



AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO
JÓZEFA PIŁSUDSKIEGO W WARSZAWIE



Antropologia w obliczu starzejącego się społeczeństwa - biologiczne przejawy procesów starzenia się

Redakcja naukowa
Monika Łopuszańska-Dawid
Anna Kopiczko
Jadwiga Charzewska

Warszawa 2021

Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie

Antropologia w obliczu starzejącego się społeczeństwa - biologiczne przejawy procesów starzenia się

Redakcja naukowa

Monika Łopuszańska-Dawid

Anna Kopiczko

Jadwiga Charzewska



Warszawa 2021

Komitet Redakcyjny

Przewodnicząca	Monika Guskowska
Członkowie	Jan Gajewski Piotr Majdak Michał Lenartowicz Natalia Morgulec-Adamowicz

Recenzenci

Prof. dr hab. n. biol. Jadwiga Charzewska
Dr hab. n. med. i n. o zdr. prof. AWF Monika Łopuszańska-Dawid
Dr n. o k. f. Anna Kopiczko

Studia i Monografie nr 168

PUBLIKACJA ELEKTRONICZNA

Praca finansowana przez Wydział II Nauk Biologicznych i Rolniczych Polskiej Akademii Nauk
oraz

Akademii Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie
ze środków Ministerstwa Edukacji i Nauki

ISBN 978-83-61830-95-5

@ Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie

Wszystkie prawa zastrzeżone.

Przedruk i reprodukcja w jakiegokolwiek postaci całości lub części książki
bez pisemnej zgody wydawcy są zabronione.

Redakcja i korekta techniczna – Joanna Kłyszejko

Projekt okładki – organizatorzy

Foto na okładce pochodzą ze strony:

<https://pixabay.com/pl/photos/las-natura-sporty-4046876/>



SPIS TREŚCI

1. PROGRAMY AKTYWNOŚCI RUCHOWEJ W PROFILAKTYCE POMYŚLNEGO STARZENIA SIĘ	4
Dr Anna Leś, Prof. AWF dr hab. Ewa Kozdroń Katedra Turystyki i Rekreacji, Wydział Wychowania Fizycznego, Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie	
2. UWARUNKOWANIA PROCESU STARZENIA SIĘ POLSKICH MĘŻCZYZN	17
Prof. AWF dr hab. Monika Łopuszańska-Dawid¹, Prof. UP dr hab. Halina Kołodziej², Prof. UP dr hab. Anna Lipowicz², Dr Alicja Szklarska³ ¹ Katedra Biologii Człowieka, Wydział Wychowania Fizycznego, Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie, ² Zakład Antropologii, Instytut Biologii Środowiskowej, Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ³ Polska Akademia Nauk	
3. SPORT MASTERS - KLUCZ DO EFEKTYWNEGO STARZENIA SIĘ	30
Prof. AWF dr hab. Jakub Adamczyk Katedra Teorii Sportu, Sportów Wodnych i Zimowych, Wydział Wychowania Fizycznego, Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie	
4. CZY MASTERSI TO WZÓR AKTYWNEGO STARZENIA SIĘ?	33
Mgr Joanna Ratajczak¹, Prof. AWF dr hab. Urszula Czerniak¹, dr Monika Ciekot-Sołtysiak², Prof. AWF dr hab. Dariusz Wieliński¹, Prof. AWF dr hab. Anna Demuth¹ ¹ Zakład Antropologii i Biometrii, Katedra Kinezylogii Sportu, Wydział Nauk o Zdrowiu, Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu, ² Zakład Lekkiej Atletyki i Przygotowania Motorycznego Akademii Wychowania Fizycznego w Poznaniu	
5. GĘSTOŚĆ MINERALNA TKANKI KOSTNEJ KOBIET I MĘŻCZYZN 50+ O ŹRÓŹNICOWANEJ AKTYWNOŚCI FIZYCZNEJ	41
Dr Anna Kopiczko¹, Prof. AWF dr hab. Jakub Adamczyk², dr Karol Gryko³ ¹ Katedra Biologii Człowieka, ² Katedra Teorii Sportu, Sportów Wodnych i Zimowych, ³ Zakład Gier Sportowych, Wydział Wychowania Fizycznego, Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie	

1. PROGRAMY AKTYWNOŚCI RUCHOWEJ W PROFILAKTYCE POMYŚLNEGO STARZENIA SIĘ

Dr Anna Leś, Prof. AWF dr hab. Ewa Kozdroń

Katedra Turystyki i Rekreacji, Wydział Wychowania Fizycznego, Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie



Streszczenie

Wstęp: Starzenie się ludzkiego organizmu to naturalny fizjologiczny etap życia. Nie należy tego etapu przyspieszać niewłaściwym stylem życia, lecz przeciwnie - trzeba zrobić wszystko, aby go opóźnić, zachowując jak najdłużej sprawność, samodzielność i niezależność, czyli realizować cele profilaktyki gerontologicznej. Celem badań była ocena skuteczności programów aktywizacji ruchowej kobiet po 60. roku życia w obszarze sprawności funkcjonalnej.

Materiał i metody: Analizie skuteczności poddano łącznie cztery programy: Program Rekreacji Ruchowej Osób Starszych (PRROS), Program Aktywnego Wypoczynku, Program Aktywnego Seniora-Ja oraz program UTW-AWF. W badaniach uczestniczyło łącznie 208 kobiet (PRROS: 52 kobiety, średnia wieku $66,2 \pm 8,21$ lat; PAW: 41 kobiet, średnia wieku $65,1 \pm 7,71$ lat; PAS-Ja: 48 kobiet, średnia wieku $64,5 \pm 5,88$ lat; UTW-AWF: 67 kobiet, średnia wieku $72,3 \pm 9,23$ lat). Przeprowadzono dwukrotne pomiary prób sprawnościowych składających się na Senior Fitness Test (łącznie 6 prób sprawnościowych) – przed przystąpieniem do programów i po jego zakończeniu. Próby oceniały poszczególne aspekty sprawności funkcjonalnej (siła mięśni kończyn dolnych i górnych, gibkość dolnego odcinka kręgosłupa, wydolność, równowaga dynamiczna, ruchomość górnej części ciała).

Wyniki: Istotnej poprawie uległa sprawność funkcjonalna uczestniczek programów mierzona próbami Senior Fitness Test. Zaobserwowane pozytywne zmiany dotyczyły parametrów wytrzymałości, siły mięśni kończyn dolnych i gibkości dolnego odcinka kręgosłupa.

Wnioski: Nie da się całkowicie zahamować naturalnych procesów starzenia, da się natomiast częściowo je złagodzić albo możliwie najbardziej opóźnić. Przykładem takiego działania może być Program Rekreacji Ruchowej Osób Starszych, PAS-Ja, PAW czy oferta programowa UTW-AWF stanowiące bezpieczne i skuteczne sposoby profilaktyki gerontologicznej będącej podstawą promocji zdrowego starzenia się.

Słowa kluczowe: pomyślne starzenie się, programy aktywności rekreacyjnej, sprawność funkcjonalna

PHYSICAL ACTIVITY PROGRAMS IN PREVENTION OF SUCCESSFUL AGING - Abstract

Introduction: The ageing of the human body is a natural physiological phase of life. It is not necessary to accelerate this stage with the wrong lifestyle, but, on the contrary, you have to do everything to delay it, preserving as long as possible the efficiency, independence and independence, i.e. achieve the objectives of gerontological prevention. The aim of the study was to assess the effectiveness of women's mobility activation programs after 60 years of age in the field of functional fitness.

Material and methods: A total of four programs have been analyzed: Elderly Movement Recreation Program (PRROS), Active Leisure Program (PAW), Senior Active Program (PAS-Ja!) and UTW-AWF program. A total of 208 women (PRROS: 52 women, $m \pm SD$: 66.2 ± 8.21 years; PAW: 41 women, $m \pm SD$: 65.1 ± 7.71 years; PAS-Ja: 48 women, $m \pm SD$: 64.5 ± 5.88 years; UTW-AWF: 67 women, $m \pm SD$: 72.3 ± 9.23 years). Two measurements were carried out of the Senior Fitness Test (a total of 6 fitness tests) before and after the programs were completed. The tests assessed the various aspects of functional fitness (measurement of upper body muscle endurance, lower body strength, upper-body flexibility, lower-body flexibility (specifically hamstring flexibility, agility (dynamic balance) and aerobic endurance).

Results: There was a significant improvement in the functional fitness of program participants as measured by the Senior Fitness Test. The observed positive changes concerned the parameters of endurance, strength of lower limbs muscles and flexibility of the lower spine section.

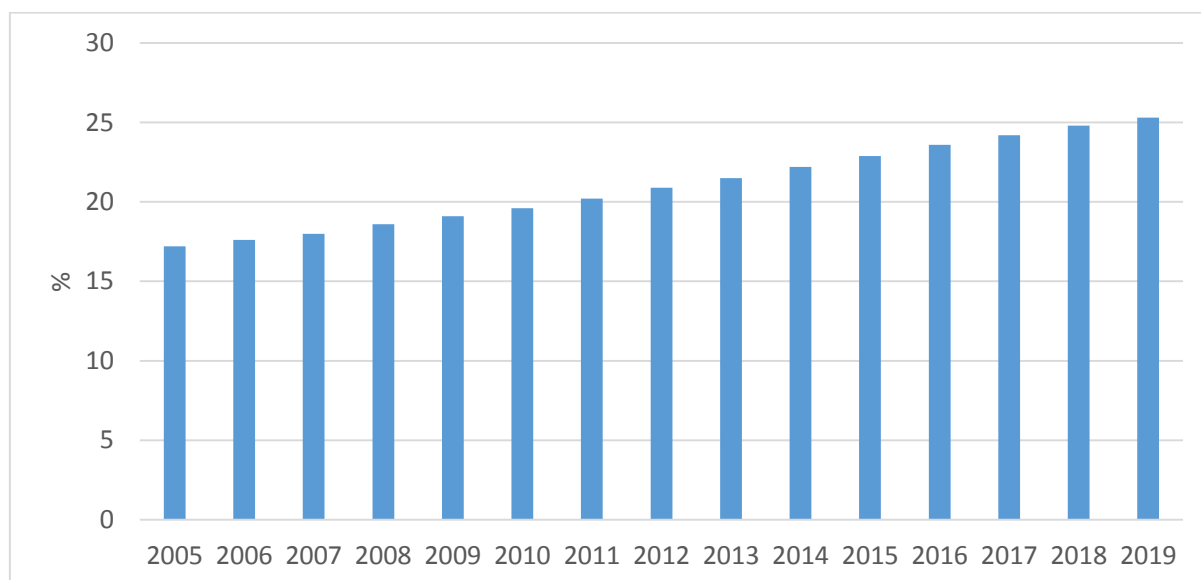
Conclusions: The natural aging process cannot be completely stopped, but it can be partially mitigated or delayed as much as possible.. The analyzed programs may serve as an example of such actions, as they are safe and effective ways of gerontological prophylaxis which is a basis for promotion of healthy ageing.

Keywords: successful ageing, recreational activity programs, functional fitness

Wprowadzenie

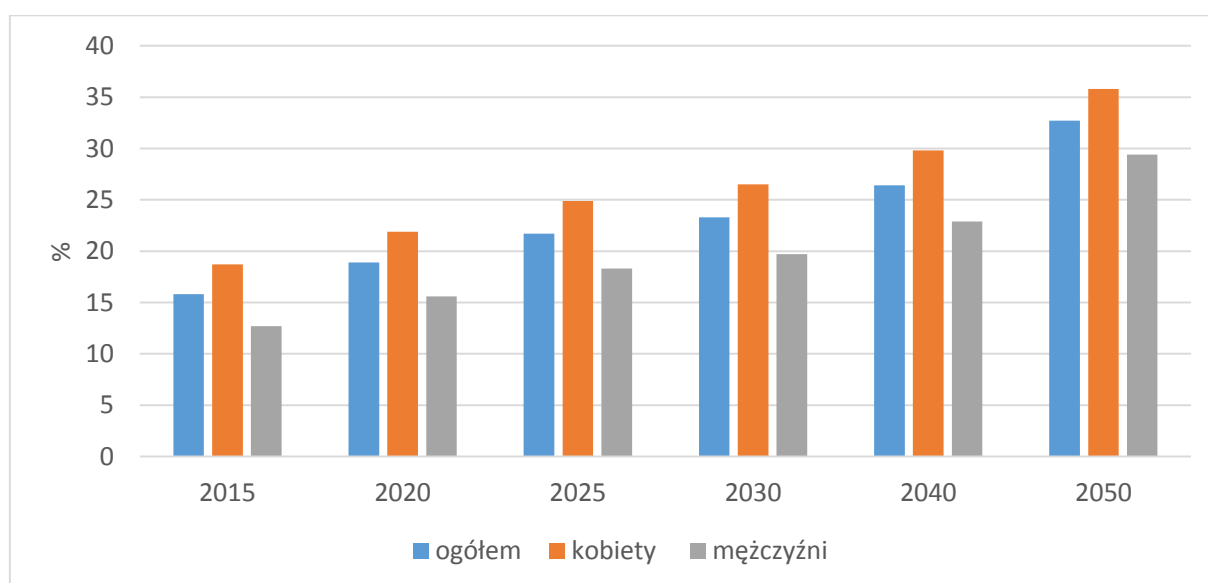
Wydłużenie się życia ludzkiego spowodowało, że zarówno na świecie, jak i w Polsce zagadnienia dotyczące ludzi w starszym wieku stały się przedmiotem badań wielu nauk tak w wymiarze teoretycznym, jak również praktycznym. Polska, tak jak większość europejskich krajów, jest krajem „siwiejącym” – przybywa w naszym społeczeństwie osób powyżej 60. roku życia.

Najświeższe dane demograficzne pokazują wzrastający odsetek osób 60+ w naszym społeczeństwie. Na wykresie poniżej (ryc. 1) zestawiono odsetek osób w wieku 65+ od roku 2005.



Rycina 1. Odsetek osób w wieku 65+ w Polsce (źródło: GUS, 2021).

Prognozy demograficzne na najbliższe 40 lat także wskazują, że będzie stale wzrastała liczba osób 65+ - zarówno kobiet, jak i mężczyzn. Poniżej przedstawiono szacowany, procentowy udział osób starszych w naszym społeczeństwie (ryc. 2). Prognozuje się, że w roku 2050 aż 1/3 naszego społeczeństwa będzie w wieku 65+. Liczba seniorów będzie wzrastać w większym stopniu na obszarach miejskich niż wiejskich. Jak podaje Szukalski (2008) wynika to z tego, że osoby z powojennego wyżu emigrowały masowo ze wsi do miast.



Rycina 2. Prognozowany odsetek osób w wieku 65+ w Polsce (opracowanie własne, źródło: GUS, 2014).

Proces starzenia się społeczeństw jest faktem, procesem nieuniknionym i nieodwracalnym. Przebiega w różnym tempie, ale można i należy się do niego odpowiednio przygotować.

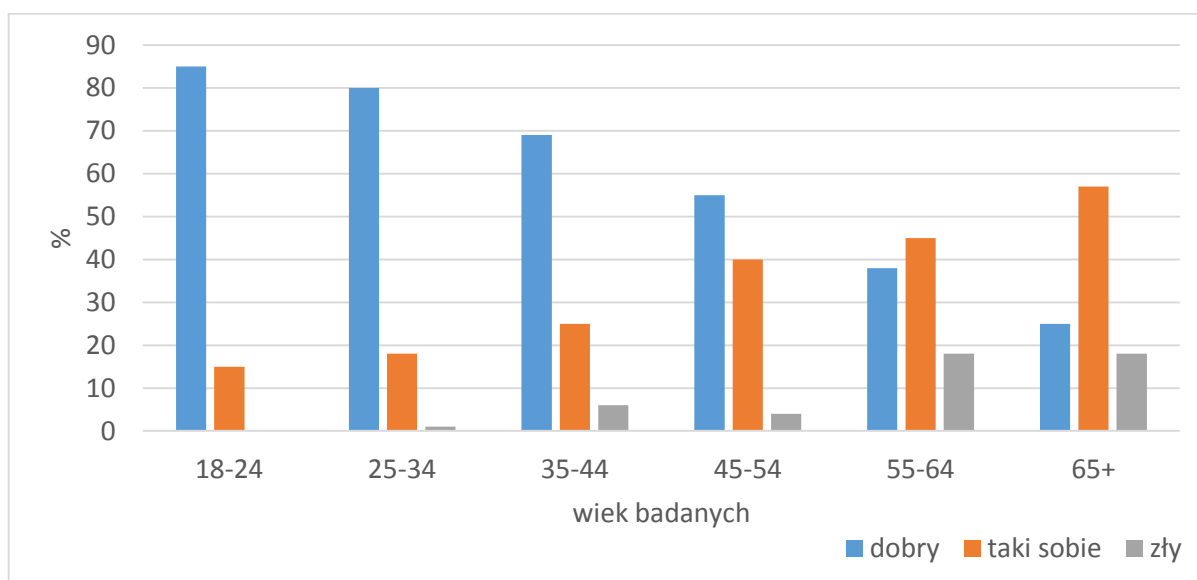
Według WHO pomyślne, zdrowe starzenie się (successful ageing) to proces optymalizacji możliwości zachowania zdrowia (fizycznego, społecznego i psychicznego) proces, który umożliwia osobom starszym czynne uczestnictwo w życiu społecznym, bez dyskryminacji ze względu na wiek a tym samym pozwalający na czerpanie radości z dobrej jakości, niezależnego życia.

