

AUTOREFERAT

do postępowania habilitacyjnego

dr inż. Małgorzata Kołodziej

Wrocław 2022

Spis treści

1. Imię i nazwisko	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe.....	3
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.....	3
4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.).....	4
4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego	5
4.2. Wykaz publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego	5
4.3. Omówienie celu naukowego wskazanego cyklu prac, otrzymanych wyników i ich ewentualnego wykorzystania.....	7
4.3.1. Wprowadzenie – uzasadnienie tematu i celu naukowego wskazanego cyklu prac.....	7
4.3.2. Realizacja celów szczegółowych w publikacjach stanowiących osiągnięcie naukowe.....	11
4.3.3. Podsumowanie – znaczenie naukowe i kliniczne wyników badań oraz wartość aplikacyjna publikacji wskazanych jako osiągnięcie naukowe	21
4.3.4. Piśmiennictwo	22
4.4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowych związanych z głównym kierunkiem zainteresowań badawczych	24
4.5. Podsumowanie osiągnięć naukowych.....	28
5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.....	29
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę.....	32
7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej	33
7.1. Udział w projektach badawczych	33
7.2. Staże naukowe i dydaktyczne.....	34
7.3. Członkostwo w kolegiach redakcyjnych	35
7.4. Recenzje dla międzynarodowych czasopism naukowych	35
7.5. Kształcenie młodej kadry.....	36
7.6. Udział w konferencjach naukowych i popularyzujących naukę	36
7.7. Szkolenia i kursy – podnoszenie kwalifikacji naukowo – dydaktycznych.....	37
7.8. Nagrody i wyróżnienia.....	38

1. Imię i nazwisko

Małgorzata Kołodziej

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe

- 2000 r. – magister inżynier (Inżynieria materiałowa, specjalność: inżynieria materiałów antykorozyjnych) – Wydział Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej
- 2005 r. – doktor nauk technicznych w dyscyplinie technologia chemiczna – Wydział Chemiczny Politechniki Wrocławskiej
Temat rozprawy doktorskiej: „Odporność korozyjna niklowych warstw dyspersyjnych”, promotor prof. dr hab. inż. Bogdan Szczygieł
- 2014 r. – uprawnienia pedagogiczne – studia podyplomowe w zakresie Pedagogiki dla Nauczycieli – Centrum Doskonalenia Kadr, Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu
(Temat pracy dyplomowej: „Miejsce i rola nauczyciela w szkole i poza nią – konsekwencje zmian systemu edukacyjnego)

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

IX 2005 r. – X 2006 – Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, Wydział Wychowania Fizycznego, Katedra Antropokinytyki, Pracownia Badań Biokinytyki i Statystyki - asystent

X 2006 r. – VII 2008 – Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, Wydział Wychowania Fizycznego, Katedra Antropokinytyki, Pracownia Badań Biokinytyki i Statystyki, adiunkt w grupie pracowników naukowo – dydaktycznych

VII 2008 – X 2011 – Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, Wydział Wychowania Fizycznego, Katedra Antropokinytyki, Zakład Antropokinytyki, adiunkt w grupie pracowników naukowo – dydaktycznych

X 2011 – X 2021 – Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, Wydział Wychowania Fizycznego, Katedra Biostruktury, Zakład Anatomii, adiunkt w grupie

pracowników naukowo – dydaktycznych

X 2021 – obecnie – Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, Wydział Wychowania Fizycznego, Zakład Biomechaniki, adiunkt w grupie pracowników badawczo – dydaktycznych

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.)

Osiągnięciem naukowym, będącym podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego na podstawie art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.) jest monotematyczny cykl 5 publikacji naukowych, opublikowanych w międzynarodowych czasopismach w latach 2020 – 2022, w których jestem pierwszym autorem i w czterech z nich również autorem korespondencyjnym. Dla wskazanego cyklu artykułów sumaryczny wskaźnik Impact Factor (IF) wynosi **21,455**, a łączna liczba punktów, zgodnie z punktacją Ministerstwa Edukacji i Nauki (MEiN) i wcześniej Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW), wynosi **580**. W niniejszych pracach zaprezentowano wyniki siedmioletnich badań osób starszych prowadzonych w Katedrze Biostruktury Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu w ramach projektów finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki oraz Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego:

- Ocena dynamiki zmian inwolucyjnych w aspekcie kondycji biologicznej i zróżnicowanego poziomu aktywności ruchowej osób starszych – Grant NCN nr N N404 075337. Kierownik grantu: prof. dr hab. Zofia Ignasiak

- Ocena kondycji biologicznej osób starszych – Grant MNiSW nr 53/0102/S. Kierownik grantu: prof. dr hab. Zofia Ignasiak

Do badań zrekrutowano łącznie niemal 2 tysiące osób w wieku od 50 do 90 lat z regionu południowo-zachodniej Polski dzięki ogłoszeniom w lokalnej prasie oraz zaproszeniom kierowanym do ośrodków zdrowia, klubów i stowarzyszeń zrzeszających osoby starsze. Projekty obejmowały holistyczne badania w zakresie cech somatycznych, składu ciała, sprawności funkcjonalnej, czynności układu krążeniowo-oddechowego, gęstości mineralnej kości, równowagi i postawy ciała oraz badania ankietowe obejmujące m.in. czynniki społeczno-ekonomiczne, ocenę stylu i jakości życia. Czynny udział w latach 2009-2016 w każdym etapie obu projektów, a szczególnie w badaniach dotyczących

impedancji tkanek oraz zmian sprawności funkcjonalnej i zdolności motorycznych w procesie starzenia, umożliwił mi opracowanie głównej koncepcji cyklu prac dotyczącej oceny masy, siły i jakości mięśni szkieletowych w aspekcie ich właściwości elektrochemicznych.

Według mojej wiedzy, nie ma w Polsce badań wiążących parametry impedancji tkanek z oceną stanu mięśni szkieletowych kończyn, tym bardziej w tak dużej populacji osób starszych, którą zbadano w ramach wskazanych projektów. Istniejące doniesienia z badań prowadzonych w innych krajach ograniczone są do oceny jakości mięśni przy pomocy impedancji u pacjentów z różnymi stanami klinicznymi, natomiast brakuje badań dotyczących populacji ogólnych, w tym osób subiektywnie zdrowych. Z uwagi na powyższe cykl publikacji poświęcony tej tematyce charakteryzuje się wysokim stopniem oryginalności, tym bardziej, że prezentuje nowy sposób wykorzystania potencjału impedancji bioelektrycznej, jakim jest identyfikowanie zmian zachodzących w tkance mięśniowej w procesie starzenia i zagrożeń z nimi związanych.

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

„Zastosowanie impedancji bioelektrycznej do oceny masy i jakości mięśni szkieletowych kończyn w procesie starzenia się człowieka”

4.2. Wykaz publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego

- 1) **Kołodziej, M. & Ignasiak, Z.** (2020). Changes in the bioelectrical impedance parameters estimating appendicular skeletal muscle mass in healthy older persons. *Aging Clinical and Experimental Research*, 32(10), 1939–1945. <https://doi.org/10.1007/s40520-019-01413-1>

IF: **3,638**, punktacja MNiSW: **100,00**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji, sformułowaniu celów naukowych i aplikacyjnych, udziale w prowadzeniu badań, organizacji bazy danych, zaprojektowaniu i wykonaniu analiz statystycznych, interpretacji i wizualizacji wyników, zgromadzeniu literatury, przeprowadzeniu dyskusji, przygotowaniu pierwszej wersji rękopisu, pisaniu artykułu i współudziale w jego korekcie przed i po złożeniu do druku, byłam również autorem korespondencyjnym. Mój udział szacuję na 80%.

- 2) **Kołodziej, M., Ignasiak, Z. & Ignasiak, T.** (2021). Relationship Between Bioelectrical Impedance Parameters and Appendicular Muscle Functional Quality in Older Adults from South-Western Poland. *Clinical Interventions in Aging*, 16, 245–255. <https://doi.org/10.2147/CIA.S287373>

IF: **3,829**, punktacja MEiN: **100,00**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji, sformułowaniu celów naukowych i aplikacyjnych, udziale w prowadzeniu badań, organizacji bazy danych, zaprojektowaniu i wykonaniu analiz statystycznych, interpretacji i wizualizacji wyników, zgromadzeniu literatury, przeprowadzeniu dyskusji, przygotowaniu pierwszej wersji rękopisu, pisaniu artykułu i współudziale w jego korekcie przed i po złożeniu do druku, byłam również autorem korespondencyjnym. Mój udział szacuję na 80%.

- 3) **Kołodziej, M.**, Ignasiak, Z. & Ignasiak, T. (2021). Annual changes in appendicular skeletal muscle mass and quality in adults over 50 y of age, assessed using bioelectrical impedance analysis. *Nutrition*, 90, 111342. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2021.111342>

IF: **4,893**, punktacja MEiN: **140,00**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji, sformułowaniu celów naukowych i aplikacyjnych, udziale w prowadzeniu badań, organizacji bazy danych, zaprojektowaniu i wykonaniu analiz statystycznych, interpretacji i wizualizacji wyników, zgromadzeniu literatury, przeprowadzeniu dyskusji, przygotowaniu pierwszej wersji rękopisu, pisaniu artykułu i współudziale w jego korekcie przed i po złożeniu do druku, byłam również autorem korespondencyjnym. Mój udział szacuję na 80%.

- 4) **Kołodziej, M.**, Sebastjan, A. & Ignasiak, Z. (2022). Appendicular skeletal muscle mass and quality estimated by bioelectrical impedance analysis in the assessment of frailty syndrome risk in older individuals. *Aging Clinical and Experimental Research*, 34(9), 2081–2088. <https://doi.org/10.1007/s40520-021-01879-y>

IF: **4,481**, punktacja MNiSW: **100,00**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji, sformułowaniu celów naukowych i aplikacyjnych, udziale w prowadzeniu badań, organizacji bazy danych, zaprojektowaniu i wykonaniu analiz statystycznych, interpretacji i wizualizacji wyników, zgromadzeniu literatury, przeprowadzeniu dyskusji, przygotowaniu pierwszej wersji rękopisu, pisaniu artykułu i współudziale w jego korekcie przed i po złożeniu do druku. Mój udział szacuję na 70%.

- 5) **Kołodziej, M.**, Kozieł, S. & Ignasiak, Z. (2022). The Use of the Bioelectrical Impedance Phase Angle to Assess the Risk of Sarcopenia in People Aged 50 and above in Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(8), 4687. <https://doi.org/10.3390/ijerph19084687>

IF: **4,614**, punktacja MEiN: **140,00**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji, sformułowaniu celów naukowych i aplikacyjnych, udziale w prowadzeniu badań, organizacji bazy danych, zaprojektowaniu i wykonaniu analiz statystycznych, interpretacji i wizualizacji wyników, zgromadzeniu literatury, przeprowadzeniu dyskusji, przygotowaniu pierwszej wersji

rękopisu, pisaniu artykułu i współudziale w jego korekcie przed i po złożeniu do druku, byłam również autorem korespondencyjnym. Mój udział szacuję na 80%.

Wartość wskaźnika IF oraz punkty MEiN/MNiSW podano zgodnie z rokiem publikacji. Oświadczenia współautorów dotyczące udziału w powstaniu wskazanych publikacji zamieszczono w załączniku nr 7.

4.3. Omówienie celu naukowego wskazanego cyklu prac, otrzymanych wyników i ich ewentualnego wykorzystania

Głównym problemem podjętym w cyklu wskazanych prac jest ocena możliwości identyfikowania zmian zachodzących w mięśniach szkieletowych człowieka w procesie starzenia przy pomocy komponentów impedancji tj. rezystancja, reaktancja i kąt fazowy, rejestrowanymi nieinwazyjną metodą analizy impedancji bioelektrycznej (BIA, ang. *bioelectrical impedance analysis*). Włączenie szybkiej i taniej metody monitorowania stanu mięśni w rutynowej opiece geriatrycznej i badaniach przesiewowych mogłoby wspomóc systemy ochrony zdrowia, coraz bardziej obciążone wzrostem wskaźnika starzenia zarówno w Polsce, jak i w wielu innych krajach. Powszechny dostęp do niedrogich metod oceny stanu mięśni może ułatwić odpowiednio wczesne rozpoznanie ryzyka wystąpienia sarkopenii, zespołu słabości, czy niepełnosprawności, co z kolei umożliwi szybkie włączenie odpowiednich metod leczenia lub interwencji profilaktycznych wspomagających pomyślne i godne starzenie.

