M. A., Krusińska, B., & Wądołowska, L. (2013). Socioeconomic characteristics and lifestyle elements vs. 10-year fracture risk in people aged 65+ from small towns in the north-east of Poland. The senfood project. *Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria*, 12(4).
257. Song, M.-S., Yoo, Y.-K., Choi, C.-H., & Kim, N.-C. (2013). Effects of nordic walking on body composition, muscle strength, and lipid profile in elderly women. *Asian Nursing Research*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.anr.2012.11.001>

258. Sozański, H. (1999). Podstawy teorii treningu sportowego. *COS, Warszawa*, 360.
259. Spirduso, W. Wyrick., Poon, L. W., & Chodzko-Zajko, W. J. (2008). *Exercise and its mediating effects on cognition*. Human Kinetics; /z-wcorg/.
260. Springer, B. A., Marin, R., Cyhan, T., Roberts, H., & Gill, N. W. (2007). Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. *Journal of Geriatric Physical Therapy* (2001), 30(1), 8–15. <https://doi.org/10.1519/00139143-200704000-00003>
261. Starosta, W. (2003). *Motoryczne zdolności koordynacyjne (znaczenie, struktura, uwarunkowanie, kształtowanie)*. IS Warszawa.
262. Starosta, W. (2006). Globalna i lokalna koordynacja ruchowa w wychowaniu fizycznym i sporcie (Global and local movement coordination in physical education and sport). *International Association of Sport Kinetics, Warsaw*.
263. Stenroth, L., Sillanpaa, E., McPhee, J., Narici, M., Gapeyeva, H., Paasuke, M., Barnouin, Y., Hogrel, J., Butler-Browne, G., Bijlsma, A., Meskers, C., Maier, A., Finni, T., & Sipilä, S. (2015). Plantarflexor muscle-tendon properties are associated with mobility in healthy older adults. *The Journals of Gerontology Serie A*.
264. Stessman, J., Hammerman-Rozenberg, R., Cohen, A., Ein-Mor, E., & Jacobs, J. (2009). Physical activity, function, and longevity among the very old. *Archives of Internal Medicine*, 1476–1483.
265. Stevens, J. A., Corso, P. S., Finkelstein, E. A., & Miller, T. R. (2006). The costs of fatal and non-fatal falls among older adults. *Injury prevention*, 12(5), 290–295.
266. Stewart, G. (2014). *The Complete Guide to Nordic Walking*. A&C Black.
267. Stewart, K., Bacher, A., Turner, K., Lim, J., Hees, P., Shapiro, E., Tayback, M., & Ouyang, P. (2005). Exercise and risk factors associated with metabolic syndrome in older adults. *American Journal of Preventive Medicine*, 9–18.
268. Strzecha, M., Knapik, H., Baranowski, P., & Pasiak, J. (2008). Stabilność i symetria obciążania kończyn dolnych w badaniu dwuplatformowa waga stabilograficzna. *Czynniki Ryzyka I Profilaktyka w Walce O Zdrowie I Dobrostan*, 167–180.

269. Sullivan, D. H., Roberson, P. K., Smith, E. S., Price, J. A., & Bopp, M. M. (2007). Effects of muscle strength training and megestrol acetate on strength, muscle mass, and function in frail older people. *Journal of the American Geriatrics Society*, 55(1), 20–28.
270. Sun, Q., Townsend, M., Okereke, O., Franco, O., Hu, F., & Grodstein, F. (2010). Physical activity at midlife in relation to successful survival in women at age 70 years or older. *Archives of Internal Medicine*, 194–201.
271. Syddal, H., Roberts, H., Evandrou, M., Cooper, C., Bergman, H., & Aihie Sayer, A. (2010). Prevalence and correlates of frailty among community-dwelling older men and women: Findings from the Hertfordshire Cohort Study. *Age and Ageing*, 197–203.
272. Tak, E., Kuiper, R., Chorus, A., & Hopman-Rock, M. (2013). Prevention of onset and progression of basic ADL disability by physical activity in community dwelling older adults: A meta-analysis. *Ageing Research Reviews*.
273. Takeshima, N., Islam, M. M., Rogers, M. E., Rogers, N. L., Sengoku, N., Koizumi, D., Kitabayashi, Y., Imai, A., & Naruse, A. (2013). Effects of nordic walking compared to conventional walking and band-based resistance exercise on fitness in older adults. *Journal of Sports Science & Medicine*, 12(3), 422–430.
274. Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*, 37(1), 153–156.
275. Taniewski, M. (1993). *Badanie słuchu i zmysłu równowagi*. AWFiS.
276. Taylor, D., Hale, L., Schluter, P., Waters, D. L., Binns, E. E., McCracken, H., McPherson, K., & Wolf, S. L. (2012). Effectiveness of tai chi as a community-based falls prevention intervention: A randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60(5), 841–848.
277. Teasdale, N., & Simoneau, M. (2001). Attentional demands for postural control: The effects of aging and sensory reintegration. *Gait & posture*, 14(3), 203–210.
278. Teret, S. P., Baker, S. P., & Defrancesco, S. (1981). *Report of the National Conference on Injury Control*. Department of Health and Human Services.
279. Thomas, J. I., & Lane, J. V. (2005). A pilot study to explore the predictive validity of 4 measures of falls risk in frail elderly patients. *Archives of*

- Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(8), 1636–1640.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2005.03.004>
280. Thornby, M. (1995). Balance and falls in the frail older person: A review of the literature. *Topics in Geriatrics Rehabilitation*, 35–43.
 281. Tinetti, M. E., Baker, D. I., McAvay, G., Claus, E. B., Garrett, P., Gottschalk, M., Koch, M. L., Trainor, K., & Horwitz, R. I. (1994). A multifactorial intervention to reduce the risk of falling among elderly people living in the community. *The New England Journal of Medicine*, 331(13), 821–827. <https://doi.org/10.1056/NEJM199409293311301>
 282. Tinetti, Mary E. (1986). Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *Journal of the American Geriatrics Society*, 34(2), 119–126.
 283. Tinetti, Mary E., Speechley, M., & Ginter, S. F. (1988). Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *New England journal of medicine*, 319(26), 1701–1707.
 284. Tinetti, Mary E., & Williams, C. S. (1997). Falls, injuries due to falls, and the risk of admission to a nursing home. *New England journal of medicine*, 337(18), 1279–1284.
 285. Topper, A. K., Maki, B. E., & Holliday, P. J. (1993). Are activity-based assessments of balance and gait in the elderly predictive of risk of falling and/or type of fall? *Journal of the American Geriatrics Society*, 41(5), 479–487.
 286. Trappe, S., Hayes, E., Galpin, A., Kaminsky, L., Jemiole, B., Fink, W., Trappe, T., Jansson, A., Gustafsson, T., & Tesch, P. (2013). New records in aerobic power among octogenarian lifelong endurance athletes. *Journal of Applied Physiology*, 3–10.
 287. Twardowska-Rajewska, J. (2006). Krótki program usprawniania seniorów w celu minimalizowania zaburzeń równowagi. Doniesienie wstępne. *Gerontologia Polska*, 14(1), 41–45.
 288. United States Department of Health and Human Services. (2018). *Physical Activity Guidelines for Americans, 2nd edition*. https://health.gov/paguidelines/second-edition/pdf/Physical_Activity_Guidelines_2nd_edition.pdf