Starzenie się ludzkiego organizmu to naturalny fizjologiczny etap życia. Nie należy tego etapu przyspieszać niewłaściwym stylem życia, lecz przeciwnie - trzeba zrobić wszystko, aby go opóźnić, zachowując jak najdłużej sprawność, samodzielność i niezależność (czyli realizować cele profilaktyki gerontologicznej). Bowiem jednym z najważniejszych problemów pomyślnego starzenia jest utrzymanie na odpowiednim poziomie stanu zdrowia osób starszych

Zdrowie

Światowa Organizacja Zdrowia (Nobile, 2014), ponad 70 lat temu, w 1946 roku, stworzyła definicję zdrowia, która weszła do powszechnego użytku. Brzmi ona: „zdrowie to pełny dobrostan fizyczny, psychiczny i społeczny, a nie tylko brak choroby lub niedomagania”.

Samoocena stanu zdrowia, czyli subiektywne ocenianie własnego stanu zdrowia, jest bardzo istotna zwłaszcza w grupie osób starszych, gdyż następująca wraz z wiekiem utrata zdolności adaptacyjnych może mieć niekorzystny wpływ na zdrowie. Samoocena ta może odnosić się do różnych czynników: ma wpływ na samoakceptację, radzenie sobie ze stresem oraz może mieć wpływ na wyniki leczenia. Osoby starsze prezentujące wyższy poziom samooceny zdrowia lepiej radzą sobie w trudnych sytuacjach. Według Bień i innych autorów (2000; Abramowska-Kmon i wsp., 2019; Seń i wsp., 2019) także obiektywna ocena stanu zdrowia starszej osoby jest trudna, gdyż w tym wieku najczęściej występuje wielochorobowość i niesprawność. Przy samoocenie zdrowia należy pamiętać, że postrzeganie zdrowia jest szczególnie złożone i wieloczynnikowe. Stan zdrowia zależy od tempa i osobniczo zmiennego procesu starzenia się, a z drugiej strony jest następstwem chorób, urazów, wypadków i oddziaływań środowiska. Istotne bardzo, jak wykazały badania, jest to, że negatywna samoocena zdrowia wykazuje prognostyczny związek ze skróceniem dalszego trwania życia (Wolinsky i wsp., 1994).



Rycina 3. Samoocena zdrowia Polaków (opracowanie własne, źródło: CBOS, 2016).

Jak pokazują badania realizowane przez GUS i CBOS poprawia się w Polsce samoocena stanu zdrowia. Ponad połowa dorosłych Polaków określa swój stan zdrowia jako dobry (57%). Wraz z wiekiem zmienia się jednak ocena swojego zdrowia – wśród osób 65+ już ponad połowa nie jest w pełni usatysfakcjonowana ze swojego stanu zdrowia (57% ocenia swoje zdrowie jako takie sobie). Wykres poniżej

przedstawia samoocenę zdrowia osób w wieku 18-65+ (ryc.3). Można wyraźnie zauważyć, że im jesteśmy starsi, tym gorzej oceniamy swój stan zdrowia.

Badania CBOS (2016) pokazały, że dorośli są przekonani, iż najistotniejszy wpływ na poprawę stanu zdrowia ma prawidłowa dieta (48% badanych), regularne wizyty u lekarza (30%), unikanie sytuacji stresowych (30%), spędzanie czasu wolnego na aktywnym wypoczynku (27%) oraz regularna aktywność fizyczna (24%). A wiadomym jest, jak pisze Osiński, iż „*nie tylko wśród biologów powszechne jest przekonanie, że walka i wysiłek fizyczny zmuszające organizm do aktywności i wyładowania energii, i w ogóle pewien rodzaj przeciwności, są konieczne do prawidłowego rozwoju i funkcjonowania organizmu*”(Osiński, 2013, s. 41)

W ogólnej definicji zdrowia szczególnego znaczenia nabiera zdrowie fizyczne - ma bowiem trzy wymiary: kondycję fizyczną, subiektywne zdrowie i stan funkcjonalny (Spirduso i wsp., 2005). Te trzy aspekty zdrowia fizycznego najsilniej warunkują jakość życia osób w starszym wieku, a sprawność funkcjonalna wydaje się stanowić ich podstawę. Aktywność fizyczna, zdrowie, jakość życia są ze sobą ściśle powiązane. Ludzkie ciało zostało skonstruowane do ruchu, stąd wymaga regularnej aktywności fizycznej do optymalnego funkcjonowania i unikania chorób.

Aktywność i sprawność fizyczna

W starzejącym się organizmie dochodzi do szeregu zmian patofizjologicznych ograniczających zdolności funkcjonalne. Okres ten związany jest ze stopniowym spadkiem sprawności fizycznej, częściej występującą niepełnosprawnością i współistniejącymi chorobami przewlekłymi. Spadek sprawności fizycznej wynika przede wszystkim z obniżenia wydolności tlenowej, zmniejszania się masy i siły mięśniowej oraz gorszego funkcjonowania narządów zmysłów.

W wyniku regularnej aktywności fizycznej ludzkie ciało przechodzi morfologiczne i funkcjonalne zmiany, które mogą zapobiegać lub opóźniać występowanie pewnych schorzeń oraz poprawiać zdolność do podejmowania wysiłków fizycznych. Tak więc ćwiczenia fizyczne są skutecznym narzędziem służącym do redukcji lub zapobiegania problemom funkcjonalnym związanym ze starzeniem się organizmu. Istnieje także coraz więcej dowodów na to, że aktywność fizyczna może pomóc w zachowaniu funkcji kognitywnych oraz wywierać efekt prewencyjny na depresję oraz demencję. Jak podaje Osiński (2013) regularne uczestnictwo w programie aktywności fizycznej może wpłynąć na opóźnienie się normalnych procesów starzenia nawet o 10-20 lat.

W literaturze światowej liczne badania ukazują korzystny wpływ ćwiczeń fizycznych jako czynnika prewencji pierwotnej i wtórnej wielu chorób niezakaźnych. O braku aktywności, mówi się, jako o tzw. niezależnym czynniku ryzyka określając go jako ryzyko przynależne populacji - PAR (population attributable risk; Macera, Powell, 2001; Lachman i wsp., 2018).

Barierami w podejmowaniu aktywności często bywają czynniki kulturowe, psychologiczne oraz zdrowotne. Dlatego tak ważne są działania motywujące osoby starsze do podjęcia i systematycznego uczestnictwa w aktywności fizycznej. Zwiększając świadomość korzyści płynących z odpowiedniego stylu życia w tym z aktywności fizycznej zarówno wśród osób starszych jak i wśród ogółu społeczeństwa należy podjąć wysiłek idący w kierunku usuwania barier uczestnictwa seniorów w sporcie dla wszystkich, jakimi są między innymi wiek i zdrowie (PolSenior, 2012; GUS, 2016). Pomimo, że u osób starzejących się stan zdrowia może być w dużej mierze wynikiem stylu życia prowadzonego w okresie dorosłości i młodości, to aktualny poziom aktywności fizycznej osób starszych stanowi istotny czynnik określający zdolność do prowadzenia samodzielnego życia.

Reasumując, odpowiednia aktywność fizyczna jest najbardziej skutecznym - spośród znanych dotychczas - sposobem opóźniania procesów starzenia się i czynnikiem zachowania zdrowia oraz - co w przypadku osób w podeszłym wieku wydaje się najważniejsze - mobilności i wydłużenia okresu aktywności funkcjonalnej w życiu codziennym. Aktywność fizyczna odgrywa tak ważną rolę, że należy o niej mówić w kategoriach powinności człowieka. Nie można jej stawiać na jednym poziomie z innymi rodzajami działań czasu wolnego, gdyż nie można równoważyć tego, co konieczne, z tym, co pożądane. Mając więc na uwadze, że prawie 55% ludzi starszych (powyżej 60. r.ż.) deklaruje, że nie ma żadnych ograniczeń w wykonywaniu codziennych czynności (GUS, 2019; GUS, 2020), ponad 55% badanych de-

klaruje potrzebę ruchu, a do podejmowania aktywności fizycznej raz w tygodniu przyznaje się 12% Polaków 60+ (GUS, 2019; GUS, 2020) trzeba zadać pytanie: Jak promować aktywność ruchową w tej grupie wiekowej, jak zachęcić, rozmiłować osoby starsze do systematycznych działań rekreacyjnych?

Celem podjętych badań była analiza porównawcza sprawności funkcjonalnej uczestników takich programów jak PRROS, PAW, PAS-Ja, UTW-AWF.

Główne założenia metodyczne w budowaniu programów rekreacji ruchowej

Oferta programowa z zakresu aktywizacji ruchowej, powinna być traktowana jako propedeutyka działań rekreacyjnych wśród osób starszych. Jako szeroko pojęta edukacja zdrowotna.

Główne założenia, jakimi powinno kierować się opracowując tego rodzaju programy to przede wszystkim:

1. Dokładne określenie odbiorcy, tzw. grupy celowej. Dokonanie diagnozy środowiskowej i osobniczej jest gwarantem właściwego doboru programu.
2. Kompleksowość działań - promowanie i wdrażanie prozdrowotnych zachowań w stylu życia osób starszych przez:
 - działania informacyjno-edukacyjne, mające na celu ukazanie korzystnych efektów bio-psycho-społecznych realizowanego programu;
 - motywowanie uczestników do wprowadzania zmian w ich stylu życia - korzystanie z porad lekarzy, psychologów, specjalistów w zakresie żywności i żywienia, rehabilitantów;
 - stymulowanie do podejmowania indywidualnych, samodzielnych form aktywności ruchowej w ramach zorganizowanych zajęć (zdobycie umiejętności ruchowych), które po zakończeniu uczestnictwa w Programie mogą stanowić podstawę aktywnego stylu życia;
 - proponowanie różnych form ruchu, uwzględniających indywidualne upodobania uczestników bądź dających możliwość poznania nieznanymi im dyscyplin (sportów całego życia).
3. Prozdrowotny charakter prowadzonej aktywności ruchowej - uwzględnienie w programie elementów treningu zdrowotnego, przystosowanego do potrzeb ludzi starszych. Włączenie różnych form aktywności ruchowej, które stosuje się w prewencji pierwotnej i wtórnej wielu chorób internistycznych i ortopedycznych.
4. Profesjonalizm w prowadzeniu zajęć - przestrzeganie jednolitych zasad organizacyjnych i metodycznych. Należą do nich przede wszystkim:
 - Opracowanie programu w ujęciu makro i mikro cykli,
 - właściwy dobór intensywności, czasu trwania, technik wykonywania i rodzaju ćwiczeń oraz odpowiednie ich umiejscowienie w przebiegu jednostki zajęć, zgodnie z kolejnymi etapami programu,
 - indywidualizacja obciążeń wysiłkowych,
 - wprowadzenie atmosfery dobrej zabawy, odprężenia i zaufania.
5. Bezpieczeństwo - propagowanie tzw. bezpiecznego ruchu. Do tego niezbędne jest:
 - stwierdzenie przez lekarza braku przeciwwskazań zdrowotnych do podjęcia systematycznej aktywności ruchowej,
 - zapewnienie stałego nadzoru medycznego,
 - prawidłowe dobieranie obciążeń fizycznych,
 - wdrażanie do samokontroli i samooceny,
 - przestrzeganie wszystkich zasad metodyki dotyczących prowadzenia zajęć ruchowych z osobami starszymi.
6. Skuteczność programu potwierdzona badaniami naukowymi, dotyczącymi oceny zarówno obiektywnych jak i subiektywnych efektów podejmowanej aktywności. O skuteczności programów świadczy również zmiana stylu życia jego uczestników, w przypadku kultury fizycznej jest to uczestnictwo, po zakończonym programie, w regularnych ćwiczeniach fizycznych.

Omówienie programów rekreacyjnych dla osób po 60. roku życia

Przykładem takich interwencyjno-edukacyjnych działań, których bezpieczeństwo i skuteczność zostały empirycznie potwierdzone mogą być niżej przedstawione programy.

Program Rekreacji Ruchowej Osób Starszych (PRROS)

Program skierowany do nieaktywnych osób po 60. roku życia (mieszkających w miastach), które do tej pory nie doświadczyły na sobie korzystnych efektów regularnej aktywności ruchowej, dlatego nie odczuwają potrzeby korzystania z tego rodzaju zajęć. Program ten przeznaczony jest szczególnie dla kobiet.

Celem PRROS jest promocja zdrowego stylu życia wśród osób starszych, czyli działania idące w kierunku zdrowego starzenia się. Uczestnictwo w PRROS stanowi pierwszy krok do zmiany zachowań w kierunku prozdrowotnym, to jest właściwego żywienia, skutecznego wypoczynku, higienicznego trybu życia, a w szczególności dbałości o odpowiednią aktywność ruchową. Ten półroczny Program ma za zadanie zachęcić i przekonać do systematycznej aktywności ruchowej, wyposażyć osoby starsze w wiedzę i umiejętności z zakresu podstawowej aktywności ruchowej oraz ukazać wartości i cele, jakie niesie ze sobą rekreacja ruchowa. Skuteczność tego programu potwierdziły m.in. wyniki badań dotyczące zmian: zdolności wysiłkowych (ocena sprawności układu krążenia); sprawności fizycznej (ocena poziomu wytrzymałości, siły i gibkości); składu ciała; gęstości tkanki kostnej; czy stanu emocjonalnego (Kozdroń, 2012) oraz sprawności funkcjonalnej (Kozdroń, Leś 2010).

PRROS trwa przez 6 miesięcy i składa się z trzech etapów:

- etap I – kwalifikująco-informacyjny (wprowadzający),
- etap II – regularnych zajęć programowych (główny),
- etap III – szkoleniowo-turystyczny i profilaktyczno-wypoczynkowy (końcowy).

Etap I (dwa do czterech tygodni) - jest to etap, w którym trzeba przekonać osoby starsze do celowości podjęcia tego typu systematycznej aktywności ruchowej. Następnie osoby te są kwalifikowane przez lekarza do II etapu PRROS-u.

W tym okresie z osobami zainteresowanymi należy przeprowadzić cztery spotkania o charakterze edukacyjnym, które będą dotyczyć: pozytywnego znaczenia aktywności ruchowej w życiu starszego człowieka z punktu widzenia medycyny, psychologii, żywienia oraz realizacji PRROS-u. Uczestnicy otrzymują pełną informację programowo-organizacyjną, regulamin uczestnika PRROS, instrukcję z zakresu samokontroli i samooceny, następnie wypełniają ankietę dotyczącą swojego stylu życia, preferowanych przez siebie form aktywności i oczekiwań związanych z uczestnictwem w PRROS. Dla uczestników jest to okres mobilizujący do podjęcia systematycznej aktywności ruchowej, a dla organizatora-instruktora czas na dokonanie diagnozy osobniczej obejmującej cechy biologiczne oraz psycho-społeczne, ale także dotyczącej zainteresowań i oczekiwań uczestników programu rekreacji pozwalającej na ewentualne modyfikacje programowe.

Etap II – trwający 22 tygodnie i stanowiący trzon Programu - to systematyczny udział w zorganizowanych godzinnych zajęciach gimnastyki prozdrowotnej, odbywających się dwa razy w tygodniu w sali odpowiednio do tego przygotowanej (44 zajęcia) oraz uczestnictwo - przynajmniej raz w tygodniu - w marszu dostosowanym do możliwości uczestników i warunków klimatycznych, trwającym od 20 do 60 minut. Do tej formy ruchu inspirowuje instruktor, prowadząc marsze w pierwszym miesiącu, dokonując podziału na grupy w zależności od możliwości wydolnościowych ćwiczących, miejsca zamieszkania czy innych kryteriów podziału. Marsz jest sterowany przez instruktora, ale realizowany samodzielnie przez uczestników.