4.3.1. Wprowadzenie – uzasadnienie tematu i celu naukowego wskazanego cyklu prac

Rosnący udział osób starszych, czyli w wieku 65 i więcej lat, w strukturze ludności staje się problemem zdrowotnym, społecznym i ekonomicznym na skalę globalną. Najnowsze dane Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) wskazują, że od 2010 do 2021 roku wskaźnik starzenia populacji wzrósł z 7,6% do 9,6% w skali światowej, w krajach Unii Europejskiej (EU-27) z 17,7% do 21,0%, a w Polsce z 13,5% aż do 18,8% (OECD, 2022). Przewiduje się, że do 2050 roku odsetek osób starszych wzrośnie prawie dwukrotnie (WHO, 2022). W obliczu tak szybkiego tempa starzenia się populacji priorytetem jest utrzymanie mobilności i optymalnej jakości życia w starszym wieku. Zgromadzenie Ogólne Narodów Zjednoczonych ONZ ogłosiło lata 2021–2030 Dekadą Zdrowego Starzenia, której strategia i plan działań opracowane przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) koncentrują się na wielosektorowych zintegrowanych działaniach na rzecz dłuższego

i zdrowszego życia (WHO, 2022). Realizację idei „zdrowego starzenia” nie ułatwiają zmniejszający się poziom aktywności fizycznej, nasilenie siedzącego trybu życia i niebezpiecznych zachowań żywieniowych, obserwowane zwłaszcza w okresie pandemii COVID-19, która najmocniej dotknęła osoby starsze, szczególnie w zakresie wysokiego wskaźnika śmiertelności i ostrych powikłań po zakażeniu COVID-19 (Guo i wsp., 2022; Narici i wsp., 2021; Sidor & Rzymiski, 2020).

Ważne znaczenie dla utrzymania kondycji biologicznej osób starszych, umożliwiającej niezależność funkcjonalną w życiu codziennym, ma stan mięśni szkieletowych kończyn, które uczestniczą w istotnych funkcjach mechanicznych, strukturalnych i metabolicznych organizmu. U osób dorosłych już od trzeciej dekady życia obserwuje się zmniejszenie masy i siły mięśni, które szczególnie w przypadku siły mięśniowej, wraz z wiekiem jest coraz większe i szybsze (Delmonico i wsp., 2009; Goodpaster i wsp., 2006; Hughes i wsp., 2001; Janssen i wsp. 2000). Zwiększone tempo utraty siły w procesie starzenia w porównaniu do deficytu masy mięśniowej może być związane z pogorszeniem jakości mięśni w skali mikro- i makroskopowej, w wyniku między innymi: atrofii i redystrybucji włókien, obniżenia metabolizmu mięśni, infiltracji tłuszczu, zwłóknienia i ograniczonej aktywacji nerwowo-mięśniowej (McGregor i wsp., 2014).

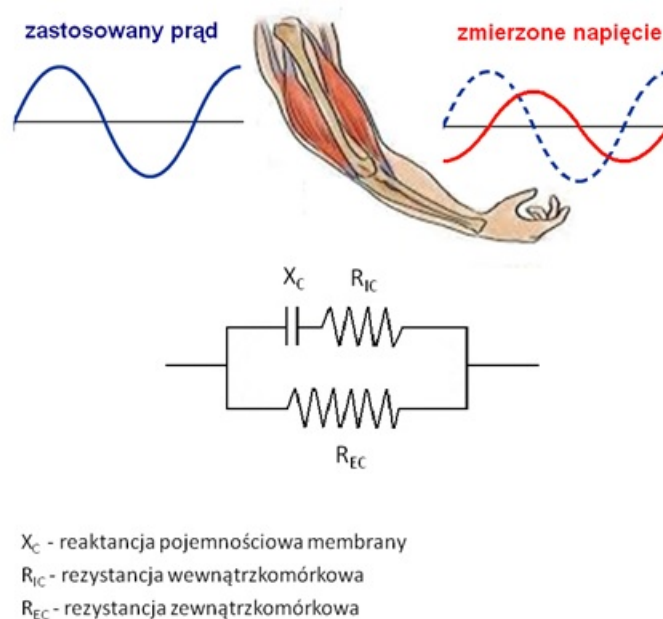
Pejoratywne zmiany w mięśniach spowodowane chorobą, niedożywieniem, sftuszczeniem i nieuniknionymi procesami biologicznymi, takimi jak starzenie, ale również „nieużywaniem” z powodu urazów, hospitalizacji czy spadku aktywności fizycznej, prowadzą do ogólnego osłabienia fizycznego, ograniczeń w czynnościach dnia codziennego, a nawet do niepełnosprawności i śmierci (Barbat-Artigas i wsp., 2012; McGregor i wsp., 2014; Narici i wsp., 2021). W tych okolicznościach ważnym wyzwaniem w monitorowaniu procesu zdrowego starzenia jest systematyczna kontrola zmian masy i jakości mięśni szkieletowych u osób w średnim i starszym wieku, umożliwiająca wczesne rozpoznanie zagrożeń, wdrożenie interwencji i ocenę jej skuteczności. Problemem staje się dostępność tanich i szybkich metod oceny stanu mięśni w podstawowej opiece medycznej i badaniach przesiewowych. Czułe metody obrazowania takie jak tomografia komputerowa, rezonans magnetyczny, czy absorpcjometria podwójnej energii rentgenowskiej mają ograniczone zastosowanie w praktyce m.in. ze względu na wysokie koszty, konieczność wykwalifikowanej obsługi i/lub narażenie na promieniowanie przy dłuższej ekspozycji (Buckinx i wsp. 2018). Alternatywą dla metod referencyjnych jest analiza impedancji bioelektrycznej (BIA). Jej głównymi zaletami są stosunkowo niska cena, łatwość obsługi, przenośność i dostępność

komercyjna analizatorów oraz przede wszystkim bezpieczeństwo dla zdrowia, które umożliwiają stosowanie tej metody w systematycznym monitorowaniu składu ciała, nie tylko w wykwalifikowanych ośrodkach medycznych, ale również w centrach sportowych, siłowniach i klubach fitness (Heymsfield i wsp., 2015; Kyle i wsp., 2004).

Metoda BIA powszechnie wykorzystywana jest do szacowania składu ciała na podstawie algorytmów, zastrzeżonych przez producentów urządzeń, których dokładność względem metod referencyjnych nie została do tej pory jednoznacznie potwierdzona. Pomimo tego, dostrzega się potencjał tej metody w wykorzystaniu surowych pomiarów parametrów impedancji pochodzących od tkanek z pominięciem dyskusyjnych procedur predykcyjnych (Akamatsu i wsp., 2022; Barbosa-Silva & Barros, 2005; Heymsfield i wsp., 2015; Norman i wsp., 2012; Sato i wsp., 2020; Yamada i wsp., 2017).

Pomiar bioimpedancji to szczególna odpowiedź elektryczna organizmu po przepuszczeniu przez niego prądu przemiennego o niskim natężeniu. W wyniku ograniczonej przewodności tkanek i ich zdolności do retencji ładunku, energia przepływającego prądu zostaje rozproszona, wytwarzając w ten sposób napięcie o zmienionej amplitudzie i przesunięte względem fazy natężenia. Prosty schemat obwodu elektrycznego, który pomaga zilustrować podstawową koncepcję impedancji biologicznej przedstawiono na Rycinie 1.

Zakłada się, że oporność tkanek stanowią: rezystancja wewnątrzkomórkowa i zewnątrzkomórkowa oraz reaktancja charakteryzująca pojemność dwuwarstwy lipidowej błon komórkowych, które jak kondensatory zdolne są do magazynowania i uwalniania ładunku elektrycznego. Rejestrowana impedancja będzie zależała od składu i architektury tkanki. Elektrolity w tkankach szczególnie mięśniowej i łącznej będą obniżać rezystancję (R), a zwiększać ją będą składniki słabo przewodzące zawarte w tkance tłuszczowej, kostnej, w nerwach, ścięgnach i torebkach stawowych. Zmniejszenie liczby i wielkości komórek oraz naruszenie integralności błon komórkowych będą obniżać reaktancję (X_c), a także kąt fazowy (PhA), który jest miarą przesunięcia między fazą napięcia a natężenia prądu w wyniku gromadzeniem części ładunku elektrycznego w błonach komórkowych (Kyle i wsp., 2004; Norman i wsp., 2012).



Rycina 1. Elektryczny schemat zastępczy dla widma impedancyjnego tkanek biologicznych (Opracowanie własne)

Rezystancja, reaktancja i kąt fazowy charakteryzujące właściwości elektryczne tkanek mogą identyfikować zmiany masy mięśniowej, stan nawodnienia i odżywienia komórek oraz obecność komórek tłuszczowych w mięśniach. Uzasadnia to potrzebę ewolucji metody BIA w kierunku wykorzystania potencjału komponentów impedancji do systematycznej kontroli stanu mięśni w procesie zarówno prawidłowego wzrostu dzieci, jak i zdrowego starzenia u dorosłych i osób starszych, ale również do oceny skuteczności interwencji i postępów leczenia.

Głównym celem wskazanego cyklu pięciu publikacji naukowych jest ocena możliwości monitorowania zmian zachodzących w mięśniach szkieletowych kończyn u osób w wieku 50 lat i starszych przy pomocy parametrów impedancji pochodzącej od tkanek. Z uwagi na wielowymiarowy charakter powyższego problemu, w kolejno publikowanych pracach podjęto próbę realizacji następujących celów szczegółowych:

- 1) Sprawdzenie potencjału parametrów bioimpedancyjnych jako markerów zmian masy mięśni szkieletowych kończyn w procesie starzenia.
- 2) Ocena korelacji pomiędzy składowymi impedancji a wskaźnikami siły i jakości funkcjonalnej mięśni szkieletowych kończyn u osób starszych.
- 3) Analiza związku rocznych zmian masy, siły i jakości mięśni szkieletowych kończyn w przebiegu starzenia z rejestrowanymi zmianami impedancji.

- 4) Ustalenie, czy masa i jakość mięśni szkieletowych oceniane na podstawie pomiarów BIA mogą być istotnymi wskaźnikami ryzyka wystąpienia zespołu słabości.
- 5) Ocena przydatności kąta fazowego w szacowaniu ryzyka wystąpienia sarkopenii u osób starszych.

4.3.2. Realizacja celów szczegółowych w publikacjach stanowiących osiągnięcie naukowe

Badania, których wyniki zostały zaprezentowane w cyklu pięciu prac naukowych były prowadzone (nieprzerwalnie) w latach 2009-2016 w Zakładzie Biostruktury Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu. Ważne wyniki pomiarów impedancji tkanek uzyskano od 1644 uczestników w wieku 50 – 87 lat (434 mężczyzn i 1210 kobiet). Impedancję mierzono przy częstotliwości roboczej 50 kHz prądu elektrycznego o natężeniu 0,8 μ A wykorzystując 8-elektrodowy analizator wieloczęstotliwościowy TANITA MC 180 MA (Tanita Corporation, Japonia).

W pierwszej pracy pt.: **„Changes in the bioelectrical impedance parameters estimating appendicular skeletal muscle mass in healthy older persons” (Publikacja 1)** wykazano różnice składników impedancji między osobami starszymi (w wieku 65 i więcej lat) a osobami o 10 lat młodszymi (w wieku 50-64 lat). Stwierdzono, że kąt fazowy (PhA) i reaktancja (X_c), uchodzące za jakościowe miary tkanek, były ujemnie skorelowane z wiekiem, przy czym związki te były silniejsze u osób starszych niż młodszych. Jednocześnie zaobserwowano, że wiek znacznie słabiej determinował zmiany wskaźnika rezystancji charakteryzującego masę mięśniową, niż pozostałe parametry impedancji, co sugerowało, że wraz z wiekiem obniżenie jakości mięśni może być większe niż deficyty masy mięśni szkieletowych w procesie starzenia.

Masę mięśni szkieletowych kończyn (ASMM, ang. *appendicular skeletal muscle mass*) u 435 uczestników oszacowano za pomocą równania Kyle i wsp. (2003), które do niedawna było najczęściej stosowane w badaniach naukowych i dobrze zwalidowane względem metod referencyjnych u osób w wieku od 22 do 95 lat. Udział ASMM w przewidywanej przez analizator masie mięśniowej kończyn (AMM), którą na podstawie opisu producenta stanowiła masa beztłuszczowa bez masy kostnej, wynosił 88%. Zaobserwowano, że obniżenie masy mięśni szkieletowych kończyn u osób starszych (w wieku $70,3 \pm 4,6$ lat) w porównaniu z osobami młodszymi (w wieku $60,4 \pm 3,3$ lat) było

większe dla mężczyzn (7,5%) niż dla kobiet (3,6%), co potwierdziło wcześniejsze ustalenia m.in. Janssena i wsp. (2000) oraz Van Baar i wsp. (2015).

W obu grupach płci względne różnice procentowe ASMM odpowiadały różnicom wskaźnika impedancji, który jest odwrotnością rejestrowanej rezystancji dostosowanej do kwadratu wysokości ciała. Bez względu na płeć badanych reaktancja i kąt fazowy impedancji – parametry kojarzone z jakością komórkową mięśni, były obniżone o prawie 7% u osób starszych i silniej korelowały z wiekiem niż masa mięśniowa i prognozujący ją wskaźnik impedancji. Zgłaszane we wcześniejszych badaniach przekrojowych podobne zmniejszenie PhA i Xc wraz z 10 letnią różnicą wieku u osób starszych, było tłumaczone zmniejszeniem masy komórkowej tkanki mięśniowej oraz zaburzeniami w prawidłowym funkcjonowaniu komórek (Barbosa-Silva i wsp., 2005; Bosa-Westphal i wsp. 2006). Przedstawione w tej pracy wyniki wskazały, że rejestrowane parametry impedancji mogą identyfikować zmiany nie tylko masy mięśni, ale również ich stanu komórkowego, co stanowiło podstawę do ukierunkowania dalszych analiz na ocenę wskaźników jakości mięśniowej i ich związku z własnościami elektrycznymi tkanek.