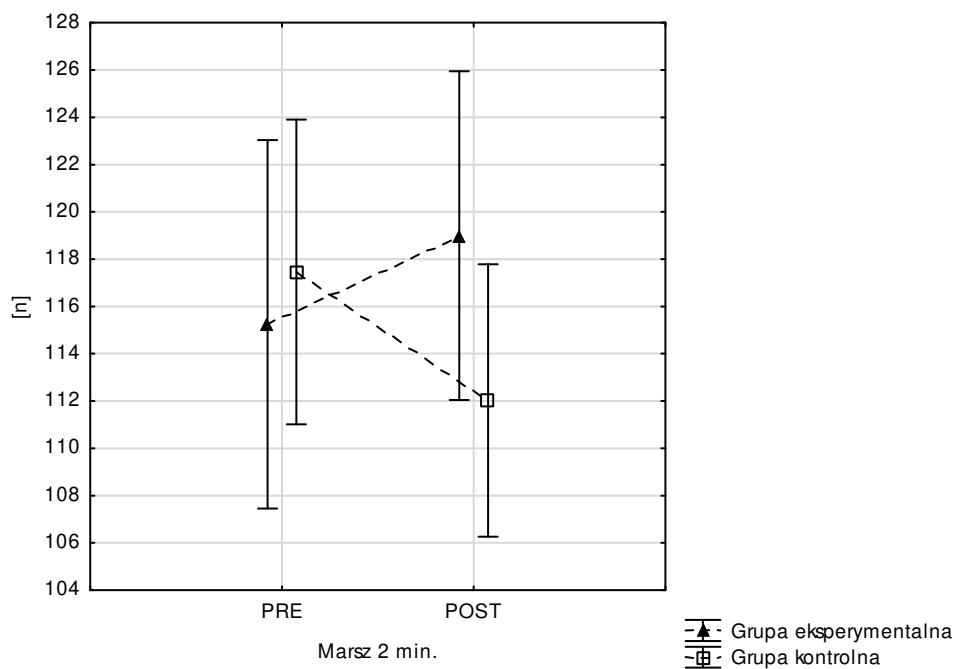
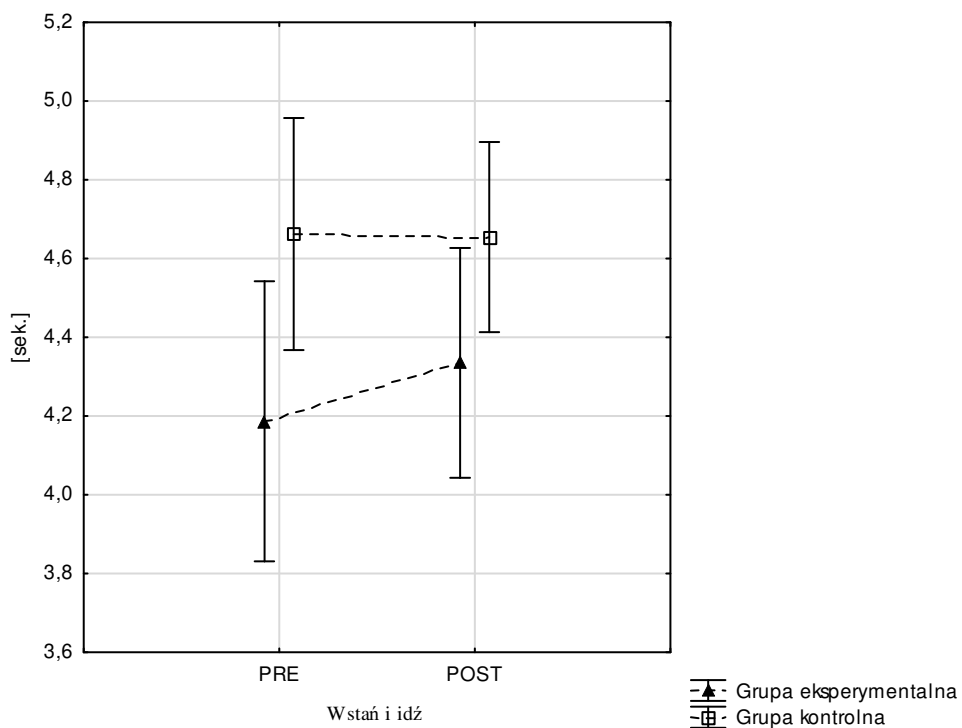
289. Villareal, D. T., Smith, G. I., Sinacore, D. R., Shah, K., & Mittendorfer, B. (2011). Regular multicomponent exercise increases physical fitness and muscle protein anabolism in frail, obese, older adults. *Obesity*, 19(2), 312–318.
290. Virág, A., Karóczy, C. K., Jakab, Á., Vass, Z., Kovács, É., & Gondos, T. (2015). Short-term and long-term effects of nordic walking training on balance, functional mobility, muscle strength and aerobic endurance among Hungarian community-living older people: A feasibility study. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(11), 1285–1292.
291. von Heideken Wagert, P., Gustafson, Y., Kallin, K., Jensen, J., & Lundin-Olsson, L. (2009). Falls in very old people: The population-based Umea a 85+ study in Sweden. *Archives of gerontology and geriatrics*, 49(3), 390–396.
292. Ważny, Z. (1989). *Modelowe wskaźniki cech mistrzostwa sportowego*. Resortowe Centrum Metodyczno-Szkoleniowe Kultury Fizycznej i Sportu.
293. Weening-Dijksterhuis, E., de Greef, M., Scherder, E., Slaets, J., & van der Schans, C. (2011). Frail institutionalized older persons: A comprehensive review on physical exercise, physical fitness, activities of daily living, and quality of life. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 156–168.
294. Whitney, J. C., Lord, S. R., & Close, J. C. (2005). Streamlining assessment and intervention in a falls clinic using the Timed Up and Go Test and Physiological Profile Assessments. *Age and ageing*, 34(6), 567–571.
295. WHO. (1996a). *Guideliness series for health age*.
296. WHO. (1996b). *Guideliness series for health age*.
297. WHO. (2018). *Falls*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls>
298. Wieczorowska-Tobis, K., Kostka, T., & Borowicz, A. (2011). *Fizjoterapia w geriatricii*. PZWL.
299. Wieczorowska-Tobis, K., & Talarska, D. (2010). *Pozytywna starość*. UM.
300. Wilks, D., Winwood, K., Gilliver, S., Kwiet, A., Chatfield, M., Michaelis, I., Sun, L., Ferretti, J., Sargeant, A., Felsenberg, D., & Rittweger, J. (2009). Bone mass and geometry of the tibia and the radius of master sprinters, middle and long distance runners, race-walkers and sedentary control participants: A pQCT study. *Bone*, 91–97.