Program zajęć ruchowych w tym etapie uwzględnia trzy fazy:

- 1) adaptacyjną (wstępną), trwającą - w zależności od możliwości i umiejętności uczestników - od 2 do 4 tygodni;
- 2) usprawniającą (wyrównanie poziomu), trwającą następne 4 tygodnie;

3) główną, właściwą, obejmującą racjonalne działanie, trwającą od 14 do 16 tygodni (w zależności od długości trwania fazy 1).

W każdym tygodniu II etapu PRROS wprowadzane jest jedno nowe ćwiczenie, które uczestnicy mają wykonywać w domu. Instruktor omawia je i wykonuje z uczestnikami podczas zajęć, a schemat wykonania tego ćwiczenia wszyscy otrzymują w formie opisu lub rysunku. W ten sposób uczestnicy, kończąc II etap Programu, wyposażeni są w zestaw 22 ćwiczeń gimnastyki usprawniającej.

Etap III - to dwutygodniowy wyjazd do ośrodka wypoczynkowego lub sanatoryjnego, którego celem powinno być zapoznanie uczestników PRROS z różnorodnymi formami prawidłowych zachowań zdrowotnych, wpływających na poprawę jakości życia.

Realizacja tej części Programu powinna opierać się na:

- wykorzystaniu specyficznych warunków klimatycznych i leczniczych tego miejsca (klimatoterapia, zabiegi lecznicze indywidualnie dostosowane do potrzeb uczestnika);
- żywieniu według jadłospisów opracowanych przez dietetyka czy zgodnie z zaleceniami Instytutu Żywności i Żywienia;
- kinezyterapii, która obejmuje:
 - codzienną 15-20 - minutową gimnastykę poranną,
 - kontynuowanie programu gimnastyki zdrowotnej co drugi dzień (6 jednostek), w pozostałe dni - prowadzenie gimnastyki w wodzie lub zajęć tanecznych (realizacja w bloku zajęć popołudniowych),
 - turystykę pieszą, rowerową lub inne zajęcia plenerowe, np. gry rekreacyjne (realizacja w godzinach 11⁰⁰-13⁰⁰);
- edukacji prozdrowotnej obejmującej zajęcia (wykłady bądź ćwiczenia) z dziedziny niekonwencjonalnych sposobów leczenia, takich jak: aromatoterapia, muzykoterapia, relaksacja, ergoterapia, psychoterapia, ziołoterapia, dietoterapia - zdrowe żywienie itp. (6 spotkań w bloku zajęć popołudniowych);
- indywidualnych konsultacjach z instruktorem PRROS dla dopracowania indywidualnego zestawu usprawniających ćwiczeń domowych pod kątem potrzeb uczestnika oraz ustalenia pozostałych form tygodniowej aktywności ruchowej po powrocie do domu (konsultacje realizowane w godzinach wieczornych);
- zagospodarowaniu wieczorów według uznania uczestników.

Dni pierwszy i ostatni przeznaczone są na badania lekarskie, wykonanie testów wysiłkowych, prób sprawnościowych czy innych pomiarów.

Po etapie III każdy uczestnik Programu otrzymuje dyplom ukończenia PRROS, a także informację, gdzie może korzystać z dalszych grupowych zajęć ruchowych w zależności od indywidualnych potrzeb, możliwości i oczekiwań (Kozdroń, 2008).

Program Aktywnego Wypoczynku 60+ (PAW 60+)

Program ten opracowany został z myślą o wypoczynku osób starszych i realizacji celów profilaktyki gerontologicznej (autorką programu jest mgr Agata Frysztak). Jego skuteczność potwierdziły badania. Rozpowszechnienie go wśród organizatorów wczasów może stanowić przemyślany proces edukacji zdrowotnej.

Celem PAW 60+ jest promocja zdrowego stylu życia wśród osób starszych, czyli działania idące w kierunku zdrowego starzenia się. Uczestnictwo w dwutygodniowym wypoczynku ma za zadanie zachęcić i przekonać do systematycznej aktywności ruchowej, wyposażać osoby starsze w wiedzę i umiejętności z zakresu podstawowej, codziennej aktywizacji ruchowej oraz ukazać wartości i cele, jakie niesie ze sobą rekreacja ruchowa (sporty całego życia). Ma także zniwelować bariery uczestnictwa w regularnych zajęciach aktywizujących ruchowo.

Odpowiedni dobór form ruchu stanowi priorytet Programu, preferując sporty całego życia, uwzględniono założenia treningu zdrowotnego, którego głównymi celami jest: kreacja zdrowia i profilaktyka chorób niezakaźnych. Biorąc pod uwagę powyższe kryteria oraz ocenę stanu zdrowia dokonaną przez lekarza planowany jest optymalny tok postępowania przystosowujący obciążenia na zajęciach do możliwości ćwiczących. Podstawą Programu stanowią formy plenerowe. Są to marsze z kijami (nordic

walking), gimnastyka ogólnosprawnościowa ze szczególnym uwzględnieniem ćwiczeń mięśni posturalnych oraz gimnastyka w wodzie. Oprócz podstawowych form aktywności Program zawiera inne zajęcia rekreacyjne takie jak: „Powitanie Słońca”- poranna 20-30 minutowa gimnastyka, gry i zabawy rekreacyjne, zajęcia taneczne, wycieczki krajoznawcze, wieczorne spotkania (m.in. zajęcia integracyjne, ognisko, muzykoterapia, relaksacja) oraz zajęcia edukacyjne: wykłady.

Czas trwania pojedynczych zajęć wynosi od 45 do 75 minut co w sumie stanowi ok. 4 godzin dziennie przeznaczonych na trening zdrowotny. Zajęcia ruchowe w PAW charakteryzują się zróżnicowaniem w zakresie intensywności i czasu trwania ćwiczeń. Mając na uwadze dopuszczalne obciążenia wysiłkowe, na bieżąco należy monitorować tolerancję wysiłkową uczestników programu. Intensywność prowadzonych zajęć kontrolowana jest indywidualnie przez ćwiczących i podczas wysiłku aerobowego nigdy nie powinna przekraczać 60% HR max. W subiektywnej ocenie (wg skali Borga) wysiłki nie powinny przekraczać 13 punktów (Kozdroń, 2008). W Programie Aktywnego Wypoczynku obciążenie tygodniowe określono w oparciu o szacunkowe obliczenie wydatku energetycznego. Wysiłki realizowane podczas obozu oscylują od 2,5 do 5,0 MET-ów, oznacza to, iż są to wysiłki lekkie do umiarkowanych. W PAW szacunkowe wyliczenie wydatku energetycznego wynosi między 800 a 1000 kcal/dzień (Fryszak i wsp., 2010).

Trening prozdrowotny w formie obozu mocno integruje, ośmiela i stymuluje do dalszej aktywności fizycznej i społecznej. Nietuzinkowa, atrakcyjna forma rekreacji jaką jest prozdrowotny obóz daje seniorom wiele możliwości wykazania się, a tym samym pomaga w zaspokojeniu potrzeby uznania. Wspólne zadania, prace, narady zachęcają do kontaktów z innymi ludźmi i wzmagają kreatywność, takie nieprzerwane stosunki interpersonalne wnoszą dużo satysfakcji, jak również inspirują wymianą myśli do podejmowania różnorodnych działań.

Podsumowując, uświadomienie potrzeb i korzyści płynących z aktywizacji ruchowej jest niezbędne w zachęceniu i umotywowaniu osób starszych do podjęcia i kontynuacji systematycznej aktywności ruchowej.

Program Aktywizacji Seniorów JA! (PAS-Ja!)

Program ten opracowany został z myślą o włączeniu w regularną aktywność osób po 60. roku życia, do tej pory nieaktywnych. Skuteczność tego programu była monitorowana badaniami z zakresu sprawności funkcjonalnej.

Celem programu PAS-ja! jest promocja zdrowego i aktywnego spędzania czasu wolnego osób starszych. Program w założeniu trwa 3 miesiące i obejmuje łącznie 24 godziny zajęć (1 raz w tygodniu gimnastyka, dodatkowo raz w tygodniu: nordic walking, gimnastyka w wodzie lub tańce). Dobór drugiej formy ruchu uzależniony jest od możliwości organizacyjnych w miejscu wdrażaniu programu. Czas trwania pojedynczych zajęć wynosi od 45 do 75 minut; intensywność wysiłku – wysiłek lekki do umiarkowany.

Udział w programie rozpoczyna się od spotkania informacyjnego połączonego z wykładem dotyczącym roli o znaczenia aktywności fizycznej osób dojrzałych. Podczas spotkania instruktor prowadzący zajęcia przedstawia szczegółowo cel i przebieg programu. Wymagana jest zgoda lekarza na udział w zajęciach ruchowych. Przed rozpoczęciem planowych zajęć oraz po ich zakończeniu przeprowadzana są pomiary sprawności funkcjonalnej oraz pomiary antropometryczne.

Program UTW-AWF

Program zajęć realizowany w ramach Uniwersytetu Trzeciego Wieku AWF Warszawa opiera się na połączeniu zajęć aktywności fizycznej z zajęciami edukacyjnymi (wykłady, zajęcia językowe, komputerowe, siłownia umysłu itp.). Słuchacze UTW AWF wybierają zajęcia, które najbardziej im odpowiadają. Zasady budowy i realizacji zajęć aktywizacji ruchowej bazują na założeniach II etapu PRROS. Do wyboru są: zajęcia nordic walking, gimnastyka prozdrowotna - 2 razy w tygodniu. Raz w tygodniu zainteresowani mogą skorzystać z gimnastyki w wodzie, tai-chi czy zajęć tanecznych.

Czas trwania zajęć to 45-90 minut, w zależności od wybranej formy ruchu. Intensywność zajęć można określić jako lekką (9-11 wg skali Borga) lub umiarkowaną (12-13 wg skali Borga) w zależności od zaawansowania grupy ćwiczącej.

Zajęcia w ramach wybranych aktywności realizowane są przez cały rok akademicki (9 miesięcy). Uczestnicy zajęć przed przystąpieniem do pierwszych zajęć oraz po zakończeniu programu biorą udział w pomiarach sprawności fizycznej oraz pomiarach antropometrycznych.

W tabeli 1 przedstawiono zbiorcze informacje o przedstawionych programach aktywności fizycznej dla osób 60+.

Tabela 1. Programy aktywizacji rekreacyjnej (zestawienie porównawcze)

Program	PRROS (60+; n=52)	PAW (60+; n=41)	PAS-Ja! (60+; n=48)	UTW-AWF (60+; n=67)
Wiek badanych	66,2±8,21	65,1±7,71	64,5±8,21	72,3±9,23
Czas trwania programu	6 miesięcy	2 tygodnie	3 miesiące	9 miesięcy
Częstotliwość zajęć	3 x tygodniowo	4 godziny dziennie	2 x tygodniowo	2-3 x tygodniowo
Formy zajęć	gimnastyka, marsze	gimnastyka, nordic walking, gimnastyka w wodzie, gry rekreacyjne, turystyka	gimnastyka, nordic walking, gimnastyka w wodzie, tańce	gimnastyka, nordic walking, gimnastyka w wodzie

Materiał i metody badawcze

Badaniami objęto łącznie 208 kobiet biorących udział w programach: PRROS, PAW, PAS-Ja! i UTW-AWF. We wszystkich w/w programach dokonano oceny ich skuteczności z punktu widzenia sprawności funkcjonalnej uczestników.

Do udziału w badaniach zakwalifikowano osoby, które ukończyły 60 lat oraz poruszały się samodzielnie. Ocena poziomu sprawności fizycznej została przeprowadzona przez wykwalifikowany zespół badawczy. Nie było kryteriów wykluczenia, o ile uczestnicy badań poruszali się samodzielnie oraz stan zdrowia pozwalał na wykonanie prostych prób sprawnościowych. W badaniach kobiet uczestniczących w programach rekreacyjnych posłużono się baterią testów Senior Fitness Test.

W celu określenia poziomu sprawności funkcjonalnej przeprowadzono próby składające się na Senior Fitness Test (Rikli, Jones, 1999; Rikli, Jones, 2001; Jones, Rikli, 2002; Różańska-Kirschke i wsp., 2006). Test składa się z 6 prób testowych, a szczegółowy opis prób znajduje się w pracy Różańskiej-Kirschke i wsp. (2006). Do analizy wybrano wszystkie próby sprawnościowe (1-6):

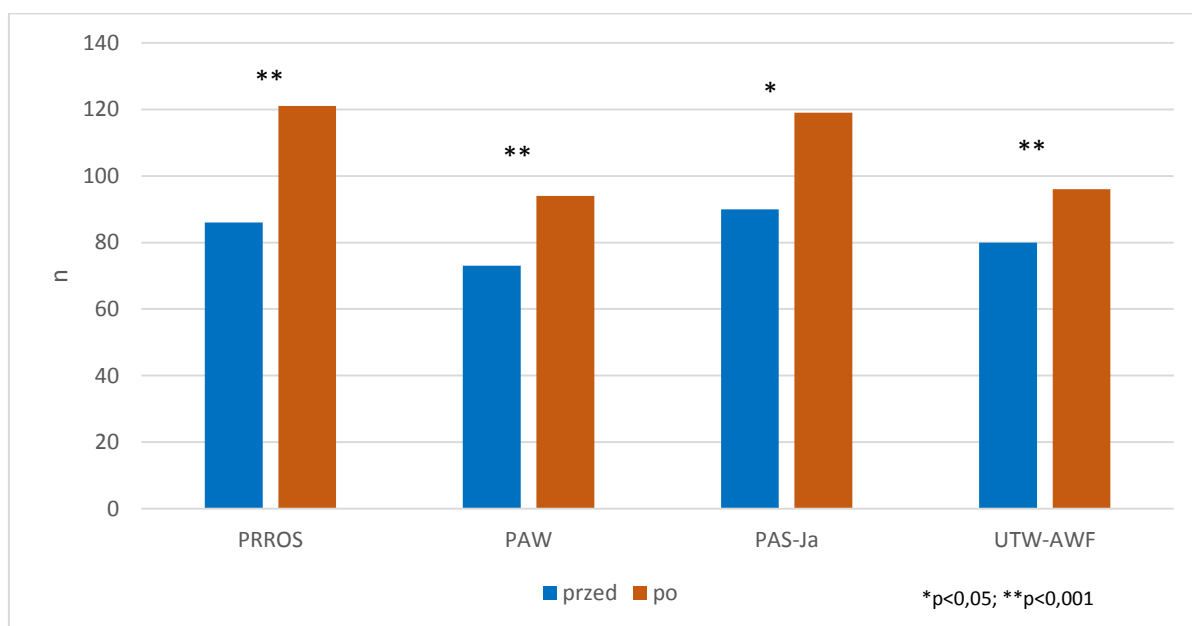
1. uginanie ramion w ciągu 30 sekund - pomiar wytrzymałości mięśniowej kończyn górnych,
2. wstanie z krzesła w ciągu 30 sekund - pomiar siły mięśni kończyn dolnych,
3. „agrafka” - pomiar gibkości górnej części ciała,
4. skłon do nogi wyprostowanej - pomiar gibkości dolnego odcinka kręgosłupa,
5. wstań i idź - pomiar zwinności (równowagi dynamicznej) i wytrzymałości aerobowej,
6. 2-minutowy marsz w miejscu - pomiar wytrzymałości (aerobowej).

Senior Fitness Test to narzędzie wykorzystywane w określaniu poziomu sprawności osób powyżej 60. roku życia. Powyższe próby pozwalają dokonać oceny poziomu sprawności motorycznej, a także ocenić jak badani radzą sobie z codziennymi czynnościami. Dodatkowo można ocenić samodzielność. Senior Fitness Test ma normy odpowiednie dla osób między 60 a 95. rokiem życia (Różańska-Kirschke i wsp., 2006).

