

Autoreferat w języku polskim

1. Imię i Nazwisko **Ida Wiszomirska**
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytuł rozprawy doktorskiej
 - **2004** - Stopień doktora nauk o kulturze fizycznej w zakresie rehabilitacji ruchowej.
Wydział Rehabilitacji, Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie.
Tytuł rozprawy: *Profilaktyka postępującego ograniczenia sprawności dzieci z dystrofią typu Duchenne'a*.
Promotor: prof. dr hab. med. Andrzej Seyfried
 - **1995** - Dyplom magisterski
Wydział Rehabilitacji Akademii Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie.
Tytuł pracy magisterskiej: *Zmiany roczne cech somatycznych i sprawnościowych dzieci z klatką piersiową lejkowatą*.
Promotor: prof. zw. dr hab. med. Elżbieta Promińska
 - **1991** - Dyplom ukończenia Studium Nauczycielskiego w Olsztynie na kierunku wychowanie fizyczne.
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych
 - **2016** - do chwili obecnej Prodziekan ds. Rozwoju, Wydział Rehabilitacji, Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie.
 - **2012** - do chwili obecnej Kierownik Zakładu Anatomii i Kinezyjologii, Katedra Nauk Przyrodniczych, Wydział Rehabilitacji, Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie.
 - **2015-2016** - profesor nadzwyczajny w Wydziale Ochrony Zdrowia, Almamer Szkoła Wyższa w Warszawie.
 - **2006-2015** - adiunkt w Wydziale Ochrony Zdrowia, Almamer Szkoła Wyższa w Warszawie.
 - **2004-2016** - adiunkt w Zakładzie Anatomii i Kinezyjologii, Katedra Biologicznych Podstaw Rehabilitacji, Wydział Rehabilitacji Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie.

- **1995-2004** - asystent w Zakładzie Anatomii i Kinezylogii, Katedra Biologicznych Podstaw Rehabilitacji, Wydział Rehabilitacji, Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie.
- **1995- 2004** - kierownik zespołu fizjoterapeutów w Towarzystwie Zwalczenia Chorób Mięśni w Warszawie.

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.):

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego:

Dotychczasowy dorobek naukowy Habilitantki obejmuje 48 oryginalnych prac opublikowanych w pełnej wersji, 1 podręcznik, 1 rozdział w monografii oraz 3 prace popularno-naukowe o łącznej punktacji **IF=18.837 i MNiSW=498** oraz 31 referatów zjazdowych na konferencjach w tym 12 międzynarodowych. Autorka prowadziła badania w 16 projektach badawczych w tym w 4 grantach i 1 projekcie PFRON.

Osiągnięcie naukowe przedstawione, jako jednotematyczny cykl 12 prac naukowych oryginalnych, opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora nauk o kulturze fizycznej, objętych wspólnym tytułem:

STABILNOŚĆ POSTURALNA I MOŻLIWOŚCI JEJ KOREKCJI W PREWENCJI UPADKÓW

Na 12 prac wskazanych, jako cykl oryginalnych opracowań jednotematycznych w 7 publikacjach jestem pierwszym autorem. We wszystkich publikacjach miałam znaczący wkład własny w ich powstanie. Poprzez „wkład własny” należy tutaj rozumieć: udział w formułowaniu koncepcji, organizację badań, prowadzenie pomiarów, wykonanie analizy wyników, poprowadzenie dyskusji, sformułowanie wniosków końcowych z eksperymentu oraz przygotowanie materiału do publikacji w czasopismach naukowych.

4.2. Wykaz publikacji wskazanych, jako cykl jednotematyczny osiągnięcia naukowego:

1. **Wiszomirska I**, Kaczmarczyk K, Ilnicka L, Słoń M, Frysztak A, Marciniak T. (2010) Wpływ treningu stymulującego układ przedsionkowy na poprawę równowagi ciała osób starszych. Postępy Rehabilitacji, 24(4), 5-10.
MNiSW 6
2. **Wiszomirska I**, Kaczmarczyk K, Błażkiewicz M, Wit A. (2015) The impact of a vestibular-stimulating exercise regimen on postural stability in women over 60. Journal of Exercise Science & Fitness, 13(2), 72-78.
IF 0,267, MNiSW 15

3. **Wiszomirska I**, Kaczmarczyk K, Błażkiewicz M, Wit A. (2015) The impact of a vestibular-stimulating exercise regime on postural stability in people with visual impairment. *BioMed Research International*, <http://www.hindawi.com/journals/bmri/aa/136969/>.
IF 2,134
MNiSW 20
4. **Wiszomirska I**, Krynicki B., Kaczmarczyk K, Gajewski J. (2015) The impact of functional training on postural stability and body composition in women over 60. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(6), 654-62.
IF 1,111
MNiSW 20
5. **Wiszomirska I**, Bender N, Patej M, Błażkiewicz M. (2017) The impact of sensorimotor training on postural stability and motor skills of basketball players in the prevention of injuries. *Med Sport*, 70(4), 354-64.
IF 0,202
MNiSW 15
6. **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.
MNiSW 3.
7. Zdrodowska A, **Wiszomirska I**, Kosmol A. (2015) Postural stability and motor performance of people with hearing impairment. *Advances in Rehabilitation* 29(4),11-17.
MNiSW 8
8. Zdrodowska A, **Wiszomirska I**, Kaczmarczyk K, Kosmol A. (2018) Effects of anthropometric factors on postural stability in individuals with hearing impairment. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 20(1), 109-115.
IF 0,914
MNiSW 15
9. Bednarczuk G, Molik B, Morgulec-Adamowicz N, Kosmol A, **Wiszomirska I**, Rutkowska I, Perkowski K. (2017) Static balance of visually impaired paralympic goalball players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 12(5), 611-617.
IF 0,559
MNiSW 15
10. Bednarczuk G, **Wiszomirska I**, Marszałek J, Rutkowska I, Skowroński W. (2017) Static Balance of Visually Impaired Athletes in Open and Closed Skill Sports. *Polish Journal of Sport and Tourism* 24 (1):10-14.
MNiSW 14
11. **Wiszomirska I**, Błażkiewicz M, Kaczmarczyk K, Wit A. (2014) Aktywność bioelektryczna mięśni kończyn dolnych w utrzymywaniu pozycji pionowej ciała człowieka. *Zeszyty Naukowe Almamer*, 2(71), 55-67.
MNiSW 7
12. Błażkiewicz M, **Wiszomirska I**, Kaczmarczyk K, Wit A. (2018) Types of falls and strategies for maintaining stability on unstable surface, *Medycyna Pracy*, 69(3), 1-8.
IF 0,416
MNiSW 15

4.3. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

4.3.1. Wprowadzenie do wybranych zagadnień stabilności posturalnej człowieka

4.3.1.1. Definicje stabilności posturalnej

Utrzymywanie stabilnej pozycji pionowej jest przejawem koordynacji nerwowo-mięśniowej związanej z ciągłymi ruchami korygującymi, przywracającymi położenie środka ciężkości głowy nad miednicą oraz rzutu ogólnego środka ciężkości na płaszczyznę podparcia. Równowaga jest, więc złożonym procesem koordynacyjnym, za który odpowiadają skomplikowane procesy nerwowo-mięśniowe. Jest zaliczana do zdolności motorycznych, koordynacyjnych charakterystycznych dla wykonywania ruchów precyzyjnych.

Pojęcia, które opisują równowagę w nazewnictwie angielskim to: *postural control* (kontrola postawy ciała), *postural stability* (stabilność postawy), *postural balance*, *balance* (równowaga), często są traktowane jako synonimy. Jednak w języku polskim pojmowanie tych określeń jest nieco inne, co czasem może prowadzić do pewnych nieporozumień w badaniach naukowych. Równowagę według większość klinicystów i badaczy możemy podzielić na statyczną i dynamiczną. Równowagę statyczną przyjęto uznawać za zdolność utrzymania ciała w spoczynku w postawie stojącej z minimalnym odchyleniem od ustalonej pozycji, mierzoną na stabilnym podłożu (Brown and Mynark 2007; Davlin 2004). Równowagę dynamiczną przyjęto definiować, jako zdolność utrzymania pozycji ciała w ruchu lub na niestabilnym podłożu (Brown and Mynark 2007; Davlin 2004; Fujimoto et al. 2009; Nardone and Schieppati 2010). Z biomechanicznego punktu widzenia równowaga to taki stan ciała, w którym suma sił na nie działających jest równa zeru. Mówiąc inaczej, stabilizujące siły wewnętrzne, czyli motoryczne efekty działania układu nerwowego, powinny być równe destabilizującym siłom zewnętrznym (Kuczyński et al. 2012). Definicje powyższych pojęć są związane z CoM (*center of mass*), jako rzutu środka masy ciała na płaszczyznę podparcia, która odpowiada obrysowi stóp.

Z kolei stabilność oznacza odporność ciała na zakłócenie równowagi (Kuczyński et al. 2012). Ujawnia się ona dopiero w wyniku odpowiedniej aktywności mięśni, jako przejaw reakcji czynnej jednej ze strategii przeciwdziałających utracie równowagi (Rogers et al. 2001). Według innych autorów stabilność posturalna to ciągła kontrola motoryczna i niezmienna postawa w odpowiedzi na zakłócenie lub wahania spowodowane zaburzeniem (Błaszczuk et al. 2009) lub inaczej dążenie do położenia równowagi ciała w pionie (Golema 2002).

4.3.1.2. Kontrola stabilności posturalnej człowieka i poszukiwanie przyczyn jej zaburzeń

Utrzymanie stabilnej postawy pionowej wymaga integracji czterech systemów czuciowych: receptora wzroku (Anand et al. 2003; Mergner et al. 2005), proprioceptorów (Bove et al. 2003; Schieppati et al. 2003), eksteroeceptorów (Kavounoudias et al. 1998) oraz narządu przedsionkowego (Bacsi and Colebatch 2005; Day et al. 1997). Informacje dostarczane przez receptory do ośrodkowego układu nerwowego są tam porównywane z określonym zadaniem motorycznym i korygowane w procesie utrzymywania równowagi (Stodolka et al. 2016). Równowaga ciała i chód są regulowane przez wiele struktur w mózgowiu, jednak układ przedsionkowy odgrywa w tym systemie kontroli szczególnie ważną rolę, zwłaszcza gdy zawodzi zmysł wzroku. Według wielu autorów kluczową rolę odgrywa zmysł wzroku (Giagazoglou et al. 2009; Hsu et al. 2007). Jego uszkodzenia wpływają na obniżenie zachowania równowagi i są przyczynią częstych upadków (Anand et al. 2003). Z perspektywy wejść sensorycznych niemowlęta i małe dzieci są bardziej zależne od układu wzrokowego w utrzymaniu równowagi (O'Reilly et al. 2011) jednak gdy dorastają, zaczynają bardziej wykorzystywać informacje somatosensoryczne i przedsionkowe (Suarez et al. 2007). Równowaga kontrolowana jest przez układ pozapiramidowy, kierujący automatyzmami ruchowymi, tak więc, gdy nie zauważamy przeszkody (lub jest ciemno) to pozostaje nam odbiór bodźców ze strony pozostałych wejść sensorycznych, im one lepiej funkcjonują tym szybsze i bezpieczniejsze są reakcje. Stabilność posturalna w takich chwilach bardziej zależy od prawidłowej reakcji zmysłu czucia głębokiego oraz narządu przedsionkowego. Kanały półkoliste zapewniają wykrywanie położenia głowy względem kierunku działania grawitacji z dokładnością ok. 0,5 stopnia, co daje około 4-5 razy lepsze efekty od recepcji wzrokowej (Kingma 2016). Precyzyjny odbiór pozycji głowy umożliwia dostosowanie jej ustawienia względem grawitacji, zapobiegając zaburzeniom równowagi ciała i upadkom (Kingma 2016). Informacje z receptorów analizowane są na różnych poziomach ośrodkowego układu nerwowego, tj. od jąder przedsionkowych pnia mózgu, przez twór siatkowaty, mózdzek i korę mózgu. Patologia na każdym poziomie tego skomplikowanego układu może powodować wystąpienie objawów ujawniających jego uszkodzenia: zawrotów głowy, oczopląsu, zaburzeń równowagi. Ze względu na złożoność budowy i funkcji tego układu istnieją nadal trudności w znalezieniu zadowalających, wystarczająco dokładnych testów diagnostycznych. Wykorzystując różne metody fizjoterapeutyczne, dzięki plastyczności ośrodkowego układu nerwowego, można

polepszyć mechanizmy koordynacji pomiędzy wieloma elementami złożonego układu równowagi i przyspieszyć proces ośrodkowej kompensacji.

4.3.1.3. Metody pomiaru i oceny stabilności posturalnej

Badania układu równowagi przeważnie określa się w piśmiennictwie fachowym, jako stabilografię lub posturoografię. Autorka niniejszego opracowania preferuje za Kuczyńskim et al. (2012) - określenie pierwsze, gdyż wiąże się ono wyraźniej ze stabilnością, podczas gdy określenie drugie, bardziej sugeruje wzajemny układ poszczególnych segmentów ciała podczas utrzymywania pozycji stojącej. Stabilność posturalna może być oceniana za pomocą różnych testów funkcjonalnych lub przy wykorzystaniu specjalnych systemów pomiarowych.

