

RECENZJA

pracy doktorskiej mgr Ewy Rodziewicz-Flis zatytułowanej „**Analiza wybranych czynników regulujących zmiany adaptacyjne w odpowiedzi na podejmowaną aktywność fizyczną w grupie osób starzejących się**”, promotor: prof. dr hab. Ewa Ziemann

Podstawę sporządzenia niniejszej recenzji stanowi Uchwała nr 2, Rady Naukowej Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu im. Jędrzeja Śniadeckiego w Gdańsku z dnia 16 stycznia 2025 w sprawie nadania stopnia doktora nauk o kulturze fizycznej mgr Ewie Rodziewicz-Flis na podstawie rozprawy doktorskiej zatytułowanej „Analiza wybranych czynników regulujących zmiany adaptacyjne w odpowiedzi na podejmowaną aktywność fizyczną w grupie osób starzejących się”. Przesłanki prawne wynikają z art. 190 ust. 2 i 4 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie i nauce (Dz. U. z 2023 poz. 742), art. 38 ust. 1 Statutu Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu im. Jędrzeja Śniadeckiego w Gdańsku z dnia 19 czerwca 2019 r. oraz § 29 ust. 1 i ust. 2 pkt 3 i § 31 Regulaminu postępowania w sprawie nadania stopnia doktora nauk o kulturze fizycznej AWF i S w Gdańsku z dnia 26 października 2023. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest zbiór publikacji przedstawiony jako jednotematyczny cykl trzech prac w czasopismach punktowanych, indeksowanych w Web of Science Core Collection.

Ogólna ocena pracy z punktu widzenia nowatorstwa problematyki badawczej

Kandydatka podejmując problematykę zmian adaptacyjnych wywołanych aktywnością fizyczną osób starzejących się wpisuje się w bardzo istotny ze społecznego i zdrowotnego punktu widzenia nurt badań nad procesami starzenia się osób w wieku produkcyjnym i poprodukcyjnym. Ze względu na wagę problemu w literaturze problemu zarówno w Polsce jak

i obszarze międzynarodowym, zagadnienia starzenia się znajdują coraz większe odzwierciedlenie. Penetracje naukowe w tym zakresie zyskały międzynarodowe odpowiedniki i obecnie określenia aging (starzenie), frailty (kruchość), weszły do krwioobrotu wieloaspektowych badań różnych grup seniorów. Dominującym punktem widzenia jest stwierdzenie, iż możliwości adaptacyjne człowieka w starszym wieku są ograniczone i wiążą się z procesami inwolucji. Jednak liczne badania naukowe pokazują, że odpowiedni tryb życia, dostosowany do wieku biologicznego, poziomu wydolności fizycznej może zapobiegać regresowi, szczególnie w obszarze możliwości ruchowych. Jako dyspozycje profilaktyczne wielu badaczy zagadnienia podkreśla: rozwój aktywności fizycznej, wzmacnianie dobrostanu psychicznego, rozwój funkcji percepcyjno-kognitywnych, rozwijanie zainteresowań i relacji międzypokoleniowych. Specyfika aktywności fizycznej osób w wieku senioralnym winna uwzględniać trzy rodzaje ćwiczeń: aerobowe, siłowe oraz rozciągające. Obecnie coraz popularniejsze stają się ćwiczenia dla seniorów zawierające elementy jogi, gimnastyki i tańca. Na znaczeniu zyskują formy ruchowe kształtujące kompleksowo umysł i ciało jak Tai Chi w powiązaniu z programami rehabilitacji ruchowej osób starszych.

Autorka, mgr Ewa Rodziewicz-Flis jako przewodni cel dysertacji doktorskiej wyeksponowała problematykę związków pomiędzy wskaźnikami przemian metabolicznych i rodzajami aktywności fizycznej osób starzejących się. Wskazuje na rolę aktywności fizycznej w procesach regulacji odpowiedzi przeciwzapalnej, metabolizmu glukozy oraz stresu oksydacyjnego. Ponadto akcentuje mechanizmy modyfikacji stężeń miokiny - białek oraz peptydów uwalnianych przez mięśnie szkieletowe w odpowiedzi na różne rodzaje wysiłków.