Obecnie nie ma standardowego protokołu oceny jakości mięśni, i najczęściej jest ona skoncentrowana na określeniu (wcześniej wspomnianymi metodami obrazowania) gęstości mięśni i infiltracji tkanki łączno-tłuszczowej między wiązki i do włókien mięśniowych. Niemniej jednak wymiernym markerem szerokiego spektrum czynników charakteryzujących jakość mięśni jest ich funkcjonalność, dlatego na znaczeniu w praktycznym zastosowaniu zyskują wskaźniki jakości funkcjonalnej charakteryzujące siłę generowaną przez jednostkę masy mięśni szkieletowych (Cruz-Jentoft i wsp., 2019). Tego rodzaju wskaźniki stanu mięśni analizowano w pracy **„Relationship Between Bioelectrical Impedance Parameters and Appendicular Muscle Functional Quality in Older Adults from South-Western Poland” (Publikacja 2)** opierając się na wynikach badań 346 uczestników w wieku 50 – 83 lat, którzy oprócz ważnych pomiarów BIA mieli wykonany test siły ścisku ręki (HGS, ang. *hand grip strength*) i test siły mięśniowej prostowników stawu kolanowego (KES, ang. *knee extensor strength*).

Do oszacowania masy mięśni szkieletowych wykorzystano równanie Sergi i wsp. (2015), co było zgodne ze zmienionymi w 2018 roku rekomendacjami Europejskiej Grupy Roboczej ds. Sarcopenii u Osób Starszych (EWGSOP, ang. *European Working Group on Sarcopenia in Older People*) dotyczącymi narzędzi pomiaru masy mięśniowej w praktyce

klinicznej i badaniach naukowych (Cruz-Jentoft i wsp., 2019). Pomiary siły mięśni obu kończyn korygowano względem AMM i ASMM, w celu uzyskania odpowiednio wskaźników siły mięśniowej (HGS/AMM, KES/AMM) i jakości funkcjonalnej (HGS/ASMM, KES/ASMM) mięśni szkieletowych kończyn (Barbat-Artigas i wsp., 2012; Cruz-Jentoft i wsp., 2019).

Na podstawie analiz przekrojowych stwierdzono, że względne różnice między osobami starszymi a osobami w wieku poniżej 65 roku życia dla wskaźników siły i jakości funkcjonalnej mięśni znacznie przekraczały stopień redukcji masy mięśniowej i bardziej dotyczyły kończyn dolnych niż górnych. Przy braku różnicy dostosowanej do wysokości ciała ASMM, różnica siły mięśniowej kończyny górnej między grupami wieku wynosiła 9% u mężczyzn i 15% u kobiet, a siły mięśniowej kończyny dolnej, odpowiednio 18% i 20%. W obu grupach płci wskaźnik jakości mięśni u osób starszych był niższy o 13-14% dla kończyny górnej i o 20-21% dla kończyny dolnej.

W wyniku analizy regresji stwierdzono, że masa mięśni wyjaśniała zaledwie 2-5% zmienności siły mięśni kończyn. Dla wskaźników siły i jakości mięśniowej uzyskano istotne modele regresji wielokrotnej, w których oprócz wieku i płci silnym predykatorem była reaktancja i nieco słabszym, w przypadku jakości mięśniowej, był kąt fazowy impedancji. Słabsza predykcja PhA na wskaźniki jakości mięśni niż na wskaźniki siły mogła być spowodowana obecnością komórek tłuszczowych w tkance mięśniowej, których rozmiar i liczba zwiększa wartości PhA zakłócając tym samym zdolność PhA do identyfikowania atrofii miocytów (Norman i wsp., 2012; Yamada i wsp., 2017). Kąt fazowy i reaktancja razem tłumaczyły ponad 25% zmienności siły mięśniowej kończyny górnej i prawie 10% kończyny dolnej, przy czym wartości tych parametrów oraz prognozowane tempo ich zmian z wiekiem były różne u mężczyzn i u kobiet. Ujemny efekt wieku i dodatni efekt płci (charakteryzujący mężczyzn) w analizie regresji obu wskaźników, sugerował wcześniejsze i większe straty siły i jakości mięśni szkieletowych w procesie starzenia u kobiet niż u mężczyzn. Zaobserwowano, że reaktancja i kąt fazowy identyfikowały różnice jakości funkcjonalnej mięśni między starszymi i młodszymi uczestnikami, nawet przy braku różnic w masie mięśni szkieletowych. Wyniki tego badania potwierdziły tezę, że składniki impedancji niezależnie od płci i wieku wyjaśniają tę część zmian siły i jakości funkcjonalnej mięśni szkieletowych, która nie jest uwarunkowana stratami masy mięśniowej w procesie starzenia, natomiast może być związana ze zmianami jakości komórkowej tkanki mięśniowej.

Ustalenia z dwóch pierwszych prac wskazanego cyklu pochodziły z analiz

przekrojowych, w których ocena zmian stanu mięśni była prognozowana na podstawie ich korelacji z wiekiem oraz różnic między osobami starszymi a osobami w średnim wieku. Problem rzeczywistych zmian impedancji i stanu mięśni wraz z wiekiem (w indywidualnych przypadkach) został podjęty w pracy zatytułowanej „**Annual changes in appendicular skeletal muscle mass and quality in adults over 50 y of age, assessed using bioelectrical impedance analysis**” (Publikacja 3), w której przedstawiono wyniki powtórzonych w odstępie jednego roku pomiarów impedancji oraz siły kończyn u 313 osób w wieku 50–83 lat. Badanie umożliwiło ocenę dynamiki rocznych zmian stanu mięśni i jej związku z rejestrowaną impedancją tkanek miękkich. Dodatkowo skontrolowano oszacowane przez analizator BIA komponenty składu ciała takie jak: masa tłuszczowa i beztłuszczowa oraz zawartość wody wewnątrz- i zewnątrzkomórkowej w organizmie.

Stwierdzono, że po upływie zaledwie roku, u osób w wieku 50 lat i starszych, istotnie zmniejszyły się wartości reaktancji, kąta fazowego, siły i jakości funkcjonalnej mięśni obu kończyn, przy braku znaczących zmian rezystancji i składu ciała. W porównaniu do strat siły obniżenie masy mięśni szkieletowych było stosunkowo nieduże (<1%). U mężczyzn zmniejszenie wszystkich wskaźników siły i jakości funkcjonalnej mięśni obu kończyn było podobne i wynosiło około 4%. W przypadku kobiet, o ile wskaźniki dla kończyny górnej zmieniły się podobnie jak u mężczyzn, to ich obniżenie dla kończyny dolnej było ponad dwukrotnie większe (~9%). Podobne różnice w dynamice zmian między masą mięśni a ich siłą uwzględniające badaną kończynę i płeć uczestników były raportowane zarówno w badaniach longitudinalnych jak i przekrojowych (Delmonico i wsp., 2009; Goodpaster i wsp. 2006; Hughes i wsp., 2001; Mitchell i wsp., 2012).

Zaobserwowane w tym badaniu pogorszenie funkcji mięśni w wyniku starzenia niezupełnie wyjaśniane deficytem masy mięśniowej, mogło być w większym stopniu związane ze zmianami ich składu i struktury oraz spadkiem jakości komórkowej mięśni. Wskazywała na to istotna korelacja negatywnych zmian parametrów stanu funkcjonalnego mięśni z obniżonymi (o ~2% w skali roku w obu grupach płci) wartościami reaktancji i kąta fazowego. W przypadku braku wyraźnych zmian masy mięśniowej, zmniejszenie kąta fazowego i reaktywności komórkowej, tłumaczone jest zaburzeniami w prawidłowym funkcjonowaniu miocytów spowodowanym spadkiem integralności ich sarkolemy (Barbosa-Silva & Barros, 2005). Może być również konsekwencją miosteatyzy, czyli redystrybucji tkanki tłuszczowej i infiltracji tkanki łączno-tłuszczowej między wiązki mięśni szkieletowych i do włókien mięśniowych, co zmienia ich strukturę, skład i rozmieszczenie,

znacznie pogarszając funkcje mięśni (Correa-de-Araujo i wsp., 2020; Delmonico i wsp., 2009).

Względne wskaźniki strat masy, siły i jakości mięśni oraz parametrów impedancji oszacowane na podstawie analiz przekrojowych w dwóch poprzednich pracach były zaniżone w stosunku do rocznych wskaźników otrzymanych w tym badaniu. Podobna tendencja do rozbieżności wyników między badaniami przekrojowymi i ciągłymi była zgłaszana na podstawie przeglądów systematycznych (Mattiello i wsp., 2020; Mitchell i wsp., 2012). Pomimo tego stwierdzono zgodność głównych ustaleń dotyczących związku rejestrowanej bioimpedancji z deficytami siły i jakości mięśni, które były znacznie większe w porównaniu do strat masy mięśniowej w procesie starzenia i bardziej dotyczyły kończyn dolnych szczególnie u kobiet.

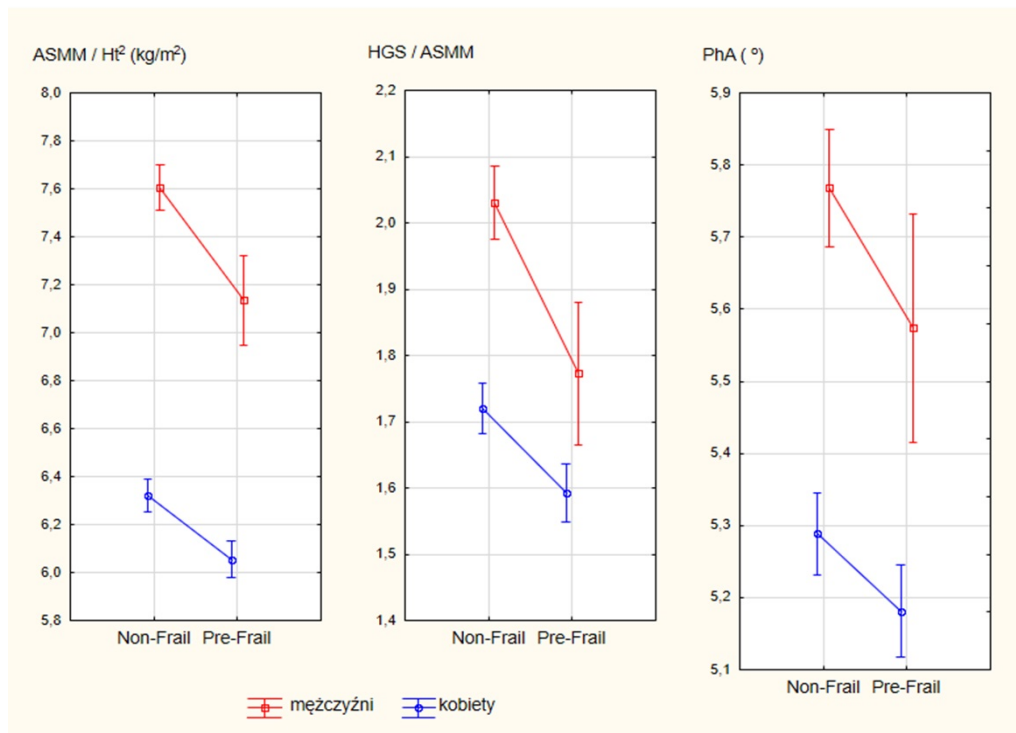
Wyniki przedstawione w tej publikacji wykazały, że nawet gdy obniżenie funkcjonalności mięśni u osób starzejących się występuje przy braku rozpoznawalnych zmian masy mięśniowej, tłuszczowej i/lub dystrybucji wody, to utrudnioną, w tych okolicznościach, identyfikację niekorzystnych zmian stanu mięśni mogłaby wspomóc analiza skojarzonych z nimi wartości reaktancji i kąta fazowego impedancji tkanek. Stwierdzono, że parametry impedancji mogą być dobrymi markerami zmian masy, siły i jakości mięśni, co uzasadniałoby ich wykorzystanie w podstawowej opiece geriatrycznej i w profilaktycznym monitorowaniu procesu starzenia. W związku z tymi ustaleniami, w kolejnych pracach oceniono możliwości praktycznego wykorzystania pomiarów BIA w identyfikowaniu zagrożeń związanych z niekorzystnymi zmianami stanu mięśni w procesie starzenia, takich jak sarkopenia i zespół słabości, które są głównymi czynnikami przyczyniającym się do niepełnosprawności i wczesnej śmiertelności u osób starszych (Cruz-Jentoft i wsp. 2019; Dent i wsp., 2019).