W literaturze przedmiotu znajdują się liczne skale i metody oceny zaburzeń równowagi. W badaniach klinicznych w ocenie zaburzeń równowagi funkcjonuje prosta próba Romberga, z licznymi odmianami. Stabilność posturalna w codziennej aktywności może też być określana z użyciem testów funkcjonalnych do tej pory stosowanych, takich jak np. Berg Balance Scale (Lima 2017), Up&Go (Podsiadlo and Richardson 1991) czy Tinetti Balance Skale (Park et al. 2018). Znaczenie testów klinicznych złożonych z badań statycznych i dynamicznych jest oczywiście bardzo cenne, należą one jednak do grupy metod szacunkowych, nieobiektywnych i w badaniach naukowych są traktowane, jako metody pomocnicze.

Najpowszechniej stosowaną obiektywną metodą oceny układu równowagi jest pomiar sygnału CoP (*center of pressure*) za pomocą platform stabilometrycznych. Inną metodą jest akcelerometria (Kuczyński et al. 2012) wykorzystująca czujniki przyspieszenia umieszczone w pobliżu CoM (*center of mass*) lub rzadziej systemy optoelektroniczne służące do rejestracji ruchu takie jak system Vicon. Każda z tych metod ma zalety i wady.

W stabilometrii najczęściej analizowane parametry to: długość przebytej drogi, prędkość wychyleń oraz pole powierzchni wychwiał. W niektórych platformach np. Balance System SD lub autorzy sami poszukując rozwiązań rozmaitych analiz danych stosuje się różne wskaźniki do diagnozy deficytów równowagi (Suzuki et al. 2018; Blaszczyk and Orawiec 2011; Mraz et al. 2007; Blaszczyk 2008). Na rynku producentów można spotkać urządzenia, na przykład T – POST, EQUI TEST czy Balance Master, które z założenia są wyposażone w ruchome platformy i/lub ruchomy obraz przed badanym, co umożliwia wywołanie konfliktu sensorycznego pomiędzy odruchami przedsionkowo-rdzeniowo-wzrokowymi. Różne testy i wyliczane wskaźniki podnoszą czułość

metody w wychwytywaniu dysfunkcji układu równowagi oraz pozwalają na różnicowanie przyczyn obwodowego bądź ośrodkowego uszkodzenia narządu równowagi.

Stabilometria znalazła także zastosowanie w ocenie wyników procesu kompensacji, habituacji oraz służy do oceny zastosowanych interwencji wpływających na funkcję narządu równowagi. Można, zatem uznać, że jest to obiektywna metoda oceny mechanizmu utrzymywania równowagi, przy czym w literaturze dominują opisy badań postawy ciała w warunkach statycznych. Niestety pojedyncze badania statyczne nie oddają złożoności mechanizmu utrzymania równowagi całego ciała w postawie stojącej. Natomiast badania na platformie dynamicznej, rozumianej tutaj, jako badanie na ruchomym podłożu, pozwalają na bardziej wnikliwą ocenę stanu funkcjonalnego narządu równowagi. Pozwalają także na trafniejszy dobór metod terapii i profilaktyki w zakresie równowagi w staniu, chodzie, biegu i innych formach ruchu.

Z uwagi na to, że w badaniach własnych wykorzystywano dwa zwalidowane przez Habilitantkę systemy do badań, poniżej przedstawiono krótką charakterystykę tych urządzeń.

⇒ Platforma AccuSway firmy AMTI (Advanced Mechanical Technology INC- USA) ze stabilnym podłożem, na której rejestracja utrzymania równowagi odbywała się bez sprzężenia zwrotnego. Badani wykonywali testy w staniu obunóż (30s) próby wychyleń ciała w płaszczyźnie przednio-tylnej (AP) i bocznej (ML) oraz stania jednonóż (10s) w warunkach kontroli lub bez kontroli wzrokowej. Analizowane parametry to: droga, jaką przebywa CoP (*center of pressure*) w trakcie badania, zakres wychylenia CoP w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej, pole powierzchni stabilogramu, prędkość średnia przemieszczeń punktu CoP.

⇒ Balance System SD firmy Biodex USA (BBS) ze stabilnym i niestabilnym podłożem. Urządzenie BBS jest połączone z oprogramowaniem Medical System Biodex, Inc, umożliwiające mierzenie kąta pochylenia platformy w każdej osi. Oprogramowanie umożliwia kontrolowanie stopnia niestabilności platformy na 12 poziomach. Poziom pierwszy jest poziomem najmniej stabilnym, z największymi wychyleniami platformy, poziom dwunasty to poziom z najmniejszymi wychyleniami platformy. Protokół badania stworzony na podstawie zaleceń producentów obejmował 3 próby po 20s z przerwą 10s między próbami i składał się z następujących testów:

- Postural Stability Test, stanie obunóż, oczy otwarte, platforma stabilna, pomiar ze sprzężeniem zwrotnym.

- Postural Stability Test, stanie obunóż, oczy zamknięte, platforma stabilna.
- Postural Stability Test, oczy otwarte/zamknięte, platforma niestabilna (poziom niestabilności 8 lub 12).
- Fall Risk Test (test ryzyka upadków), stanie obunóż, oczy otwarte, platforma niestabilna (poziom niestabilności zmienny w zakresie od 6 do 2) lub oczy zamknięte platforma w zakresie od 12 do 6.

Do analizy statystycznej wykorzystany został indeks stabilności: ogólny (OSI), przednio-tylny (APSI), boczny (MLSI) oraz ryzyka upadków (FRI). Wysoka wartość indeksu świadczy o dużych wychyleniach ciała, co oznacza, że badana osoba ma problemy z utrzymaniem równowagi.

4.3.1.4. Krótki przegląd piśmiennictwa i przesłanki do dalszych badań z zakresu stabilności posturalnej

Stabilność postawy stojącej zmienia się wraz z rozwojem osobniczym od dzieciństwa do starości. Według Peterson et al. (2006) około 12 roku życia człowiek osiąga pełną kontrolę w procesie utrzymywania równowagi ciała na skutek możliwości wykorzystania bodźców przedsionkowych i wzrokowych. Już dawno zbadano, że ludzie młodzi i w średnim wieku dorośli są najbardziej stabilni, natomiast dzieci poniżej 15 roku życia i osoby starsze powyżej 55 roku życia mają większe wychylenia w testach równowagi ciała (Hytonen et al. 1993; Peterka and Black 1990). Wraz ze wzrostem wieku kalendarzowego po 55 r.ż. pojawiają się zaburzenia równowagi ciała u człowieka, co potwierdza wielu autorów (Faraldo-Garcia et al. 2012; Sturnieks et al. 2008).

Złożona i różnorodna etiologia zaburzeń równowagi sprawia, że stanowią one trudny problem diagnostyczny i leczniczy (Allum et al. 2001; Gill et al. 2001). Strategie utrzymania równowagi są bardzo zmienne wśród osób zdrowych jak i chorych. Obecnie brakuje jednomyślności, co do używanych technik pomiarowych oraz stosowanych analiz wyników badań stabilometrycznych (Kingma et al. 2011). Postęp techniczny w zakresie oprzyrządowania i metod analitycznych poprawił, co prawda, zdolność oceny kontroli równowagi (Degani et al. 2017), jednak jednocześnie wymusza konieczność ciągłego uzupełniania protokołów, poszukiwania dobrych technik pomiarowych oraz analiz badania stabilności, aby zapewnić najbardziej skuteczną interwencję w prewencji upadków. Nadal potrzebne są, w celu uniknięcia błędów w analizie wyników, badania poszukujące danych normatywnych do kontrolowania zmiennych, które mogą mieć wpływ na

ocenę równowagi. Kolejne kwestie nierozstrzygnięte naukowo to zagadnienia współzależności cech somatycznych i funkcjonalnych w aspekcie oceny stabilności posturalnej.

Szczególnie istotny i bezcenny jest fakt, że możemy wpływać na poprawę stabilności przez stosowanie różnych metod terapeutycznych, oddziałujących na poszczególne elementy złożonego systemu utrzymania ciała człowieka w postawie pionowej. Analiza tego złożonego problemu ma wiele czynników, których określenie jest ważnym wkładem w rozwój nauki. Skuteczna fizjoterapia równowagi wymaga dobrego zrozumienia złożonych mechanizmów utrzymania postawy stabilnej (Horak 2006). Deficyt stabilności postawy pionowej może być spowodowany upośledzeniem każdego z elementów systemu kontroli równowagi (Błaszczyk et al. 2009). Zauważono, że wypadnięcie nawet tylko jednego z receptorów odpowiedzialnego za równowagę skutkuje zaburzeniami jej utrzymywania. Nie wolno również zapominać, iż identyczne objawy mogą pojawić się na skutek wadliwego przepływu informacji z prawidłowo działających receptorów do ośrodkowego układu nerwowego, z powodu złej interpretacji tych informacji lub wadliwego przesyłania zwrotnej informacji do części obwodowej narządu ruchu.

Obszary, które ciągle pozostają w fazie badań naukowych to poszukiwanie nowych metod diagnostyczno-terapeutycznych w praktyce klinicznej. Identyfikacja roli i funkcji wejść sensorycznej umożliwia zgłębienie wiedzy, co do różnic między osobami i pomiędzy różnymi grupami pacjentów w kontroli postawy.

Zaburzenia stabilności u osób z deficytem zmysłu wzroku i słuchu mogą być wynikiem życia w stanie ograniczonej aktywności ruchowej i deprivacji sensorycznej (Gayle et al. 1990). Zjawisko równowagi dynamicznej ma szczególne znaczenie ze względu na zagrożenie upadkiem podczas codziennych czynności oraz ze względu na oczekiwaną efektywność zawodową osób działających w warunkach zakłócenia równowagi. Adaptacja do zwiększania tolerancji ustroju na zakłócenia równowagi może zachodzić poprzez określony trening, który powinien być potwierdzony badaniami naukowymi.

Porównanie wyników badań wykonanych u tych samych osób przed i po odpowiednio zaplanowanym treningu, w celu poznania możliwości kompensacji niestabilności, wydaje się postępowaniem jak najbardziej słusznym. Wyniki badań osób pozbawionych od urodzenia kontroli wzrokowej i słuchowej poszerzają wiedzę na temat adaptacji do życia w tego rodzaju deprivacji sensorycznej.

Badania poprawne merytorycznie i interwencje zweryfikowane eksperymentalnie stanowią

wyzwania współczesnej nauki w zakresie stabilności posturalnej w prewencji upadków.

Niektóre z tych problemów podejmowano w badaniach własnych opisanych w dalszej części Autoreferatu. Stanowią one część wkładu w dorobek nauki z obszaru fizjoterapii zajmującej się stabilnością posturalną.

Literatura

1. Allum, J. H., A. L. Adkin, M. G. Carpenter, M. Held-Ziolkowska, F. Honegger, and K. Pierchala. 2001. Trunk sway measures of postural stability during clinical balance tests: effects of a unilateral vestibular deficit. *Gait Posture* 14 (3):227-237.
2. Anand, V., J. G. Buckley, A. Scally, and D. B. Elliott. 2003. Postural stability in the elderly during sensory perturbations and dual tasking: the influence of refractive blur. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 44 (7):2885-2891.
3. Bacsı, A. M., and J. G. Colebatch. 2005. Evidence for reflex and perceptual vestibular contributions to postural control. *Exp Brain Res* 160 (1):22-28.
4. Blaszczyk, J. W. 2008. Sway ratio - a new measure for quantifying postural stability. *Acta Neurobiol Exp (Wars)* 68 (1):51-57.
5. Blaszczyk, J. W., J. Cieslinska-Swider, M. Plewa, B. Zahorska-Markiewicz, and A. Markiewicz. 2009. Effects of excessive body weight on postural control. *J Biomech* 42 (9):1295-1300.
6. Blaszczyk, J. W., and R. Orawiec. 2011. Assessment of postural control in patients with Parkinson's disease: sway ratio analysis. *Hum Mov Sci* 30 (2):396-404.
7. Bove, M., A. Nardone, and M. Schieppati. 2003. Effects of leg muscle tendon vibration on group Ia and group II reflex responses to stance perturbation in humans. *J Physiol* 550 (Pt 2):617-630.
8. Brown, C. N., and R. Mynark. 2007. Balance deficits in recreational athletes with chronic ankle instability. *J Athl Train* 42 (3):367-373.
9. Davlin, C. D. 2004. Dynamic balance in high level athletes. *Percept Mot Skills* 98 (3 Pt 2):1171-1176.
10. Day, B. L., A. Severac Cauquil, L. Bartolomei, M. A. Pastor, and I. N. Lyon. 1997. Human body-segment tilts induced by galvanic stimulation: a vestibularly driven balance protection mechanism. *J Physiol* 500 (Pt 3):661-672.
11. Degani, A. M., C. T. Leonard, and A. Danna-Dos-Santos. 2017. The effects of early stages of aging on postural sway: A multiple domain balance assessment using a force platform. *J Biomech* 64:8-15.
12. Faraldo-Garcia, A., S. Santos-Perez, R. Crujeiras-Casais, T. Labella-Caballero, and A. Soto-Varela. 2012. Influence of age and gender in the sensory analysis of balance control. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 269 (2):673-677.
13. Fujimoto, C., T. Murofushi, Y. Chihara, M. Ushio, K. Sugawara, T. Yamaguchi, T. Yamasoba, and S. Iwasaki. 2009. Assessment of diagnostic accuracy of foam posturography for peripheral vestibular disorders: analysis of parameters related to visual and somatosensory dependence. *Clin Neurophysiol* 120 (7):1408-1414.
14. Giagazoglou, P., I. G. Amiridis, A. Zafeiridis, M. Thimara, V. Kouveliotti, and E. Kellis. 2009. Static balance control and lower limb strength in blind and sighted women. *Eur J Appl Physiol* 107 (5):571-579.