301. Willeboordse, F., Hugtenburg, J. G., van Dijk, L., Bosmans, J. E., de Vries, O. J., Schellevis, F. G., & Elders, P. J. (2014). Opti-Med: The effectiveness of optimised clinical medication reviews in older people with 'geriatric giants' in general practice; study protocol of a cluster randomised controlled trial. *BMC geriatrics*, 14(1), 116.
302. Winter, D. A., MacKinnon, C. D., Ruder, G. K., & Wieman, C. (1993). An integrated EMG/biomechanical model of upper body balance and posture during human gait. W *Progress in brain research* (T. 97, s. 359–367). Elsevier.
303. Winter, David A. (1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & posture*, 3(4), 193–214.
304. Wiszomirska, I., Kaczmarczyk, K., Zdrodowska, A., Błażkiewicz, M., Ilnicka, L., & Marciniak, T. (2013). Ocena równowagi statycznej i dynamicznej kobiet młodszych, starszych i z dysfunkcją narządu wzroku. *Postępy Rehabilitacji*, 3, 33–39.
305. Wiśniewska-Roszkowska, K. (1990). *Druga i trzecia młodość kobiety*. PZWL.
306. Wolska, O., Zaborowska-Sapeta, K., Kiebzak, W., Kowalski, I. M., & Torres Torres, M. (2009). Rehabilitacja seniorów—aspekty kliniczne i planowanie terapii [Seniors rehabilitation—clinical implications and therapy planning]. *Pol. Ann. Med.*, 16(1), 148–159.
307. Woo, J., Leung, J., Wong, S., Kwok, T., Lee, J., & Lynn, H. (2009). Development of a simple scoring tool in the primary care setting for prediction of recurrent falls in men and women aged 65 years and over living in the community. *Journal of clinical nursing*, 18(7), 1038–1048.
308. Wyszynska, J., Drzał-Grabiec, J., Podgórska-Bednarz, J., Pop, T., & Snela, S. (2015). Ocena równowagi kobiet po 60 roku życia/Assessment of Balance women over 60 years of age. *Advances in Rehabilitation*, 29(1), 31–37.
309. Yao, X., Hamilton, R., Weng, N., Xue, Q., Bream, J., Li, H., Tian, J., Yeh, S., Resnick, B., Xu, X., Walston, J., Fried, L., & Leng, S. (2011). Frailty is associated with impairment of vaccine-induced antibody response and increase in post-vaccination influenza infection in community-dwelling older adults. *Vaccine*, 5015–5021.
310. Yoshiike, N., Matsumura, Y., Zaman, M. M., & Yamaguchi, M. (1998). Descriptive epidemiology of body mass index in Japanese adults in a

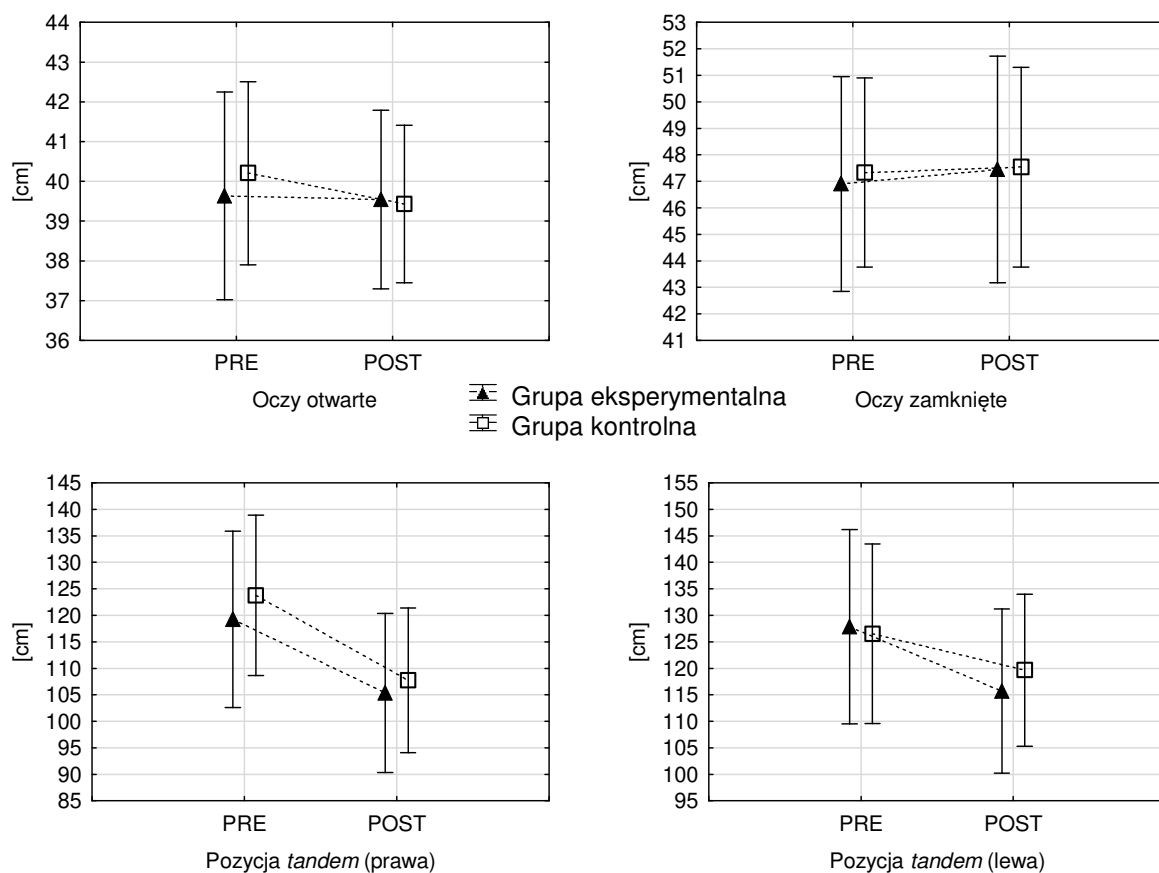
- representative sample from the National Nutrition Survey 1990–1994. *International journal of obesity*, 22(7), 684.
311. Young, J. C. (2006). Physical Dimensions of Aging, 2nd edition. *American Journal of Human Biology*, 18(1), 156–158. <https://doi.org/10.1002/ajhb.20453>
312. Zaciorski, W. M. (1979). Osnowy sportiwnoj mietrologii. *Moskwa, Fizkultura i sport. S, 152.*
313. Ziemia, A. W. (1998). *Biochemiczne i fizjologiczne przejawy dymorfizmu płciowego*. Polskie Stowarzyszenie Sportu Kobiet.