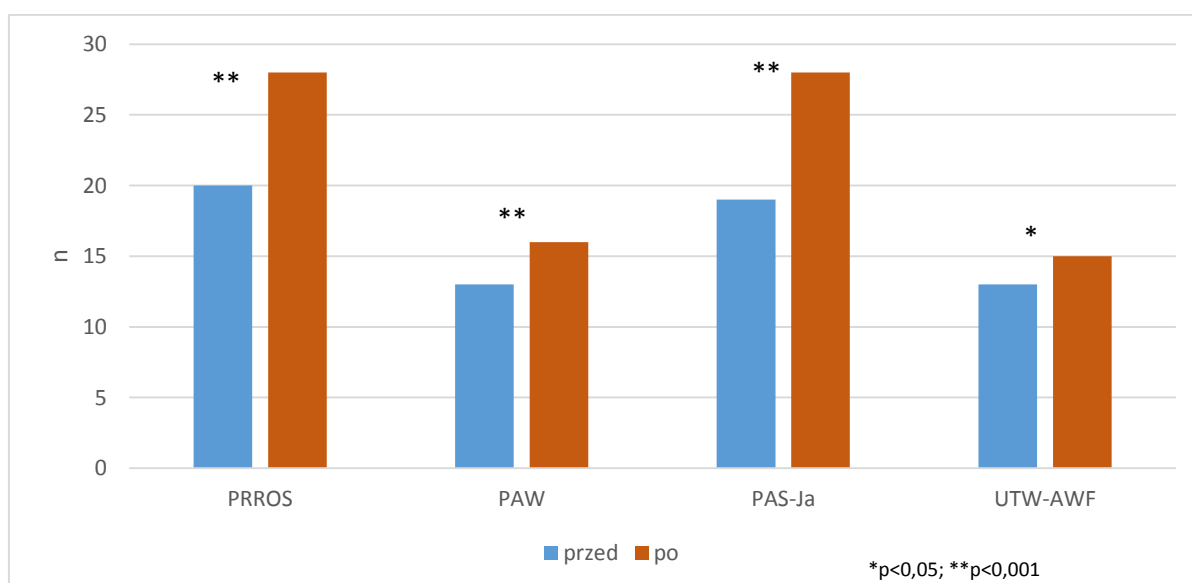
Wyniki

W tej części przedstawiono wyniki tylko wybranych prób sprawnościowych – wybrano te aspekty w których nastąpiła największa i istotna statystycznie poprawa u badanych kobiet. Niżej przedstawiono zbiorcze wykresy przedstawiające wyniki badanych kobiet przed rozpoczęciem udziału w programie (kolor niebieski) oraz po jego zakończeniu (kolor pomarańczowy). Różnie istotne statystycznie zaznaczono na wykresach.

Na rycinie 4 przedstawiono średnie wyniki uzyskane w próbie marszowej – marsz w miejscu. Próba ta służy do oceny wytrzymałości aerobowej i polega na maszerowaniu w miejscu przez 2 minuty. Wynikiem jest liczba powtórzeń uniesienia w marszu nogi prawej. Można zauważyć, że nastąpiła poprawa wśród uczestniczek wszystkich programów. Najistotniejszą poprawę odnotowano wśród uczestników programu PRROS, PAW oraz programu UTW-AWF.



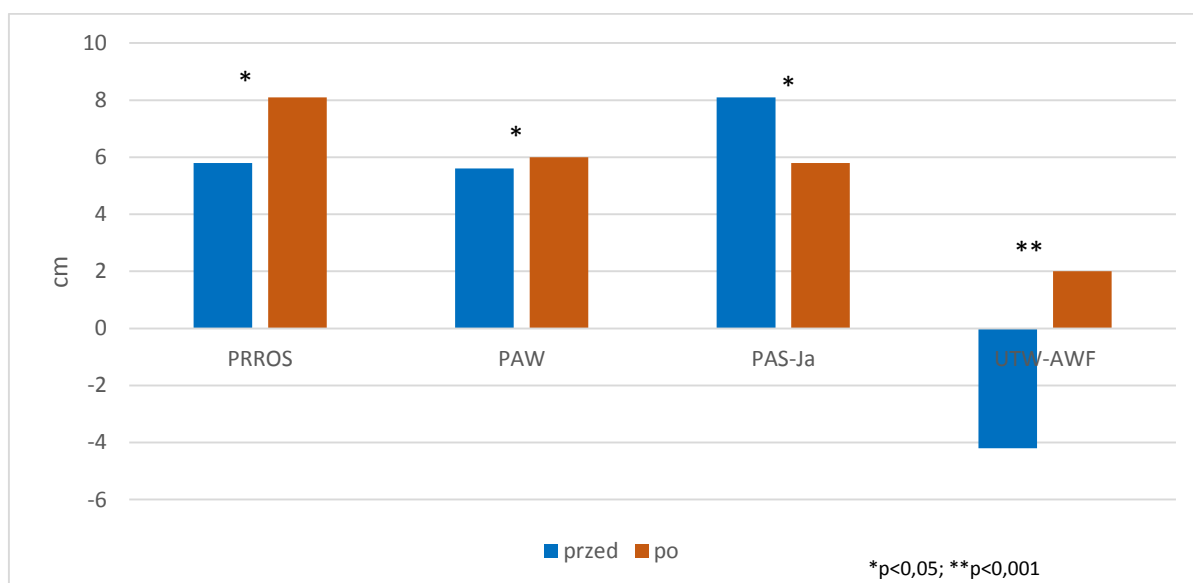
Rycina 4. Senior Fitness Test – marsz w miejscu (źródło: badania własne).



Rycina 5. Senior Fitness Test –wstawianie z krzesła (źródło: badania własne).

Kolejną próbą sprawnościową, w której odnotowano istotną poprawę wyników była próba – wstawianie z krzesła. Próba ta służy do określenia siły mięśni kończyn dolnych i polega na wstawaniu z krzesła w ciągu 30 sekund (ręce skrzyżowana na klatce piersiowej). Wynikiem jest liczba wstań z krzesła badanego. Również w tym aspekcie nastąpiła poprawa u badanych. Najistotniejszą poprawę odnotowano wśród uczestników programu PRROS, PAW oraz PAS-Ja! (Rycina 5).

Ostatnią analizowaną próbą była próba – skłon w siadzie. Próba ta polega na wykonaniu skłonu do nogi wyprostowanej (badanych siedzi na krześle, pięta oparta o podłoże). Wynikiem jest odległość pomiędzy czubkami palców u rąk a palcami u nogi wyprostowanej. Próba ta służy do oceny giętkości dolnego odcinka kręgosłupa. Można zauważyć, że nastąpiła poprawa wśród uczestniczek wszystkich programów (Rycina 6). Najistotniejszą poprawę odnotowano wśród uczestników programu UTW-AWF.



Rycina 6. Senior Fitness test –skłon w siadzie (źródło: badania własne).

Podsumowanie

Z badań wynika, że aktywne formy spędzania czasu wolnego przez ludzi starych w Polsce, a także ich uczestnictwo w społeczności lokalnej i organizacjach społecznych nie mają charakteru powszechnego. Warto odnotować zmiany jakie następują w stylu życia współczesnego seniora - coraz więcej osób angażuje się aktywności społeczne: uczestniczy we wspólnotach, ruchach i stowarzyszeniach wyznaniowych lub aktywnie działa w uniwersytetach trzeciego wieku (Kowalewski, 2018).

Według dostępnych danych 46% populacji UE prowadzi siedzący tryb życia (Special Eurobarometer, 2018). W Polsce w zależności od wieku dotyczy to ok 56% populacji (Special Eurobarometer, 2018). Należy więc podjąć strategiczne działania w celu odwrócenia spadkowej tendencji poziomu aktywności fizycznej całej polskiej populacji.

Przedstawione powyżej przykłady interwencyjno-edukacyjnych programów spełniają założenia edukacji ustawicznej ukierunkowanej na pomyślne, zdrowe starzenia się. Mogą więc być rekomendowane jako bezpieczne i dostępne działania edukacji zdrowotnej zapewniające optymalną, w stosunku do wieku, sprawność funkcjonalną osobom starszym, zwiększające niezależność i samodzielność, a tym samym wpływające na poprawę jakości życia osób starszych. Bardziej szczegółową analizę przedstawiono w opublikowanych artykułach, skupiających się na ocenie skuteczności wyżej wymienionych programów w aspekcie korzyści w zakresie sprawności funkcjonalnej, jakości życia, siły mięśniowej czy sprawności kognitywnej (Guszkowska, Kozdroń, 2009; Wiszomirska i wsp., 2010; Guszkowska, 2012;

Piotrowska i wsp., 2016; Niedzielska i wsp., 2017; Leś i wsp., 2017; Krynicki i wsp., 2018; Leś i wsp., 2018; Leś i wsp., 2019; Leś i wsp., 2019a; Piotrowska i wsp., 2020; Leś i wsp., 2021).

Ze względu na rosnący odsetek osób starszych w Europie, w tym w Polsce, coraz ważniejsze staje się wspieranie idei starzenia się w zdrowiu. Jest to istotne nie tylko dla zwiększenia udziału osób starszych w rynku pracy i umożliwienia im utrzymania dłuższej aktywności w społeczeństwie, ale także przyczynia się do poprawy indywidualnej jakości ich życia i zmniejszenia obciążeń systemów opieki zdrowotnej i socjalnej. I wreszcie promocji pozytywnego i aktywnego wizerunku osób starszych w naszym społeczeństwie

Nie da się całkowicie zahamować naturalnych procesów starzenia, da się natomiast, dzięki systematycznej aktywności fizycznej, częściowo je złagodzić albo możliwie najbardziej opóźnić. Dlatego uświadamianie społeczeństwa, że integralną częścią pomyślnego, zdrowego starzenia się jest przede wszystkim zachowanie odpowiedniej sprawności funkcjonalnej, która w dużej mierze zależy od stylu życia, a w nim należnego miejsca aktywności fizycznej we wszystkich okresach ontogenezy jest naszym działaniem priorytetowym.

Piśmiennictwo

1. Abramowska-Kmon A., Kotowska I.E., Łątkowski W., Szweda-Lewandowska Z. (2019) Stan zdrowia i otrzymywanie opieki wśród osób starszych w krajach Europy Środkowo-Wschodniej. [w:] Europa środkowo-wschodnia wobec globalnych trendów: gospodarka, społeczeństwo i biznes. Oficyna Wydawnicza SGH – Szkoła Główna Handlowa w Warszawie.
2. Analizy statystyczne. Sytuacja osób starszych w Polsce w 2019 r. Główny Urząd Statystyczny.
3. Analizy statystyczne. Jakość życia osób starszych w Polsce (2020) Główny Urząd Statystyczny.
4. Bień B. (2000) Sytuacja zdrowotna ludzi w podeszłym wieku w Polsce. Służba Zdrowia.
5. Frysztak A., Kozdroń E., Leś A. (2010) Aktywny wypoczynek osób starszych stymulatorem utrzymania dynamicznej stabilności ciała. [w:] Kałuża D., Szukalski P. (red.) Jakość życia seniorów w XXI wieku. Ku aktywności. Wydawnictwo Biblioteka, Łódź s. 50-59.
6. Guskowska M., Kozdroń A. (2009) Wpływ ćwiczeń fizycznych na stany emocjonalne kobiet w starszym wieku. Gerontologia Polska, 17, 71-782.
7. Guskowska M. (2012) Aktywność fizyczna a nastrój i zadowolenie z życia kobiet w wieku późnej dorosłości. [w:] Nowocień J., Zuchora K. (red.), Aktywność fizyczna i społeczne osób trzeciego wieku. Warszawa: AWF, 217-227.
8. Jones C.J., Rikli R.E. (2002) Measuring functional fitness of older adults. The Journal on Active Aging. March Apri:24–30.
9. Komunikat z badań. Zdrowie i prozdrowotne zachowania Polaków (2016) CBOS.
10. Kowalewski T (2018), Społeczne uwarunkowania stylu życia osób starszych. Social Factors Determining Lifestyle of the Elderly. Pedagogika Społeczna, nr 3 (69), rok XVII:91-107.
11. Kozdroń E. (2012) Zorganizowana rekreacja ruchowa kobiet w starszym wieku w środowisku miejskim. Propozycja programu i analiza efektów prozdrowotnych. Studia i Monografie. AWF Warszawa.
12. Kozdroń E. (2008) Program Rekreacji Ruchowej Osób Starszych AWF Warszawa.
13. Kozdroń E., Leś A. (2010) Aktywność ruchowa w procesie pomyślnego starzenia się. Postępy Rehabilitacji, t. XXIV, nr 1, s. 49-57.
14. Krynicki B., Guskowska M., Kozdroń E., Niedzielska E., Piotrowska J., Leś A. (2018) Correlates and predictors of self-assessments of health and physical fitness among female participants of University of the Third Age Classes. Polish Journal of Sport and Tourism, 25, 4, 27-32.
15. Lachman S., Boekholdt S.M., Luben R.N., Sharp S.J., Brage S., Khaw K.T., Peters R.J., Wareham N.J. (2018) Impact of physical activity on the risk of cardiovascular disease in middle-aged and older adults: EPIC Norfolk prospective population study. Eur J Prev Cardiol. 25(2):200-208.
16. Leś A., Guskowska M., Kozdroń E., Niedzielska E., Piotrowska J., Krynicki B. (2017) Nastrój słuchaczek Uniwersytetu Trzeciego Wieku i jego korelaty. Mood of the Third Age University students and its correlation. Gerontologia Polska, 25: 20-27.
17. Leś A., Kozdroń E., Niedzielska E., Kozdroń M. (2018) Efficiency of the elderly physical recreation programme aimed at improving functional efficiency and quality of life. Health Problems of Civilization, 12, 2, 110-117.
18. Leś A., Guskowska M., Kozdroń E., Piotrowska J., Niedzielska E., Krynicki B. (2019) Changes in the quality of life of female participants from the University of the Third Age and their predictors. Advances in Rehabilitation, 33, 19-25.

19. Leś A., Guszowska M., Piotrowska J., Rutkowska I. (2019a) Changes in perceived quality of life and subjective age in older women participating in Nordic Walking classes and memory training. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59, 1783-1790.
20. Leś A., Guszowska M., Kozdroń E., Piotrowska J., Bobowik P. (2021) Predictors of quality of life in elderly women with diverse life activity RASP-Research on Ageing and Social Policy. Vol 9(2):184-204.
21. Macera C.A., Powell K.E. (2001) Population attributable risk: implications of physical activity dose. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6):635-639.
22. Niedzielska E., Guszowska M., Kozdroń E., Leś A., Krynicki B., Piotrowska J. (2017) Quality of life and its correlates in Students of a University of the Third Age. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 24, 35-48.
23. Nobile M. (2014) The Who Definition Of Health: A Critical Reading. *Med Law*. Jul;33(2):33-40.
24. Osiński W. (2013) *Gerokinezyologia. Nauka i praktyka aktywności fizycznej osób starszych*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
25. Piotrowska J., Guszowska M., Kozdroń E., Niedzielska E., Leś A., Krynicki B. (2016) Perceptive ability of female students of the University of the Third Age and its links with physical fitness and mood. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 8, 136-146.
26. Piotrowska A., Guszowska M., Leś A., Rutkowska I. (2020) Changes in the static balance of older women participating in regular Nordic walking sessions and Nordic walking combined with cognitive training. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(15), 1-13.
27. Pol Senior (2012) *Aspekty medyczne, psychologiczne, socjologiczne i ekonomiczne starzenia się ludzi w Polsce*. Red. M. Mosakowska, A. Więcek, P. Błędowski, Termedia Wydawnictwa Medyczne, Poznań.
28. Rikli R.E., Jones C.J. (1999) Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60–94. *J of Aging and Physical Activity*. 7:162–181.
29. Rikli R., Jones J. (2001) *Senior Fitness Test Manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.
30. *Rocznik demograficzny 2014*. Główny Urząd Statystyczny.
31. Różańska-Kirschke A., Kocur P., Wilk M., Dylewicz P. (2006) The Fullerton Fitness Test as an index of fitness in the elderly. *Test Fullerton jako miernik sprawności fizycznej osób starszych*. *Med Rehabil*. 10(2): 9-16.
32. Seń M., Jakubowska L., Grabowska B. (2019) Jakość życia a zachowania zdrowotne osób starszych zamieszkujących w mieście i na wsi. *Med. Og Nauk Zdr*. 25(4): 282–287.
33. *Special Eurobarometer 472*. Report - Sport and physical activity. 2018
34. Spirduso W., Francis K., MacRae P. (2005) *Physical Dimensions of Aging* – 2nd edition. Human Kinetics.
35. Szukalski P., Kowaleski J.T. (2008) *Pomyślnie starzenie się w perspektywie nauk o pracy i polityce społecznej*. Zakład demografii UŁ. Łódź.
36. *Uczestnictwo w sporcie i rekreacji ruchowej w 2016 r.* Główny Urząd Statystyczny.
37. Wiszomirska I., Kaczmarczyk K., Ilnicka L., Słoń M., Fryszak A., Marciniak T. (2010) Wpływ treningu stymulującego układ przedsionkowy na poprawę równowagi ciała osób starszych. *Postępy Rehabilitacji*; 24(4), 5-10.
38. Wolinsky F., Callahan Ch., Johnson R. (1994) Subjective health status and mortality in the elderly.