15. Gill, J., J. H. Allum, M. G. Carpenter, M. Held-Ziolkowska, A. L. Adkin, F. Honegger, and K. Pierchala. 2001. Trunk sway measures of postural stability during clinical balance tests: effects of age. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 56 (7):M438-447.
16. Golema, M. 2002. Charakterystyka procesu utrzymywania równowagi ciała człowieka w obrazie stabilograficznym. *Studia i Monografie AWF Wrocław*.
17. Horak, F. B. 2006. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing* 35 Suppl 2:ii7-ii11.
18. Hsu, W. L., J. P. Scholz, G. Schoner, J. J. Jeka, and T. Kiemel. 2007. Control and estimation of posture during quiet stance depends on multijoint coordination. *J Neurophysiol* 97 (4):3024-3035.
19. Hytonen, M., I. Pyykko, H. Aalto, and J. Starck. 1993. Postural control and age. *Acta Otolaryngol* 113 (2):119-122.
20. Kavounoudias, A., R. Roll, and J. P. Roll. 1998. The plantar sole is a 'dynamometric map' for human balance control. *Neuroreport* 9 (14):3247-3252.
21. Kingma, H. 2016. Posture, balance and movement: Role of the vestibular system in balance control during stance and movements. *Clinical Neurophysiology* 46 (4-5): 238.
22. Kingma, H., G. C. Gauchard, C. de Waele, C. van Nechel, A. Bisdorff, A. Yelnik, M. Magnusson, and P. P. Perrin. 2011. Stocktaking on the development of posturography for clinical use. *J Vestib Res* 21 (3):117-125.
23. Kuczyński, M., M. L. Podbielska, D. Bieć, A. Paluszak, and K. Kręcisz. 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.
24. Lima, R. 2017. Balance Assessment in Deaf Children and Teenagers Prior to and Post Capoeira Practice through the Berg Balance Scale. *Int Tinnitus J* 21 (2):77-822.
25. Mergner, T., G. Schweigart, C. Maurer, and A. Blumle. 2005. Human postural responses to motion of real and virtual visual environments under different support base conditions. *Exp Brain Res* 167 (4):535-556.
26. Mraz, M., M. Curzytek, M. A. Mraz, W. Gawron, L. Czerwosz, and T. Skolimowski. 2007. Body balance in patients with systemic vertigo after rehabilitation exercise. *J Physiol Pharmacol* 58 Suppl 5 (Pt 1):427-436.
27. Nardone, A., and M. Schieppati. 2010. The role of instrumental assessment of balance in clinical decision making. *Eur J Phys Rehabil Med* 46 (2):221-237.
28. O'Reilly, R., C. Grindle, E. F. Zwicky, and T. Morlet. 2011. Development of the vestibular system and balance function: differential diagnosis in the pediatric population. *Otolaryngol Clin North Am* 44 (2):251-271, vii.
29. Park, J., S. B. Koh, H. J. Kim, E. Oh, J. S. Kim, J. Y. Yun, D. Y. Kwon, Y. Kim, J. S. Kim, K. Y. Kwon, J. H. Park, J. Youn, and W. Jang. 2018. Validity and Reliability Study of the Korean Tinetti Mobility Test for Parkinson's Disease. *J Mov Disord* 11 (1):24-29.
30. Peterka, R. J., and F. O. Black. 1990. Age-related changes in human posture control: motor coordination tests. *J Vestib Res* 1 (1):87-96.
31. Peterson, M. L., E. Christou, and K. S. Rosengren. 2006. Children achieve adult-like sensory integration during stance at 12-years-old. *Gait Posture* 23 (4):455-463.
32. Podsiadlo, D., and S. Richardson. 1991. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 39 (2):142-148.
33. Rogers, M. E., J. E. Fernandez, and R. M. Bohlken. 2001. Training to reduce postural sway and increase functional reach in the elderly. *J Occup Rehabil* 11 (4):291-298.
34. Schieppati, M., A. Nardone, and M. Schmid. 2003. Neck muscle fatigue affects postural control in man. *Neuroscience* 121 (2):277-285.

35. Stodolka, J., M. Golema, and J. Migasiewicz. 2016. Balance Maintenance in the Upright Body Position: Analysis of Autocorrelation. *J Hum Kinet* 50:45-52.
36. Sturnieks, D. L., R. St George, and S. R. Lord. 2008. Balance disorders in the elderly. *Neurophysiol Clin* 38 (6):467-478.
37. Suarez, H., S. Angeli, A. Suarez, B. Rosales, X. Carrera, and R. Alonso. 2007. Balance sensory organization in children with profound hearing loss and cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 71 (4):629-637.
38. Suzuki, Y., S. Yatoh, H. Suzuki, Y. Tanabe, Y. Shimizu, Y. Hada, and H. Shimano. 2018. Age-dependent changes in dynamic standing-balance ability evaluated quantitatively using a stabilometer. *J Phys Ther Sci* 30 (1):86-91.

4.3.2. Dorobek własny na podstawie publikacji jednotematycznego cyklu naukowego

Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003

r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.).

4.3.2.1. Ogólne wprowadzenie do tematyki własnych publikacji

Osiągnięcie naukowe przedstawione jest, jako jednotematyczny cykl dwunastu oryginalnych prac naukowych opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora nauk o kulturze fizycznej objętych wspólnym tytułem:

STABILNOŚĆ POSTURALNA I MOŻLIWOŚCI JEJ KOREKCJI W PREWENCJI UPADKÓW

W swojej pracy badawczej rozwiązywałam dwukierunkowo następujące zagadnienia:

- ⇒ identyfikację stabilności posturalnej w aspekcie przyczyn zagrożenia upadkami,
- ⇒ identyfikację różnych form aktywności fizycznej zmierzających do poprawy stabilności posturalnej jako jednej z form prewencji upadków.

Osiągnięcia wymienione w drugim punkcie są obszerniejsze w całym dorobku naukowym i dlatego w autoreferacie będą omówione w pierwszej kolejności.

Bibliometryczne podsumowanie osiągnięć naukowo-badawczych cyklu wynosi:

IF = 5.603 MNiSW = 153.

4.3.2.2. Aplikacja różnych form aktywności fizycznej w celu poprawy stabilności posturalnej w prewencji upadków

a) Wpływ autorskiego treningu stymulującego układ przedsionkowy w profilaktyce upadków

Zaburzenia równowagi ciała są jednym z wielu czynników negatywnie wpływającym na codzienną aktywność, co skutkuje pogorszeniem jakości życia osób starszych oraz osób z dysfunkcją narządu wzroku i słuchu. Postępująca z wiekiem niewydolność układu nerwowo-mięśniowego objawia się zwolnieniem procesów ośrodkowych i wzrostem progów pobudzenia wejść sensorycznych, co z kolei jest powodem zmian warunków kontroli postawy pionowej w spoczynku, szczególnie podczas wystąpienia niestabilności pozycji ciała. Natomiast, brak wzrokowej kontroli ruchu lub brak bodźców słuchowych podczas rozwoju umiejętności motorycznych może powodować niewłaściwe tworzenie koordynacji ruchowej a tym samym gorszą stabilność i zagrożenie upadkami. Zmiany involucyjne układu ruchu oraz ich dynamika mogą być czynnikami ryzyka upadków i złamań (Mraz et al. 2007). Upadki są dużym problemem wieku geriatrycznego powodując pogorszenie jakości życia oraz obniżenie aktywności ruchowej, a tym samym wzrost niepełnosprawności osób po 60 roku życia. Upadki wśród osób starszych są jedną z głównych przyczyn zachorowania i umieralności na całym świecie. Stanowią one drugą, po wypadkach drogowych, najczęstszą przyczynę przypadkowych zgonów (Alshammari et al. 2018). Kolejnym czynnikiem jest lęk przed upadkiem (Tomita et al. 2018). W Polsce w ciągu roku upadku doświadcza, co czwarta osoba w wieku podeszłym, a wśród 80-latków problem ten dotyka jedną na trzy osoby (red. Mossakowska et al. 2012). Pacjenci powyżej 65 roku życia najczęściej zgłaszają się na oddział ratunkowy po upadku z powodu urazu głowy oraz uda i miednicy. Brauer et al. (2001) i Shumway-Cook et al. (1997) zaobserwowali, że stabilność posturalna wśród osób, u których wcześniej wystąpiły epizody upadku, jest gorsza, w porównaniu do osób zdrowych.

Zainteresowania Habilitantki upadkami i ich następstwami narodziły się podczas przygotowywania rozprawy doktorskiej, która dotyczyła ograniczeń sprawności u dzieci z dystrofią typu Duchenne'a. Szczególnie groźnymi dla tych pacjentów były upadki, które istotnie ograniczały ich możliwości lokomocyjne. Efektem naukowych dociekań było opracowanie autorskiego treningu stymulującego układ przedsionkowy, który następnie został wprowadzony do zajęć usprawniających z udziałem osób starszych i osób z zaburzeniami sensorycznymi. Trening stymulujący układ przedsionkowy polega na wykonywaniu przez osoby ćwiczące, cyklicznych ruchów głową i całego ciała w płaszczyźnie strzałkowej, poprzecznej i czołowej. Założono, że czynności te prowokując konflikty sensoryczne będą wymuszały odpowiednie reakcje narządu

wzroku, narządu przedsionkowego i proprioceptorów, prowadząc do poprawienia relacji między nimi, co z kolei powinno poprawiać kontrolowanie równowagi ciała. Stymulacja wywołana ruchami głowy i ciała jest odczuwana, jako nieswoisty bodziec, kiedy te podniety powtarzają się systematycznie i nie występuje po nich niebezpieczeństwo utraty równowagi. Reakcja ta zostaje wyhamowana, co prowadzi do powstania w ośrodkowym układzie nerwowym nowego engramu sytuacji przedsionkowej. Zastosowanie takiej metody ma na celu poprawę odbioru i weryfikacji informacji z receptorów pochodzących ze środowiska zewnętrznego i wewnętrznego organizmu. Ćwiczenia, które prowadzono z kontrolą wzrokową i bez niej uzupełniane dodatkowymi impulsami słuchowymi (muzyką), zmierzały do poprawy kinestezji poprzez stymulowanie ruchami ciała i głowy sygnałów z narządu przedsionkowego. W końcowej fazie ruchu zatrzymywano ćwiczącego w korekcyjnej pozycji i polecano mu wykonywanie ćwiczeń kontroli poprawnego ułożenia. W trakcie treningu zwiększano liczbę powtórzeń ćwiczeń i zmniejszano płaszczyznę podporu. Program treningowy wykonywany był 2 razy w tygodniu przez 12 tygodni. Powyższa terapia miała na celu: przygotowanie do intensywniejszych treningów, zachęcenie badanych do podejmowania aktywności fizycznej, poprawę sprawności fizycznej a przede wszystkim wzrost kontroli równowagi. Podsumowując, opisany powyżej trening dynamizuje narząd przedsionkowy poprzez ruchy głowy i całego ciała we wszystkich płaszczyznach. Zaproponowana forma aktywności nie wymaga wielkiego wysiłku fizycznego, nie angażuje w dużym zakresie wydolności osób badanych, jest formą, w której przeważają ćwiczenia relaksacyjne, aktywujące także funkcje poznawcze. Inspirację do zastosowania tak specyficznego treningu zaczerpnięto z rehabilitacji przedsionkowej, która skupiona jest na adaptacji i poprawie funkcji przedsionkowych, a tym samym również kontroli postawy u dzieci z niedosłuchem odbiorczym i dysfunkcją przedsionkową (Ebrahimi et al. 2017). W wyniku zastosowanego treningu i przeprowadzonych po nim pomiarów powstały 3 artykuły naukowe.

W pierwszym eksperymencie¹ porównano wyniki badań 26 osób po 60 roku życia, wykonane przed postępowaniem usprawniającym i po 3 miesiącach usprawniania. Do scharakteryzowania stabilności posturalnej wykorzystano platformę FDM ZEBRIS. Analizowanymi parametrami dla prób stania obunóż były: długość ścieżki stabilogramu (CoP), pole powierzchni stabilogramu oraz czas stania na jednej kończynie. Zaobserwowano zmiany analizowanych parametrów w kierunku poprawy równowagi ciała. Znamienne statystycznie różnice stwierdzono w przypadku rozmiaru

¹ **Wiszomirska I**, Kaczmarczyk K, Ilnicka L, Słoń M, Frysztak A, Marciniak T. (2010) Wpływ treningu stymulującego układ przedsionkowy na poprawę równowagi ciała osób starszych. *Postępy Rehabilitacji*, 24(4), 5-10.

pola powierzchni stabilogramu bez kontroli wzrokowej oraz czasu stania na kończynie prawej. Ponadto, w ankiecie przeprowadzonej po ukończeniu cyklu treningowego, jego uczestnicy wypowiedzieli się pozytywnie o skutkach eksperymentu, wymieniając najczęściej poprawę równowagi ciała i sprawności ogólnej. Po ukończeniu pierwszego cyklu treningowego większość uczestników badań zostało zakwalifikowanych do bardziej intensywnych zajęć. Można, zatem stwierdzić, że ćwiczenia stymulujące układ przedsionkowy powinny być włączone we wszystkie działania usprawniające osoby starsze w celu prewencji zmian inwolucyjnych prowadzących do zaburzeń równowagi ciała. Udowodniony eksperymentalnie pozytywny efekt treningu stymulacyjnego wdrożono do postępowania w zajęcia ruchowe Uniwersytetu Trzeciego Wieku AWF Warszawa, na co uzyskano tak zwane *potwierdzenie aplikacji produktu*.