Aneks

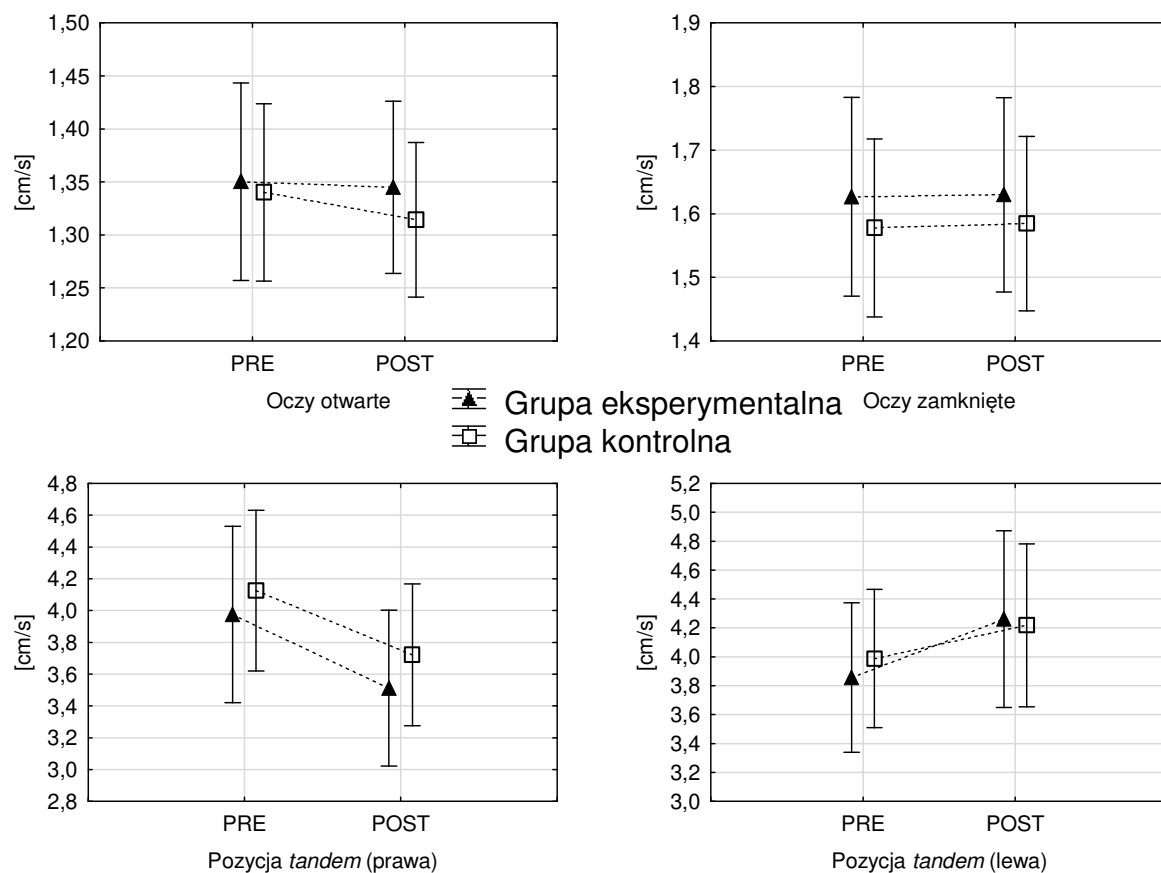
Załącznik 1. Porównanie wielkości wskaźników w *Senior Fitness Test* kobiet z grupy eksperymentalnej i kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie



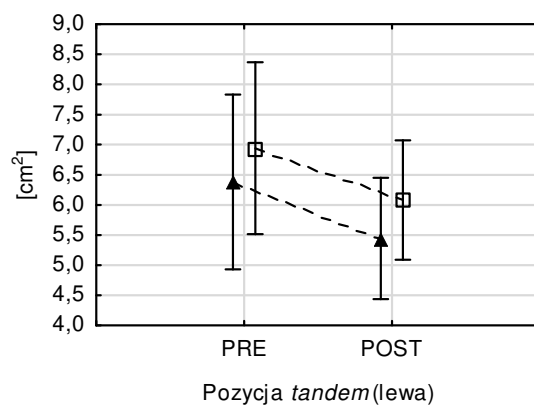
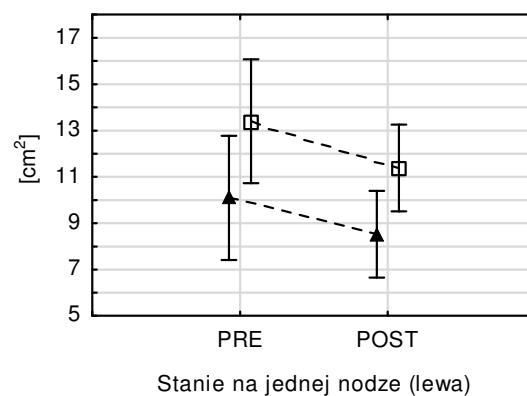
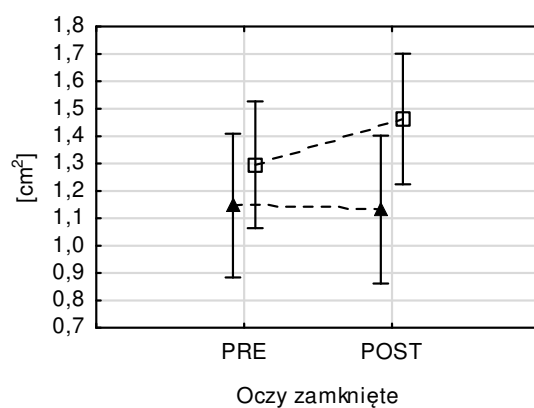
Załącznik 2. Porównanie wielkości parametru *długość ścieżki* kobiet z grupy eksperymentalnej i kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie



Załącznik 3. Porównanie wielkości parametru *średnia prędkość COP* kobiet z grupy eksperymentalnej i kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie



Załącznik 4. Porównanie wielkości parametru *pole wychyleń COP* kobiet z grupy eksperymentalnej i kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie



 Grupa eksperymentalna
 Grupa kontrolna

Spis tabel

Tabela 1.1. Charakterystyka wybranych koncepcji budowy programu treningu zdrowotnego (<i>Jegier & Stasiółek, 2001</i>)	20
Tabela 2.1. Czynniki ryzyka związane z zaburzeniami chodu i równowagi u osób starszych (<i>Cuevas-Trisan, 2017</i>)	38
Tabela 2.2 Czynniki ryzyka upadków wg EBM (<i>Perell i in., 2001</i>)	40
Tabela 2.3. Testy ilościowe wykorzystywane w ocenie zdolności równowagi ciała	48
Tabela 3.1. Ilość osób badanych w poszczególnych kategoriach wiekowych	60
Tabela 3.2. Charakterystyka wskaźników somatycznych badanych grup.....	61
Tabela 4.1. Struktura czasowa i rzeczowa planu treningowego zrealizowanego przez grupę eksperymentalną	73
Tabela 4.2. Rejestr objętości treningowej podgrupy A w 12. tygodniowym makrocyklu	77
Tabela 4.3. Rejestr objętości treningowej podgrupy B w 12. tygodniowym makrocyklu	78
Tabela 4.4. Wartości częstości skurczów serca w odpowiedzi na zmianę intensywności treningowej w podgrupie A	80
Tabela 4.5. Wartości częstości skurczów serca w odpowiedzi na zmianę intensywności treningowej w podgrupie B.....	81
Tabela 4.6. Zmiany sprawności funkcjonalnej kobiet z grupy eksperymentalnej w 12. tygodniowym eksperymencie	85
Tabela 4.7. Zmiany sprawności funkcjonalnej kobiet z grupy kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie	86
Tabela 4.8. Zmiany parametru <i>długość ścieżki</i> w grupie eksperymentalnej w 12. tygodniowym eksperymencie	88
Tabela 4.9. Zmiany parametru <i>średnia prędkość COP</i> w grupie eksperymentalnej w 12. tygodniowym eksperymencie	89
Tabela 4.10. Zmiany parametru <i>pole wychyleń COP</i> w grupie eksperymentalnej w 12. tygodniowym eksperymencie	90
Tabela 4.11. Zmiany parametru <i>długość ścieżki</i> w grupie kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie	92

Tabela 4.12. Zmiany parametru <i>średnia prędkość COP</i> w grupie kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie	93
Tabela 4.13. Zmiany parametru <i>pole wychyleń COP</i> w grupie kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie	94
Tabela 4.14. Charakterystyka porównawcza wyników grup eksperymentalnej i kontrolnej we wskaźnikach sprawności funkcjonalnej na początku eksperymentu	96
Tabela 4.15. Charakterystyka porównawcza wyników grup eksperymentalnej i kontrolnej we wskaźnikach sprawności funkcjonalnej na końcu eksperymentu.....	98
Tabela 4.16. Charakterystyka porównawcza poziomu sprawności funkcjonalnej grup eksperymentalnej i kontrolnej - <i>Senior Fitness Test</i> na początku i końcu eksperymentu (PRE-POST)	100
Tabela 4.17. Charakterystyka porównawcza grup eksperymentalnej i kontrolnej w badaniu początkowym dla parametru <i>długość ścieżki</i>	103
Tabela 4.18. Charakterystyka porównawcza grup eksperymentalnej i kontrolnej w badaniu końcowym parametru <i>długość ścieżki</i>	105
Tabela 4.19. Charakterystyka porównawcza parametru <i>długość ścieżki</i> grup eksperymentalnej i kontrolnej na początku i końcu eksperymentu (PRE-POST).....	107
Tabela 4.20. Charakterystyka porównawcza dla grup eksperymentalnej i kontrolnej w badaniu początkowym dla parametru <i>średnia prędkość COP</i>	109
Tabela 4.21. Charakterystyka porównawcza grup eksperymentalnej i kontrolnej w badaniu końcowym dla parametru <i>średnia prędkość COP</i>	111
Tabela 4.22. Charakterystyka porównawcza parametru <i>średnia prędkość COP</i> grup eksperymentalnej i kontrolnej na początku i końcu eksperymentu (PRE-POST).....	113
Tabela 4.23. Charakterystyka porównawcza grup eksperymentalnej i kontrolnej w badaniu początkowym dla parametru <i>pole wychyleń COP</i>	115
Tabela 4.24. Charakterystyka porównawcza grup eksperymentalnej i kontrolnej w badaniu końcowym dla parametru <i>pole wychyleń COP</i>	117
Tabela 4.25. Charakterystyka porównawcza parametru <i>pole wychyleń COP</i> grup eksperymentalnej i kontrolnej na początku i końcu eksperymentu (PRE-POST).....	118
Tabela 4.26. Statystyka opisowa wybranych wskaźników równowagi ciała i sprawności funkcjonalnej	124
Tabela 4.27. Skala oceny ilościowej i jakościowej dla prób: <i>stania na jednej nodze</i> (parametr <i>pole wychyleń COP</i>), <i>wstań i idź</i> oraz <i>wstawanie z krzesła</i>	125

Tabela 4.28. Kryteria oceny poziomu stabilności posturalnej badanych kobiet w kryteriach ilościowych i jakościowych.....	128
Tabela 4.29. Procentowy rozkład zmian w poziomie stabilności posturalnej w grupie eksperymentalnej i kontrolnej.....	129