Ryzyko wystąpienia zespołu słabości (ang. *frailty syndrom*) i możliwość jego rozpoznawania przez impedancję mięśni stanowiły główną problematykę publikacji „**Appendicular skeletal muscle mass and quality estimated by bioelectrical impedance analysis in the assessment of frailty syndrome risk in older individuals**” (Publikacja 4). Słabość jest wielowymiarowym zespołem geriatrycznym, rozpatrywanym w trzech głównych obszarach fizycznym, psychicznym i społecznym. Charakteryzuje się skumulowanym pogorszeniem funkcji wielu układów fizjologicznych organizmu oraz zmniejszoną odpornością na stresory, co prowadzi do ograniczenia niezależności a nawet wczesnej śmiertelności u osób starszych (Dent i wsp., 2019; Fried i wsp., 2001). Złożoność natury zespołu słabości, jego przyczyn oraz współwystępowanie z wieloma stanami klinicznymi

powoduje, że do tej pory brakuje ujednoczonej operacyjnej definicji słabości i standaryzacji metod jej diagnozowania (Prorok i wsp., 2022; Stenholm i wsp., 2019).

Wskazana praca dotyczyła badania, w którym oceniano słabość fizyczną u 1016 osób w wieku 60 – 87 lat, wykorzystując fenotyp słabości opracowany przez Fried i wsp. (2001), zalecany przez grupę zadaniową Międzynarodowej Konferencji Badań Słabości i Sarkopenii (ICFSR, z ang. *International Conference of Frailty and Sarcopenia Research*) (Dent i wsp., 2019). Zgodnie z tym operatem, słabość fizyczna jest definiowana u pacjenta, gdy są spełnione co najmniej 3 z 5 kryteriów, takich jak: osłabienie mierzone niską siłą ścisku ręki (1), spowolnienie chodu (2), niski poziom aktywności fizycznej (3), niska energia lub wyczerpanie (4) oraz niezamierzona utrata masy ciała w stosunkowo krótkim czasie (5). Stan wczesno kliniczny (pre-frailty), w którym występuje jedno lub dwa kryteria, identyfikuje osoby o wysokim ryzyku przejścia w stan słabości (Fried i wsp., 2001).

Uczestnikom badania wykonano pomiary BIA, siły ścisku ręki i szybkości chodu. Tygodniową aktywność fizyczną określano na podstawie Międzynarodowego Kwestionariusza Aktywności Fizycznej IPAQ. Podobnie jak w poprzedniej pracy, wykorzystując surowe pomiary impedancji oszacowano ASMM na podstawie równania Sergi i wsp. (2015) oraz obliczono wskaźniki masy i jakości funkcjonalnej mięśni szkieletowych kończyn. Wszyscy objęci badaniem deklarowali dobry stan zdrowia oraz brak ograniczeń w chodzeniu i w wykonywaniu codziennych czynności. Słabość fizyczną, na podstawie definicji Fried i wsp. (2001), rozpoznano u jednej osoby, natomiast jej stan wczesno kliniczny u 38% pozostałych uczestników, przy czym u kobiet rozpowszechnienie stanu wczesno klinicznego słabości było dwukrotnie większe niż u mężczyzn. Oprócz oczekiwanych różnic wieku, masy i parametrów sprawności funkcjonalnej zaobserwowano, że osoby z stanem wczesno klinicznym (pre-frailty) w porównaniu do osób bez zespołu słabości (non-frailty) miały obniżoną masę mięśni szkieletowych kończyn oraz niższe wartości kąta fazowego impedancji. W obu grupach płci względne procentowe różnice wskaźników jakości mięśni między osobami z wczesno kliniczną słabością a osobami bez słabości były dwukrotnie większe niż te obserwowane dla masy mięśni szkieletowych kończyn (Rycina 2).



Rycina 2. Różnice wskaźników masy i jakości mięśni szkieletowych między uczestnikami bez zespołu słabości (non-frail) i ze stanem wczesno klinicznym słabości (pre-frail). ASMM – masa mięśni szkieletowych kończyn, Ht – wysokość ciała (m), HGS – siła ścisku ręki (kg), Pha – kąt fazowy impedancji (°).

Metodą regresji logistycznej ustalono, że ryzyko zagrożenia słabością silniej determinują niższe wartości kąta fazowego i wskaźnika jakości funkcjonalnej mięśni niż straty masy mięśni szkieletowych i wiek. Zmniejszenie kąta fazowego o 1° zwiększało dwukrotnie szanse na wystąpienie stanu wczesno klinicznego słabości. W przypadku mężczyzn prawdopodobieństwo zagrożenia słabością było trzykrotnie niższe niż u kobiet. Podobną redukcję ryzyka zaobserwowano w przypadku jednostkowej poprawy wskaźnika jakości mięśni. Stwierdzono, że słabości towarzyszy bardziej obniżenie jakości mięśniowej niż utrata masy ciała. Kryterium obniżonej masy ciała dla fenotypu słabości opracowanego przez Fried i wsp. (2001) okazało się w tym badaniu słabszym klasyfikatorem niż pozostałe kryteria (siła mięśni, szybkość chodzenia i aktywność fizyczna). Stan mięśni oceniany wskaźnikami ich jakości funkcjonalnej i kątem fazowym determinował prawdopodobieństwo wczesnej słabości niezależnie od płci i wieku. Związki kąta fazowego z występowaniem słabości były wcześniej zgłaszane u pacjentów przyjmowanych na oddziały geriatryczne z szeregiem chorób współistniejących (Slee i wsp., 2015) oraz u pacjentów poddawanych operacjom kardiochirurgicznym (Mullie i wsp., 2018). Ponadto stwierdzono, że parametry jakościowe mięśni szacowane metodą tomografii komputerowej takie jak ich gęstość, powierzchnia oraz obecność śródmięśniowej i wewnątrz-mięśniowej tkanki tłuszczowej były

silniej skorelowane ze słabością niż masa mięśni szkieletowych (Cesari i wsp., 2006; Williams i wsp., 2017).

Chociaż zaobserwowano, że zmiany patofizjologiczne zachodzące w mięśniach mogą leżeć u podstaw słabości niezależnie od wieku badanych, to nadal nie opracowano praktycznej klinicznie definicji słabości uwzględniającej punkty odcięcia dla masy i jakości mięśni szkieletowych (Lynch i wsp., 2022). Grupa zadaniowa ICFSR, dostrzegając ograniczenia dotychczasowych rekomendacji bazujących w większości na badaniach o małej skali (liczba uczestników <200), zaapelowała o eksplorację czynników rozpoznawania i leczenia słabości w oparciu o większe bazy dowodowe, w celu planowanej w 2024 roku aktualizacji wytycznych ICFSR (Dent i wsp., 2019). Niniejsze badanie ponad tysiąca osób, w pewnym stopniu przyczynia się do postępu związanego ze znaczeniem impedancji oraz skojarzonych z nią wskaźników jakości mięśni w identyfikowaniu ryzyka słabości.

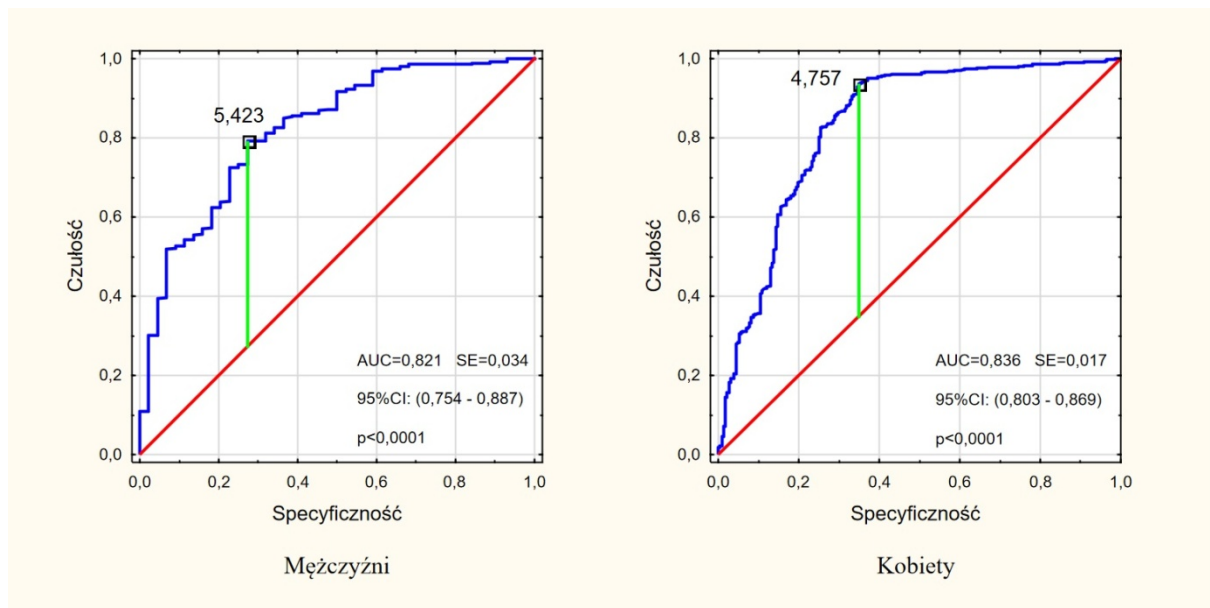
Do rozwoju słabości fizycznej najczęściej przyczynia się sarkopenia, zdefiniowana jako choroba powodująca niewydolność mięśni szkieletowych w wyniku utraty siły i masy mięśni (Cruz-Jentoft i wsp., 2019). Europejska Grupa Robocza ds. Sarkopenii u Osób Starszych ustaliła, że choć sarkopenia jest powszechna raczej wśród starszych dorosłych, to jej rozwój zaczyna się we wcześniejszych okresach nie tylko w wyniku starzenia, ale również chorób przewlekłych, niskiego spożycia białka i braku aktywności fizycznej. Oprócz zdefiniowanych kryteriów diagnostycznych, związanych z niską siłą, masą mięśni i sprawnością fizyczną, jakość mięśni uznano za ważny wskaźnik, który powinien zyskiwać na znaczeniu w identyfikowaniu sarkopenii. Jednocześnie dostrzeżono lukę związaną z brakiem standardów w definiowaniu jakości mięśni oraz z dostępnością metod jej pomiaru (Cruz-Jentoft i wsp., 2019).

Ryzyko wystąpienia sarkopenii u subiektywnie zdrowych osób po 50 roku życia oraz potencjał diagnostyczny kąta fazowego impedancji zostały sprawdzone w pracy **„The Use of the Bioelectrical Impedance Phase Angle to Assess the Risk of Sarcopenia in People Aged 50 and above in Poland” (Publikacja 5)**. Badaniem objęto 1567 osób w wieku od 50 do 87 lat, których oceniono jako „subiektywnie zdrowych” na podstawie deklaracji dobrego stanu zdrowia, braku trudności w chodzeniu oraz braku ograniczeń w codziennych czynnościach. Żaden z uczestników nie miał wcześniej zdiagnozowanej sarkopenii ani jej stanu wczesno klinicznego (pre-sarkopenii). Wykonano pomiary impedancji, siły ścisku ręki i prędkości chodu.

Sarkopenię i jej nasilenie identyfikowano na podstawie zaktualizowanej w 2018 roku operacyjnej definicji EWGSOP (Cruz-Jentoft i wsp., 2019), a pre-sarkopenię zgodnie z konsensusem z 2010 roku (Cruz-Jentoft i wsp., 2010). Sarkopenię zdiagnozowano u dwunastu uczestników tego badania (0,8%), i co niepokojące trzech z nich było w wieku poniżej 65 lat, a czterech (w wieku 72-83 lat) w stanie ocenionym jako ciężka sarkopenia. Wczesno kliniczną sarkopenię stwierdzono u 276 osób (18%), przy czym jej rozpowszechnienie u kobiet było prawie dwukrotnie większe niż u mężczyzn. Zaobserwowano, że uczestnicy ze zidentyfikowaną pre-sarkopenią, w porównaniu do osób bez sarkopenii, mieli znacznie niższe wartości kąta fazowego, przy czym względne różnice procentowe PhA między tymi grupami były prawie dwukrotnie większe niż różnice wskaźnika jakości funkcjonalnej (oceniającego siłę dostosowaną do masy mięśni szkieletowych kończyn).

Związek prawdopodobieństwa wystąpienia stanu wczesno klinicznego sarkopenii ze wskaźnikami jakości mięśni z uwzględnieniem zmiennych towarzyszących takich jak płeć, wiek i podstawowe parametry somatyczne, oceniono metodą regresji logistycznej. Na podstawie analiz modeli logitowych stwierdzono, że płeć żeńska miała większy udział w determinowaniu zagrożenia sarkopenią niż starszy wiek uczestników tego badania, niezależnie od udziału innych zmiennych w modelach regresji. Zwiększone ryzyko sarkopenii było również związane z obniżeniem wskaźnika masy ciała (BMI) i wskaźnika jakości funkcjonalnej mięśni. Najsilniejszym predykatorem prawdopodobieństwa pre-sarkopenii, zarówno w analizach jedno- jak i wielowymiarowych, był kąt fazowy impedancji, którego spadek wartości o zaledwie 1 stopień zwiększał nawet 17-krotnie szanse wystąpienia stanu przedklinicznego sarkopenii niezależnie od płci i wieku badanych. Tak silny udział tego parametru impedancji w wyjaśnianiu ryzyka pre-sarkopenii był podstawą do wyznaczenia wartości krytycznych kąta fazowego, które mogłyby ułatwić ocenę zagrożenia sarkopenią u osób po 50 roku życia. Pomimo, że ostatnio zgłaszano związki PhA z sarkopenią i pre-sarkopenią, które w większości dotyczyły pacjentów w różnych stanach klinicznych (Akamatsu i wsp., 2022; Hirose i wsp., 2020; Ji i wsp., 2021; Rosas-Carrasco i wsp., 2021), to brakuje badań raportujących wartości krytyczne PhA dla pre-sarkopenii w populacjach ogólnych (Di Vincenzo i wsp., 2021). Wyniki tego badania umożliwiły wygenerowanie dostosowanych do wieku modeli prognozowania pre-sarkopenii u osób po 50 roku życia i opracowanie punktów odcięcia kąta fazowego, które wynosiły $PhA=5.42^\circ$ u mężczyzn i $PhA=4.76^\circ$ u kobiet, przy wydajności klasyfikacyjnej kąta fazowego przekraczającej 82%

w obu grupach płci (Rycina 3).