W kolejnym artykule² opisano wyniki eksperymentu zmierzającego do porównania efektów treningu stymulującego układ przedsionkowy z tradycyjnym treningiem równowagi, wśród dwóch grup po 60 roku życia liczących po 20 osób w każdej. Przed i po 3 miesiącach treningu wykonano przy użyciu platformy FDM ZEBRIS stabilometrię. Analizowanymi parametrami były: pole powierzchni stabilogramu i jego promień elipsy we wszystkich płaszczyznach, długość całkowita stabilogramu oraz wskaźnik kontroli wzrokowej, który agreguje pole powierzchni przy oczach otwartych i zamkniętych. Porównanie wyników badań wskazywało na znamienne statystycznie różnice w przypadku rozmiaru pola powierzchni stabilogramu i jego promieni bez kontroli wzrokowej w grupie poddanej treningowi stymulującemu układ przedsionkowy. Nie zaobserwowano żadnych istotnych zmian w wynikach stabilności posturalnej w grupie kontrolnej, która ćwiczyła według zasad treningu tradycyjnego z elementami równowagi. Zastosowanie autorskiego treningu poprawia stabilność posturalną i wydaje się być lepszą formą w zapobieganiu wzrastającej liczbie upadków zwłaszcza wśród osób starszych.

W trzeciej publikacji³ opisano wyniki stymulacji układu przedsionkowego u osób z dysfunkcją narządu wzroku (DNW). Badana grupa obejmowała 32 osoby z całkowitym lub częściowym uszkodzeniem zmysłu wzroku. Do grupy referencyjnej zakwalifikowano 42 zdrowe osoby. W tym eksperymencie zastosowano opracowaną i zwalidowaną własną metodę badania stabilności posturalnej przy użyciu platformy Balance System SD (BBS). Wykonano trzy protokoły

² **Wiszomirska I**, Kaczmarczyk K, Błażkiewicz M, Wit A. (2015) The impact of a vestibular-stimulating exercise regimen on postural stability in women over 60. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 13(2), 72-78.

³ **Wiszomirska I**, Kaczmarczyk K, Błażkiewicz M, Wit A. (2015) The Impact of a Vestibular-Stimulating Exercise Regime on Postural Stability in People with Visual Impairment. *BioMed Research International*. <http://www.hindawi.com/journals/bmri/aa/136969/>.

na platformie BBS składające się z 3 prób po 20 sekund każda z 10 sekundową przerwą między próbami. Przeprowadzono następujące testy w warunkach oczu zamkniętych: Postural Stability Test (PST) przy ustawieniu nieruchomym platformy, przy 8 poziomie niestabilności platformy oraz Fall Risk Test (FRT), w którym zmieniała się niestabilność platformy z poziomu 12 do 6. Do analizy statystycznej wykorzystane zostały indeksy stabilności: ogólny (OSI), przednio-tylny (APSI), boczny (MLSI) oraz ryzyka upadków (FRI). W badaniach wyjściowych stwierdzono istotnie gorsze wyniki stabilności posturalnej osób z dysfunkcją narządu wzroku w większości badanych parametrów, przy czym różnice między grupami były szczególnie duże w przypadku testów na niestabilnym podłożu. Po eksperymencie zaobserwowano podobne wyniki testów stabilometrycznych w obu grupach przy oczach zamkniętych, natomiast w próbach wykonywanych w warunkach kontroli wzrokowej w grupie osób zdrowych wyniki były lepsze niż u osób z uszkodzeniem zmysłu wzroku. Grupa badana uzyskała poprawę równowagi ocenianą ogólnym indeksem stabilności, natomiast indeksy przednio-tylny i przyśrodkowo-boczny nie zawsze różniły się istotnie od danych wyjściowych, choć zauważono ich obniżenie w wartościach średnich. Najbardziej cenny wskaźnik ryzyka upadków (FRI) poprawił się u badanych kobiet z $2,83 \pm 0,45$ na $2,37 \pm 0,45$ przy Effect Size 1,02, a $p = 0,029$, natomiast u mężczyzn z $3,35 \pm 0,72$ na $2,71 \pm 0,65$ przy Effect Size 0,93, $p = 0,002$. Wykazano, że odpowiednim prostym treningiem można poprawić równowagę osób z dysfunkcją narządu wzroku, jednak brak impulsów świetlnych u tych osób nie może być w pełni zastąpiony uaktywnieniem innych receptorów lub dróg nerwowych. Stymulacja układu przedsionkowego, który odgrywa ważną rolę w odbiorze impulsów nerwowych związanych z równowagą ciała, gdy inne źródła informacji są osłabione lub nieobecne poprawia stabilność posturalną jednak dysfunkcja wzroku od urodzenia nie może być w pełni skompensowana przez uaktywnienie innych szlaków nerwowych.

Zastosowanie powyższych eksperymentów pozwoliło obiektywnie wskazać progres stabilności posturalnej u osób starszych i z dysfunkcją narządu wzroku, co stanowi ważny krok w badaniach naukowych w zakresie planowania usprawniania osób w profilaktyce upadków. Prace te identyfikują zmiany równowagi pod wpływem stymulacji układu przedsionkowego ruchami głowy i ciała, który może służyć, jako podstawa postępowania fizjoterapeutycznego w poprawie stabilności posturalnej a tym samym może wpływać na prewencję upadków.

b) Wpływ specyficznych aktywności ruchowych na poprawę stabilności posturalnej

Starzenie się społeczeństwa jest nieodłączną częścią życia. Ludzie żyją dłużej, a jednocześnie dążą do utrzymania możliwie wysokiej jakości życia i niezależności. Trening stymulujący układ przedsionkowy to interwencja, która jest prostą formą usprawniania. Kolejnym możliwym do wprowadzenia założeniem było zastosowanie intensywniejszego treningu funkcjonalnego w celu utrzymania odpowiedniej masy mięśniowej oraz siły w grupie osób starszych. Trening ten z odpowiednio dobranym obciążeniem, w praktyce okazał się bezpieczną oraz efektywną formą ćwiczeń dla osób nawet w bardzo zaawansowanym wieku (Evans 1999). Na jego podstawie opracowano program treningowy, który był zintegrowanym wielopłaszczyznowym działaniem wymagającym przyśpieszania, hamowania, i stabilizacji segmentów ciała.

Ocena efektów tego treningu wchodzi w cykl⁴ prac jednotematycznego dorobku. Znamienne statystycznie różnice stwierdzono w wynikach badania Postural Stability Test (PST) w statyce bez kontroli wzrokowej i Testu Ryzyka Upadków (z wartości $2,2 \pm 0,869$ na $1,88 \pm 0,63$ $p=0,044$). Ponadto, w komponentach ciała w badanej grupie zauważa się istotne statystycznie obniżenie masy ciała o 1,16kg oraz związany z nim spadek wskaźnika BMI o 0,35. Zawartość tkanki tłuszczowej została zredukowana istotnie statystycznie o ok. 1,26%. Test kolejności par Wilcoxon stwierdził także istotne statystyczne ($p < 0,0001$) różnice w zawartości tkanki mięśniowej. Pozytywne skutki treningu u 30 osób po 60 roku życia przejawiały się między innymi: i) znamionym przyrostem tkanki mięśniowej, ii) obniżeniem masy ciała i zawartości tkanki tłuszczowej, a co najważniejsze, iii) wzrostem istotnym statystycznie poziomu kontroli równowagi w protokole badań ryzyka upadków, weryfikowanym na platformie BBS o zmiennym niestabilnym podłożu.

Podsumowując, trening funkcjonalny jest kolejną po dynamicznej stymulacji układu przedsionkowego, bardziej intensywną formą aktywności fizycznej zalecaną i potwierdzoną obiektywnie w osiągnięciach własnych dla starzejącego się społeczeństwa.

Problemem bezpośrednio wiążącym się z poprawą stabilności posturalnej w prewencji upadków jest też profilaktyka urazów w sporcie. Pracą uzupełniającą cykl jednotematyczny osiągnięcia naukowego jest artykuł oceniający wpływ treningu sensomotorycznego na stabilność posturalną i progres zdolności motorycznych koszykarz⁵. Dla zawodnika wysokiej klasy sportowej, niezbędna jest dobra kontrola równowagi. W koszykówce deficyt stabilności wynikający z zaburzeń

⁴ **Wiszomirska I**, Krynicki B., Kaczmarczyk K., Gajewski J. (2015) The impact of functional training on postural stability and body composition in women over 60. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(6), 654-62

⁵ **Wiszomirska I**, Bender N, Patej M, Błazkiewicz M. (2017) The impact of sensorimotor training on postural stability and motor skills of basketball players in the prevention of injuries. *Med Sport*;70(4), 354-64.

wskaźników funkcjonalnych stanowi istotny czynnik ryzyka urazu. W czasie meczu lub treningu, środek ciężkości zawodnika bez przerwy zmienia swoje położenie, ponieważ nieustannie przyjmuje on nowe pozycje ze zmienną prędkością ruchu i dynamicznymi zmianami kierunków. Także powtarzające się lądowania na podłoże bez kontroli wzroku, czasami na stopę innego gracza, niespodziewane zatrzymania lub zderzenia z przeciwnikiem mogą powodować upadki a tym samym urazy. Koszykówka jest dyscypliną wysokiego ryzyka kontuzji, dlatego strategie prewencyjne są uzasadnione już we wczesnym kontakcie z wyczynowym sportem. W przeprowadzonym eksperymencie badaniom poddano 28 systematycznie trenujących koszykarzy, których podzielono na dwie grupy. Grupa pierwsza liczyła 18 zawodników, których poddano treningowi sensomotorycznemu; grupa druga obejmowała 10 graczy nie uczestniczących w treningu sensomotorycznym. W metodyce badania zostały uwzględnione następujące testy: Postural Stability Test (PST) przy poziomie 8 niestabilności platformy w warunkach oczu otwartych i zamkniętych, oraz test Fall Risk Test (FRT), w którym zmienia się niestabilność platformy z poziomu 6 do 2 w warunkach oczu otwartych i 12-6 przy oczach zamkniętych. Istotnym elementem, na którym skupiono się podczas tworzenia programu treningowego, było oparcie schematu poszczególnych jego części na specyfice tej dyscypliny. Wykorzystano ćwiczenia, mające na celu zwiększenia stabilności stawów narażonych na urazy w czasie intensywnej gry (stawy skokowe, staw kolanowy) oraz mobilności stawów, od których ruchomości zależy skuteczność rzutów i podań (staw ramienny, obręcz barkowa). Możliwość wystąpienia urazu znamiennie wzrasta, gdy zaburzona jest kontrola równowagi i sensomotoryka ciała. Przejawia się to między innymi w opóźnieniach reakcji mięśni kończyn dolnych podczas kompensacji nieprzewidzianych zaburzeń zewnętrznych. Deficyty siły mięśniowej mogą spowodować brak koordynacji skurczów mięśni stabilizujących stawy skokowe lub kolanowy, powodując zmniejszenie stabilizacji stawów, podczas działań dynamicznych w dużym obciążeniu. Konsekwencją tych dysfunkcji jest zwiększone ryzyko kontuzji. Dlatego jednym z celów badania było sprawdzenie, czy trening czucia głębokiego poprawia parametry stabilności posturalnej zawodników. Uzyskano pozytywne wyniki, obserwując istotność statystyczną w średnich różnicach wyników prób badania pierwszego i drugiego grupy badanej w protokole stabilności posturalnej w OSI, APSI, MLSI z oczami otwartymi oraz OSI i APSI z oczami zamkniętymi, natomiast nie wykryto znamienych różnic w badaniu pierwszym i drugim u koszykarzy w grupie kontrolnej. Otrzymane dane potwierdzają zatem, że trening sensomotoryczny pozytywnie wpływa na kształtowanie stabilności posturalnej. Zastosowany trening wpłynął na poprawę stabilności

posturalnej i progres zdolności motorycznych zawodników uprawiających koszykówkę. Jest to kolejny eksperyment, w którym potwierdzono progres stabilności posturalnej po wprowadzeniu treningu sensomotorycznego u sportowców w profilaktyce urazów.

Podsumowanie osiągnięcia naukowego przedstawionego jako jednotematyczny cykl prac naukowych opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora nauk o kulturze fizycznej:

- Potwierdzono eksperymentalnie wpływ specyficznych treningów, to jest: treningu stymulującego układ przedsionkowy u osób starszych i z dysfunkcją zmysłu wzroku, treningu funkcjonalnego u seniorów oraz treningu sensomotorycznego w grupie zawodników uprawiających koszykówkę na stabilność posturalną.
- Udowodniono, że specyficzny trening stymulujący układ przedsionkowy jest dobrą metodą zachęcania do aktywności fizycznej oraz prewencji upadków u seniorów i osób z dysfunkcją narządu wzroku.
- W celu spowolnienia zmian inwolucyjnych prowadzących do zaburzeń równowagi ciała, ćwiczenia stymulujące układ przedsionkowy powinny być włączone we wszystkie działania usprawniające osoby starsze ze względu na zagrożenie upadkami.
- Udowodniono, że u osób starszych nie tylko możemy hamować procesy inwolucyjne, ale też istnieje możliwość poprawy stanu funkcjonalnego czy przyrostu tkanki mięśniowej a co najważniejsze wzrostu istotnego statystycznie poziomu kontroli równowagi w protokole badań ryzyka upadków dzięki treningowi oporowemu.
- Możliwe jest ograniczenie licznych kontuzji czy urazów wśród koszykarzy poprzez wprowadzenie systematycznego treningu sensomotorycznego oraz okresowej oceny poziomu wzorców ruchowych zawodników.