2. UWARUNKOWANIA PROCESU STARZENIA SIĘ POLSKICH MĘŻCZYZN



Prof. AWF dr hab. Monika Łopuszańska-Dawid¹,

Prof. UP dr hab. Halina Kołodziej²,

Prof. UP dr hab. Anna Lipowicz²,

Dr Alicja Szklarska³

¹ Katedra Biologii Człowieka, Wydział Wychowania Fizycznego, Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie,

² Zakład Antropologii, Instytut Biologii Środowiskowej, Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,

³ Polska Akademia Nauk

Streszczenie

Wstęp: Uwarunkowania procesów starzeniowych u mężczyzn wciąż nie są w pełni poznane i wymagają pogłębionych i wieloaspektowych badań. Celem badań była ocena siły wpływu wybranych determinantów: wieku, statusu społeczno-ekonomicznego, poziomu stresu i stylu życia na różnicowanie nasilenia objawów andropauzalnych polskich mężczyzn.

Metody: Materiał obejmował dane 355 zdrowych mężczyzn w wieku 32-87 lat, mieszkańców Wrocławia. Zebrano dane dotyczące: objawów andropauzalnych (trzy grupy objawów: somato-vegetatywne, psychologiczne, seksualne), statusu społeczno-ekonomicznego (wykształcenie, stan cywilny, dieta), głównych stresujących wydarzeń życiowych, wybranych elementów stylu życia (palenie papierosów, spożywanie alkoholu, poziom aktywności fizycznej). Analizę regresji krokowej wstecznej, i test Kruskala-Wallis'a wykonano w programie STATISTICA 13.5. Badania uzyskały zgodę Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu (nr 477/2000). Dane zostały zebrane i opracowane w ramach projektu Wrocławskie Badania Mężczyzn (grant NCN: NN303543239; 6POC04820) oraz jako część badań w ramach SzN nr 5 2020/2022 AWF w Warszawie.

Wyniki: Najsilniejsze związki z nasileniem objawów andropauzalnych miał wiek, poziom wykształcenia oraz nasilenie stresu. Zdecydowanie mniejsze znaczenie miały analizowane wybrane zachowania zdrowotne. Dla psychologicznych objawów starzenia jedynym istotnym predyktorem okazał się poziom wykształcenia. Najsilniejsze związki objawów andropauzalnych z wykształceniem i nasileniem stresu stwierdzono w grupie mężczyzn w wieku 50 lat i więcej. U tych mężczyzn poziom wykształcenia jest wysoce istotny w niemal wszystkich modelach, przy czym najsilniejsze związki stwierdzono dla objawów andropauzalnych i objawów somato-vegetatywnych. Stres wpływał wysoce istotnie statystycznie na intensyfikację procesów starzenia mężczyzn głównie w dekadzie 60,0-69,9 lat, przy czym największe wartości istotności stwierdzono dla wszystkich objawów łącznie oraz objawów sfery seksualnej.

Wnioski: Działania profilaktyczne spowalniające nasilenie procesów inwolucyjnych powinny obejmować mężczyzn z określonymi czynnikami ryzyka.

Słowa kluczowe: mężczyźni, styl życia, aktywność fizyczna, papierosy, alkohol, Polska.

DETERMINANTS OF AGING IN POLISH MEN - Abstract

Background: Determinants of aging men processes are still not fully understood and require in-depth and multi-faceted research. The aim of the study was to assess which of the determinants: age, socio-economic status, stress level or lifestyle significantly differentiate the severity of andropause symptoms.

Methods: Material comprised the data of 355 healthy men aged 32-87 yrs, inhabitants of Wrocław. The following data were collected: andropausal symptoms (three groups of symptoms: somato-vegetative, psychological, sexual), socio-economic status (educational level, marital status, having children), major stressful life events, selected lifestyle elements (smoking cigarettes, alcohol consumption, level of physical activity). Backward stepwise regression and Kruskal-Wallis' test were performed in Statistica 13.5. The research was approved by the Bioethics Committee of the Medical University of Wrocław (No. 477/2000). The data was collected and processed as part of the The Wrocław Male Study project (NCN grants: NN303543239, 6POC04820) and as part of the research under the SzN No. 5 2020/2022 AWF in Warsaw).

Results: Age, education level and stress had the strongest relationships with the severity of andropausal symptoms. The analysed lifestyle elements were much less important. Education level was the only significant predictor for psychological symptoms of aging. The strongest relationships between andropausal symptoms and education and stress were found in men aged 50 and more. In these men, the level of education was highly significant in almost all models, with the strongest relationships being found for andropausal symptoms and somato-vegetative symptoms. The stress had a statistically significant effect on the intensification of the aging processes of men mainly in the decade of 60.0-69.9 years. The highest values of significance were found for AMS and sexual symptoms.

Conclusion: Preventive actions aimed to slow down the intensification of involutional processes should be taken in groups of men with specific risk factors from an early age.

Key words: men, lifestyle, physical activity, cigarettes, alcohol, Poland.

Wstęp

Narastający odsetek osób w wieku powyżej 60 lat, staje się poważnym wyzwaniem już nie tylko społeczeństw państw rozwiniętych ale także państw rozwijających się (United Nations 2019). Coraz większą liczbę osób dotyczą problemy zdrowotne związane z zaawansowaniem procesów inwolucyjnych. Dlatego niezmiernie ważnym jest poznanie uwarunkowań, które mogą decydować o tempie pojawiania się fizjologicznych, psychologicznych i społecznych przejawów starzenia.

W przebiegu procesu starzenia się ważną rolę odgrywa płeć osobnika (Austad 2019). O ile w przypadku płci żeńskiej menopauza, jako łatwo uchwytne moment graniczny pomiędzy sprawnością reprodukcyjną, a utratą funkcji rozrodczych, będący wyznacznikiem wkroczenia kobiety w wiek *maturus* jest częstym przedmiotem badań, o tyle procesy związane z męskim starzeniem wymagają lepszego poznania. Ostatnie lata przyniosły wzrost zainteresowania zagadnieniem „męskiego klimakterium”, zwanego często andropauzą. Wcześniej problem ten praktycznie nie istniał, m. in. dlatego, że dopiero trzy ostatnie pokolenia *Homo sapiens* miały szansę dożyć 50 r.ż, co z kolei stało się przyczyną ujawnienia i upowszechnienia się różnych dolegliwości związanych ze starzeniem (Crimmins 2015).

Wysoce istotne znaczenie w procesie starzenia się mężczyzn odgrywają zmiany inwolucyjne w obrębie obwodowych gruczołów wydzielania wewnętrznego (jąder, nadnerczy, tarczycy, przysadki) oraz jednocześnie struktur ośrodkowych (podwzgórze i innych struktur mózgowia) sterujących i synchronizujących pracę narządów endokrynnych (Morales i wsp. 2000). Wyniki badań wskazują jednak, że osiąganie wartości szczytowych cech fizjologicznych organizmu oraz tempo zachodzących zmian inwolucyjnych wykazują duże zróżnicowanie międzyosobnicze w danej populacji, ale także zróżnicowanie społeczne. Badania dowodzą, że wiele cech biologicznych organizmu wykazuje wyraźną zależność od położenia jednostki na skali prestiżu społecznego, np. skali poziomu wykształcenia, pozycji społecznej (Łopuszańska-Dawid i wsp. 2020, Mackenbach i wsp. 2018). Im niższe położenie jest jednostek na skali wykształcenia, tym gorsza szeroko pojmowana „kondycja biologiczna”. Badania populacji polskiej pokazały, że osoby z niższym wykształceniem mają przykładowo: mniej korzystne biologicznie parametry mineralizacji kości (Mędraś i wsp. 2000), są bardziej otyłe (Bielicki i wsp. 2001, Łopuszańska-Dawid 2018), mają wyższe współczynniki umieralności (Kołodziej i wsp. 2007). Zaobserwowano również wyraźny gradient społeczny pod względem poziomu niektórych hormonów androgennych a także objawów andropauzalnych (AMS – z j. ang. aging male symptoms) (Jankowska i wsp. 2008, 2004).

Występowanie istotnych różnic biologicznych między przedstawicielami różnych kategorii wykształcenia związane jest głównie z innym poziom świadomości prozdrowotnej, odmiennym stylem i trybem życia oraz modelem zachowań pro- i antyzdrowotnych (Borrel i wsp. 2000, Łopuszańska i wsp. 2004). Bierność fizyczna, palenie papierosów, nadużywanie alkoholu, niezdrowa dieta mają niewątpliwie implikacje dla ludzkiego zdrowia i stanu biologicznego (Siegrist i Rödel 2006). Ponadto coraz powszechniej zwraca się uwagę na wysokie znaczenie kumulacji mutacji epigenetycznych w procesie starzenia, choć wyniki stale są niejednoznaczne (Lim i wsp. 2018).

U podłoża obserwowanych różnic w stanie zdrowia, umieralności czy AMS leżą także czynniki psychospołeczne. Obszerne badania zwracają uwagę na wysoce istotną rolę podłoża psychologicznego w częstości zachorowań i strukturze przyczyn zgonów (Łopuszańska i wsp. 2013, Macleod i wsp. 2002).

Liczne badania dowodzą, że szeroko rozumiany komfort psychiczny ma wyraźny wpływ na dalsze trwanie życia, a dyskomfort istotnie zwiększa ryzyko przedwczesnej śmierci (Koivumaa- Honkanen i wsp. 2000). Przewlekły stres, objawy depresji, samotność, czy poziom wsparcia społecznego są dobrze znanymi predyktorami ryzyka rozwoju chorób sercowo- naczyniowych (Steptoe i Kivimäki 2012), zaburzeń metabolicznych (Falco i wsp. 2015), zaburzeń aktywności układu immunologicznego (Segerstrom 2000), depresji (Jang i wsp. 2015), zaburzeń w obrębie układu pokarmowego (Mayer 2000), przedwczesnej śmierci (Kivimäki i wsp. 2018) i wielu innych. Współczesne warunki życia obfitują w czynniki stresogenne, i niewykluczone jest więc, że stres może także wpływać na tempo zmian inwolucyjnych u mężczyzn (Lipowicz i wsp. 2014). Jednakże wpływ stresu na te procesy nie jest wystarczająco wyjaśniony, a w badaniach poświęconych temu zagadnieniu brak jest jednoznacznych wyników.

W związku z tym niewątpliwie interesująca jest próba określenia jak silnie czynniki takie, jak poziom wykształcenia, będący dobrą miarą pozycji społecznej, czy też nasilenie stresowych wydarzeń w życiu oraz prowadzony styl życia determinują pojawianie się symptomów starzenia u mężczyzn. Poznanie siły i istoty oddziaływań tych czynników na procesy inwolucyjne mężczyzn może mieć ogromne znaczenie praktyczne, ponieważ modyfikacja w odpowiednim kierunku tych czynników może zapewnić dłuższe trwanie życia w zdrowiu.

Materiał i metody

Materiał

Materiał stanowiły dane biomedyczne i socjologiczne 355 mężczyzn w wieku 32-87 lat, aktywnych, zdrowych mieszkańców Wrocławia, losowo zaproszonych do badań. Mężczyźni byli badani w roku 2000 i 2010/11 w trakcie projektu badawczego Wrocławskie Badania Mężczyzn (I i II, Wrocław Male Study - WMS) w Dolnośląskim Centrum Diagnostyki Medycznej DOLMED S.A. (Polska) (Jankowska i wsp. 2008, Łopuszańska i wsp. 2013, Łopuszańska-Dawid i wsp. 2016). Zbadana grupa była etnicznie homogeniczna, bez mniejszości narodowych, językowych, odmianowych i stanowili ją Polacy, odmiana *Caucasian*. W badaniu fizykalnym mężczyźni nie reprezentowali patologii fizycznych. Mężczyźni włączeni do badania nie chorowali na istotne choroby przewlekłe i nie przyjmowali leków mogących modyfikująco wpływać na ich stan hormonalny lub/i zdrowie psychiczne. W celu wyeliminowania związku ewentualnej mobilności przestrzennej ze stanem zdrowia w badaniu uwzględniono jedynie mieszkańców Wrocławia (Szkłarska i wsp. 2008). Zgłaszalność do udziału w projekcie była zbliżona do obserwowanych na terenie Polski i wynosiła ok. 25% (Łopuszańska i wsp. 2013, Kopiczko 2020).

Badania były przeprowadzone zgodnie z Deklaracją Helsińską i uzyskały zgodę nr 477/2000 Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu. Badania finansowano z projektów grantowych NCN i prawnych poprzedników (N N303 543 239, 6POC 04820) oraz z funduszy Ministra Edukacji i Nauki w 2020/2022 jako 2021 jako część Szkoły Naukowej AWF w Warszawie: SN nr 5: Biomedyczne uwarunkowania sprawności fizycznej i treningu sportowego osób dorosłych, Zad.1: Determinanty kondycji biologicznej oraz sprawności fizycznej dorosłych Polaków.

Metody

Pozycja społeczno- ekonomiczna i styl życia ocenione zostały na podstawie wypełnianego przez badanych anonimowego kwestionariusza ankietowego zawierającego podstawowe pytania o ich: sytuację społeczno- ekonomiczną: wiek (w latach), poziom wykształcenia, stan cywilny, posiadanie dzieci oraz podstawowe elementy stylu życia: palenie papierosów, spożywanie alkoholu, poziom aktywności fizycznej w czasie wolnym od pracy. W celu identyfikacji obciążenia głównymi i najważniejszymi stresującymi wydarzeniami użyto The Social Readjustment Rating Scale (SRRS) (Holmes i Rahe 1967). Do oceny nasilenia objawów andropauzalnych użyto Kwestionariusz Objawów Andropauzalnych (The Aging Males' Symptoms), w którym uwzględniono nasilenie objawów andropauzalnych ogólnych, objawów somato- wegetatywnych, oraz dotyczących sfery psychiki i życia seksualnego (Heinemann i wsp. 1999).

Obliczono wartości średnie i odchylenie standardowe (SD) oraz częstości procentowe. W celu wytypowania najistotniejszych związków spośród zmiennych determinujących: społeczno- ekonomicznych, stylu życia i poziomu stresu ze zmiennymi zależnymi AMS zastosowano regresję krokową wsteczną. W celu oceny siły i kierunku związków między poziomem wykształcenia, nasileniem stresu i AMS zastosowano test Kruskala-Wallisa. Za poziom istotności przyjęto $\alpha = 0,05$. Do analiz użyto pakietu STATISTICA 12.0 i 13.5 (Dell Inc. 2016).

Wyniki

W tabeli 1 przedstawiono rozkłady analizowanych cech społeczno-ekonomicznych, wybranych elementów stylu życia i poziomu stresu polskich mężczyzn. Rozkład częstości badanych reprezentujących poszczególne poziomy wykształcenia był zbliżony, z niewielką przewagą uczestnictwa w badaniu osób z wyższym wykształceniem. Zdecydowana większość żyła w związkach i posiadała 1-2 dzieci. Mężczyźni w większości byli byłymi palaczami papierosów, średnio intensywnie spożywającymi alkohol i nieregularnie aktywnymi fizycznie. Zbadani deklarowali najczęściej niski i średni poziom stresu. Tabela 1 przedstawia również częstość nasilenia AMS zarówno jako częstość ogólnych objawów andropauzalnych jak i w trzech wyróżnionych grupach symptomów (psychologicznych, seksualnych, somato-wegetatywnych).