Rycina 3. Krzywe ROC dla kąta fazowego impedancji w identyfikowaniu pre-sarcopenia u mężczyzn i u kobiet w wieku powyżej 50 lat. Oznaczony punkt jest punktem odcięcia dla stanu pre-sarcopenia. ROC – charakterystyka pracy odbiornika, AUC – pole pod krzywą ROC, SE – błąd standardowy, 95%CI – przedział ufności.

Niepokojącym zjawiskiem zaobserwowanym w przedstawionych badaniach, jest wyraźne rozpowszechnienie stanu wczesno klinicznego sarkopenii i słabości fizycznej wśród osób w wieku przed 65 rokiem życia, które deklarowały „dobre zdrowie” i nie zgłaszały żadnych dysfunkcji i ograniczeń w instrumentalnych czynnościach dnia codziennego. Wskazuje to na potrzebę edukacji gerontologicznej i zintensyfikowania badań przesiewowych nie tylko w populacjach osób starszych, ale również osób w młodszym wieku, w celu zapobiegania zagrożeniom związanym z niekorzystnymi zmianami stanu mięśni. Obecność stanu przedklinicznego słabości i/lub sarkopenii determinuje ich wcześniejszy i szybszy rozwój oraz wyższy stopień nasilenia w przyszłości, zmniejszając tym samym skuteczność interwencji. Ponadto stadium pre-sarkopenii i pre-frailty w przeciwieństwie do stanów bardziej zaawansowanych, może być całkowicie odwracalne przy stosowaniu odpowiedniej diety i aktywności fizycznej, bez konieczności leczenia farmakologicznego (Cruz-Jentoft i wsp., 2019, Dent i wsp., 2019). Stanowi to dodatkowy argument wskazujący, że badania dotyczące możliwie łatwych i szybkich metod rozpoznawania wczesnych etapów procesu rozwoju sarkopenii i zespołu słabości powinny zyskiwać na znaczeniu.

4.3.3. Podsumowanie – znaczenie naukowe i kliniczne wyników badań oraz wartość aplikacyjna publikacji wskazanych jako osiągnięcie naukowe

Wyniki zaprezentowanych badań potwierdziły wcześniejsze doniesienia, że obniżenie siły mięśni w procesie starzenia jest znacznie szybsze i większe niż deficyty masy mięśniowej, sugerując tym samym, że utrata masy mięśniowej wraz z wiekiem u osób po 50 roku życia nie jest główną przyczyną spadku funkcjonalności mięśni. Ważnym elementem poznania naukowego było powiązanie tego zjawiska ze zmianami właściwości elektrochemicznych mięśni rejestrowanymi metodą BIA, co pozwoliło uzasadnić tezę, że jakość mięśni szkieletowych ma większy udział w wyjaśnianiu ich siły niż masa mięśniowa.

W pracach rozwinięto i jednocześnie doprecyzowano pojęcie jakości mięśni szkieletowych w dwóch zależnych od siebie wymiarach: funkcjonalnym i komórkowym. Do identyfikowania zmian jakości mięśniowej zaproponowano wskaźniki oparte na pomiarach impedancji bez stosowania oferowanych przez producentów analizatorów BIA wyników składu ciała, szacowanych na podstawie zastrzeżonych (ze względu na wrażliwość handlową) algorytmów o dyskusyjnej dokładności. Wykazano, że kąt fazowy i reaktancja, jako wskaźniki zmian jakości komórkowej związanej z liczbą i wielkością komórek, integralnością ich błon i stopniem nawodnienia, korelują z funkcjonalnością mięśni szkieletowych kończyn. Oba parametry impedancji wyjaśniały tę część zmian siły mięśni, która była niezależna od spadku masy mięśniowej. Wyniki dwóch ostatnich prac wskazały na duży potencjał prognostyczny kąta fazowego w ocenie ryzyka wystąpienia słabości i sarkopenii, co może mieć istotne znaczenie aplikacyjne w podstawowej opiece geriatrycznej, praktyce klinicznej i badaniach przesiewowych.

Cykl wskazanych publikacji jest sygnałem do ukierunkowania badań nad opracowaniem, dostosowanych do wieku i płci, wartości krytycznych parametrów impedancji tkanki mięśniowej, umożliwiających rozpoznanie zagrożeń związanych z obniżeniem jakości mięśni u osób w różnych okresach ontogenezy i stanie klinicznym. Pomimo braku wartości referencyjnych, to na tym etapie ustaleń opartych na tak dużych grupach osób starszych z populacji ogólnej, istnieją silne przesłanki do wykorzystania taniej, szybkiej i nieinwazyjnej metody BIA w profilaktycznym monitorowaniu jakości mięśni, wspomagając tym samym realizację strategii „zdrowego starzenia”.

4.3.4. Piśmiennictwo

- Akamatsu Y, Kusakabe T, Arai H, i wsp. (2022). Phase angle from bioelectrical impedance analysis is a useful indicator of muscle quality. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 13(1):180-189. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12860>
- Barbat-Artigas S, Rolland Y, Zamboni M & Aubertin-Leheudre M. (2012). How to assess functional status: a new muscle quality index. *J Nutr Health Aging* 16(1):67-77. <https://doi.org/10.1007/s12603-012-0004-5>
- Barbosa-Silva MCG, Barros AJD, Wang J, Heymsfield SB & Pierson RN. (2005). Bioelectrical impedance analysis: population values for phase angle by age and sex. *Am J Clin Nutr* 82(1): 49–52. <https://doi.org/10.1093/ajcn/82.1.49>
- Barbosa-Silva MCG & Barros AJD. (2005). Bioelectrical impedance analysis in clinical practice: a new perspective on its use beyond body composition equations. *Cur. Opin Clin Nutr Metab Care* 8:311–7. <https://doi.org/10.1097/01.mco.0000165011.69943.39>
- Bosy-Westphal A, Danielzik S, Dörhöfer RP, i wsp. (2006). Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index. *J Parenter. Enteral Nutr* 30:309–316. <https://doi.org/10.1177/0148607106030004309>
- Buckinx F, Landi F, Cesari M, i wsp. (2018) Pitfalls in the measurement of muscle mass: A need for a reference standard. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 9:1272-1274. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12268>
- Cesari M, Leeuwenburgh C, Lauretani F, i wsp. (2006). Frailty syndrome and skeletal muscle: results from the Invecchiare in Chianti study. *Am J Clin Nutr* 83(5):1142-1148. <https://doi.org/10.1093/ajcn/83.5.1142>
- Correa-de-Araujo R, Addison O, Miljkovic I, i wsp. (2020). Myosteatosis in the Context of Skeletal Muscle Function Deficit: An Interdisciplinary Workshop at the National Institute on Aging. *Front Physiol* 11:963. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00963>
- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, i wsp. (2010) Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 39:412–423. <https://doi.org/10.1093/ageing/afq034>
- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, i wsp. (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing* 48(1):16–31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
- Delmonico MJ, Harris TB, Visser M, i wsp. (2009). Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *Am J Clin Nutr* 90:1579–1585. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.28047>
- de-Mateo-Silleras B, Camina-Martin MA, de-Frutos-Allas JM, i wsp. (2018). Bioimpedance analysis as an indicator of muscle mass and strength in a group of elderly subjects. *Exp Gerontol* 113:113-119. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.09.025>
- Dent E, Morley JE, Cruz-Jentoft AJ, i wsp. (2019). Physical Frailty: ICFSR International Clinical Practice Guidelines for Identification and Management. *J Nutr Health Aging* 23(9):771-787. <https://doi.org/10.1007/s12603-019-1273-z>
- Di Vincenzo O, Marra M, Di Gregorio A, Pasanisi F, Scalfi L. (2021). Bioelectrical impedance analysis (BIA) -derived phase angle in sarcopenia: A systematic review. *Clin Nutr.* 2021;40(5):3052-3061. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.10.048>
- Fried LP, Tangen CM, Walston J, i wsp. (2001). Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 56(3):M146-M156. <https://doi.org/10.1093/gerona/56.3.M146>

- Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, i wsp. (2006) The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 61:1059-1064. <https://doi.org/10.1093/gerona/61.10.1059>
- Guo X, Franco OH & Laine JE. (2022). Accelerated ageing in the COVID-19 pandemic: A dilemma for healthy ageing. *Maturitas*, 157, 68–69. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2021.12.009>
- Heymsfield SB, Gonzalez MC, Lu J, i wsp. (2015). Skeletal muscle mass and quality: evolution of modern measurement concepts in the context of sarcopenia. *Proc Nutr Soc* 74:355–366. <https://doi.org/10.1017/S0029665115000129>
- Hirose S, Nakajima T, Nozawa N, i wsp. (2020). Phase Angle as an Indicator of Sarcopenia, Malnutrition, and Cachexia in Inpatients with Cardiovascular Diseases. *J Clin Med*. 9(8):2554. <https://doi.org/10.3390/jcm9082554>
- Hughes VA, Frontera WR, Wood M, i wsp. (2001). Longitudinal muscle strength changes in older adults: influence of muscle mass, physical activity, and health. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 56: B209-B217. <https://doi.org/10.1093/gerona/56.5.B209>
- Janssen I, Heymsfield SB, Wang ZM & Ross R (2000) Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 yr. *J Appl Physiol* 89:81–88. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.1.81>
- Ji W, Liu X, Zheng K, Yang H, Cui J & Li W. (2021). Correlation of phase angle with sarcopenia and its diagnostic value in elderly men with cancer. *Nutrition*. 84:111110. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2020.111110>
- Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, i wsp. (2004). Bioelectrical impedance analysis – Part I: Review of principles and methods. *Clin Nutr* 23:1226–1243. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.06.004>
- Kyle UG, Genton L, Hans D & Pichard C (2003) Validation of a bioelectrical impedance analysis equation to predict appendicular skeletal muscle mass (ASMM). *Clin Nutr* 22:537–43. [https://doi.org/10.1016/S0261-5614\(03\)00048-7](https://doi.org/10.1016/S0261-5614(03)00048-7)
- Lynch DH, Spangler HB, Franz JR, i wsp. (2022). Multimodal Diagnostic Approaches to Advance Precision Medicine in Sarcopenia and Frailty. *Nutrients*, 14(7), 1384. <https://doi.org/10.3390/nu14071384>
- Mattiello R, Amaral MA, Mundstock E & Ziegelmann PK. (2020). Reference values for the phase angle of the electrical bioimpedance: Systematic review and meta-analysis involving more than 250,000 subjects. *Clin Nutr*. 39(5), 1411–1417. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.07.004>
- McGregor RA, Cameron-Smith D & Poppitt SD. (2014). It is not just muscle mass: a review of muscle quality, composition and metabolism during ageing as determinants of muscle function and mobility in later life. *Longev Healthspan* 3, 9. <https://doi.org/10.1186/2046-2395-3-9>
- Mitchell WK, Williams J, Atherton P, Larvin M, Lund J, Narici M (2012). Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Front Physiol* 3: 260. <https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00260>
- Mullie L, Obrand A, Bendayan M, i wsp. (2018) Phase Angle as a Biomarker for Frailty and Postoperative Mortality: The BICS Study. *J Am Heart Assoc*. 7(17):e008721. <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.008721>
- Narici M, Vito G, Franchi M, i wsp. (2021). Impact of sedentarism due to the COVID-19 home confinement on neuromuscular, cardiovascular and metabolic health: Physiological and pathophysiological implications and recommendations for physical and nutritional countermeasures. *Eur J Sport Sci*. 21(4):614-635. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1761076>.