Kierując się najnowszymi osiągnięciami w zakresie biologii molekularnej Autorka eksponuje znaczenie molekuł określanych jako exerkin, wydzielane przez mięśnie szkieletowe (miokiny), serce (kardiokiny), wątrobę (hepatokiny), tkankę tłuszczową (baptokiny) i neurony (neurokiny). Szczególną rolę prozdrowotną przypisuje neuroficznemu czynnikowi mózgowemu (BDNF), decydującemu o neurogenezie i neuroplastyczności a więc procesach kontroli motorycznej, sterowania, nauczania i doskonalenia czynności motorycznych. Wszystkie wymienione wskaźniki pełnią kluczową rolę regulacyjną i adaptacyjną w odpowiedzi na różne typy wysiłków fizycznych. Odpowiadając na aktualne trendy w obszarze odżywiania i suplementacji Autorka przeprowadza wnikliwą analizę znaczenia witaminy D, jako czynnika regulacji komórkowej, ekspresji antyoksydantów. Sugeruje, że wpływ optymalnego stężenia 25(OH)D zapobiega obniżaniu możliwości wysiłkowych osób starszych. Ponadto właściwe stężenie witaminy D zmniejsza ryzyko

upadków i złamań osób w wieku senioralnym w związku z niedoborem 25(OH)D, co skutkuje utratą masy kostnej i pojawieniem się objawów osteopenii.

Należy podkreślić, iż Kandydatka realizując zasadniczy koncept pracy zastosowała zaawansowane technologicznie narzędzia badawcze, adekwatnie do przyjętych metod badawczych. W obszarze pomiarów antropomotorycznych były to m.in.: Metody absorpcjometrii podwójnej energii promieniowania rentgenowskiego (DEXA), metody bioimpedancji elektrycznej (BIA) wykonane przy pomocy aparatu InBody 720 (Biospace, Korea). W ramach metod pomiarów możliwości wysiłkowych i ryzyka upadku użyto testu TUG, oceniającego równowagę dynamiczną oraz mobilność. Sprawność funkcjonalną i wydolność układu oddechowego oceniono testem chodu (6MWT), natomiast równowagę zbadano platformą balansową Biodex Balance System.

Kompleks metod biochemicznych dotyczył m.in. izolacji erytrocytów, oznaczeń miokin i hormonów oraz stężeń nukleotydów i metabolitów purynowych. Spektrofotometrycznie oznaczono markery stresu oksydacyjnego. Witamina D, jej stężenie całkowite w postaci D (25(OH)D) zostało oznaczone metodą immunoenzymatyczną ELISA. Określono również wskaźniki homeostazy i stanu zapalnego oraz stężenie insuliny.

W zakresie parametrów fizjologicznych przeprowadzono na ruchomej bieżni test wysiłku fizycznego do odmowy, rejestrując VO₂max. Pobór tlenu zmierzono za pomocą analizatorów gazów wydychanych (CortexMetaLyzer 3B).

Oceniając całość zamierzeń badawczych i ich realizację przez mgr Ewę Rodziewicz-Flis należy stwierdzić, że Kandydatka podjęła się trudnego zadania, łącząc interdyscyplinarnie cztery obszary poznania naukowego w ramach kultury fizycznej: fizjologii, biochemii, motoryczności a także kinezygerontologii, wszakże materiał badawczy stanowiły osoby w wieku senioralnym. Zatem całość działań naukowo-badawczych w ramach dysertacji doktorskiej: pomysły badawcze, zastosowane narzędzia i metody naukowe spełniają kryteria innowacyjności. Ponadto, jak wynika z opisu procedury badawczej i zadań jakie Kandydatka realizowała, nabyła ona wysokich kompetencji w zakresie obsługi nowoczesnej aparatury badawczej oraz interpretacji rezultatów badań.

Ocena merytoryczna trzech publikacji tworzących monotematyczny cykl pt. „Analiza wybranych czynników regulujących zmiany adaptacyjne w odpowiedzi na podejmowaną aktywność fizyczną w grupie osób starzejących się”

W logicznym ciągu publikacji monotematycznego cyklu należy wymienić na początku pracę **„Changes in selected exerkins concentration post folk-dance training are accompanied by glucose homeostasis and physical performance improvement in older adults”** (*Scientific Reports* 2023)

Głównym celem pracy było określenie efektów 12 tygodniowego treningu równowagi (grupa BG) oraz treningu tańca (grupa DG), poprawiających możliwości wysiłkowe oraz redukcję insulino-oporności, a także spoczynkowego ciśnienia krwi w grupie osób starszych. Dodatkowo porównano skuteczność obu interwencji treningowych w poprawie insulino-wrażliwości i stężeń wybranych exerkin. Wyniki badań wskazują, że zarówno trening równowagi, jak i trening tańca spowodował poprawę sprawności funkcjonalnej oraz równowagi dynamicznej, co znajdowało odzwierciedlenie w lepszych wynikach testów – „wstań i idź” oraz 6-minutowego testu chodu. Ponadto dowiedziono, że trening tańca wydaje się być metodą skuteczniejszą w zwalczaniu insulino-oporności, a także zapobieganiu sarkopenii i zwyrodnieniu połączeń nerwowomięśniowych w porównaniu z grupą BG. Co więcej, te pozytywne efekty wywołane treningiem fizycznym były związane ze zmianami w stężeniach wybranych exerkin – iryzyny, BDNF, a także białka CAF.