Tabela 1. Podstawowe charakterystyki zbadanych polskich mężczyzn

Cechy	Kategorie	Charakterystyki
Status społeczno-ekonomiczny		
wiek, średnia; SD	lata	57,8; 11,4
poziom wykształcenia, n; %	wyższe	159; 44,8
	średnie	133; 37,5
	zawodowe lub podstawowe	63; 17,7
stan cywilny, n; %	samotni	32; 9,0
	w związkach	233; 91,0
liczba dzieci, n; %	brak	23; 6,6
	1-2 dzieci	272; 78,2
	3 i więcej	53; 15,2
Wybrane elementy stylu życia		
palenie papierosów, n; %	nigdy	131; 36,9
	palacze	70; 19,7
	byli palacze	154; 43,4
picie alkoholu, n; %	abstynenci	152; 42,9
	umiarkowanie	181; 51,1
	często	21; 5,9
aktywność fizyczna, n; %	bierni fizycznie	145; 40,8
	nieregularnie aktywni	151; 42,6
	regularnie	59; 16,6
Stres		
SRRS, n; %	niski	243; 68,5
	średni	62; 17,4
	wysoki	43; 12,1
	bardzo wysoki	7; 2,0
Nasilenie objawów andropauzalnych		
objawy andropauzalne, n; %	brak	189; 53,2
	lekkie	116; 32,7
	umiarkowane lub silne	50; 14,1
objawy psychologiczne, n; %	brak	136; 38,3
	lekkie	139; 39,1
	umiarkowane	57; 16,1

	silne	23; 6,5
objawy seksualne, n; %	brak	94; 26,5
	lekkie	83; 23,4
	umiarkowane	82; 23,1
	silne	96; 27,0
objawy somato- wegetatywne, n; %	brak	45; 12,7
	lekkie	145; 40,8
	umiarkowane	119; 33,5
	silne	46; 13,0

Legenda: SD – odchylenie standardowe; n – wielkość próby o określonych cechach.

Tabela 2 przedstawia wyniki czterech oddzielnych regresji krokowych wstecznych (modele wyjściowe i ostateczne), w których zmiennymi zależnymi były kolejno: wszystkie objawy andropauzalne, objawy psychologiczne, seksualne i somato-wegetatywne. Do modeli wyjściowych włączono wszystkie potencjalne determinanty, z których w toku kolejnych kroków wyeliminowano predyktory nieistotne. Zasadnicze wyniki zależności zmiennych zależnych i niezależnych przedstawiają cztery oddzielne modele ostateczne. Najsilniejsze związki z nasileniem niemal wszystkich grup objawów andropauzalnych u mężczyzn spośród analizowanych zmiennych ma wiek, potem poziom wykształcenia oraz nasilenie stresujących wydarzeń życiowych. Zdecydowanie mniejsze znaczenie mają wybrane elementy stylu życia. Jedynie w przypadku objawów psychologicznych model wskazał, iż jedynym istotnym predyktorem jest tylko poziom wykształcenia. Wartości wskaźników determinacji dla czterech modeli ostatecznych wahają się od 0,0087 (dla sfery objawów psychologicznych) aż do wysokiego 0,2978 (dla objawów sfery seksualnej).

Tabela 2. Wyniki regresji krokowej wstecznej (modele wyjściowe i ostateczne)

	AMS		Objawy psychologiczne		Objawy seksualne		Objawy somato- wegetatywne	
cechy	β	p	β	p	β	p	β	p
Modele wyjściowe								
wiek	0,3459	0,0001	0,0017	0,9774	0,5314	0,0001	0,2754	0,0001
wykształcenie	0,2002	0,0001	0,1137	0,0437	0,1460	0,0022	0,2230	0,0001
stan cywilny	-0,0375	0,4663	-0,0340	0,5425	-0,0285	0,5440	-0,0321	0,5432
dzieci	0,0791	0,1226	0,1066	0,0504	0,0266	0,5682	0,0729	0,1649
palenie	-0,0563	0,2688	-0,0528	0,3381	-0,0476	0,3055	-0,0426	0,4133
alkohol	-0,0088	0,8632	-0,0087	0,8750	-0,0348	0,4542	0,0176	0,7359
aktywność fizyczna	0,0522	0,3137	0,0328	0,5590	0,0864	0,1678	0,0137	0,7962
stres	0,1267	0,0202	0,0748	0,2045	0,1221	0,0141	0,1132	0,0425
R^2 adj.	0,1557		0,0076		0,2978		0,1147	
Modele ostateczne								
wiek	0,3633	0,0001	-	-	0,5493	0,0001	0,2861	0,0001
wykształcenie	0,2036	0,0001	0,1072	0,0436	0,1491	0,0014	0,2257	0,0001
stres	0,1368	0,0108	-	-	0,1291	0,0084	0,1210	0,0270
R^2 adj.	0.1564		0,0087		0.2978		0.1194	

Legenda: β – Standaryzowany współczynnik regresji Beta; p - poziom istotności statystycznej; R² adj.- skorygowany współczynnik determinacji.

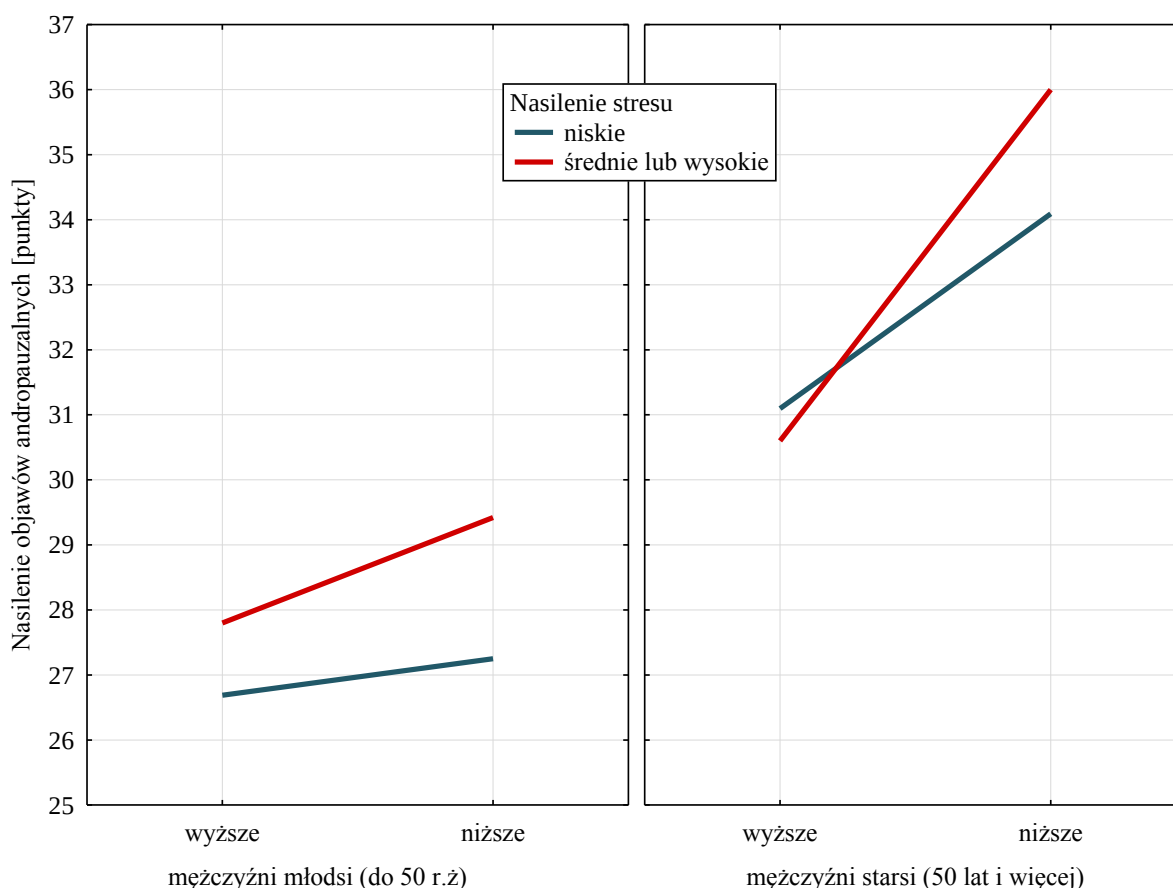
Ponieważ wiek okazał się najsilniejszym determinantem procesów inwolucyjnych w zakresie objawów andropauzalnych szczegółowe wyniki regresji krokowej wstecznej (modele ostateczne) przedstawiono oddzielnie w grupach wieku (Tabela 3). Najsilniejsze związki objawów andropauzalnych z wykształceniem i nasileniem stresu stwierdzono w grupie mężczyzn starszych, w wieku 50 lat i więcej. U tych mężczyzn poziom wykształcenia okazał się wysoce istotny w niemal wszystkich modelach, przy czym najsilniejsze związki stwierdzono dla wszystkich AMS i objawów somato-vegetatywnych. Poziom stresu okazał się być wysoce istotny statystycznie dla AMS u mężczyzn w dekadzie 60,0-69,9 lat, przy czym największe wartości istotności osiągnął dla wszystkich objawów andropauzalnych oraz objawów seksualnych.

Tabela 3. Modele ostateczne regresji krokowej wstecznej w grupach wieku badanych mężczyzn

cechy	AMS		Objawy psychologiczne		Objawy seksualne		Objawy somato- wegetatywne	
	β	p	β	p	β	p	β	p
30,0-39,9 lat, n=35								
wykształcenie	-0,0521	0,7703	-0,1025	0,5616	0,0363	0,8386	-0,0447	0,8021
stres	0,0624	0,7263	0,1430	0,4196	-0,0918	0,6067	0,0656	0,7132
R^2	0,0061		0,0285		0,0092		0,0058	
40,0-49,9 lat, n=54								
wykształcenie	0,2208	0,1276	0,0892	0,5415	0,1830	0,2065	0,2801	0,0504
stres	0,0463	0,7468	-0,0245	0,8668	0,1459	0,3125	0,0331	0,8145
R^2	0,0452		0,0098		0,0398		0,0743	
50,0-59,9 lat, n=105								
wykształcenie	0,2523	0,0103	0,0646	0,5175	0,2024	0,0406	0,3234	0,0009
stres	0,0246	0,7994	0,0128	0,8977	0,0124	0,8989	0,0315	0,7394
R^2	0,0629		0,0041		0,0406		0,1033	
60,0-69,9 lat, n=110								
wykształcenie	0,1997	0,0378	0,0972	0,3194	0,1755	0,0684	0,2078	0,0322
stres	0,2408	0,0126	0,1770	0,0714	0,2378	0,0141	0,1877	0,0526
R^2	0,0778		0,0336		0,0699		0,0621	
70+ lat, n=51								
wykształcenie	0,3413	0,0182	0,4007	0,0050	0,2308	0,1168	0,2815	0,0529
stres	0,1466	0,2988	0,1500	0,2768	0,0639	0,6605	0,1657	0,2484
R^2	0,1149		0,1554		0,0506		0,0852	

Legenda: β – Standaryzowany współczynnik regresji Beta; p – poziom istotności statystycznej; R² – współczynnik determinacji.

Graficzny obraz związków poziomu wykształcenia z poziomem stresu i AMS u mężczyzn młodszych (do 50 r.ż.) i starszych (w wieku 50 lat i więcej) przedstawiono na Rycinie 1. Mężczyźni deklarujący średni lub wysoki poziom stresu z niższym wykształceniem mieli wyższe nasilenie wszystkich objawów andropauzalnych, przy czym wśród starszych mężczyzn zależności te okazały się być zdecydowanie silniejsze.



Rycina 1. Związki między poziomem wykształcenia, stresem i nasileniem objawów andropauzalnych u młodszych i starszych mężczyzn.

Dyskusja

Proces wydłużania się ludzkiego życia nieuchronnie prowadzi do zwiększania się liczby ludzi dotkniętych różnymi patologiami wieku starczego. Chociaż ostatnie lata przyniosły większe zainteresowanie męskim starzeniem się stan wiedzy w tej dziedzinie nie jest zadowalający. Niniejsze wyniki wskazują, że głównymi determinantami nasilającymi tempo starzenia polskich mężczyzn jest odpowiednio wiek, poziom wykształcenia, a także poziom stresu. Analizowane podstawowe elementy stylu życia, tj. palenie, picie alkoholu i poziom aktywności fizycznej mają istotnie niższe znaczenie w nasileniu procesów inwolucyjnych u polskich mężczyzn. Poziom wykształcenia oraz stresu nabierają coraz istotniejszego znaczenia w intensyfikacji procesów inwolucyjnych wraz z wiekiem badanych, czyli siła działania tych determinantów wydaje się zależeć od długości czasu ich oddziaływania na badanych. Z tego też względu w grupie mężczyzn po 50. r.ż., a szczególnie po 60 r.ż., siła ich związków z nasileniem wszystkich grup objawów andropauzalnych okazała się być coraz większa.

Wiek i poziom wykształcenia

Pośród zmiennych demograficznych wiek i wykształcenie okazały się wysoce istotne w nasileniu objawów AMS. Również wcześniejsze wyniki dotyczące populacji polskich mężczyzn wskazały, że starzeniu się towarzyszy wzrost wartości AMS we wszystkich trzech wymiarach: wraz z wiekiem wzrastała intensywność objawów psychicznych, seksualnych i somato-vegetatywnych. Poprzednie wyniki badań *Wrocław Male Study* a także innych badaczy wskazały, że wiek rzeczywiście jest głównym wyznacznikiem wariacji objawów andropauzy u mężczyzn, przy czym związki między wiekiem i objawami sek-

sualnymi mają najsilniejszą korelację, wiek wpływa znacząco również na występowanie objawów somato-vegetatywnych, psychologicznych, a także całkowity AMS (Jankowska i wsp. 2004, Li i wsp. 2019, Ichioka i wsp. 2006).

Związane z wiekiem zmiany w całkowitej punktacji AMS i trzech podskalach są widoczne we wszystkich klasach społecznych w Polsce. Szereg ostatnich badań wskazuje na istotne powiązania statusu społeczno- ekonomicznego z procesami starzeniowymi (w tym AMS), choć nadal wyniki bywają niespójne (Li i wsp. 2019, Sygit- Kowalkowska 2013). Ogólnie wszelkie różnice społeczne we wskaźnikach zdrowia mają duże znaczenie dla zdrowia publicznego zarówno w Polsce i innych krajach. Wpływ niekorzystnej sytuacji społeczno- ekonomicznej na kondycję biologiczną, zachorowalność i śmiertelność jest dobrze udokumentowany na całym świecie, a różnice istnieją nawet, a czasami szczególnie w starszym wieku (Kołodziej 2008). Zgodnie z wcześniejszymi wynikami badań stwierdzone jest rozwarstwienie społeczne w rozpowszechnieniu i nasileniu objawów andropauzy towarzyszących starzeniu się mężczyzn w Polsce, a wyższe wykształcenie wydaje się więc pełnić rolę parasola ochronnego i nieść warunki życia wpływające pozytywnie na jakość życia psychicznego, zwłaszcza u starszych mężczyzn (Jankowska i wsp. 2008). Niektórzy badacze wskazują wprost, iż poziom wykształcenia jest zmienną, która najsilniej koreluje z zachowaniami zdrowotnymi właśnie w starszym wieku (Sygit-Kowalkowska 2013). Dodatkowo wskazuje się, że siła wpływu sytuacji społeczno- ekonomicznej na długość i jakość życia jest silniejsza u mężczyzn niż u kobiet (Matthews i wsp. 2006).

Nasze wyniki z WMS z 2008 r. były jednymi z nielicznych wówczas wskazującymi na związek pozycji społecznej (poziomu wykształcenia) z wariancją objawów starzenia się mężczyzn (AMS). U polskich mężczyzn siła związku wykształcenia różni się między trzema podklasami objawów starzenia się. O ile analizując związki AMS z wiekiem i wykształceniem, ten ostatni najmocniej wpływał na objawy psychologiczne, po włączeniu do modelu wysoce istotnych determinantów, tj. zachowania zdrowotne, i stres, najistotniejszy związek ujawnił się z objawami somato- vegetatywnymi, czyli właściwą kondycją biologiczną. A zatem, niekorzystne czynniki związane np. z niższą pozycją społeczną, wydają się kumulować przez całe życie i ujawniają niekorzystny wpływ na stan zdrowia głównie w starszym wieku. Może to być również potencjalnym wyjaśnieniem silnych związków między wiekiem a nasileniem objawów andropauzy obserwowanych w Polsce.