- Norman K, Stobäus N, Pirlich M & Bosy-Westphal A. (2012). Bioelectrical impedance phase angle and impedance vector analysis—Clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clin Nutr* 31:854-861. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2012.05.008>
- OECD (2022). Elderly population (indicator). <https://doi.org/10.1787/8d805ea1-en> (accessed on 08 October 2022).
- Prorok JC, Williamson PR, Shea B, i wsp. (2022). An international Delphi consensus process to determine a common data element and core outcome set for frailty: FOCUS (The Frailty Outcomes Consensus Project). *BMC Geriatrics*, 22(1), 284. <https://doi.org/10.1186/s12877-022-02993-w>
- Rosas-Carrasco O, Ruiz-Valenzuela RE, López-Teros MT. (2021). Phase Angle Cut-Off Points and Their Association With Sarcopenia and Frailty in Adults of 50-64 Years Old and Older Adults in Mexico City. *Front Med* 8:617126. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.617126>
- Sato H, Nakamura T, Kusuhara T, i wsp. (2020). Effectiveness of impedance parameters for muscle quality evaluation in healthy men. *J Physiol Sci* 70(1), 53. <https://doi.org/10.1186/s12576-020-00780-z>
- Sergi G, De Rui M, Veronese N, i wsp. (2015). Assessing appendicular skeletal muscle mass with bioelectrical impedance analysis in free-living Caucasian older adults. *Clin Nutr* 34:667-73. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.07.010>
- Sidor A & Rzymiski P. Dietary Choices and Habits during COVID-19 Lockdown: Experience from Poland. *Nutrients*. 2020; 12(6):1657. <https://doi.org/10.3390/nu12061657>
- Slee A, Birc D & Stokoe D. (2015). Bioelectrical impedance vector analysis, phase-angle assessment and relationship with malnutrition risk in a cohort of frail older hospital patients in the United Kingdom. *Nutrition*. 31(1), 132–137. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2014.06.002>
- Stenholm S, Ferrucci L, Vahtera J, i wsp. (2019). Natural Course of Frailty Components in People Who Develop Frailty Syndrome: Evidence From Two Cohort Studies. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 74(5), 667–674. <https://doi.org/10.1093/gerona/gly132>
- van Baar H, Hulshof PJ., Tieland M, de Groot CPGM. (2015) Bio-impedance analysis for appendicular skeletal muscle mass assessment in (pre-) frail elderly people. *Clin Nutr ESPEN* 10:e147–e153. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2015.05.002>
- WHO (2022). Ageing and health, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health> (accessed on 08 October 2022)
- Williams GR, Deal AM, Muss HB, i wsp. (2018). Frailty and skeletal muscle in older adults with cancer. *J Geriatr Oncol* 9(1):68-73. <https://doi.org/10.1016/j.jgo.2017.08.002>
- Yamada Y, Buehring B, Krueger D, i wsp. (2017). Electrical Properties Assessed by Bioelectrical Impedance Spectroscopy as Biomarkers of Age-related Loss of Skeletal Muscle Quantity and Quality. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 72(9):1180–1186. <https://doi.org/10.1093/gerona/glw225>

4.4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowych związanych z głównym kierunkiem zainteresowań badawczych

Zainteresowania związane z impedancją materiałów były zapoczątkowane badaniami z zakresu analizy widm impedancyjnych elektrochemicznych warstw dyspersyjnych, które prowadziłam w ramach pracy doktorskiej w Instytucie Technologii Nieorganicznej i Nawozów Mineralnych Politechniki Wrocławskiej i projektu badawczego „Powłoki

dyspersyjne Ni/Al₂O₃ – właściwości antykorozyjne” finansowanego przez Komisję Badań Naukowych Ministerstwa Nauki i Informatyzacji (Grant promotorski nr 3 T09B 039 26). Wyniki moich badań wykazały, że zmiany parametrów impedancji, rejestrowanej w szerokim spektrum częstotliwości prądu elektrycznego, nie tylko charakteryzowały strukturę i skład powłok, ale odpowiadały zarówno procesom związanym z degradacją warstw jak i z poprawą ich właściwości ochronnych (w wyniku uszczelniania ich powierzchni zwartą warstwą tlenków, powstającą w czasie ekspozycji w środowisku utleniającym). Poszerzenie obszaru badań o impedancyjne monitorowanie właściwości materiałów biologicznych, ukierunkowało moje zainteresowania na ocenę możliwości wykorzystania metod pomiaru impedancji do identyfikowania zmian właściwości elektrochemicznych tkanek, w tym jakości mięśni szkieletowych.

Główny nurt moich badań naukowych, stanowiący tematykę wskazanego cyklu pięciu publikacji, przedstawiłam również w rozdziale monografii „Hipokinezyja - efekt pandemii COVID-19” (red. nauk. Małgorzata Sobera). W tej pracy, oprócz podstawowych zagadnień i przeglądu najnowszych ustaleń dotyczących bioimpedancji, zaproponowałam algorytm szacujący zmiany jakości funkcjonalnej mięśni szkieletowych w wyniku starzenia i/lub obniżonej aktywności fizycznej, obserwowanej szczególnie w pandemii COVID-19. Dostosowany do wieku i płci model uwzględniający reaktancję i kąt fazowy impedancji wyjaśniał ponad 62% zmienności wskaźnika jakości funkcjonalnej mięśni szkieletowych kończyn (HGS/ASMM) u osób po 50 roku życia. Wykorzystując opracowany algorytm oraz zmiany parametrów impedancji spowodowane zwiększeniem aktywności fizycznej zgłaszane we wcześniejszych badaniach, oszacowano, że podjęcie 8-tygodniowego treningu oporowego przez osoby starsze może poprawić jakość mięśni nawet o 9%. W przypadku niepodjęcia zwiększonej aktywności fizycznej, prognozowane przez model roczne straty jakości mięśni były prawie dwukrotnie większe niż jej obniżenie spowodowane niezakłóconym procesem starzenia (4% w skali roku, zgłoszone w trzeciej pracy wskazanego cyklu).

Kołodziej M. Wykorzystanie właściwości elektrycznych tkanek do monitorowania jakości funkcjonalnej mięśni w warunkach hipokinezyji u osób dorosłych. W: Hipokinezyja - efekt pandemii COVID-19 / red. nauk. Małgorzata Sobera, *Studia i Monografie Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu*; nr 139; 0239-6009, Wrocław: Wydawnictwo Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, 2021, s. 81-100.

Rozszerzeniem obszaru moich zainteresowań są realizowane obecnie badania bioimedancyjne u dzieci i młodych dorosłych. Pierwsze wyniki tych badań zostały

opublikowane w dwóch artykułach, a kolejne są w przygotowaniu.

Kołodziej, M., Koźlenia, D., Kochan-Jacheć, K. & Domaradzki, J. (2020). Bioelectrical impedance components and the mass and strength of the upper limb skeletal muscles of young adults. *Human Movement*, 21(4), 111-117. <https://doi.org/10.5114/hm.2020.95989>

Kołodziej M. & Czajka K. (2022). Skeletal muscle quality in 6- and 7-y-old children assessed using bioelectrical impedance analysis. *Nutrition* 96:111568. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2021.111568>

Badania u zdrowych osób dorosłych w wieku 19-26 lat, pomimo że potwierdziły większą u mężczyzn masę mięśniową i ogólną siłę mięśni w porównaniu z kobietami, to wbrew oczekiwaniom wskazały na wyższy udział mięśni szkieletowych w masie mięśniowej i wyższe wskaźniki jakości funkcjonalnej u kobiet niż u mężczyzn. Różnice te mogły być spowodowane większą integralnością błon komórkowych i/lub wyższym stopniem odżywienia komórek mięśni u kobiet. Hipotezy sformułowane w wyniku tej pracy dały ważną podstawę do kontynuowania badań nad jakością mięśni u młodych dorosłych.

W pracy dotyczącej dzieci w wieku 6 – 7 lat wkraczających w tryb pracy szkolnej stwierdzono, że większa masa mięśniowa u starszych dzieci nie implikowała lepszej jakości funkcjonalnej mięśni, a dodatkowo wzrost masy tłuszczowej niezależnie od masy mięśniowej i wieku istotnie obniżał względną siłę i jakość mięśni. W wyniku tych badań opracowano model regresji wskaźnika jakości mięśni dostosowany do płci i wieku, w którym silnymi dodatnimi predyktorami były reaktancja i kąt fazowy impedancji. Dokładność równania szacującego jakość mięśni u dzieci zweryfikowano w zewnętrznej próbie 5-latków.

Doświadczenie dotyczące problemów rozwojowych dzieci zdobywałam uczestnicząc w latach 2005-2011 w szeroko zakrojonych badaniach o charakterze pólciągłym, które były prowadzone przez Katedrę Biostruktury Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, pod kierownictwem prof. dr hab. Zofii Ignasiak, w ramach kontynuacji projektów:

- Populacja dzieci wiejskich w badaniach długofalowych. Środowiskowe i genetyczne uwarunkowania rozwoju morfofunkcjonalnego, sprawności i wydolności fizycznej – Grant KBN Nr 4 S405 067 06
- Współzależność ukształtowania krzywizn kręgosłupa z wybranymi cechami funkcjonalnymi dzieci z regionu LGOM – Grant KBN Nr P05D00226
- Środowiskowe modulatory zdrowia i rozwoju morfofunkcjonalnego populacji dzieci i młodzieży z terenów ekologicznie zagrożonych - Legnicko-Głogowski Okręg Miedziowy – Grant KBN Nr P0D01226
- Populacja dzieci w wieku szkolnym w badaniach przekrojowych. Uwarunkowania rozwoju morfofunkcjonalnego stopniem skażenia środowiska bytowego – Grant KBN Nr 4P 0D07508

Badaniami objęto łącznie ponad 20 tysięcy dzieci i młodzieży w wieku szkolnym (7-15 lat) zamieszkujących Legnicko-Głogowski Okręg Miedziowy w Polsce. Oprócz pomiarów podstawowych cech somatycznych i składu ciała, badano m.in. wydolność i sprawność fizyczną, postawę ciała, styl życia i wybrane czynniki społeczno-ekonomiczne. Do najważniejszych publikacji z tego obszaru badań należą prace, w których oceniono zmianę tempa dojrzewania płciowego młodzieży na przestrzeni 10 lat obserwacji oraz zachowania zdrowotne w odniesieniu do czynników środowiskowych, takich jak wskaźnik urbanizacji miejsca zamieszkania czy struktura rodzin:

Domaradzki J, Sławińska T, **Kołodziej M**, Ignasiak Z. (2022) Secular Changes in the Age of Menarche of Rural and Urban Girls from an Industrial Region of Poland in Relation to Family Structure. *Int J Environ Res Public Health* 19(14):8692. <https://doi.org/10.3390/ijerph19148692>

Czajka K, Fiszer K, **Kołodziej M**. (2013). The relation between selected health behaviour and body mass index amongst adolescents living in urban and rural areas in south-western Poland. *Rocz Panstw Zakł Hig.* 64(2):135-141.

W latach 2009 – 2012 uczestniczyłam w projekcie: „Modulatory środowiskowe zdolności koordynacyjnych dzieci w wieku przedszkolnym” (finansowanie wewnętrzne AWF Wrocław). Wyniki badań u ponad 400 dzieci w wieku 4 – 7 lat potwierdziły, że aktywność fizyczna może wspomagać prawidłowy rozwój funkcjonalny dzieci. Po 9 miesiącach od pierwszego badania sprawności motorycznej, istotnie poprawiły się wyniki wszystkich testów oceniających stabilność, precyzję, szybkość i koordynację ruchów prawej i lewej ręki. Niestety zaobserwowano również, że u prawie 40% przedszkolaków poziom aktywności fizycznej oceniany tygodniową liczbą kroków był poniżej zaleceń WHO.

Czajka K, Sławińska T, **Kołodziej M**, Kochan K. (2015). Assessment of physical activity by pedometer in Polish preschool children. *Human Movement.* 16(1):15-19. <https://doi.org/10.1515/humo-2015-0021>

Czajka K, **Kołodziej M**, Kochan K, Sławińska T. (2018). Development of manual dexterity in preschool children. *Human Movement.* 19(4):79-86. <https://doi.org/10.5114/hm.2018.79735>

Ocena sprawności funkcjonalnej i determinujących ją czynników między innymi takich jak styl życia i warunki demograficzne, stanowi kolejny kierunek mojej pracy naukowej, choć mocno związany z zainteresowaniami dotyczącymi jakości funkcjonalnej mięśni. Oprócz badań u dzieci i młodzieży, których dotyczyły wyżej wspomniane prace, sprawność funkcjonalną zbadano również u subiektywnie zdrowych osób starszych w ramach projektów naukowych opisanych w rozdziale 4. Wyniki wybranych testów sprawnościowych posłużyły w dwóch ostatnich pracach wskazanego cyklu jako kryteria w identyfikowaniu

sarkopenii i zespołu słabości. Szerszą ocenę wydolności i sprawności fizycznej u osób starszych zbadanych w latach 2009-2015 przedstawiono we wcześniejszej publikacji, w której również wykazano, że niskie wyniki testów sprawnościowych silnie prognozują ryzyko upadków i ograniczenie samodzielności funkcjonalnej w przyszłości, szczególnie u kobiet.

Domaradzki, J., Kozieł, S., Ignasiak, Z., Sławińska, T., Skrzek, A. & **Kołodziej, M.** (2017). The Risk for Fall and Functional Dependence in Polish Adults 60–87 Years Old. *Collegium antropologicum*, 41(1), 81–87. <http://www.collantropol.hr/antropo/article/view/1536>

Badania sprawności funkcjonalnej oraz jej związków ze stylem życia i zagrożeniem słabością przeprowadzono także wśród mieszkańców Domów Pomocy Społecznej z rejonów południowo-zachodniej Polski. Z uwagi na dużą dysproporcję płci wśród pensjonariuszy, wstępnie opublikowano wyniki dotyczące tylko kobiet. W celu zapewnienia wystarczającej liczebności mężczyzn do analiz, badania w tej populacji są kontynuowane i rozszerzane na większą liczbę Domów Pomocy Społecznej.