Druga praca cyklu **„12 weeks of physical exercise attenuates oxidative stress, improves functional tests performance, and reduces fall risk in elderlywomen independently on serum 25(OH)D concentration”** (*Frontiers Physiology* 2022) dotyczy oceny zależności między spoczynkowym stężeniem witaminy D (25(OH)D), a możliwościami wysiłkowymi, ryzykiem upadku, markerami stresu oksydacyjnego i stanu zapalnego, a także metabolizmu kostnego. Eksperyment opierał się na założeniu, że regularny trening siłowo-wytrzymałościowy będzie skuteczną metodą poprawy możliwości wysiłkowych, redukcji ryzyka upadku, a także zmniejszenia stresu oksydacyjnego i stanu zapalnego u osób starszych. Uzyskane wyniki dowodzą, że grupa osób starszych z wyższym, wyjściowym stężeniem 25(OH)D, charakteryzowała się niższą masą ciała, niższym poziomem tkanki tłuszczowej podskórnej oraz wisceralnej. Końcowe rezultaty pokazały, że 12 - tygodniowy trening o umiarkowanej intensywności poprawia możliwości wysiłkowe i sprawność funkcjonalną osób

starszych oraz zwiększa ochronę antyoksydacyjną, niezależnie od wyjściowego stężenia witaminy D. W wyniku badań sformułowano wniosek, że pomimo niewątpliwego, korzystnego działania witaminy D w procesie starzenia się, najważniejszym czynnikiem poprawiającym jakość życia jest aktywność fizyczna w odpowiednio dobranej formie i intensywności.

Trzecią pracę cyklu zatytułowano „**Plasma concentration of irisin and brain-derived-neurotrophic factor and their association with the level of erythrocyte adenine nucleotides in response to long-term endurance training at rest and after a single bout of exercise**” (*Frontiers Physiology* 2020)

W pracy zbadano stężenie iryzyny (hormon uwalniany w trakcie wysiłku) i czynnika neurotroficznego pochodzenia mózgowego w osoczu i ich związek z poziomem nukleotydów adeniny w erytrocytach w odpowiedzi na długotrwały trening wytrzymałościowy w spoczynku i po pojedynczym wysiłku fizycznym. W badaniach wykorzystano wyjątkową grupę badaną – sportowców „Masters” biorących udział w międzynarodowych zawodach, których staż treningowy wynosił średnio 38 lat i porównano ją z wynikami grupy nietreningowej mężczyzn w podobnym wieku. Wykazano, że długotrwały staż treningowy i wywołane zmiany adaptacyjne prowadzą do modyfikacji spoczynkowych stężeń exerkiny i poziomu nukleotydów purynowych. Efekt wieloletniego treningu był wyrażony w wyższym statusie energetycznym erytrocytów (wyższy poziom ATP, ATP/ADP i AEC w czerwonych krwinkach), a wartości te były pozytywnie skorelowane z wydolnością fizyczną (VO₂max).

Oceniając merytoryczną stronę trzech publikacji, wybranych przez mgr Ewę Rodziewicz –Flis należy podkreślić, iż we wszystkich Kandydatka jest pierwszym autorem w gronie uznanych autorytetów problematyki zmian metabolicznych w związku z wysiłkiem fizycznym. Nie od rzeczy należy zauważyć, iż wyżej scharakteryzowane manuskrypty zostały wydane w prestiżowych wydawnictwach, Scientific Reports i Frontiers Physiology (dwie pozycje). Odznaczają się one aktualnością, bowiem zostały wydane w latach 2020-2023. Osadzając wybór powyższych trzech publikacji w całości dorobku Kandydatki nasuwa się pierwsza polemiczna uwaga. Na podstawie bazy Scopus można zauważyć kilka pozycji Autorki o podobnej tematyce opublikowanych m.in. w BMC Geriatrics (2024), Experimental Gerontology (2024), Nutrients (2021) . Wydaje się, że artykuły w wymienionych pismach mogły również stanowić monotematyczny cykl lub częściowo uzupełnić dokonany wyżej wybór. W odniesieniu do zawartości merytorycznej artykułów wyrażam przeświadczenie, że tematyka odzwierciedla najnowsze tendencje i odkrycia w obszarze metabolicznych uwarunkowań wysiłku fizycznego w różnych okresach ontogenezy człowieka. Badania