4.3.2.3. Wartości parametrów stabilności posturalnej u przedstawicieli wybranych populacji osób zdrowych i z niepełnosprawnością

a) Zmiany stabilności posturalnej w aspekcie wieku i niepełnosprawności

Jednym z celów badań, których wyniki przedstawiono w ramach jednotematycznego cyklu publikacji naukowych było między innymi poznanie roli przypisywanej zmianom inwolucyjnym i wejściom sensorycznym a także poznanie znaczenia wpływu cech somatycznych i sprawności motorycznej na stabilność posturalną. Czynniki ryzyka upadków można podzielić na: wewnętrzne,

rozumiane, jako fizjologiczne zmiany w funkcjonowaniu systemu kontroli posturalnej oraz zewnętrzne; wynikające ze środowiska (Milat et al. 2011).

W zakresie zainteresowań własnych były obserwacje wpływu czynników wewnętrznych na zaburzenia równowagi, które są związane z involucją wielosensoryczną u seniorów lub też u osób z dysfunkcją narządu wzroku i słuchu, czyli konsekwencji życia w deprivacji sensorycznej. W tym celu oceniano różnice wyników stabilometrycznych w dynamice i statyce u kobiet młodszych, starszych i kobiet niewidomych⁶. Badania przeprowadzono na 83 kobietach zgodnie z opracowaną i zwalidowaną metodą badawczą przy użyciu dwóch platform: AccuSway ze stabilnym podłożem oraz Balance System SD (BBS) ze stabilnym i niestabilnym podłożem. Odnotowano istotne statystycznie różnice pomiędzy grupą osób młodszych a grupą osób starszych w wynikach parametrów z platformy AccuSway (statycznej) badanych z kontrolą wzrokową tylko w polu powierzchni stabilogramu oraz w maksymalnych wychyleniach na boki. Zaobserwowano znamienne różnice we wszystkich ocenianych próbach, wykonywanych na platformie BBS (dynamicznej). Największe różnice wykryto w eksperymentach z niestabilnym podłożem. Najlepsze wyniki długości CoP w warunkach oczu zamkniętych w statyce osiągnęły osoby z dysfunkcją narządu wzroku, najsłabsze kobiety po 60 r. ż.. Natomiast w badaniu na niestabilnym podłożu bez kontroli wzrokowej osoby starsze nie wykonały zadania, a kobiety z dysfunkcją narządu wzroku osiągnęły istotnie gorsze rezultaty od grupy osób normalnie widzących. Podsumowując należy stwierdzić, że większe zaangażowanie systemu kontroli równowagi obserwuje się w badaniach dynamicznych, które wydają się być bardziej odpowiednie i mogą wcześniej wykrywać zaburzenia niż badania w statyce. Szczególnie przydatne wydają się protokoły badań ze zmiennym ustawieniem niestabilności platformy. Protokoły ryzyka upadków przy zmiennej niestabilności platformy najbardziej różnicują badanych.

Kolejnym obszarem eksploracji naukowej była próba określenia związków między parametrami stabilności posturalnej a sprawnością motoryczną osób z dysfunkcją narządu słuchu (DNS)⁷. Na podstawie wykonanych badań w grupie 42 osób z DNS obliczono korelację wyników stabilometrii na platformie AccuSway oraz na platformie Balance System SD i sprawności fizycznej ocenionej za pomocą baterii Testu Eurofit. Przeprowadzone badania nie wykazały zależności między parametrami stabilności posturalnej a większością wyników testu sprawności motorycznej w badanych grupach osób z DNS. Badania ujawniły istotne statystycznie oczekiwane

⁶ **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.

⁷ Zdrodowska A, **Wiszomirska I**, Kosmol A. (2015) Postural stability and motor performance of people with hearing impairment. *Advances in Rehabilitation* 29 (4):11-17.

korelacje w obu grupach (kobiet i mężczyzn z DNS) pomiędzy indeksem stabilności dla testu ryzyka upadków a wynikami testu Flaminga oraz pomiędzy drogą CoP w warunkach oczu otwartych a wynikami testu Flaminga. Siła związku omawianych korelacji była wysoka o kierunku dodatnim. Potwierdzono, iż wyniki stabilometrii nie wykazują związku z innymi zdolnościami motorycznymi ocenianymi testem Eurofit za wyjątkiem testu Flaminga, który jest dedykowany ocenie stabilności funkcjonalnej. Zaobserwowano, że stabilność posturalna jest oddzielną skomplikowaną zdolnością, na którą nie mają dużego wpływu pojedyncze zdolności motoryczne.

Uzupełnieniem powyższej analizy są kolejne badania poszukujące współzależności wyników równowagi a cechami somatycznymi osób z dysfunkcją narządu słuchu. Badano związek między parametrami stabilności posturalnej a cechami antropometrycznymi⁸. W badaniach wzięły udział 42 osoby z dysfunkcją narządu słuchu (DNS), oraz 86 badanych bez ubytków słuchu na platformie AccuSway ze stabilnym podłożem w staniu obunóż (30s) z oczami otwartymi (OO) bez sprzężenia zwrotnego i oczami zamkniętymi (OZ) oraz na platformie Balance System SD. W badaniach związku stabilności posturalnej z budową ciała osób z DNS: nie potwierdzono wpływu wysokości ciała na stabilność posturalną, nie potwierdzono wpływu jednego czynnika w grupach osób z DNS, który by wyjaśniał wpływ budowy ciała na zróżnicowanie wyników stabilności posturalnej. Wykazano większy wpływ parametrów somatycznych na stabilność posturalną w grupie mężczyzn z DNS. Uogólniając otrzymane wyniki i ich analizę można wnioskować, że im większa masa ciała tym potrzeba większego zaangażowania mocy układu mięśniowego, aby utrzymać równowagę. Dodatkowo duży wpływ układu mięśniowego na stabilność w warunkach dynamiki u mężczyzn z DNS potwierdza w tej grupie ujemna korelacja procentowej zawartości mięśni z FRI świadcząca o tym, iż im większa masa mięśni tym mniejszy wskaźnik ryzyka upadków a więc lepsza stabilność.

Dalsze rozważania nad zmianami stabilności posturalnej u osób z niepełnosprawnością to badania oceniające poziom wybranych wskaźników równowagi statycznej zawodników z dysfunkcją narządu wzroku (DNW) uprawiających goalball⁹. Goalball jest jedną z zespołowych gier sportowych uprawianych tylko przez osoby z DNW. Gra rozgrywana jest pomiędzy dwiema drużynami a jej celem jest wrzucenie przez drużynę atakującą piłki tak, aby przekroczyła linię

⁸ Zdrodowska A, **Wiszomirska I**, Kaczmarczyk K, Kosmol A. (2018) Effects of anthropometric factors on postural stability in individuals with hearing impairment. 20(1), 109-115.

⁹ Bednarczuk G, Molik B, Morgulec-Adamowicz N, Kosmol A, **Wiszomirska I**, Rutkowska I, Perkowski K. (2017) Static balance of visually impaired paralympic goalball players. International Journal of Sports Science & Coaching 12(5), 611-617.

bramkową drużyny broniącej. Wszyscy zawodnicy grają z zasłoniętymi oczami. Lokalizację piłki podczas gry umożliwiają umieszczone w niej dzwonki. Specyfika gry wymaga od zawodników doskonałej orientacji przestrzennej, lokalizacji źródła dźwięku i dobrego przygotowania motorycznego. Celem badań była ocena poziomu wybranych wskaźników równowagi statycznej zawodników z DNW uprawiających goalball w odniesieniu do stopnia niepełnosprawności, stażu treningowego, wielkości obciążeń treningowych, poziomu sportowego oraz wskaźników antropometrycznych. Grupa badana składała się z 42 mężczyzn i 23 kobiet, biorących udział w paraolimpijskim turnieju goalballa w Londynie w 2012 roku. Do oceny poziomu równowagi statycznej wykorzystano platformę stabilograficzną AccuSway. Uzyskane wyniki z badań przeprowadzonych w warunkach statycznych nie różnicowały istotnie statystycznie badanych pod względem płci, wieku, wskaźników antropometrycznych, czasu i stopnia niepełnosprawności. Wszyscy badani to uczestnicy Igrzysk Paraolimpijskich, najważniejszej imprezy w sporcie niepełnosprawnych. Biorąc to pod uwagę można założyć, iż poziom ich przygotowania motorycznego (w tym koordynacyjnego) był na najwyższym poziomie. Okazało się, że stopień dysfunkcji narządu wzroku (DNW) nie różnicuje istotnie zawodników prezentujących najwyższy poziom sportowy. Może to wynikać z faktu, iż w goalballu wszyscy zawodnicy bez względu na stopień dysfunkcji, grają z zasłoniętymi oczami. Istotne różnice zaobserwowano pomiędzy zawodnikami drużyn grających w rundzie eliminacyjnej i finałowej. Zaobserwowano jednak, że mniej zawodników jest w stanie wykonać pełny test stania na jednej kończynie z oczami zamkniętymi niż z otwartymi. Może to świadczyć o znaczeniu, nawet szczerkowo zachowanej, funkcji zmysłu wzroku dla poziomu równowagi statycznej. Kontynuacją kierunku badań podejmowanych w ramach omawianej problematyki były badania określające stabilność osób z dysfunkcją narządu wzroku (DNW) uprawiających dyscypliny sportu oparte na nawykach otwartych i zamkniętych¹⁰. W badaniach wzięło udział 37 goalbalistów i 20 zawodników uprawiających strzelectwo pneumatyczne. Przeprowadzone badania dotyczą zawodników uprawiających dwie różne pod względem struktury ruchu dyscypliny sportu. Badani to osoby ze stwierdzoną dysfunkcją narządu wzroku co w kontekście podjętego problemu (poziom równowagi statycznej, platforma AccuSway) może mieć istotne znaczenie. Ponadto, jest to jedno z nielicznych opracowań dotyczących poziomu równowagi osób DNW uprawiających sport. Biorąc pod uwagę złożoność omawianego zagadnienia na podstawie przeprowadzonych badań można wysnuć kilka

¹⁰ Bednarczyk G, **Wiszomirska I**, Marszałek J, Rutkowska I, Skowroński W. (2017) Static balance of visually impaired athletes in open and closed skill sports. Polish Journal of Sport and Tourism 24 (1), 10-14.



wniosków. Poziom równowagi statycznej nie różnicuje osób z uszkodzonym narządem wzroku uprawiających sport ze względu na stopień i czas dysfunkcji, co może świadczyć o możliwościach do uzyskiwania wysokiego jej poziomu nawet przez osoby niewidome od urodzenia. Warunkiem jest jednak prawidłowo dobrany program interwencyjny, np. uprawianie sportu. Wyniki mogą być również pośrednim dowodem na zależność pomiędzy podejmowaniem aktywności fizycznej a poziomem równowagi statycznej osób z tym rodzajem niepełnosprawności. Niższy poziom równowagi strzelców w porównaniu do goalbalistów może świadczyć o specyfice uprawianej dyscypliny sportu. Wyniki te mogą również stanowić przesłankę do tworzenia programów treningowych w obu dyscyplinach. Wydaje się być zasadnym uwzględnienie ćwiczeń równoważnych zarówno w treningu dyscyplin o otwartych jak i zamkniętych nawykach ruchowych z uwzględnieniem specyfiki uprawianej dyscypliny sportu. Dalszy kierunek badań prowadzonych w tym obszarze powinien uwzględnić ocenę poziomu równowagi dynamicznej np. na niestabilnym podłożu.

b) Strategie zachowania postawy w warunkach niestabilności

W badaniach własnych znajdują się także publikacje związane ze specyficznym zagadnieniem a mianowicie z rozpoznaniem warunków stabilnej postawy w kontekście strategii przeciwdziałania upadkom. Mimo, że samo zjawisko aktywności mięśniowej w pionowej pozycji ciała jest już dość dobrze znane, nadal dąży się do zgłębienia wiedzy między innymi na temat koordynacji nerwowo-mięśniowej w sytuacji zagrożenia upadkiem podczas potknięcia czy poślizgnięcia (Lipshits and Kazennikov 2008). Podjęta analiza sygnału elektromiografii powierzchniowej (sEMG) może stanowić ważne ogniwo w wyjaśnieniu uwarunkowań aktywności bioelektrycznej mięśni w sytuacji działania czynników destabilizujących¹¹. W badaniach odbyła się rejestracja aktywności bioelektrycznej 8 mięśni kończyny dolnej dominującej podczas badania osób seria 3 testów stabilności posturalnej na platformie Balance System SD. Materiał badany stanowiło 14 zdrowych osób. Podczas testów rejestrowano pobudzenie bioelektryczne mięśni za pomocą elektromiografii powierzchniowej (sEMG) z następujących mięśni: prosty uda, obszerny przyśrodkowy, obszerny boczny, naprężacz powięzi szerokiej, dwugłowy uda (głowa długa), brzuchaty łydki (głowa przyśrodkowa), strzałkowy długi, piszczelowy przedni. Analizowanym parametrem była szczytowa wartość amplitudy sygnału (*peak value*). Szczytowa wartość amplitudy sygnału sEMG mięśni znacznie wzrasta, gdy osoby badane wykonują testy na niestabilnym podłożu, a jeszcze bardziej

¹¹ Wiszomirska I, Błażkiewicz M, Kaczmarczyk K, Wit A. (2014) Aktywność bioelektryczna mięśni kończyn dolnych w utrzymywaniu pozycji pionowej ciała człowieka. Zeszyty Naukowe Almamere, 2(71), 55-67.

rośnie, gdy badani wykonują te zadania z zamkniętymi oczami. W teście na stabilnej platformie najbardziej pobudzonymi mięśniami były: dwugłowy uda, brzuchaty łydki i obszerny boczny. Gdy badani wykonują testy z zamkniętymi oczami w warunkach największej niestabilności platformy, bardzo wysokie wartości osiągają mięśnie: obszerny przyśrodkowy, piszczelowy przedni i brzuchaty łydki. Szczytowa wartość amplitudy sygnału sEMG mięśni znacznie wzrasta, gdy osoby badane wykonują testy na niestabilnym podłożu, a jeszcze bardziej rośnie, gdy badani wykonują te zadania z oczami zamkniętymi. Analiza procentowego udziału aktywności mięśni wykazała jednak, że między testem z kontrolą wzrokową i bez niej pobudzenie to nie zmienia się istotnie.