Kaczorowska, A., Sebastjan, A., **Kołodziej, M.**, Kozieł, S., Tomczak, M., & Ignasiak, Z. (2021). Functional capacity and risk of frailty syndrome in 85-year-old and older women living in nursing homes in Poland. *Anthropological Review*, 84(4), 395–404. <https://doi.org/10.2478/anre-2021-0027>

Kaczorowska, A., Sebastjan, A., **Kołodziej, M.**, Fortuna, M., & Ignasiak, Z. (2022). Selected Elements of Lifestyle and the Level of Functional Fitness in Older Women. *Int J Environ Res Public Health* 19(4), 2066. <https://doi.org/10.3390/ijerph19042066>

Sprawność funkcjonalna i motoryczna została również zbadana u pacjentów Centrum Chorób Otepiennych w Ścinawie. Zaobserwowano, że osoby z zaburzeniami funkcji poznawczych, w porównaniu do pacjentów bez rozpoznanych zaburzeń, miały zdecydowanie niższe wyniki w testach motoryki małej, szczególnie w przypadku koordynacji rąk, przy braku różnic w ogólnej sprawności fizycznej.

Rohan A, Fugiel J, Winkel I, Lindner K, **Kołodziej M**, Sobieszcańska M. (2022) Differences in the level of functional fitness and precise hand movements of people with and without cognitive disorders, *Exp Aging Res*. 48(4), 351–361. <https://doi.org/10.1080/0361073X.2021.1982350>

4.5. Podsumowanie osiągnięć naukowych

Mój dorobek naukowy obejmuje 32 oryginalne pełnotekstowe prace naukowe, w tym 14 artykułów opublikowanych w czasopiśmie znajdujących się na liście Journal Citation Reports (JCR) o łącznym wskaźniku Impact Factor wynoszącym **50,405**. Jestem pierwszym autorem w 10 pracach i jednocześnie autorem korespondencyjnym w 9 z nich oraz w dwóch innych artykułach. Drugim i/lub ostatnim autorem jestem w 12 pracach. Wartość punktowa

wszystkich publikacji według wykazu czasopism naukowych MEiN/MNiSW zgodnie z rokiem opublikowania wynosi **1674** punkty. Łączna liczba cytowań moich artykułów (na dzień 14.10.2022) zgodnie z bazą Web of Science wynosi 251 i Indeks Hirscha = 3, według bazy Scopus liczba cytowań wynosi 295 i Indeks Hirscha = 4, (rozbieżności wynikają z braku indeksowania niektórych czasopism przez Web of Science, np. takich jak: *Anthropological Review*, *Human Movement*, *Physiotherapy Quarterly*, *Collegium Antropologicum*, *Developmental Period Medicine*).

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Po ukończeniu studiów doktorskich kontynuowałam konsultacje z pracownikami Zakładu Elektrochemii Technicznej i Korozji w Katedrze Zaawansowanych Technologii Materiałowych Politechniki Wrocławskiej dotyczące implementacji metod spektroskopii impedancyjnej do charakterystyki właściwości biomateriałów i analizy widm impedancyjnych w procesach biologiczno-chemicznych. Z wcześniejszej współpracy pochodzą dwie publikacje:

Szczygieł B. & **Kołodziej M.** (2005). Composite Ni/Al₂O₃ coatings and their corrosion resistance, *Electrochimica Acta*, 50 (20), 4188-4195. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2005.01.040> (IF₂₀₀₅= 2,453; IF₂₀₂₁=7,336)

Szczygieł B. & **Kołodziej M.** (2005). Corrosion resistance of Ni/Al₂O₃ coatings in NaCl solution, *Transactions of the IMF*, 83(4), 181-187. <https://doi.org/10.1179/002029605X61658> (IF₂₀₀₅=0,108; IF₂₀₂₁=1,679)

W latach 2005 - 2016 nawiązywałam współpracę z Fundacją na Rzecz Dzieci Zagłębia Miedziowego, która realizowała kompleksowy program ochrony dzieci przed skutkami narażenia na czynniki szkodliwe występujące w środowisku życia. Jednym z celów działalności tej Fundacji było prowadzenie prac naukowo-badawczych w zakresie oceny zagrożeń zdrowotnych spowodowanych skażeniem środowiska. Wyniki wcześniej opisanych badań prowadzonych w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym (rozdział 4.4), wspomagały holistyczną ocenę wpływu środowiska na rozwój morfo-funkcjonalny populacji dzieci i młodzieży z terenów ekologicznie zagrożonych i były prezentowane na międzynarodowych konferencjach naukowych organizowanych przez Fundację, a raporty z badań opublikowane w Materiałach Konferencyjnych:

Kochan K., Czajka K. & **Kołodziej M.** Ocena ryzykownych zachowań zdrowotnych dzieci i młodzieży z Polkowic w aspekcie wybranych czynników środowiskowych. Legnica: Fundacja na Rzecz Dzieci Zagłębia Miedziowego, 2011, s.17-18

Czajka K., Fiszer K. & **Kołodziej M.** Porównanie zachowań zdrowotnych związanych z postrzeganiem własnych proporcji ciała a BMI uczniów wiejskich i miejskich szkół gimnazjalnych. Legnica: Fundacja na Rzecz Dzieci Zagłębia Miedziowego, 2011, s.19-20

Kołodziej M., Ignasiak Z. & Kochan-Jacheć K. Ocena zachowań zdrowotnych u dzieci z terenów przemysłowych. Legnica: Edytor, 2016, s.49-50

Kochan-Jacheć K., Domaradzki J., Sławińska T. & **Kołodziej M.** Ocena wybranych parametrów postawy ciała w świetle czynnika urbanizacyjnego. Legnica: Edytor, 2016, s.51-52

Od 2015 roku podejmuję współpracę badawczą z Zakładem Antropologii w Instytucie Immunologii i Terapii Doświadczalnej im. Ludwika Hirszfelda Państwowej Akademii Nauk, związaną z antropologią fizyczną i kondycją biologiczną osób starszych, w wyniku której powstały 3 publikacje, w tym dwie w ramach dwumiesięcznego stażu naukowego:

Kołodziej, M., Koziół, S., & Ignasiak, Z. (2022). The Use of the Bioelectrical Impedance Phase Angle to Assess the Risk of Sarcopenia in People Aged 50 and above in Poland. *International journal of environmental research and public health*, 19(8), 4687. <https://doi.org/10.3390/ijerph19084687>

Kaczorowska, A., Sebastjan, A., **Kołodziej, M.**, Koziół, S., Tomczak, M., & Ignasiak, Z. (2021). Functional capacity and risk of frailty syndrome in 85-year-old and older women living in nursing homes in Poland. *Anthropological Review*, 84(4), 395–404. <https://doi.org/10.2478/anre-2021-0027>

Domaradzki, J., Koziół, S., Ignasiak, Z., Sławińska, T., Skrzek, A., & **Kołodziej, M.** (2017). The Risk for Fall and Functional Dependence in Polish Adults 60–87 Years Old. *Collegium antropologicum*, 41(1), 81–87. <http://www.collantropol.hr/antropo/article/view/1536>

W 2018 roku weszłam w skład zespołu badawczego Instytutu Nauk o Zdrowiu Uniwersytetu Opolskiego prowadzącego badania sprawności funkcjonalnej i stylu życia pensjonariuszy Domów Pomocy Społecznej. W wyniku kontynuowanej współpracy opublikowano dwa artykuły a kolejne są w przygotowaniu.

Kaczorowska, A., Sebastjan, A., **Kołodziej, M.**, Koziół, S., Tomczak, M., & Ignasiak, Z. (2021). Functional capacity and risk of frailty syndrome in 85-year-old and older women living in nursing homes in Poland. *Anthropological Review*, 84(4), 395–404. <https://doi.org/10.2478/anre-2021-0027>

Kaczorowska, A., Sebastjan, A., **Kołodziej, M.**, Fortuna, M., & Ignasiak, Z. (2022). Selected Elements of Lifestyle and the Level of Functional Fitness in Older Women. *Int J Environ Res Public Health* 19(4), 2066. <https://doi.org/10.3390/ijerph19042066>

Od 2021 roku współpracowałam przy analizie danych i interpretacji wyników badań sprawności funkcjonalnej oraz zdolności motorycznych u osób z zaburzeniami poznawczymi

prowadzonymi przez Ośrodek Badawczo – Naukowo – Dydaktyczny Chorób Otepiennych w Ścinawie oraz Katedrę i Klinikę Geriatrii Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu (Grant SUB A310.19.014, kierownik prof. dr hab. n. med. Małgorzata Sobieszcańska). Zaplanowano cykl artykułów naukowych, z którego pierwszy został opublikowany w 2022 roku:

Rohan A., Fugiel J., Winkel I., Lindner K., **Kołodziej M.**, Sobieszcańska M. (2022). Differences in the Level of Functional Fitness and Precise Hand Movements of People with and without Cognitive Disorders. *Experimental aging research*, 48(4), 351–361. <https://doi.org/10.1080/0361073X.2021.1982350>

Od 2022 roku uczestniczę w pracach Zespołu realizującego projekt w ramach konsorcjum z Politechniką Wrocławską p.t. „Wykorzystanie mechatronicznych kijów Nordic Walking w modelowaniu i ocenie rehabilitacji wybranych grup chorych”. Grant jest finansowany przez Narodowe Centrum Nauki (2016/23/B/NZ7/03310). Kierownikiem grantu jest prof. dr hab. Marek Woźniewski. W wyniku współpracy przygotowano cztery manuskrypty do publikacji, które aktualnie są na etapie recenzji w czasopismach znajdujących się na liście Journal Citation Reports.

W 2022 roku nawiązałam współpracę z Polskim Związkiem Tenisa Stołowego, polegającą na analizowaniu przebiegu gry w tenisa stołowego oraz zachowań i działań zawodnika, w celu optymalizacji treningu sportowego. W ramach współpracy opublikowano 1 artykuł i zaplanowano kolejne.

Grycan, J.; Kołodziej, M.; Bańkosz, Z. Reliability of Wu Huanqun’s Table Tennis Game Analysis Method in Authors’ Own Modification. *Appl. Sci.* 2022, 12, 8235. <https://doi.org/10.3390/app12168235>

W 2022 weszłam w skład wielośrodkowego zespołu badającego wpływ pandemii COVID-19 na struktury organizacyjne w turystyce oraz działalność Regionalnych Organizacji Turystycznych w Polsce. W badania zaangażowani byli pracownicy Zakładu Turystyki Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, Wyższej Szkoły Handlowej we Wrocławiu, Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu i Wyższej Szkoły Bankowej w Gdańsku. W wyniku współpracy powstały dwa artykuły:

Fedyk W, Sołtysik M, Bagińska J, Ziemia M, Kołodziej M & Borzyszkowski J. (2022). Changes in DMO’s Orientation and Tools to Support Organizations in the Era of the COVID-19 Pandemic. *Sustainability* 14(18):11611. <https://doi.org/10.3390/su141811611>

Fedyk W, Sołtysik M, Bagińska J, Ziemia M, Kołodziej M & Borzyszkowski J. (2022). How did the COVID-19 pandemic affect functional relationships in activities between members in a

tourism organization? A case study of Regional Tourism Organizations in Poland. Sustainability 14(19):12671. <https://doi.org/10.3390/su141912671>

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę.

W latach 2000-2004 prowadziłam zajęcia dydaktyczne na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej z przedmiotów dotyczących m.in.: elektrochemii, informatyki i matematyki (laboratoria i ćwiczenia).

Od 2005 roku do chwili obecnej prowadzę zajęcia dydaktyczne w formie ćwiczeń i wykładów z przedmiotów związanych ze statystyką i informatyką na wszystkich Wydziałach Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu i w Szkole Doktorskiej. Jestem autorem programów i sylabusów kursów takich jak: Podstawy statystyki, Podstawy informatyki i statystyki medycznej, Statystyka w pracy naukowej, Metody statystyczne w zarządzaniu turystyką, Programy komputerowe w edycji i prezentacji pracy magisterskiej, Statystyka w badaniach naukowych, Statystyka i analiza aktywności sportowca.

W latach 2018-2019 brałam czynny udział w projekcie „Nowa Jakość Dydaktyki AWF Wrocław” POWR.03.04.00-00-D077/16-00 współfinansowanym przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014-2020 – byłam autorem programu i prowadziłam kursy szkoleniowe dla pracowników Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu z obsługi programu STATISTICA obejmującego również zasady prowadzenia analiz statystycznych i interpretację ich wyników.

W latach 2018-2022 uczestniczyłam w projekcie dydaktycznym "Aktywność seniorów to ich sprawność i zdrowie" w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój na lata 2014-2020. Szkolnictwo Wyższe dla Gospodarki i Rozwoju. Kompetencje w Szkolnictwie Wyższym. Projekt nr POWR.03.01.00-00-T179/18 – byłam autorem programu i prowadziłam kurs szkoleniowy z informatyki dla osób starszych.