ekspresji *exerkinów*, wydzielanych przez mięśnie, neuroficznego czynnika mózgowego (BDNF), czy witaminy D mieszczą się w obecnym i zapewne przyszłym nurcie penetracji naukowych w obszarze biochemii i fizjologii. Jak sama Autorka zauważa w odniesieniu do trzeciej pracy dotyczącej stężenia iryzyny i czynnika BDNF w związku z poziomem nukleotydów w odpowiedzi na trening wytrzymałościowy, przedstawione badania stanowią absolutne *novum* w badaniach osób starszych w kraju i zagranicą.

Doceniając powyższe osiągnięcia chciałbym jednakże poczynić zastrzeżenia w kwestii kryteriów włączania do grup badawczych. W publikacji I w badaniach wzięło udział 41 kobiet i mężczyzn powyżej 70 r. życia, podzielonych na dwie grupy ćwiczące (równowagę i taniec) i grupę kontrolną. Ze względu na różnice dymorficzne wydaje się, że stosowniej dla wiarygodności końcowych wniosków było podzielić badanych wg kryterium płci. W odniesieniu do publikacji III jako recenzent i czynnie uczestniczący w zawodach Mastersów w szermierce dostrzegam trudność w obiektywnym i jednorodnym dobrze grupy badawczej. Wynika to z możliwych perturbacji w zakresie utrzymania wydolności, koordynacji, techniki, odporności na urazy i kontuzje w bardzo długim czasie 38 lat (jak podaje autorka) czynnego uprawiania sportu. W tym sensie dokonane porównania wskaźników metabolicznych z grupą wybitnie sedenteryjną, osób blisko 60-go r. życia wydają się być oczywistymi, choć mają niewątpliwe walory poznawcze.

Podsumowanie i rekomendacja

W odniesieniu do strony formalnej pracy i zastosowanej metodologii stwierdzam, że kandydatka spełniła wymogi w tym zakresie, formułując pytania i hipotezy badawcze, dostosowane do celów i koncepcji poszczególnych artykułów. Ogólnie sprowadzały się one do założeń określających wpływ aktywności fizycznej na czynniki regulujące procesy metaboliczne. Osiągnięte wyniki badań opracowano, stosując klasyczne narzędzia statystyczne jak: średnie wartości i odchylenie standardowe. Ponadto obliczono współczynniki korelacji oraz wielkość efektu analizowanych zmian. Autorka w poszczególnych pracach dostosowywała narzędzia statystyczne w zależności od opinii i sugestii recenzentów. Dopełniając sylwetki mgr Ewy Rodziewicz-Flis jako badacza i autorki publikacji, kierując się danymi z bazy Scopus stwierdzam, że Kandydatka opublikowała 15 prac indeksowanych, które cytowane były 142 razy przy wskaźniku Hirscha=9. Powyższe wskaźniki bibliometryczne sytuują Autorkę szczególnie wysoko, biorąc pod uwagę średnie wyniki osób aspirujących do pierwszego stopnia naukowego. Znacząca liczba cytowań dowodzi, iż obrana problematyka

badawcza znajduje rezonans w obszarze szeroko rozumianych nauk o kulturze fizycznej. Spełniając wymogi ustawowe Autorka do cyklu publikacji wybrała trzy najbardziej reprezentatywne prace. Moim zdaniem pozostałe w dorobku publikacyjnym, w liczbie dwunastu, artykuły również charakteryzują się wystarczającym poziomem naukowym i tematycznie odzwierciedlają zainteresowania badawcze Kandydatki. Aby zrealizować zamierzenia badawcze mgr Ewa Rodziewicz-Flis połączyła wiedzę i umiejętności wyniesione ze specyfiki pracy w laboratorium procesów metabolicznych z kompetencjami w zakresie testowania sprawności fizycznej i fizjologicznych parametrów badanych osób..

Podsumowując i biorąc pod uwagę całość przytoczonych wyżej spostrzeżeń i argumentów pracę doktorską mgr Ewy Rodziewicz-Flis zatytułowaną „Analiza wybranych czynników regulujących zmiany adaptacyjne w odpowiedzi na podejmowaną aktywność fizyczną w grupie osób starzejących się” oceniam pozytywnie. Jednocześnie na podstawie art.190 ust. 2 ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. zwracam się do Rady Naukowej Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu im. Jędrzeja Śniadeckiego w Gdańsku o dopuszczenie pracy do dalszego procedowania w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej.

Grzegorz Bonysiewicz
GŁÓWNY