Bardziej zaawansowaną kontynuacją tego kierunku badań było określenie parametrów opisujących strategię ruchu dla równowagi i reakcji człowieka, jeśli równowaga zostanie utracona w wyniku niestabilności¹². Aby opisać parametry kinematyczne wychyleń i stabilność posturalną użyto systemu Vicon i platformy Balance System SD (BBS). Badaniu poddano 20 osób stojących na najwyższym poziomie ruchomej platformy BBS przez 20 sekund. Z 20 osób 9 upadło, w tym, 5 badanych upadło do tyłu a 4 na bok. W celu określenia strategii stosowanej do utrzymania postawy stojącej na niestabilnej platformie, ruch został podzielony na cztery strefy: I, II, III i IV. Wyniki sugerują, że strategia aktywacji mięśni działających na stawy skokowe dominuje w strefie I, to jest dla kątów w stawie od -5° do 5° wtedy, kiedy wychylenia ciała są niewielkie. Natomiast strefa IV, wskazuje na strategię stawu biodrowego. W tej strefie przesunięcia CoM były wysokie, wtedy mamy do czynienia z bardzo wysokim ryzykiem upadku. Te wyniki sugerują, że ruchy segmentów ciała podczas upadków, nie są losowe i nieprzewidywalne, obejmują powtarzalną serię odpowiedzi, które ułatwiają bezpieczne lądowanie. Aby zapobiegać upadkom konieczna jest dobra stabilizacja miednicy i stawów biodrowych, ponieważ te części ciała wydają się być najbardziej czułe na wychylenia, a tym samym ich duże przemieszczenia są zagrożeniem upadku. W związku z tym, że odpowiedź na niestabilność postawy zmienia się wraz z wiekiem i następuje przejście od strategii stawu skokowego do biodrowego większe u starszych niż u młodych dorosłych (Afschrift et al. 2018), badania potwierdzają ważność stabilizacji miednicy i jej kontroli w zapobieganiu upadkom.

¹² Błażkiewicz M, Wiszomirska I, Kaczmarczyk K, Wit A. (2018) Types of falls and strategies for maintaining stability on unstable surface, *Medycyna pracy*, 69 (3), 1-8.



Podsumowując wkład własny do wiedzy o stabilności posturalnej u przedstawicieli wybranych populacji osób zdrowych i osób z niepełnosprawnością można ująć następująco:

- Znaczące różnice w stabilności posturalnej zaobserwowano w badaniach dynamicznych i w warunkach bez kontroli wzroku.
- Parametry równowagi nie wykazały związku z innymi zdolnościami motorycznymi ocenianymi testem Eurofit za wyjątkiem testu Flaminga, który jest dedykowany ocenie równowagi funkcjonalnej.
- Większa masa ciała i zawartość tkanki tłuszczowej oraz wyższy wskaźnik BMI wiąże się z lepszą równowagą w warunkach statyki, a gorszą w warunkach dynamiki
- Rozbudowana masa mięśniowa łączy się z lepszą stabilnością w warunkach dynamiki, a gorszą w warunkach statyki.
- Stabilność posturalna jest oddzielną skomplikowaną zdolnością, na którą nie mają dużego wpływu poszczególne cechy somatyczne i zdolności motoryczne oraz poziom zaawansowania sportowego w ocenie statycznej.
- Na stabilność posturalną ograniczony wpływ mają cechy somatyczne oraz poziom zaawansowania sportowego w ocenie statycznej.
- Większe zaangażowanie systemu kontroli równowagi obserwuje się w badaniach dynamicznych, które wydają się być bardziej czułe i jako bardziej swoiste mogą wcześniej wykrywać zaburzenia niż badania w statyce.
- Szczególnie przydatne wydają się protokoły ryzyka upadków ze zmiennym ustawieniem platformy lub dodatkowo badania bez kontroli wzrokowej, które najbardziej różnicują badanych.
- Szczytowa wartość amplitudy sygnału sEMG mięśni znacznie wzrasta, gdy osoby badane wykonują testy na niestabilnym podłożu, a jeszcze bardziej rośnie, gdy badani wykonują te zadania z oczami zamkniętymi.
- Zaproponowana analiza procentowego udziału aktywności mięśni stanowi ważne źródło informacji w planowaniu strategii kompensacyjnych.
- Ruchy segmentów ciała podczas upadków, nie są losowe i nieprzewidywalne, obejmują powtarzalną serię odpowiedzi, które ułatwiają bezpieczne lądowanie.
- Potwierdzono ważność stabilizacji miednicy i jej kontroli w zapobieganiu upadkom.

Literatura

1. Afschrift, M., F. De Groot, S. Verschueren, and I. Jonkers. 2018. Increased sensory noise and not muscle weakness explains changes in non-stepping postural responses following stance perturbations in healthy elderly. *Gait Posture* 59: 122-127.
2. Alshammari, S. A., A. M. Alhassan, M. A. Aldawsari, F. O. Bazuhair, F. K. Alotaibi, A. A. Aldakhil, and F. W. Abdulfattah. 2018. Falls among elderly and its relation with their health problems and surrounding environmental factors in Riyadh. *J Family Community Med* 25 (1):29-34.
3. Brauer, S. G., M. Woollacott, and A. Shumway-Cook. 2001. The interacting effects of cognitive demand and recovery of postural stability in balance-impaired elderly persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 56 (8): 489-496.
4. Ebrahimi, A. A., A. A. Jamshidi, G. Movallali, M. Rahgozar, and H. A. Haghgoo. 2017. The Effect of Vestibular Rehabilitation Therapy Program on Sensory Organization of Deaf Children With Bilateral Vestibular Dysfunction. *Acta Med Iran* 55 (11):683-689.
5. Evans, W. J. 1999. Exercise training guidelines for the elderly. *Med Sci Sports Exerc* 31 (1):12-17.
6. Lipshits, M. I., and O. V. Kazennikov. 2008. [The role of proprioceptive information in programming of anticipatory postural components of voluntary movements]. *Fiziol Cheloveka* 34 (1):82-88.
7. Milat, A. J., W. L. Watson, C. Monger, M. Barr, M. Giffin, and M. Reid. 2011. Prevalence, circumstances and consequences of falls among community-dwelling older people: results of the 2009 NSW Falls Prevention Baseline Survey. *N S W Public Health Bull* 22 (3-4):43-48.
8. Mraz, M., M. Curzytek, M. A. Mraz, W. Gawron, L. Czerwosz, and T. Skolimowski. 2007. Body balance in patients with systemic vertigo after rehabilitation exercise. *J Physiol Pharmacol* 58 Suppl 5 : 427-436.
9. red. Mossakowska, M., A. Więcek, A. Błędowski, roz., A. Skalska, A. Wizner, K. Klich-Rączka, T. Piotrowicz, and T. Grodzicki. 2012. Aspekty medyczne, psychologiczne, socjologiczne i ekonomiczne starzenia się ludzi w Polsce; Tytuł rozdziału; Upadki i ich następstwa w populacji osób starszych w Polsce. . *Termedia Wydawnictwo Medyczne*, 12 (15): 275-294.
10. Shumway-Cook, A., M. Woollacott, K. A. Kerns, and M. Baldwin. 1997. The effects of two types of cognitive tasks on postural stability in older adults with and without a history of falls. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 52 (4): 232-240.
11. Tomita, Y., K. Arima, R. Tsujimoto, S. Y. Kawashiri, T. Nishimura, S. Mizukami, T. Okabe, N. Tanaka, Y. Honda, K. Izutsu, N. Yamamoto, I. Ohmachi, M. Kanagae, Y. Abe, and K. Aoyagi. 2018. Prevalence of fear of falling and associated factors among Japanese community-dwelling older adults. *Medicine (Baltimore)* 97 (4): 9721.

5. Krótka charakterystyka pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Na pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze składają się publikacje z zakresu:

- Stabilności posturalnej (pkt 5.1).
- Metod diagnostyki chodu ściśle związanego z równowagą (pkt 5.2).
- Diagnostyki fizjologicznej, głównie funkcji płuc (pkt 5.3).

W ocenie bibliometrycznej za pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze Habilitantka zgromadziła następujący dorobek: **IF = 11,7, MNiSW = 232**

5.1. Inne publikacje dotyczące stabilności posturalnej.

Jak wykazano wcześniej w punkcie 4 niniejszego autoreferatu, 12 artykułów na temat stabilności posturalnej przedstawiono jak jednotematyczny cykl dorobku naukowego. Natomiast 4 prace z zakresu oceny stabilności posturalnej ciała uczestników letnich i zimowych sportów przestrzennych zakwalifikowano do grupy publikacji składających się na pozostałe osiągnięcia. Są to następujące artykuły:

13. Staniszewski M, Zybko P, **Wiszomirska I.** (2016) Evaluation of laterality in the snowboard basic position. *Human Movement*, 17(2), 119-125.
MNiSW 14
14. Zybko P, Staniszewski M, **Wiszomirska I.** (2014) Analiza stabilności posturalnej w mikrocyklu treningowym w żeglarskim deskowym. *Wychowanie Fizyczne i Sport*. 58(4), 139-148.
MNiSW 3
15. Staniszewski M, Zybko P, **Wiszomirska I.** (2016) Influence of a nine-day alpine ski training programme on the postural stability of people with different levels of skills. *Biomedical Human Kinetics*, 8(1), 24-31.
MNiSW 9
16. Staniszewski M, Zybko P, **Wiszomirska I.** (2017) Evaluation of changes in the parameters of body stability in the participants of a nine-day snowboarding course. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 24(2), 97-101.
MNiSW 14

W pierwszej pracy¹³ podjęta została próba znalezienia zależności pomiędzy stronnością w jeździe na desce, a stronnością przy wykonywaniu innych czynności wymagających wyboru w działaniu kończyny dolnej prawej lub lewej oraz ocena stabilności dynamicznej w pozycji stojąc

¹³ Staniszewski M, Zybko P, **Wiszomirska I.** (2016) Evaluation of laterality in the snowboard basic position. *Human Movement*, 17(2), 119-125.



przodem oraz stojąc prawym i lewym bokiem w pozycji snowboardowej. Wśród 100 osób jeżdżących na snowboardzie przeprowadzono ankietę dotyczącą lateralizacji w podstawowych czynnościach życiowych i sportowych oraz wykonano testy stabilności posturalnej na platformie Balance System SD. Badanych podzielono na 2 grupy: osoby jeżdżące na desce prawym lub lewym bokiem. Nie znaleziono istotnego związku pomiędzy kierunkiem stania na desce, a: ręką wiodącą (pisanie), kończyną odbijającą, kończyną kopiącą piłkę, okiem wiodącym ani kierunkiem obrotu podskokiem. Pomiarzy stabilności wykazały istotne statystyczne różnice pomiędzy pozycją stania na wprost, a pozycjami stojąc lewym i prawym bokiem. Odkryto, że właśnie to zwrócenie głowy powoduje, że następuje swoisty konflikt pomiędzy informacjami o pionowej postawie napływającymi z układu przedsionkowego i receptora wzrokowego, a informacjami z zespołu proprioceptorów znajdujących się w mięśniach posturalnych, torebkach stawowych i więzadłach.

Kolejne trzy prace dotyczą określenia wpływu dziewięciodniowych obozów szkoleniowych ze sportów wodnych i zimowych na zmiany parametrów stabilności ciała w zależności od poziomu zaawansowania uczestników. W pierwszym z tego zakresu artykule podjęte zostały zagadnienia stabilności posturalnej w trakcie obozu szkoleniowego w żeglarskim deskowym¹⁴. Wyniki analizy statystycznej pokazały brak istotnej zależności pomiędzy pływaniem na desce z żaglem, a stabilnością posturalną u osób badanych w warunkach statycznych na platformie AccuSway. Równowaga ciała w przeprowadzonych badaniach nie uległa znacznej poprawie ani pogorszeniu pod wpływem treningu żeglarsko-deskowego. Lateralizacja badanych osób jest istotną cechą warunkującą stabilność posturalną utrzymywaną na jednej kończynie. Boczne ustawienie na desce podczas jazdy determinuje poprawę wyników stabilności posturalnej w dynamice tylko dla takiej pozycji. Następną pracą związaną jest z narciarstwem zjazdowym, gdzie równowaga jest jednym z kluczowych elementów decydujących o skuteczności jazdy¹⁵. Celem tych badań było określenie w jakim stopniu kilkudniowy trening narciarski i stopień umiejętności technicznych wpływają na poziom stabilności posturalnej. Jazda na nartach wpłynęła korzystnie na stabilność posturalną jedynie w warunkach pomiarowych zbliżonych do tych w jakich ta stabilność była ćwiczona, czyli w pomiarach w butach narciarskich. Stwierdzono, że ograniczenie ruchomości w obrębie stawów skokowych istotnie wpływa na wywołane szkoleniem zmiany stabilności posturalnej zarówno osób początkujących jak i umiejących jeździć na nartach zjazdowych. Kolejny artykuł w tym zakresie

¹⁴ Zybko P, Staniszewski M, **Wiszomirska I.** (2014) Analiza stabilności posturalnej w mikrocyklu treningowym w żeglarskim deskowym. *Wychowanie Fizyczne i Sport*. 58 (4), 139-148.