Brałam udział w Interdyscyplinarnej Konferencji w ramach 2 Forum Wspierajmy Seniorów (16-17 maja 2019, Wrocław), polegający na prelekcji dotyczącej kondycji biologicznej osób starszych i promocji Uczelni, w ramach której przeprowadzono m.in. analizy składu ciała, pomiary podstawowych cech somatycznych i poziomu sprawności fizycznej.

Uczestniczyłam w międzynarodowej konferencji: „International Higher Education Forum 2021. Attracting Students, Assessment, Employability, Career Focused Education and Online Teaching” (9-11 marca 2021), dotyczącej współczesnej problematyki związanej z europejskim szkolnictwem wyższym.

Od 2017 roku pełnię funkcję Sekretarza Zespołu ds. Wdrożenia zasad Europejskiej Karty Naukowca i Kodeksu Postępowania przy rekrutacji pracowników naukowych w Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu. Przygotowałam kwestionariusz ankiety dla pozyskania opinii na temat warunków pracy i rozwoju zawodowego pracowników naukowych Uczelni, wykonałam statystyczne opracowanie wyników ankiety, współuczestniczyłam w opracowaniu dokumentu Strategii HR i Planu działań niezbędnego do przyznania Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu Logo HR Excellence In Research przez Komisję Europejską. Uczestniczyłam w przygotowaniu dokumentacji z okresowej oceny wewnętrznej i biorę udział w monitorowaniu postępów wdrażania Strategii HR.

Byłam członkiem Komitetu Naukowego Ogólnopolskiej Konferencji dla Młodych Naukowców "Wieczór Naukowca 2022 - Wokół Człowieka"

Pełniłam funkcję Sekretarza Komisji Doktorskich w przewodach doktorskich mgr Michała Sarny i mgr Doroty Cichoń.

7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej

7.1. Udział w projektach badawczych

Od 2005 do 2016 roku uczestniczyłam w realizacji projektów badawczych, kierowanych przez prof. dr hab. Zofię Ignasiak w ramach 6 grantów finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki i Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Szczegóły projektów dotyczących badań kondycji biologicznej osób starszych opisano w rozdziale 4, natomiast projektów dotyczących badań populacji dzieci i młodzieży z Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego w podrozdziale 4.4. W ramach tych projektów współuczestniczyłam w pomiarach składu ciała, w przeprowadzaniu testów ogólnej sprawności fizycznej i sprawności motorycznej rąk, w badaniach ankietowych, w organizacji baz danych, w statystycznym opracowywaniu wyników badań i ich interpretacji.

Od marca 2022 roku biorę udział w projekcie „Wykorzystanie mechatronicznych kijów Nordic Walking w modelowaniu i ocenie rehabilitacji wybranych grup chorych”, pod kierownictwem prof. dr hab. Marka Woźniewskiego i finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki. W ramach tego grantu zbadano 54 osoby w wieku 20-79 lat, w tym uczestników Uniwersytetu Trzeciego Wieku i pacjentów kardiologicznych. Analizowano między innymi zmiany wielkości kinematycznych i zakresu ruchu w stawach kończyn górnych i dolnych podczas chodu swobodnego oraz z zastosowaniem standardowych kijów do Nordic Walking i kijów mechatronicznych. Kije mechatroniczne, skonstruowane przez zespół pracowników Katedry Podstaw Konstrukcji Maszyn i Układów Mechatronicznych Politechniki Wrocławskiej, zostały zaopatrzone w czujniki wybranych parametrów chodu, w celu opracowania optymalnego modelu marszu z kijami podczas rehabilitacji osób z różnymi dysfunkcjami. Mój udział w tym projekcie polegał na organizacji baz danych, wyborze metod statystycznych, wykonaniu analiz oraz zinterpretowaniu i wizualizacji wyników badań.

7.2. Staże naukowe i dydaktyczne

Przed uzyskaniem stopnia doktora w ramach grantu promotorskiego (KBN nr 3 T09B 03926) pod kierownictwem prof. dr hab. inż. Bogdana Szczygła, zrealizowałam dwa staże naukowo-badawcze: w Instytucie Elektrotechniki im. Łukasiewicza we Wrocławiu (24.05 – 30.06.2004), którego celem było zdobycie wiedzy i umiejętności w zakresie teorii i prowadzenia zgodnie z obowiązującymi normami przyspieszonych badań w komorach korozyjnych oraz w Instytucie Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu (6 – 27.09.2004) nakierowanym na poznanie metodyki wykonywania badań mikroskopowych, ze szczególnym uwzględnieniem praktycznego wykorzystania skaningowego mikroskopu elektronowego. W obu Instytutach, umożliwiono mi przeprowadzenie badań właściwości ochronnych powłok kompozytowych, których wyniki zostały wykorzystane w dysertacji doktorskiej i publikacjach naukowych.

W okresie od 4.10.2010 do 28.01.2011 odbyłam staż naukowo-dydaktyczny w Zakładzie Anatomii Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, pod opieką naukową prof. dr hab. Zofii Ignasiak, którego celem było wzbogacenie warsztatu naukowego o nowy zasób wiedzy z zakresu anatomii człowieka i podwyższenie kompetencji zawodowych. W ramach stażu brałam udział w zajęciach ze studentami Fizjoterapii o tematyce dotyczącej układu ruchu ze szczególnym uwzględnieniem układu mięśniowego,

w tym struktury i funkcji mięśni szkieletowych kończyn. Podczas stażu doprecyzowano główny kierunek dalszej pracy naukowej związany z impedancją tkanki mięśniowej.

W terminie od 13.09.2021 do 19.11.2021 odbyłam staż naukowy w Zakładzie Antropologii Instytutu Immunologii i Terapii Doświadczalnej im. Ludwika Hirszfelda Polskiej Akademii Nauk pod kierunkiem prof. dr hab. Sławomira Kozieła, którego celem było poszerzenie wiedzy z zakresu antropologii fizycznej i biologii człowieka. W ramach stażu uczestniczyłam w seminariach instytutowych, konsultacjach i spotkaniach naukowych z pracownikami Zakładu Antropologii oraz realizowałam zadania związane z selektywnym gromadzeniem literatury obejmującej tematykę kondycji biologicznej osób starszych. W wyniku współpracy i wymiany doświadczeń badawczych opracowano koncepcje prac naukowych dotyczących oceny zagrożeń spowodowanych obniżoną funkcjonalnością mięśni i przygotowano materiały do dwóch artykułów, które po zakończeniu stażu zostały opublikowane w międzynarodowych czasopismach.

7.3. Członkostwo w kolegiach redakcyjnych

Od 2013 roku do chwili obecnej jestem członkiem Kolegium Redakcyjnego „Human Movement”, jako redaktor statystyczny do tej pory zweryfikowałam zasadność metod i poprawność interpretacji wyników analiz statystycznych w ponad 500 artykułach naukowych.

W latach 2013 – 2019 byłam członkiem zespołu redakcyjnego „Rozpraw Naukowych AWF Wrocław” – zweryfikowałam metody i interpretację wyników analiz statystycznych w około 100 artykułach naukowych.

7.4. Recenzje dla międzynarodowych czasopism naukowych

Recenzowałam prace naukowe w następujących czasopismach:

Experimental Gerontology IF=4.253 (2 recenzje)

European Journal of Clinical Nutrition IF=4.884 (2 recenzje)

International Journal of Environmental Research and Public Health IF=4.614 (4 recenzje)

Clinical Interventions in Aging IF=3.829 (1 recenzja)

Geriatrics (Basel, Switzerland) MEiN = 20 pkt (2 recenzje)

7.5. Kształcenie młodej kadry

Jestem autorem programów i sylabusów 4-semestralnego kursu „Statystyka w badaniach naukowych” dla doktorantów Szkoły Doktorskiej. Od 2019 roku do chwili obecnej prowadzę zajęcia w formie ćwiczeń i wykładów z tego przedmiotu.

W 2018 i w 2019 roku prowadziłam cykliczne szkolenia z obsługi programu STATISTICA dla pracowników Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, dedykowane szczególnie młodym naukowcom i doktorantom.

7.6. Udział w konferencjach naukowych i popularyzujących naukę

Wyniki swoich prac naukowo-badawczych przedstawiałam w formie referatów lub prezentacji podczas następujących konferencji naukowych:

XXVIth Conference Chemistry for Agriculture: Pollution control in agriculture and fertilizer industry, Velke Losiny, Czech Republic, 5-8 December 2000.

III Konferencja naukowo-techniczna: Materiały kompozytowe - właściwości, wytwarzanie, zastosowanie. Szklarska Poręba, 10-12 września 2001.

XVII Międzynarodowa Konferencja Naukowa Zdrowie środowiskowe dzieci z uwzględnieniem czynników żywieniowych, chemicznych i metali toksycznych. Legnica, 27-28 maja 2011

XIX Międzynarodowa Konferencja Naukowa. Zdrowie dzieci w środowisku przemysłowym, miejskim i wiejskim. Legnica, 24-26 listopada 2016

XLVIII Ogólnopolska Konferencja Naukowa Polskiego Towarzystwa Antropologicznego. Antropologia bez granic: nowe możliwości, nowe wyzwania. Łódź, 21-23 września 2022

W ramach popularyzowania nauki, reprezentowania Uczelni lub podwyższania kompetencji zawodowych uczestniczyłam również w:

Konferencja StatSoft Polska: Statystyka i data mining w badaniach naukowych. Warszawa 24-27 października 2005.

Konferencja StatSoft Polska: STATISTICA blisko Ciebie. Kraków, 26 października 2006.

Konferencja StatSoft Polska: STATISTICA w badaniach naukowych i nauczaniu statystyki. Wrocław, 28 kwietnia 2010.

International Conference: International Higher Education Forum 2021. Attracting Students, Assessment, Employability, Career Focused Education and Online Teaching. 9th-11th March 2021

25th edition of the conference: Applications of statistics and data mining in scientific research,
20th October 2021

7.7. Szkolenia i kursy – podnoszenie kwalifikacji naukowo – dydaktycznych

W 2014 roku ukończyłam 4-semestralne studia podyplomowe Pedagogika dla Nauczycieli w Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, w ramach których zrealizowałam następujące kursy:

- Biomedyczne podstawy rozwoju dziecka, Rozwój psychoruchowy dzieci i młodzieży szkolnej, Psychologia ogólna i kliniczna, Psychologia rozwojowa dziecka, Pedagogika ogólna i specjalna, Dydaktyka ogólna, Elementy teorii wychowania, Metodyka organizacji pracy pedagogicznej nauczyciela, Komunikacja w procesie pedagogicznym, Ewolucja systemów kształcenia, Zarys pedeutologii.

Do najistotniejszych szkoleń i kursów, które odbyłam po uzyskaniu stopnia doktora w celu podwyższenia swoich kompetencji zawodowych, zarówno w pracy naukowej jak i dydaktycznej należą:

- szkolenie: "Obsługa Wieloczęstotliwościowego Analizatora Segmentowego Składu Ciała TANITA MC-180 MA" (15.12.2009)
- szkolenie: "Metodyka wykonywania badań przy pomocy Aparatury do Komputerowej Diagnostyki Ciała" (22.09.2010)
- szkolenie: „Sieci neuronowe w Statistica” (20.06.2012)
- szkolenie w zakresie Wiedeńskiego Systemu Testów (4.07.2012)
- szkolenie „Functional Movement Screen (FMS) - ocena mobilności funkcjonalnej i stabilności postawy – metodyka baterii testów, sposób oceny i interpretacja wyników pomiarów” (14.11.2017)
- kurs: „Blended Learning w dydaktyce szkoły wyższej” (12.04 – 9.05.2018)
- szkolenie: „Jak z sukcesem przygotować wniosek o grant” (20.04.2018)
- kurs: „Wystąpienia publiczne – sztuka dyskusowania i przekonywania” (7-28.05.2018)
- kurs: „Innowacyjne formy kształcenia na zajęciach praktycznych” (13.06 – 4.07.2018)
- szkolenie: „Dane na żądanie, czyli wizualizacja danych na potrzeby analityki” (26.05.2020)
- szkolenie: „Zaawansowana analityka danych no-code w self-service BI” (17.11.2020)
- szkolenie: „Wsparcie zdalnego nauczania wybranych zagadnień statystycznej analizy danych w Statistica” (17.02.2021)
- szkolenie: „Jak usprawnić pracę w STATISTICA, czyli przegląd sposobów automatyzacji zadań” (14.04.2021)
- kurs: „Obsługa IBM SPSS Statistics/PS IMAGO Pro. Praca z danymi i obiektami wynikowymi” (20-21.04.2021)
- szkolenie: „Narodowe Centrum Nauki: Szkolenie dla wnioskodawców” (15.02.2022)

7.8. Nagrody i wyróżnienia

- Nagroda Rektora Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu za działalność publikacyjną w 2021 roku
- Nagrody Rektora Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu za działalność organizacyjną w zakresie wdrożenia Europejskiej Karty Naukowca – 19.10.2019 i 26.10.2021.



.....
(podpis wnioskodawcy)