Spis wykresów

Wykres 3.1. Średnie wyniki testu marszu na 2000m w badanych podgrupach treningowych A i B na początku eksperymentu	59
Wykres 4.1. Średnie wartości dystansu oraz prędkości marszu w podgrupach treningowych A i B w 12. tygodniowym makrocyklu.....	79
Wykres 4.2. Wartości HR minimalnego, średniego oraz maksymalnego w podgrupach treningowych A i B.....	82
Wykres 4.3 Porównanie wielkości wskaźników w <i>Senior Fitness Test</i> kobiet z grupy eksperymentalnej i kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie.....	101
Wykres 4.4. Średnie wyniki grup eksperymentalnej i kontrolnej na początku eksperymentu dla parametru <i>długość ścieżki</i>	104
Wykres 4.5. Średnie wyniki grup eksperymentalnej i kontrolnej na końcu eksperymentu dla parametru <i>długość ścieżki</i>	106
Wykres 4.6. Porównanie wielkości parametru <i>Długość ścieżki</i> kobiet z grupy eksperymentalnej i kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie.....	108
Wykres 4.7. Średnie wyniki grup eksperymentalnej i kontrolnej na początku eksperymentu dla parametru <i>średnia prędkość COP</i>	110
Wykres 4.8. Średnie wyniki grup eksperymentalnej i kontrolnej na końcu eksperymentu dla parametru <i>średnia prędkość COP</i>	112
Wykres 4.9. Porównanie wielkości parametru <i>średnia prędkość COP</i> grup eksperymentalnej i kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie.....	114
Wykres 4.10. Średnie wyniki grup eksperymentalnej i kontrolnej na początku eksperymentu dla parametru <i>pole wychyleń COP</i>	116
Wykres 4.11. Średnie wyniki grup eksperymentalnej i kontrolnej na końcu eksperymentu dla parametru <i>pole wychyleń COP</i>	118
Wykres 4.12. Porównanie wielkości parametru <i>pole wychyleń COP</i> grup eksperymentalnej i kontrolnej w 12. tygodniowym eksperymencie.....	120
Wykres 4.13. Rozkład statystyczny wyników uzyskanych przez badane kobiety podczas prób: stania na jednej nodze (parametr <i>pole wychyleń COP</i>), <i>wstań i idź</i> oraz <i>wstawanie z krzesła</i>	123

Wykres 4.14. Porównanie profili stabilności posturalnej oraz oceny kompleksowej dwóch kobiet uczestniczących w eksperymencie	129
---	-----

Spis rysunków

Rysunek 1. Połączenia nerwowe narządu równowagi (<i>Taniewski, 1993</i>).....	31
Rysunek 2. Zasoby organizmu wpływające na stabilność posturalną (<i>Horak, 2006</i>)	32
Rysunek 3. Strategia stawu skokowego (A), strategia stawu biodrowego (B) oraz strategia kroku (C) jako przykłady koordynacji ruchów ciała w przypadku zaburzenia równowagi (<i>Horak, 2006</i>)	33
Rysunek 4. Heurystyczny model stabilności człowieka. Wyznaczona obwiednią stóp granica stabilności (BS) jest oddzielona od subiektywnej granicy stabilności (IBS) marginesem bezpieczeństwa (SM). Szerokość tego marginesu zmienia się z wiekiem oraz zależy od wydolności układu równowagi (<i>Błaszczuk, 2004</i>).....	35
Rysunek 5. Schemat podziału na grupy eksperymentalną i kontrolną oraz podgrupy treningowe (A i B)	58
Rysunek 6. Diagram przepływu uczestników na poszczególnych etapach eksperymentu (za (<i>Gillen i in., 2014</i>))	70
Rysunek 7. Przykładowy zapis trasy marszu zrealizowanej przez podgrupę A oraz B (autor: <i>Prusik, 2016</i>)	76
Rysunek 8. Przykładowy odczyt częstości skurczów serca kobiety z grupy eksperymentalnej podczas treningu	80

Spis fotografii

Fotografia 1. Grupa eksperymentalna podczas zajęć Nordic Walking.....	57
Fotografia 2. Platforma dynamograficzna AMTI AccuSway (<i>Źródło: strona internetowa producenta</i>).....	62
Fotografia 3. Uczestniczka badań wykonująca próbę na platformie dynamograficznej AMTI AccuSway w laboratorium AWFIS w Gdańsku	67
Fotografia 4. Uczestniczka badań podczas testu <i>Senior Fitness Test</i>	68
Fotografia 5. Uczestniczki badań podczas testu marszu na 2000m.....	69

Trening zdrowotny Nordic Walking a zmiany stabilności posturalnej u kobiet w wieku 60-75 lat

Łukasz Bielawa

Streszczenie

Dzięki postępowi medycyny obecnie obserwuje się, zarówno w Polsce, jak i na świecie zjawisko wydłużania się średniej długości życia. Według raportu Państwowego Zakładu Higieny dla mężczyzn wynosi 73,6 a dla kobiet 81,6 lat (PZH, 2016). Jednocześnie widoczna jest przewaga kobiet w najstarszej grupie wiekowej, co oznacza feminizację starości (Wieczorowska-Tobis i in., 2011).

W przyjętej perspektywie przez Główny Urząd Statystyczny, obejmującej okres do 2050 r. udział procentowy ludności w wieku 65 lat i więcej w ogólnej liczbie populacji będzie wzrastać. W skali państwa liczebność tej zbiorowości zwiększy się o 5,4 mln do roku 2050. W przyjętej perspektywie znaczący wzrost liczby osób starszych nastąpi już w pierwszych latach prognozy. W 2015 r. procentowy udział ludności powyżej 65 roku życia wynosił 15,8%, natomiast w 2025 r. wzrośnie do poziomu 21,7%. Dynamika omawianego procesu utrzyma się do końca przyjętej prognozy – w 2050 r. odsetek osób starszych w populacji będzie wynosił 32,7% (GUS, 2014). Powyższe dane skłaniają do szczegółowej analizy zagadnień związanych z procesem starzenia się oraz profilaktyką chorób u osób starszych.