¹⁵ Staniszewski M, Zybko P, **Wiszomirska I.** (2016) Influence of a nine-day alpine ski training programme on the postural stability of people with different levels of skills. *Biomedical Human Kinetics*, 8(1), 24-31.

zainteresowań dotyczy oceny wpływu kilkudniowej intensywnej jazdy na snowboardzie¹⁶ na zmiany parametrów stabilności mierzonych w warunkach statyki i dynamiki u osób o różnym poziomie umiejętności: osób początkujących oraz osób zaawansowanych technicznie. Potwierdzono, że jazda na snowboardzie, czyli ciągle przebywanie w warunkach chwiejnej równowagi, wpływa korzystnie na poprawę kontroli postawy ciała. Zaobserwowano także, że boczne ustawienie na desce w stosunku do kierunku jazdy, stanowi czynnik wyraźnie zakłócający naturalne mechanizmy kontroli postawy. Stanowi to istotne utrudnienie szczególnie dla osób początkujących, które w procesie nauczania snowboardu oprócz nabywania nowych umiejętności technicznych, muszą dodatkowo zaadaptować się do zmiennych warunków równowagi całego ciała.

Podsumowanie:

- Potwierdzono, że kierunek stania na desce snowboardowej, czyli deklarowanie tzw. „nogi wiodącej” jest kolejnym, niezależnym od innych, czynnikiem lateralizacji czynnościowej człowieka.
- Wykazano, że boczne ustawienie na desce z twarzą skierowaną w kierunku jazdy, stanowi istotne utrudnienie w utrzymywaniu stabilnej pozycji ciała.
- Poznano wpływ aktywności ruchowych w sportach przestrzennych (snowboard, narciarstwo zjazdowe, żeglarstwo, żeglarstwo deskowe) na parametry kontroli postawy ciała mierzonych na stabilnym i niestabilnym podłożu.
- Udowodniono wpływ noszenia butów narciarskich na osłabienie kompleksu stawów skokowych w procesie utrzymywania stabilnej postawy ciała, który jest ważnym sygnałem dla organizatorów szkolenia narciarskiego dzieci i młodzieży, do unikania w tym czasie dodatkowych aktywności ruchowych, które mogą obciążać staw skokowo-goleniowy i narazić na jego urazy.
- Rozpoznano specyfikę zmian stabilności ciała pod wpływem intensywnego szkolenia w omawianych dyscyplinach sportu oraz określono obszary i kierunki tych zmian pozwalających na zweryfikowanie programów nauczania tak, aby wprowadzane ćwiczenia równoważne skuteczniej przygotowywały do udziału w danej dyscyplinie.

¹⁶ Staniszewski M, Zybko P, Wiszomirska I. (2017) Evaluation of changes in the parameters of body stability in the participants of a nine-day snowboarding course. Polish Journal of Sport and Tourism, 24(2), 97-101.

5.2. Diagnostyka parametrów chodu w wybranych dysfunkcjach ruchu

W kolejnej grupie publikacji przedstawiono wyniki badań własnych nad wartościami parametrów opisujących chód osób z dysfunkcją w obrębie narządu ruchu kończyn dolnych. Do grupy tej zaliczono następujące artykuły:

17. Błażkiewicz M, **Wiszomirska I**, Wit A. (2014) Comparison of four methods of calculating the symmetry of spatial-temporal parameters of gait. Acta of Bioengineering and Biomechanics, (16)1, 29-35.
IF 0,894
MNiSW 15
18. Błażkiewicz M, **Wiszomirska I**, Wit A. (2014) A new method of determination of phases and symmetry in stand – to – sit – to – stand movement. International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health 27(4), 660–671.
IF 0,695
MNiSW 20
19. Kaczmarczyk K, **Wiszomirska I**, Wit A, Błażkiewicz M, Wychowański M. (2017) First signs of elderly gait in women. Medycyna Pracy. 68(4), 441-448.
IF 0,416
MNiSW 15
20. Błażkiewicz M, **Wiszomirska I**, Kaczmarczyk K, Wit A. (2017) Inter-individual similarities and variations in muscle forces acting on the ankle joint during gait, Gait and Posture, 58, 166-170.
IF 2,347
MNiSW 30
21. Błażkiewicz M, **Wiszomirska I**, Kaczmarczyk K, Brzuszkiewicz-Kuźmicka K, Wit A. (2017) Mechanisms of compensation in the gait of patients with drop foot. Clinical Biomechanics, 42, 14-19.
IF 1,874
MNiSW 30
22. **Wiszomirska I**, Błażkiewicz M, Kaczmarczyk K, Brzuszkiewicz – Kuźmicka G, Wit A. (2017) Effect of drop-foot on spatio-temporal, kinematic and kinetic parameters during gait. Applied Bionics and Biomechanics, 12, 1-6.
IF 0,943
MNiSW 15

W pierwszej pracy¹⁷ podjęto próbę oceny symetrii chodu u osób zdrowych przy użyciu różnych współczynników (RI - *Ratio Index*, SI - *Symmetry Index*, GA - *Gait Asymmetry* i SA - *Symmetry Angle*). Próbowano sprawdzić, który ze współczynników najlepiej określa symetrię chodu i ma najwyższą wartość diagnostyczną. Badaniem objęto grupę 58 zdrowych studentów

¹⁷ Błażkiewicz M, **Wiszomirska I**, Wit A. (2014) Comparison of four methods of calculating the symmetry of spatial-temporal parameters of gait. Acta of Bioengineering and Biomechanics, (16)1, 29-35.

w wieku $20,03 \pm 0,97$ lat. Pomiary dotyczyły parametrów czasowo-przestrzennych chodu przeprowadzonych za pomocą platformy ZEBRIS. Ustalono, że wskaźnik symetrii (SI) oraz współczynnik proporcjonalności (RI) powinny być stosowane, jako najbardziej wrażliwe do ocena symetrii chodu.

Kolejnym nawiązaniem do asymetrii kończyn dolnych i przeciążeń układu kostno-stawowego są dane zaprezentowane w artykule¹⁸ opisującym wyznaczenie faz w zadaniu wstawania i siadania. Przyjęto, jako kryterium oceny najmniejszą wartość wariancji, wyliczonej na podstawie zmodyfikowanego wskaźnika symetrii SI. Chód tak jak siadanie i wstawanie z krzesła jest jedną z podstawowych czynności człowieka. Nieprawidłowości strukturalne, niewłaściwa technika przysiadu może doprowadzić do przeciążeń układu stawowo-więzadłowego kończyn dolnych, a w szczególności stawów kolanowych (Biscarini et al. 2011). Podjęcie tego tematu w ramach własnych zainteresowań wynikało z dociekań nad funkcją nawyku ruchowego w czynnościach dnia codziennego oraz zaangażowaniem w praktykę i pracę dydaktyczną ze studentami kierunku fizjoterapia.

Odkrycia te wykorzystuje się do tworzenia odpowiednich ćwiczeń w treningu sensomotorycznym dla sportowców (*vide* cykl artykuł 4), jak również w prewencji upadków. Kontynuacją analizy parametrów chodu patologicznego jest artykuł¹⁹, w którym oceniono, które parametry opisujące chód najbardziej zmieniają się z wiekiem, jak również określono wiek krytyczny, w którym parametry chodu u zdrowych kobiet ulegają istotnemu pogorszeniu. W badaniu wzięło udział 106 kobiet, które podzielono na trzy grupy wiekowe: 40-49 (n=25), 50-59 (n=25) i 60-69 (n=26). Badania chodu przeprowadzono na ścieżce podoskopowej ZEBRIS. Po przeprowadzeniu analizy statystycznej składowych głównych, dokonano wyboru czterech parametrów umożliwiających całkowitą ocenę jakości chodu, przełożono ją na formę opisową (rating) oceny mechaniki chodu. Na podstawie trzech parametrów, które najwyraźniej różnicowały badane grupy (czas trwania kroku, faza podwójnego podporu oraz prędkość chodu) dowiedziono, że chód starczy pojawia się u kobiet w siódmej dekadzie życia (po ukończeniu 60 lat), chociaż jego pierwsze symptomy dają o sobie znać już we wcześniejszej dekadzie, to jest po ukończeniu 50 roku życia. To ustalenie może być uwzględnione przy opracowywaniu programów profilaktycznych dla

¹⁸ Błażkiewicz M, **Wiszomirska I**, Wit A. (2014). A new method of determination of phases and symmetry in stand – to – sit – to – stand movement. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 27(4), 660–671.

¹⁹ Kaczmarczyk K., **Wiszomirska I**, Wit A., Błażkiewicz M., Wychowański M.(2017): First signs of elderly gait in women. *Medycyna Pracy*, 68(4), 441-448.

osób starszych. Rola tego typu badań rośnie, gdy podejmuje się działania mające na celu przewidywanie niepełnosprawności i ryzyka upadków u osób starszych (Callisaya et al. 2011).

Kolejny artykuł²⁰, podejmuje analizę zmian generowanych sił mięśni działających na stawy skokowe. Celem tej pracy było ustalenie kolejności występowania maksymalnych pików sił poszczególnych mięśni w chodzie w obrębie stawu skokowo–goleniowego. W związku z tym, że siły rozwijane przez mięśnie działające w stawach skokowych odgrywają ważną rolę w chodzie, wykonano trójwymiarową analizę ruchu. Parametry kinematyczne i kinetyczne ruchu zostały zebrane podczas chodu 10 zdrowych osób. Uzyskane wyniki zostały wprowadzone do modelu mięśniowo-szkieletowego w oprogramowaniu OpenSim. U wszystkich 10 osób zaobserwowano, że mięsień płaszczkowaty generował największą siłę zarówno w warunkach dynamicznych, jak i w warunkach izometrycznych. Natomiast w sytuacji niestabilności stawu skokowo-goleniowego stwierdzono znaczący wzrost aktywności mięśnia brzuchatego łydki. Jednak w przypadku wszystkich innych mięśni sekwencja ta wygląda inaczej u różnych osób, co świadczy o dużej indywidualizacji automatyzmu ruchu w chodzie swobodnym.

W innej pracy²¹ podjęto próbę określenia wielkości upośledzenia ruchowego w obrębie całej kończyny dolnej oraz poznania mechanizmów kompensacyjnych u osób z opadającą stopą w porównaniu z grupą osób zdrowych. W badaniu wzięło udział 15 pacjentów z opadającą stopą oraz 15 zdrowych osób. Do rejestracji parametrów kinematycznych i kinetycznych cyklu chodu wykorzystano system Vicon i platformy Kistler. Udowodniono, że w grupie osób chorych zostały istotnie zmienione wartości parametrów kinematycznych oraz kinetycznych. Bardzo duże zmiany obserwowane były w stawie kolanowym, co było kompensowane następnie przez nieprawidłowe parametry kinematyczne i kinetyczne w stawie biodrowym. Dalsze badania²² nawiązujące do tematyki poprzedniej publikacji, podejmują próbę wskazania tych parametrów chodu, które uległy zmianie w wyniku wykształcenia mechanizmów kompensacyjnych, a także próba biomechanicznej interpretacji zjawiska kompensacji w narządzie ruchu. Zebrane wyniki i ich analiza pozwalają na stwierdzenie, że pacjenci z objawem opadającej stopy przemieszczają się wolniej, ponadto muszą wykonać znacznie więcej, krótszych kroków by przemieścić się na tę samą odległość, co osoby

²⁰ Błażkiewicz M, **Wiszomirska I**, Kaczmarczyk K, Wit A. (2017) Inter-individual similarities and variations in muscle forces acting on the ankle joint during gait, *Gait and Posture*, 58, 166-170.

²¹ Błażkiewicz M., **Wiszomirska I.**, Kaczmarczyk K., Brzuszkiewicz–Kuźmicka G., Wit A., (2017). Mechanisms of compensation in the gait of patients with drop foot. *Clinical Biomechanics*, 42(3), 14-19.

²² **Wiszomirska I**, Błażkiewicz M, Kaczmarczyk K, Wit A. (2017) Effect of drop foot on spatiotemporal, kinematic, and kinetic parameters during gait. *Applied Bionics and Biomechanics*, 1-6.

zdrowe. Więcej czasu przeznaczają na fazę podwójnego podparcia, co zabezpiecza ich przed niekontrolowanym upadkiem i pozwala utrzymać równowagę. Niestety taki chód jest bardzo kosztowny energetycznie i sprawia trudności w życiu codziennym (Don et al. 2007).

Reasumując można stwierdzić, że wykorzystanie technik analizy chodu pozwoliło precyzyjnie scharakteryzować chód osób z opadającą stopą, co stanowi ważny krok w przyszłych badaniach w zakresie planowania procesu usprawniania i może mieć również zastosowania w rutynowej opiece medycznej. Prace te umożliwiły identyfikację charakterystycznych zaburzeń wzorca chodu i mogą służyć, jako ramy do opracowania i doboru właściwego postępowania fizjoterapeutycznego. W szerszym kontekście badania te dotyczą zagadnień kompensacyjnych, wynikających z plastyczności mózgu, które zawsze stara się zapewnić minimalną sprawność motoryczną (kontrolę posturalną /równowagę w chodzie) nawet w trudnych warunkach do jej realizacji (Hamacher et al. 2015).