Część badaczy wskazuje, iż u podłoża społecznego zróżnicowania biologicznego starzenia się leżą czynniki epigenetyczne (np. metylacja DNA). Ponieważ różnice w stanie zdrowia ze względu na pozycję społeczno- ekonomiczną wydają się być bardziej widoczne w starszym wieku, sugeruje to zaangażowanie mechanizmu biologicznego reagującego na gromadzenie się szkodliwych ekspozycji na endo- i egzogeny stres w ciągu całego życia. Ponownie niskie wykształcenie wydaje się być niezależnym predyktorem przyspieszonego biologicznego (epigenetycznego) starzenia się a zegary epigenetyczne wydają się być dobrymi kandydatami do oddzielenia ścieżek biologicznych leżących u podstaw nierówności społecznych w zdrowym starzeniu się i długowieczności (Fiorito i wsp. 2019).

Stan cywilny

W literaturze za jeden z istotnych predyktorów postępującej inwolucji i nasilenia objawów AMS uważa się stan cywilny. Bycie samotnym, zwłaszcza w przypadku starszych mężczyzn, przyspiesza tempo ich starzenia, pogarsza ich kondycję biologiczną i stan zdrowia (Lipowicz i Łopuszańska 2005, Lipowicz i wsp. 2002) a także zwiększa ryzyko przedwczesnego zgonu (Kołodziej i wsp. 2021). Bycie stanu wolnego lub bycie wdowcem, chociaż umiarkowanie związane, może przyczyniać się do ciężkości AMS poprzez nasilenie depresji spowodowanej brakiem towarzystwa (Li i wsp. 2019). Obciążenia wynikające z życia bez partnerki wiążą się ponadto z niższym wsparciem społecznym, niższym materialnym standardem życia, mniej korzystnym zdrowotnie stylem życia czy też brakiem swoistej domowej opieki medycznej (Ross i wsp. 1990), które to każde w sposób niezależny lub wspólnie może wpływać na tempo procesów starzeniowych oraz nasilenie objawów AMS. Jednakże w niniejszej pracy stan cywilny nie okazał się być istotnym czynnikiem wpływającym na nasilenie objawów andropauzalnych. Możliwe, że powodem tego jest niewielka reprezentacja osób samotnych w badanej grupie mężczyzn (poniżej 10 %).

Styl życia

Styl życia uważa się za jeden z głównych elementów decydujących o możliwości osiągnięcia tzw. pomyślnego starzenia. W szczególności jeden z elementów stylu życia jakim jest palenie papierosów wpływa istotnie na kondycję biologiczną, zdrowie, przedwczesną umieralność i prawdopodobnie przedwczesne starzenie się (Bosnes i wsp. 2019). Część badań wskazuje, że palenie jest silnie powiązane ze wskaźnikami przyspieszonego starzenia, np. wskaźnikiem kruchości (ang. Frailty Index) (Gao i wsp. 2016) i ryzykiem zgonu (Levine i Crimms 2014). Lei i wsp. (2017) badając wiek biologiczny zęgamem metylacji DNA wykazali, że palacze tytoniu są starsi biologicznie od niepalących rówieśników a zaprzestając palenia osiągają obniżenie wieku biologicznego. Ludwikowski i wsp. (2004) badali objawy zespołu andropauzalnego, takie jak: zaburzenia erekcji, objawy somato-wegetatywne i psychiczne w grupach pacjentów palących i niepalących w wieku 45-75 lat. Wcześniejszą andropenię, niższy poziom testosteronu oraz częstsze nadciśnienie tętnicze stwierdzono w grupie palących, co oznaczałoby, że palenie przyspiesza pojawianie się syndromów starzenia się.

Wyniki badań związków spożywania alkoholu z kondycją zdrowotną i starzeniem są niespójne. Zależność między spożyciem alkoholu a umieralnością na ogół ma U-kształtną zależność (San José i wsp. 1999), co może sugerować, że istnieje pewna dawka alkoholu sprzyjająca dłuższemu życiu, a co za tym idzie opóźniająca procesy starzenia. Dłuższe trwanie życia obserwowane przy umiarkowanym spożyciu alkoholu można wyjaśnić innymi czynnikami zakłócającymi, a jeśli taki związek występuje to mechanizm nie jest dobrze poznany. Liczne badania wskazują, że umiarkowane spożycie alkoholu (jedna jednostka na dzień) wykazuje protekcyjne działanie przeciwko chorobom sercowo- naczyniowym ale większe spożycie wiąże się ze wzrostem ryzyka zawału (Ronksley i wsp. 2011). Destrukcyjny wpływ alkoholu na stan naczyń krwionośnych może skutkować przyspieszeniem pojawienia się zmian otępiennych. Metaanaliza sugeruje, że niewielkie ilości alkoholu mogą chronić przed otępieniem i chorobą Alzheimera ale nie przed otępieniem naczyniowym lub pogorszeniem funkcji poznawczych (Peters i wsp. 2008). Jednak jak wskazują badania długości telomerów leukocytów, wskaźnika wieku biologicznego i zdrowia, nie znaleziono wzorca spożycia alkoholu sprzyjającego mniejszemu zużyciu telomerów (Dixit i wsp. 2019). Wyniki badań tego biomarkera starzenia nie wykazały żadnych korzyści ze spożywania alkoholu, nawet jeśli jest on spożywany z umiarem, a nadmierne jego spożycie niewątpliwie przyspiesza procesy degeneracyjne w komórkach zmniejszając ich możliwości regeneracyjne i starzenie komórkowe. W innych badaniach wykazano, że nawet niewielkie spożycie alkoholu w wieku średnim było istotnie związane z krótszą długością telomerów w starszym wieku. Osoby pijące ponad 490g alkoholu na tydzień miały wiek biologiczny wyższy prawie o 10 lat w porównaniu do osób niepijących (Strandberg i wsp. 2012).

Również inne elementy stylu życia takie, jak aktywność fizyczna czy sposób odżywiania wykazują w niektórych badaniach związek z tempem pojawiania się zmian inwolucyjnych (Morie i wsp. 2010). Często wskazuje się, że stale utrzymywana aktywność fizyczna umożliwia zapobieganie starzeniu komórkowemu (Konopka i Sreekumaran Nair 2013). W aktualnych badaniach nie wykazano jednak istotnego związku pomiędzy żadnym z analizowanych zachowań zdrowotnych z przejawami starzenia mężczyzn. Najprawdopodobniej spowodowane jest to faktem, iż czynniki wiek a szczególnie wykształcenie i poziom stresu zawierają w sobie wysoce istotną komponentę stylu życia, a siła tych determinantów okazała się być tak duża, że zamaskowany został bezpośredni związek nasilenia AMS ze wybranymi zachowaniami zdrowotnymi.

Stres

Stres psychospołeczny jest czynnikiem, który w istotny sposób oddziałuje na stan zdrowia i samopoczucie człowieka. Istotne, że stres psychospołeczny przyczynia się do powstania chorób niezależnie od wpływu innych czynników, takich jak predyspozycje genetyczne, system społecznego wsparcia czy też wyuczone sposoby radzenia sobie z nim. Nadmierna i/lub długotrwała aktywacja układów regulujących uruchamianie reakcji stresowych, współczulnej części układu wegetatywnego oraz hormonalnej osi HPA, skutkuje zwiększeniem obciążenia, rozregulowaniem procesów fizjologicznych i większym stopniem zużycia organizmu w odpowiedzi na wyzwania dnia codziennego (Juster i wsp. 2010).

Wywołana stresem aktywacja osi HPA, jeśli jest wystarczająco silna i długotrwała, jest w stanie wywołać długotrwałe deficyty zarówno pamięci, jak i poznania, związane z atrofią hipokampa, a także innych obszarów mózgu (Seeman i wsp. 1997, VanItallie 2002). Taka nadaktywność systemu stresu, jest widoczna zwłaszcza w wieku starszym. Nagromadzone doświadczenia życiowe, które kumulowały swój efekt przez całe życie oraz pogorszone możliwości radzenia sobie ze stresem skutkują u nich przyspieszeniem procesów inwolucyjnych zwiększając podatność na niepełnosprawność i choroby. Ponadto powtarzający się stres, mnogość negatywnych zdarzeń i niskie możliwości zaradcze (np. związane z niskim wykształceniem i brakiem społecznego wsparcia) dodatkowo wyczerpują zdolność radzenia sobie jednostki w sytuacjach wymagających zwiększonej wydolności fizycznej, mentalnej i poznawczej (Lipowicz i wsp. 2014).

Część badań wskazuje, że poziom stresu osiąga swój szczyt we wczesnej i średniej dorosłości (Liu i Umberson 2008). Stresory związane z dużą liczbą istotnych zobowiązań, takich jak odnalezienie się na rynku pracy, stres zawodowy, małżeństwo, wychowywanie dzieci, z wiekiem czasem zaczynają wygasać. Pewnego rodzaju wyciszenie związane z przejściem lub zbliżaniem się do okresu emerytury, wchodzeniem w okres starości może wiązać się ze zmniejszeniem ekspozycji na stres (Ensel i wsp. 1996) ale nie koniecznie ze zmniejszeniem subiektywnego odczucia stresu. Wyczerpujące się zdolności radzenia sobie ze stresem, pojawiające się nowe trudne sytuacje, typu przewlekłe problemy ze zdrowiem, niedostatek finansowy czy częstsze zgony bliskich, mogą wpływać wyczerpująco na kondycję biologiczną i nasilać zmiany inwolucyjne.

Badania wskazują, że wraz z nasileniem stresu wzrasta częstość szeregu zachowań antyzdrowotnych takich, jak palenie papierosów (Kassel i wsp. 2003), spożywanie alkoholu (Keyeset i wsp. 2012), niska aktywność fizyczna i sedentaryzm (Stults- Kolehmainen and Sinha 2014) zażywanie leków (Hasanbeigi i wsp. 2013) czy nadmierne spożywanie wysokokalorycznych pokarmów (McEwen 2006) lub nieregularny sen (Siegrist i Rödel, 2006). Niezdrowe zachowania są postrzegane jako satysfakcjonujące i łagodzące w kontekście stresu (Ng i Jeffery 2003). Brak poczucia kontroli, niska samoocena i niepokój wywołane stresem mogą sprzyjać zachowaniom antyzdrowotnym. Zachowania zdrowotne są szczególnie istotne z perspektywy zdrowia jednostki, bowiem stając się nawykami mają znaczny wpływ na nie (Liu i Umberson 2008). Zróżnicowane umiejętności w skutecznym radzeniu sobie z sytuacjami stresowymi i kumulacja negatywnych skutków przewlekłego stresu w postaci zachowań antyzdrowotnych mogą doprowadzić do zróżnicowania nasilenia procesów inwolucyjnych i do powstania zróżnicowania w stanie zdrowia między jednostkami, grupami czy też warstwami społecznymi.

Podsumowanie

Podsumowując, wyniki niniejszych badań dotyczą poszukiwań recepty na opóźnienie procesów starzeniowych u mężczyzn. Nasilenie AMS istotnie obniża jakość życia mężczyzn już od trzeciej dekady życia, ogranicza codzienną aktywność życiową, społeczną, rodzinną i zawodową. W celu poprawy jakości życia winno być stosowane odpowiednie poradnictwo specjalistów oraz zwiększanie świadomości w zakresie czynników przyspieszających starzenie się mężczyzn. Już młodzi mężczyźni winni być edukowani w zakresie czynników ryzyka a w ramach wczesnej profilaktyki całonocnej mężczyźni ci powinni być uświadamiani w zakresie strategii radzenia sobie ze stresującymi wydarzeniami żywotnymi. Działania profilaktyczne spowalniające nasilenie procesów inwolucyjnych powinny zatem obejmować mężczyzn z określonymi czynnikami ryzyka, już od najmłodszych lat.

Piśmiennictwo

1. Austad S.N. (2019) Sex differences in health and aging: a dialog between the brain and gonad? *Geroscience* 41:267–273.
2. Bielicki T., Szklarska A., Welon Z., Brajczewski C. (1997) Social inequalities in Poland, Monographs of Institute of Anthropology Polish Academy of Sciences: Wrocław, Poland, no 17, Poland. ISBN 83-901487-6-5.
3. Bielicki T., Szklarska A., Welon Z., Rogucka E. (2001) Variation in body mass index among Polish adults: effects of sex, age, birth cohort, and social class. *Am J Phys Anthropol* 116:166-170.

4. Borrell C., Dominiquez-Berjon F., Pasarin M.I., Rohlfis I., Nebot M. (2000) Social inequalities in health related behaviours in Barcelona. *J Epidemiol Community Health* 54:24-30.
5. Bosnes I., Nordahl H.M., Stordal E., Bosnes O., Myklebust T.Å., Almkvist O. (2019) Lifestyle predictors of successful aging: A 20-year prospective HUNT study. *PLoS ONE* 4:e0219200.
6. Crimmins E.M. (2015) Lifespan and Healthspan: Past, Present, and Promise. *Gerontologist* 55:901–911.
7. Dell Inc. Dell Statistica data analysis software system, version 13. [software.dell.com](https://www.dell.com/software). 2016.
8. Dixit S., Whooley M.A., Vittinghoff E., i wsp. (2019) Alcohol consumption and leukocyte telomere length. *Sci Rep* 9:1404.
9. Ensel W.M., Peek M.K., Lin N., Lai G. (1996) Stress in the life course: a life history approach. *J Aging Health* 8:389-416.
10. Falco G., Pirro P.S., Castellano E., i wsp. (2015) The Relationship between Stress and Diabetes Mellitus. *J Neurol Psychol* 3:7.
11. Fiorito G., McCrory C., Robinson O., i wsp. (2019) BIOS Consortium, Lifepath consortium. Socioeconomic position, lifestyle habits and biomarkers of epigenetic aging: a multi-cohort analysis. *Aging (Albany NY)* 11:2045-2470.
12. Gao X., Zhang Y., Breitling L.P., Brenner H. (2016) Relationship of tobacco smoking and smoking-related DNA methylation with epigenetic age acceleration. *Oncotarget* 7:46878–46889.
13. Hassanbeigi A., Askari J., Hassanbeigi D., Pourmovahed Z. (2013) The Relationship between Stress and Addiction. *Procedia Soc Behav Sci* 84:1333–1340.
14. Heinemann L.A.J., Zimmerman T., Vermeulen A., Thiel C., Hummel W. (1999) A new Aging Males' Symptoms rating scale. *Aging Male* 2:105–114.
15. Holmes T.H., Rahe R.H. (1967) The social readjustment rating scale. *J Psychosom Res* 11:213-221.
16. Ichioka K., Nishiyama H., Yoshimura K., Itoh N., Okubo K., Terai A. (2006) Aging Males' Symptoms scale in Japanese men attending a multiphasic health screening clinic. *Urology* 67:589–593.
17. Jang L., Zhao Y., Wang Y., i wsp. (2015) The Effects of Psychological Stress on Depression. *Curr Neuropharmacol* 13:494–504.
18. Jankowska E.A., Szklarska A., Lopuszanska M., Medras M. (2008) Age and social gradients in the intensity of aging males' symptoms in Poland. *Aging Male* 11:83-88.
19. Juster R.P., McEwen B.S., Lupien S.J. (2010) Allostatic load biomarkers of chronic stress and impact on health and cognition. *Neurosci Biobehav Rev* 35:2-16.
20. Kassel J.D., Stroud L.R., Paronis C.A. (2003) Smoking, stress, and negative affect: correlation, causation, and context across stages of smoking. *Psychol Bull* 129:270-304.
21. Keyes K.M., Hatzenbuehler M.L., Grant B.F., Hasin D.S. (2012) Stress and alcohol: epidemiologic evidence. *Alcohol Res* 34:391-400.
22. Kivimäki M., Pentti J., Ferrie J.E., i wsp. (2018) Work stress and risk of death in men and women with and without cardiometabolic disease: a multicohort study. *Lancet Diabetes Endocrinol* 6:705–713.
23. Koivumaa-Honkanen H., Honkanen R., Viinamäki H., Heikkilä K., Kaprio J., Koskenvuo M. (2000) Self-reported life satisfaction and 20-year mortality in healthy Finnish adults. *Am J Epidemiol* 152:983-991.
24. Kołodziej H. (2005) Socio-economic determinants of premature mortality of men and women in rural areas in Poland, Monographs of Institute of Anthropology Polish Academy of Sciences: Wrocław, Poland, no 25, ISBN 83-915171-8-7.
25. Kołodziej H., Łopuszańska M., Bielicki T., Jankowska E.A. (2007) Social inequality in premature mortality among Polish urban adults during economic transition. *Am J Hum Biol* 19:878–885.
26. Kołodziej H., Lopuszanska-Dawid M. (2022) Marital status and mortality: evidence from Poland. In progress.
27. Konopka A.R., Sreekumaran Nair K. (2013) Mitochondrial and skeletal muscle health with advancing age. *Mol Cell Endocrinol* 379:19-29.
28. Kopiczko A. (2020) Determinants of bone health in adults Polish women: The influence of physical activity, nutrition, sun exposure and biological factors. *PLoS One* 15:e0238127.
29. Lei M.K., Beach S.R.H., Dogan M.V., Philibert R.A. (2017) A pilot investigation of the impact of smoking cessation on biological age. *Am J Addict* 26:129–135.
30. Levine M., Crimms E. (2014) Not All Smokers Die Young: A Model for Hidden Heterogeneity within the Human Population. *PLoS ONE* 9:e87403.
31. Li H., Zhang X., Wang H., Yang B., Li N., Ji Z. (2019) A Chinese Cross-Sectional Study on Symptoms in Aging Males: Prevalence and Associated Factors. *Am J Mens Health* 13:1557988319838113.
32. Lim U., Song M.A. (2018) DNA Methylation as a Biomarker of Aging in Epidemiologic Studies. *Methods Mol Biol* 1856:219-231.