Procesy starzenia się organizmu związane są z postępującym upośledzeniem wszystkich układów fizjologicznych i anatomicznych. W efekcie, wraz z wiekiem obserwuje się zwiększoną dysfunkcję systemów odpowiedzialnych za stabilność posturalną człowieka. Wielu autorów prac naukowych opisało mechanizmy fizjologiczne odpowiedzialne za utrzymanie równowagi ciała (Kochanowicz & Taniewski, 1999; Starosta, 2003) oraz wykazało, że mechanizmy warunkujące poziom funkcji równowagi zanikają wraz z wiekiem (Elia, 1991a; Janczewski & Pierchała, 2003). Głównym skutkiem niestabilności posturalnej są zaburzenia równowagi, które w konsekwencji prowadzą do upadków osób starszych – często tragicznych w skutkach. U osób wieku 50-60 lat obserwuje się problem utraty równowagi u 14% populacji. U siedemdziesięciolatków ryzyko upadku wzrasta średnio o 22%, a w kolejnej dekadzie problem ten dotyka 33% populacji (Teret i in., 1981), co przy starzejących się

społeczeństwach Europy, czyni problem prewencji niestabilności posturalnej aktualnym i ważnym o szerokim zasięgu społecznym.

Poprzez działania prozdrowotne o charakterze profilaktyki pierwotnej można wpłynąć na opóźnienie procesów inwolucyjnych oraz utratę samodzielności (Wieczorowska-Tobis & Talarska, 2010). Aktywność fizyczna może być podejmowana w formie systematycznych, zaplanowanych ćwiczeń o charakterze treningu zdrowotnego. Taka forma profilaktyki geriatrycznej pozwala na utrzymanie zdrowia, przeciwdziałanie chorobom oraz poprawia jakość życia osób starszych, przyczyniając się do „pomyślnego starzenia się” (ang. *successful aging*).

Problem badawczy i cel badań

Procesy starzenia się organizmu związane są z postępującym upośledzeniem wszystkich układów fizjologicznych i anatomicznych. W efekcie, wraz z wiekiem obserwuje się zwiększoną dysfunkcję systemów odpowiedzialnych za stabilność posturalną człowieka, wśród których, w naukach o kulturze fizycznej, podkreśla się rolę kształtowania siły mięśniowej i równowagi ciała. Zgodnie z przytoczonymi w poprzednich rozdziałach danymi, w treningu zdrowotnym osób starszych, paralelnie z kształtowaniem siły mięśniowej należy kształtować zdolności koordynacyjne ze szczególnym akcentem ćwiczeń kształtujących równowagę ciała. Mechanizmy fizjologiczne odpowiedzialne za utrzymanie równowagi ciała zanikają wraz z wiekiem (Elia, 1991b; Janczewski & Pierchała, 2003). Dlatego też, szczególnej rangi nabiera problematyka wzmocnienia stabilności posturalnej u osób starszych poprzez oddziaływanie środkami kultury fizycznej, jakimi są ćwiczenia fizyczne - wskazane za najważniejsze ogniwo strategii prewencji upadków. Właściwie zaplanowany, kierowany i kontrolowany proces treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking może spełniać te kryteria. W literaturze przedmiotu brakuje jednak wiedzy na temat szczegółowych planów treningowych i zrealizowanych obciążeń treningowych, jakie należy zastosować w celu kształtowania stabilności posturalnej oraz sposobów jej oceny według kryteriów ilościowych i jakościowych. Bez tego zaś niemożliwa jest ocena efektywności treningu. Dlatego jako pilny i aktualny uznano problem określenia zmian stabilności posturalnej w eksperymentalnym cyklu treningu zdrowotnego.

Sformułowany powyżej problem badawczy pozwala na określenie celu podjętych badań:

- **celem badań** jest określenie zmian wybranych wskaźników stabilności posturalnej w 12. tygodniowym cyklu treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking u kobiet w wieku 60-75 lat.

Materiał i metody badawcze

Badaniami objęto 62 kobiety w wieku 60-75 lat. Badania zrealizowano w okresie od listopada 2016 roku do lutego 2017 roku. Osoby badane przydzielono do dwóch grup (randomizacja II stopnia): eksperymentalnej (30 osób) oraz kontrolnej (32 osoby). Grupa eksperymentalna zrealizowała autorski program treningu zdrowotnego w formie Nordic Walking w okresie 12. tygodni.

W celu oceny poziomu sprawności fizycznej wykorzystano głównie następujące metody i narzędzia badawcze:

- testowanie i ocenę równowagi ciała przeprowadzono za pomocą narzędzia platformy dynamograficznej AMTI AccuSway (pomiar i rejestracja parametrów związanych z oceną wychyleń postawy i równowagi ciała).
- testowanie sprawności funkcjonalnej - Senior Fitness Test.

Wyniki

1. Kobiety w wieku 60-75 lat, podejmujące trening zdrowotny przez 12. tygodni, w formie Nordic Walking, charakteryzują się stabilizacją zmian inwolucyjnych lub kierunkowymi, pozytywnymi zmianami w obszarze stabilności posturalnej, wskazującymi na kształtujący wpływ treningu, wynoszący:
 - w zakresie wskaźnika sprawności funkcjonalnej, od 3 do 24%;
 - w zakresie wskaźnika statycznej równowagi ciała, od 9 do 34%.
2. W grupie kobiet nietreningujących w wieku 60-75 lat, w okresie 12. tygodni zaobserwowano stabilizację lub nieregularny charakter zmian regresywnych w obszarze stabilności funkcjonalnej, wynoszący:
 - w zakresie wskaźnika sprawności funkcjonalnej, od 5 do 7%;
 - w zakresie wskaźnika statycznej równowagi ciała, od 4 do 20%.
3. Opracowano skale ocen stabilności posturalnej dla kobiet w wieku 60-75 lat.

Podsumowanie

Niniejsza praca wnosi do praktyki trenerskiej lub instruktorskiej nowy program treningowy, zweryfikowany empirycznie, który można potraktować jako wkład autora w rozwój badań nad problematyką kształtowania stabilności posturalnej u osób starszych. Całość niniejszej pracy może stanowić propozycję dla wszystkich zainteresowanych aktywnością fizyczną osób w wieku 60-75 lat. Szczegółowe zalecenia w postaci wniosków, można wykorzystać podczas programowania, organizacji i kontroli procesu treningu zdrowotnego.