Podsumowanie

- Ustalono, że wskaźnik symetrii (SI) powinien być stosowany, jako najbardziej wrażliwy miernik do oceny symetrii chodu.
- Zaburzona praca mięśni kończyny dolnej, a przede wszystkim brak synchronizacji ich działania, powoduje między innymi zaburzenie prawidłowego wzorca ruchu, co wpływa na wystąpienie różnych dysfunkcji.
- Udowodniono, że największą siłą w pomiarach izometrycznych jak i największą aktywnością podczas chodu wyróżnia się mięsień płaszczkowaty, następnie mięsień brzuchaty łydki, a w dalszej kolejności mięśnie piszczelowy przedni i piszczelowy tylny.
- Wykorzystanie nowoczesnych technik analizy chodu pozwoliło precyzyjnie scharakteryzować chód osób z opadającą stopą, co stanowi ważny krok w przyszłych badaniach w zakresie planowania procesu usprawniania i może mieć również zastosowania w rutynowej opiece medycznej.
- Ogólnie cykl tych prac dostarczył dodatkowych informacji o charakterystycznych zaburzeniach wzorca chodu i w przyszłości mogą służyć, jako ramy do opracowania i doboru właściwego postępowania fizjoterapeutycznego.
- Wnikliwsza analiza wyników badań eksperymentalnych wykazuje, że niewydolność mięśni stopy w kończynie dolnej nie tylko wpływa na zaburzenie wzorca chodu, ale również staje się przyczyną powstawania patologii w odcinkach zupełnie niezwiązanych z miejscem pierwotnego zaburzenia.

5.3. Sprawność oddechowa osób starszych i przedwcześnie urodzonych w odniesieniu do cech somatycznych

W tej części pozostałych osiągnięć naukowych skoncentrowałam się na doniesieniach z zakresu sprawności oddechowej. Zakres tematyczny nawiązuje do rozprawy doktorskiej, w której ocena sprawności oddechowej dzieci z dystrofią typu Duchenne’a była częścią poznawczą. Dwie prace w tej części związane są też z kontynuacją badań osób starszych. Kolejne badania dotyczą długofalowej oceny wpływu wcześniactwa na funkcję płuc i cechy somatyczne, a mianowicie:

23. **Wiszomirska I**, Czajkowska A, Zdrodowska A, Niemierzycka A, Magiera A, Słoń M. (2013) Sprawność oddechowa słuchaczy Uniwersytetu Trzeciego Wieku. Zeszyty Naukowe (Almamer Szkoła Wyższa), (1), 343-356.
MNiSW 7
24. Kaczmarczyk K, **Wiszomirska I**, Magiera A, Ilnicka L, Błażkiewicz M. (2015) Changes in lung function and anthropometric parameters post training in older women. International Journal of Gerontology, 9(2), 123-125.
IF 0,463
MNiSW 15
25. Kaczmarczyk K, **Wiszomirska I**, Szturmowicz M, Magiera A, Błażkiewicz M. (2017) Are preterm-born survivors at risk of long-term respiratory disease? Therapeutic Advances in Respiratory Disease, 11(7), 277-287.
IF 2,745
MNiSW 25
26. Kaczmarczyk K, Pituch-Zdanowska A, **Wiszomirska I**, Magiera A, Ronikier A. (2017) Long-term effects of premature birth on somatic development in women through adolescence and adulthood. Journal of International Medical Research, 46(1), 44-53.
IF 1,323
MNiSW 20

Zjawisko starzenia się organizmu i skutki ograniczenia ruchu prowadzą do wielofunkcyjnych zmian w organizmie człowieka, co było wielokrotnie podkreślane w niniejszym autoreferacie. W artykule²³ dokonano oceny sprawności oddechowej i występowania zaburzeń wentylacyjnych u osób starszych. Ponadto porównywano wskaźnik ruchomości klatki piersiowej i poziom aktywności fizycznej z wynikami spirometrycznymi. Badania zostały przeprowadzone na grupie liczącej 40 kobiet w wieku 60–69 lat uczestniczących w zajęciach Uniwersytetu Trzeciego Wieku. Badane osoby podzielono na dwie grupy wiekowe: 60–64 lat i 65–69 lat. Wartości podstawowych parametrów spirometrycznych dotyczące badanych osób starszych były na właściwym poziomie.

²³ **Wiszomirska I**, Czajkowska A, Zdrodowska A, Niemierzycka A, Magiera A, Słoń M. (2013) Sprawność oddechowa słuchaczy Uniwersytetu Trzeciego Wieku. Zeszyty Naukowe (Almamer Szkoła Wyższa), (1), 343-356.

W przypadku badanych kobiet nie występowały zaburzenia w postaci obturacji czy restrykcji. Analiza wariancji wykazała różnice istotne pod względem statystycznym w obu grupach wiekowych w zmiennych spirometrycznych. Te same parametry przedstawione w stosunku do wartości referencyjnych nie różniły się istotnie między dwiema grupami. Wyniki prostych prób funkcjonalnych, poziom aktywność fizycznej i subiektywne odczucia duszności badanych nie zostały potwierdzone w wynikach badań spirometrycznych. Analiza wariancji wykazała, że palenie papierosów przez badane osoby w ocenianym etapie życia nie wpływa na wyniki zmiennych spirometrycznych. Osoby palące osiągały znamienne wyższe wartości w wynikach ruchomości klatki piersiowej, choć w prostym teście liczenia na jednym wydechu osoby te uzyskały istotnie niższe wyniki. Badanie spirometryczne służy do diagnozowania zaburzeń oddechowych, ale nie pozwoliły na odzwierciedlenie wydolności funkcji płuc.

W kolejnym artykule²⁴ z zakresu oceny funkcji płuc opisano wpływ dwóch sesji treningowych na spirometryczne i antropometryczne parametry u 23 starszych zdrowych kobiet. Wykonano pomiary spirometryczne i antropometryczne przed i po zrealizowaniu programu treningowego. Stwierdzono istotne różnice między wartością pojemności życiowej (VC%) w porównaniu z pojemnością odnotowaną dwa tygodnie później. Zaobserwowane wartości po 12-tygodniach były lepsze niż na początku badania, ale niższe niż te, które zostały osiągnięte po intensywnym treningu. Nie było zmian w innych parametrach oddechowych. Jednak ruchomość klatki piersiowej uległa znacznej poprawie po 12 tygodniach. Stwierdzono, że kontrolowany, intensywny trening fizyczny może być korzystny dla starszych kobiet.

Kontynuacją dociekań dotyczących funkcji płuc było wykonanie badań u osób przedwcześnie urodzonych. Próbowano odpowiedzieć na pytanie czy te osoby są zagrożone ryzykiem zaburzeń ze strony układu oddechowego. W artykule²⁵ oceniano długofalowy wpływ wcześniactwa na funkcje układu oddechowego. Badania przeprowadzono dwukrotnie w okresie dojrzewania (w odstępie roku) i w okresie dorosłości. 70 dziewczynek w wieku $12,2 \pm 1,5$ lat, które urodziły się jako wcześniaki, to jest $34,7 \pm 1,86$ tydzień ciąży, bez stwierdzonej dysplazji oskrzelowo-płucnej, wzięło udział w badaniach w 1997 i ponownie w 1998. Po 17 latach udało się przeprowadzić badania u 12 osób z tej grupy w okresie dorosłości (pełnoletności). W pierwszym badaniu stwierdzono obniżone w stosunku do normy wartości: natężonej objętości wydechowej

²⁴ Kaczmarczyk K., Wiszomirska I., Magiera A., Ilnicka L., Błażkiewicz M. (2015) Changes in lung function and anthropometric parameters post training in older women. *International Journal of Gerontology*, 9(2), 123-125.

²⁵ Kaczmarczyk K., Wiszomirska I., Szturmowicz M., Magiera A., Błażkiewicz M. (2017) Are preterm-born survivors at risk of long-term respiratory disease? *Therapeutic Advances in Respiratory Disease*. 11(7), 277-287.

pierwszosekundowej ($FEV_1\%$), które wynosiło 95,4% wartości należnych, natężonej pojemności życiowej płuc ($FVC\%$) – 93,8% wartości należnych oraz natężonej dowolnej wentylacja płuc (MVV) – 138,5 l/min. Po roku obserwacji, w okresie dojrzewania, wykazano istotną poprawę we wszystkich badanych parametrach. Porównując osoby w grupie wcześniaków już dorosłych z grupą kontrolną zaobserwowano niższe wartości parametrów $FEV_1\%$, $FVC\%$, FEF_{25-75} , MEF_{25} and FEV_1/FVC , jednak różnice te nie były istotne statystycznie. Nie stwierdzono istotnych różnic w funkcji płuc w grupie wcześniaków będących osobami dorosłymi w stosunku do grupy referencyjnej, zauważono jedynie tendencję do częstszego występowania zaburzeń o charakterze obturacyjnym w grupie badanej. W dalszej części badań oceny długofalowej konsekwencji wcześniactwa była analiza parametrów antropometrycznych u kobiet będących osobami dorosłymi²⁶. W pierwszym etapie, w badaniu wzięło udział 70 dziewczynek urodzonych przedwcześnie w wieku $12,22 \pm 1,52$ i 48 dziewczynek urodzonych w terminie, stanowiących grupę referencyjną. Po 17 latach przebadano 13 osób z grupy przedwcześnie urodzonych dziewczynek. Porównano wyniki antropometryczne z obydwu badań, a w drugim etapie oceniono również skład ciała przy użyciu analizy impedancji bioelektrycznej. Nie stwierdzono istotnych różnic w badanych cechach antropometrycznych oraz w zawartości poszczególnych składników ciała między grupami badaną i grupą referencyjną zarówno w pierwszym jak i drugim badaniu. Zauważono tendencję do wyższej średniej masy tłuszczowej oraz niższej masy beztłuszczowej w porównaniu z grupą kontrolną, a także znacznie wyższy średni wskaźnik WHR (obwód talii/obwód biodrowy) ($p < 0.05$). Nie stwierdzono odległych skutków wpływu porodów przedwczesnych na rozwój somatyczny u kobiet w okresie dojrzewania. U badanych w okresie dorosłości zaobserwowano znamienne większy wskaźnik WHR, będący jednym z wskaźników otyłości brzusznej. Według WHO zwiększony poziom otyłości brzusznej jest silnie skorelowany ze zwiększonym ryzykiem powikłań metabolicznych, takich jak insulinooporność i jest ważnym czynnikiem ryzyka zachorowań (Bigaard et al. 2005) i śmiertelności (Pischon et al. 2008).

Jednym z najważniejszych konsekwencji porodu przedwczesnego są zaburzenia funkcji płuc, dzięki tym badaniom udowodniono, że dynamiczne zmiany zachodzące w okresie dojrzewania umożliwiają kompensację tych negatywnych skutków. Zaobserwowano natomiast, że

²⁶ Kaczmarczyk K., Pituch-Zdanowska A., **Wiszomirska I.**, Magiera A., Ronikier A. (2017) Long-term effects of premature birth on somatic development in women through adolescence and adulthood. *Journal of International Medical Research*, 46(1), 44-53.

osoby przedwcześnie urodzone w okresie dorosłości mają tendencję do zwiększenia tkanki tłuszczowej co jest ważnym spostrzeżeniem i wskazuje na konieczność wdrożenia działań profilaktycznych.

Podsumowanie

- Wyniki prostych prób funkcjonalnych, poziom aktywność fizycznej i subiektywne odczucia duszności badanych osób starszych nie zostały potwierdzone w wynikach badań spirometrycznych.
- Trening nastawiony na poprawę funkcji płuc może spowolnić zmiany inwolucyjne a tym samym poprawić jakość życia seniorów.
- W okresie dojrzewania zachodzą zmiany umożliwiające kompensację negatywnych skutków przedwczesnego porodu.
- Zauważono niższe wartości badanych parametrów oddechowych i tendencję do częstszego występowania zaburzeń o charakterze obturacyjnym w grupie osób dorosłych, które urodziły się wcześniakami w porównaniu z grupą kontrolną.
- Cechy budowy somatycznej mieszczą się w szerokiej normie populacyjnej badanych wcześniaków w okresie dojrzewania.
- U kobiet urodzonych przedwcześnie w okresie dorosłości znacząco zwiększył się wskaźnik WHR, będący jednym ze wskaźników otyłości brzusznej.

Literatura

1. Bigaard, J., K. Frederiksen, A. Tjonneland, B. L. Thomsen, K. Overvad, B. L. Heitmann, and T. I. Sorensen. 2005. Waist circumference and body composition in relation to all-cause mortality in middle-aged men and women. *Int J Obes (Lond)* 29 (7):778-784.
2. Biscarini, A., P. Benvenuti, F. Botti, F. Mastrandrea, and S. Zanuso. 2011. Modelling the joint torques and loadings during squatting at the Smith machine. *J Sports Sci* 29 (5):457-469.
3. Callisaya, M. L., L. Blizzard, M. D. Schmidt, K. L. Martin, J. L. McGinley, L. M. Sanders, and V. K. Srikanth. 2011. Gait, gait variability and the risk of multiple incident falls in older people: a population-based study. *Age Ageing* 40 (4):481-487.
4. Hamacher, D., F. Herold, P. Wiegel, D. Hamacher, and L. Schega. 2015. Brain activity during walking: A systematic review. *Neurosci Biobehav Rev* 57:310-327.
5. Pischon, T., H. Boeing, K. Hoffmann, M. Bergmann, M. B. Schulze, et al. 2008. General and abdominal adiposity and risk of death in Europe. *N Engl J Med* 359 (20):2105-2120.

Ida Wiszomirska