Bezpośrednim postulatem, wynikającym z przeprowadzonego przez nas procesu badawczego, jest opracowanie rzetelnych narzędzi kontrolnych umożliwiających ilościowe i jakościowe oceny poziomu ważnych funkcjonalnie zdolności motorycznych w okresie ontogenezy poprzedzającym tzw. wczesną starość. Zabieg ten może pozwolić na sformułowanie diagnozy, umożliwiającej optymalny dobór obciążeń treningowych, według indywidualnych możliwości uczestników zajęć, ukierunkowanych na aktualne potrzeby zdrowotne konkretnej osoby. Narzędzia kontroli mogą wspomóc wczesne wykrywanie ewentualnych patologii, co ma kluczowe znaczenie w profilaktyce pierwotnej chorób i problemów geriatrycznych.

Słowa kluczowe: trening zdrowotny, stabilność posturalna, osoby starsze, Nordic Walking

Health training Nordic Walking and changes in postural stability in women aged 60-75 years

Łukasz Bielawa

Summary

Due to the progress of medicine, the phenomenon of an increase in life expectancy is currently observed, both in Poland and in the world. According to the report of the National Institute of Hygiene, it is 73.6 years for men and 81.6 years for women (PZH, 2016). At the same time, there is a visible predominance of women in the oldest age group, which means the feminization of old age (Wieczorowska-Tobis et al., 2011).

In the perspective adopted by the Central Statistical Office, covering the period until 2050, the percentage of people aged 65 and over in the total number of the population will increase. On the national scale, the size of this population will increase by 5.4 million by 2050. In the adopted perspective, a significant increase in the number of elderly people will take place in the first years of the forecast. In 2015, the percentage share of the population over 65 was 15.8%, while in 2025 it will increase to 21.7%. The dynamics of the discussed process will continue until the end of the adopted forecast - in 2050 the percentage of elderly people in the population will be 32.7% (GUS, 2014). The above data lead to a detailed analysis of issues related to the aging process and disease prevention in the elderly.

The aging processes of the organism are associated with the progressive impairment of all physiological and anatomical systems. As a result, with age, an increased dysfunction of the systems responsible for human postural stability is observed. Many authors of scientific papers have described the physiological mechanisms responsible for maintaining the balance of the body (Kochanowicz & Taniewski, 1999; Starosta, 2003) and have shown that the mechanisms determining the level of the equilibrium function disappear with age (Elia, 1991a; Janczewski & Pierchała, 2003). The main effect of postural instability is imbalance, which in turn leads to falls of the elderly - often with tragic consequences. In people aged 50-60 years, the problem of loss of balance is observed in 14% of the population. In 70-year-olds, the risk of falling increases on average by 22%, and in the next decade, this problem affects

33% of the population (Teret et al., 1981), which in the aging European population makes the problem of preventing postural instability current and important with a wide social range.

Through pro-health activities of primary prophylaxis, it is possible to delay involution processes and the loss of independence (Wieczorowska-Tobis & Talarska, 2010). Physical activity may be undertaken in the form of systematic, planned exercises in the form of health training. This form of geriatric prophylaxis allows for maintaining health, preventing disease and improving the quality of life of the elderly, contributing to "successful aging".

Research problem and aim

The aging processes of the organism are associated with the progressive impairment of all physiological and anatomical systems. As a result, with age, an increased dysfunction of the systems responsible for human postural stability is observed, among which, in the sciences on physical culture, the role of shaping muscle strength and body balance is emphasized. According to the data quoted in the previous chapters, in the health training of the elderly, the coordination skills should be developed in parallel with the development of muscle strength, with particular emphasis on exercises shaping the balance of the body. The physiological mechanisms responsible for maintaining the balance of the body disappear with age (Elia, 1991b; Janczewski & Pierchała, 2003). Therefore, the issue of strengthening postural stability in the elderly through the use of physical culture measures, such as physical exercise, is of particular importance - indicated as the most important link in the fall prevention strategy. A properly planned, guided and controlled process of health training in the form of Nordic Walking can meet these criteria. However, the literature on the subject lacks knowledge about detailed training plans and realized training loads that should be used in order to shape postural stability and the methods of its assessment according to quantitative and qualitative criteria. Without it, it is impossible to evaluate the effectiveness of training. Therefore, the problem of determining changes in postural stability in the experimental cycle of health training was recognized as urgent and current.

The research problem formulated above allows to define the purpose of the undertaken research:

- the aim of the research is to determine changes in selected indicators of postural stability in the 12-week cycle of health training in the form of Nordic Walking in women aged 60-75 years.

Material and research methods

62 women aged 60-75 were included in the study. The research was carried out in the period from November 2016 to February 2017. The subjects were assigned to two groups (2nd degree randomization): experimental (30 people) and control (32 people). The experimental group carried out an original health training program in the form of Nordic Walking over a period of 12 weeks.

In order to assess the level of physical fitness, the following methods and research tools were mainly used:

- testing and assessment of body balance was carried out using the AMTI AccuSway dynamographic platform tool (measurement and registration of parameters related to the assessment of posture deviations and body balance).
- functional fitness testing - Senior Fitness Test.

Results

1. Women aged 60-75, undertaking health training for 12 weeks in the form of Nordic Walking, are characterized by stabilization of involuntal or directional changes, positive changes in the area of postural stability, indicating the shaping influence of training, amounting to:
 - in terms of the functional efficiency index, from 3 to 24%;
 - in the scope of the static body balance index, from 9 to 34%.
2. In the group of untrained women aged 60-75 years, during the period of 12 weeks, a stabilization or irregular character of regressive changes in the area of functional stability was observed, amounting to:
 - in terms of the functional efficiency index, from 5 to 7%;
 - in the range of the static body balance index, from 4 to 20%.
3. Scales for assessing postural stability for women aged 60-75 were developed.

Conclusion

This work brings a new, empirically verified training program to the coaching or instructor practice, which can be treated as the author's contribution to the development

of research on the issues of shaping postural stability in the elderly. The whole of this work may be a proposal for all people aged 60-75 who are interested in physical activity. Detailed recommendations in the form of conclusions can be used in the programming, organization and control of the health training process.

A direct postulate resulting from the research process we have carried out is the development of reliable control tools enabling quantitative and qualitative assessment of the level of functionally important motor skills in the period of ontogenesis preceding the so-called early old age. This procedure may allow for the formulation of a diagnosis that enables the optimal selection of training loads, according to the individual abilities of the participants of the classes, focused on the current health needs of a specific person. Control tools can support the early detection of possible pathologies, which is crucial in the primary prevention of geriatric diseases and problems.

Key words: health training, postural stability, elderly, Nordic Walking