33. Lipowicz A., Gronkiewicz S., Malina R.M. (2002) Body mass index, overweight and obesity in married and never married men and women in Poland. *Am J Hum Biol* 14:468-475.
34. Lipowicz A., Łopuszańska M. (2005) Marital differences in blood pressure and the risk of hypertension among Polish men. *Eur J Epidemiol* 20:421-427.
35. Lipowicz A., Szklarska A., Malina R.M. (2014) Allostatic load and socioeconomic status in Polish adult men. *J Biosoc Sci* 46:155-167.
36. Liu H., Umberson D.J. (2008) The times they are a changin': marital status and health differentials from 1972 to 2003. *J Health Soc Behav* 49:239-253.
37. Łopuszańska M., Szklarska A., Jankowska E.A. (2013) Assessment of severity of depressive symptoms using the Polish version IA of Beck Depression Inventory in healthy men, inhabitants of Wrocław. *Polish Psychiatry* 47:1001-1009.
38. Łopuszańska M., Szklarska A., Jankowska E.A. (2004) Health behaviours of adult men and women in Poland, in the years 1984 and 1999. *Public Health* 114:23-28.
39. Łopuszańska M., Szklarska A., Lipowicz A., Koziel S., Jankowska E.A. (2013) Life satisfaction and cardiovascular risk in Poland. *Arch Med Sci* 4:629-634.
40. Łopuszańska-Dawid M. (2018) Changes in female biological and functional characteristics over the period of 20 years in connection with social and lifestyle changes, Monographs of the Józef Piłsudski University of Physical Education in Warsaw, No. 151, ISBN 978-83-61830-70-2, Warsaw.
41. Łopuszańska-Dawid M., Kołodziej H., Lipowicz A., Szklarska A., Kopiczko A., Bielicki T. (2020) Social class-specific secular trends in height among 19-year old Polish men: 6th national surveys from 1965 till 2010. *Econ Hum Biol* 37:100832.
42. Łopuszańska-Dawid M., Szklarska A., Kołodziej H., Lipowicz A., Jankowska E.A. (2016) The relationship between: occupational status, biological condition and androgen hormone level among Polish adult men: the Wrocław Male Study. *Aging Male* 19:231-238.
43. Ludwikowski G., Szymański W., Szymański M., Adamczak R., Kazdepka-Ziemińska A., Pasińska M. (2004) Symptoms of andropausal syndrome in smoking and non-smoking males. *Przegl Lek* 61:1033-1034.
44. Mackenbach J.P., Valverde J.R., Artnik B, i wsp. (2018) Trends in health inequalities in 27 European countries. *Proc Natl Acad Sci USA* 115: 6440-6445.
45. Macleod J., Davey Smith G., Heslop P., Metcalfe C., Carroll D. Hart C. (2002) Psychological stress and cardiovascular disease: empirical demonstration of bias in a prospective observational study of Scottish men. *BMJ* 324:1247-1251.
46. Matthews R.J., Jagger C., Ruth M., Hancock M. (2006) Does socio-economic advantage lead to a longer, healthier old age? *Soc Sci Med* 62, 2489-2499.
47. Mayer E.A. (2000) The neurobiology of stress and gastrointestinal disease. *Gut* 47:861-869.
48. McEwen B.S. (2006) Protective and damaging effects of stress mediators: central role of the brain. *Dialogues. Clin Neurosci* 8:367-381.
49. Mędraś M., Jankowska E.A., Łopuszańska M., Rogucka E. (2000) The influence of gonadal and adrenal androgens, physical activity and some elements of lifestyle on bone mineral content of Polish healthy males. *Aging Male* 3(Suppl):49.
50. Morales A., Heaton J.P.W., Carson C.C. 3rd. (2000) Andropause: a misnomer for a true clinical entity. *J Urol* 163:705-712.
51. Ng D.M., Jeffery R.W. (2003) Relationships between perceived stress and health behaviors in a sample of working adults. *Health Psychol* 22:638-642.
52. Ronksley P.E., Brien S.E., Turner B.J., Mukamal K.J., Ghali W.A. (2011) Association of alcohol consumption with selected cardiovascular disease outcomes: a systematic review and meta-analysis. *BMJ* 342:d671.
53. Ross C.E., Mirowsky J., Goldstein K. (1990) The Impact of the Family on Health: The Decade in Review. *J Marriage Fam* 52:1059.
54. San José B., van de Mheen H., van Oers J.A., Mackenbach J.P., Garretsen H.F. (1999) The U-shaped curve: various health measures and alcohol drinking patterns. *J Stud Alcohol* 60:725-731.
55. Seeman T.E., McEwen B.S., Singer B.H., Albert M.S., Rowe J.W. (1997) Increase in urinary cortisol excretion and memory declines: MacArthur studies of successful aging. *J Clin Endocrinol Metab* 82:2458-2465.
56. Segerstrom S.C., Al-Attar A., Lutz, C.T. (2012) Psychosocial resources, aging, and natural killer cell terminal maturity. *Psychol Aging* 27:892-902.
57. Siegrist J., Rödel A. (2006) Work stress and health risk behaviour. *Scand J Work Environ Health* 32:473-481.
58. Steptoe A., Kivimäki M. (2012) Stress and cardiovascular disease. *Nat Rev Cardiol* 9:360-370.

59. Strandberg T.E., Strandberg A.Y., Saijonmaa O., Tilvis R.S., Pitkälä K.H., Fyhrquist F. (2012) Association between alcohol consumption in healthy midlife and telomere length in older men. The Helsinki Businessmen Study. *Eur J Epidemiol* 27:815–822.
60. Stults-Kolehmainen M.A., Sinha, R. (2014) The effects of stress on physical activity and exercise. *Sports Med* 44:81-121.
61. Sygit-Kowalkowska E. (2013) The health behaviour of people in late adulthood -sociodemographic correlations and differences between social environments. *Ann Acad Med Stetin* 59:103-113.
62. Szklarska A., Lipowicz A., Łopuszańska M., Jankowska E.A., Bielicki T., Koziel S. (2008) Biological condition of adult migrants and non-migrants in Wrocław, Poland. *Am J Hum Biol* 20:139-145.
63. United Nations. (2019) World Population Ageing 2019. Highlights, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, United Nations, New York.
64. Vanitallie T.B. (2002) Stress: a risk factor for serious illness. *Metabolism* 51(6 Suppl 1):40-45.

3. SPORT MASTERS - KLUCZ DO EFEKTYWNEGO STARZENIA SIĘ



Prof. AWF dr hab. Jakub Adamczyk

Katedra Teorii Sportu, Sportów Wodnych i Zimowych, Wydział Wychowania Fizycznego,
Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie

Sportowcy Masters są zwykle definiowani jako starsi niż 35 lat, ponieważ jest to wiek, w którym kwestie sercowo-naczyniowe stają się częstszą przyczyną problemów zdrowotnych [Sanches-Gomar i in., 2016]. Ponadto obserwuje się również obniżenie metabolizmu [Roberts i Rosenberg, 2006]. W przeciwieństwie do młodszych sportowców (juniorów), bycie starszym poza doświadczeniem nie daje już przewagi fizycznej. Dlatego wiek powyżej 30 lat dla większości profesjonalnych sportowców to czas zakończenia wyczynowego uczestnictwa w sporcie. Dla niektórych z nich kontynuacja treningu i rywalizacji jest nadal możliwa przez cały okres rywalizacji w kategorii Masters. Inną grupą uczestników są ci, którzy nie mieli sportowej przeszłości lub wracali do sportu po wielu latach przerwy. Bardzo często w takim przypadku spotykamy się z sytuacją niedostatecznego przygotowania do spełnienia kryteriów podjęcia wymagającego szkolenia.

Mimo, iż sportowcy weterani (Masters) są traktowani jako najlepszy przykład udanego starzenia się [Geard i in., 2017; Tanaka, 2017], to nawet przy najlepiej prowadzonym treningu, zdolność do wysiłku fizycznego i regeneracji zmienia się [Borges i in., 2016]. Spadek wydajności wraz z wiekiem wydaje się być silnie związany z czynnikami fizjologicznymi, takimi jak: maksymalne zużycie tlenu (wydolność tlenowa), próg mleczanowy czy ekonomia wysiłku, ale także z czynnikami treningowymi, związanymi z objętością i intensywnością pracy [Tanaka i Seals, 2008]. Najbardziej krytyczny wydaje się wiek powyżej 50 lat ze względu na wyraźne przyspieszony spadek masy mięśniowej. Proces ten nasila się jeszcze bardziej w wieku 70 lat, w którym zauważalny jest spadek wyników sportowych [Gava i in., 2015; Ganse i in., 2018]. Jego tempo zależy również od rodzaju uprawianego sportu [Lepers i in., 2018]. Ogólnie spadek z wiekiem jest większy u kobiet [Baker et al., 2003], ale prawidłowość ta nie sprawdza się w przypadku sportów wytrzymałościowych w porównaniu ze sprinterskimi. Również większe obniżenie wyników zaobserwowano w przypadku wysiłków o charakterze technicznym i siłowym, takich jak podnoszenie ciężarów i skoki [Baker i Tang, 2010].

Podobnie jak w przypadku starzenia się, można zaobserwować pewne znaczące zmiany w stanie zdrowia, które mogą wpływać na podatność na urazy. Dlatego też badania przesiewowe sportowców Masters powinny oceniać różne narzędzia z multidyscyplinarnym podejściem, aby zmaksymalizować ich potencjał i zminimalizować ryzyko kontuzji [Tayrose i in., 2015]. Inne ważne czynniki związane z wiekiem mogą wpływać na krążenie i metabolizm. Wraz z wiekiem możemy zaobserwować zmniejszone ukrwienie skóry. Starzejąca się skóra również traci pigment po 30. roku życia, w tempie około dwóch procent rocznie. To jest powód, dla którego osoby starsze są bardziej podatne na uszkodzenia skóry spowodowane promieniowaniem UV. Spada również efektywność termoregulacji, a wraz z nią zdolność do utrzymywania temperatury ciała. Głównymi przyczynami są zmniejszone VO_{2max} , zmniejszony przepływ krwi w skórze, zmniejszona szybkość pocenia się i zmniejszona całkowita ilość wody w organizmie. Ponadto zdolność termoregulacyjna u osób starszych spada z powodu zmniejszonej masy mięśniowej, zmniejszonej zdolności odczuwania pragnienia, zmniejszonej liczby gruczołów potowych, zmniejszonej produkcji potu na jednostkę powierzchni skóry oraz upośledzonej funkcji nerek [Reaburn, 2009].

Monitorując trening Masters Athletes należy pamiętać, że obserwuje się większe tempo zmian, w związku z tym należy pamiętać o następujących biomarkerach niezbędnych do monitorowania w celu utrzymania vitalności w starszym wieku [na podstawie Reaburn, 2009]:

- **Masa mięśniowa.**
Tracimy około 3 kilogramów masy mięśniowej na dekadę życia po osiągnięciu dorosłości, przy czym utrata ta przyspiesza po 45-50 roku życia. Duże zmiany obserwujemy w budowie włókien szybko-kurczliwych, których liczba i rozmiar zmniejszają się wraz z wiekiem zarówno u osób niebędących sportowcami, jak i u sportowców. Z kolei związany z wiekiem spadek masy mięśniowej wpływa również na szereg poniższych biomarkerów:
 - Spadek tempa spoczynkowego metabolizmu;
 - Wzrost tkanki tłuszczowej;
 - Spadek wydolności tlenowej;
 - Zmniejszona tolerancja cukru we krwi;
 - Utrata gęstości kości.
- **Siła.**
Związana jest ze spadkiem masy mięśniowej. Ponownie, trening szybkości i siły, zwłaszcza nastawiony na hipertrofię, przyczyni się do utrzymania lub opóźnienia związanych z wiekiem zmian siły mięśni.
- **Wydolność tlenowa.**
W wieku 65 lat VO_{2max} spada o 30-40% (w porównaniu z 25-latkami). Trzy główne powody wyjaśniają ten spadek wydolności tlenowej to:
 - Związany z wiekiem spadek aktywności fizycznej lub zmniejszona intensywność treningu
 - Nieunikniony związany z wiekiem spadek tętna maksymalnego, co oznacza, że do mięśni pompowana jest mniejsza ilość krwi, a tym samym tlenu
 - Związany z wiekiem spadek masy mięśniowej, co oznacza, że mniej mięśni może pobierać dostępny tlen.
- **Gęstość kości.**
Przyczyną związanego z wiekiem spadku gęstości kości jest słaba podaż wapnia, zmiany hormonalne, niedostateczna absorpcja wapnia oraz brak aktywności fizycznej. Od 25 roku życia tracimy rocznie około 1% naszej masy kostnej. Jednak na każdy gram straconego przez kobiety minerału kostnego, mężczyźni tracą około 0,66 grama. Kobiety przed menopauzą tracą masę kostną tylko o około 0,3% rocznie, ale po menopauzie, kiedy produkcja estrogenu znacząco spada, tempo to przyspiesza do 2,5-3% rocznie.
- **Możliwość termoregulacji.**
Z wiekiem nasza zdolność do regulowania temperatury ciała w upale (i zimnie) spada z powodu:
 - Zmniejszonej masy mięśniowej, co oznacza mniejsze drżenie wytwarzające ciepło
 - Zmniejszonej zdolności odczuwania pragnienia
 - Zmniejszonej liczby gruczołów potowych
 - Zmniejszonej produkcji potu na jednostkę powierzchni skóry.
 - Włączania się mechanizmu pocenia przy wyższej temperaturze ciała niż u osoby młodszej.
 - Zaburzeń funkcji nerek.
 - Układ sercowo-naczyniowy
Pojemność serca i sprawność układu krwionośnego jest mierzona w laboratorium jako maksymalne zużycie tlenu (VO_{2max}). U osób niebędących sportowcami wartość ta spada w tempie 10% na dekadę. Przede wszystkim ze względu na spadek tętna maksymalnego, które zmniejsza zdolność serca do dostarczania wystarczającej ilości krwi i tlenu do pracujących mięśni. Niektóre badania sugerują, że starsi sportowcy wytrzymałościowi, którzy intensywnie trenują, mogą utrzymywać niezmienną VO_{2max} przez dekadę lub dłużej.

- Tkanka łączna.

Starzenie się powoduje, że tkanka łączna traci liczbę posiadanych wiązań poprzecznych, a także zmniejsza się jej elastyczność oraz wytrzymałość. Wraz z wiekiem obserwuje się również spadek zawartości wody w tych tkankach. Oznacza to zmniejszenie ich zdolności do pochłaniania wstrząsów, a także utratę podatności tkanki łącznej na rozciąganie. Tak więc związane z wiekiem zmiany w tkance łącznej sprawiają, że starzejący się sportowiec jest bardziej podatny na kontuzje.

Chociaż wszyscy się starzejemy, nie robimy tego w tym samym tempie. Podczas gdy niektórzy ludzie doświadczają szybkiego pogorszenia funkcjonowania fizycznego i psychicznego wraz z wiekiem, inni starzeją się dużo wolniej. Kluczem jest tu właśnie aktywność, a jedną z dróg sport Masters!

Piśmiennictwo

1. Baker AB, Tang YQ, Turner MJ. Percentage decline in masters superathlete track and field performance with aging. *Exp Aging Res.* 2003; 29(1): 47-65.
2. Baker AB, Tang YQ. Aging performance for masters records in athletics, swimming, rowing, cycling, triathlon, and weightlifting. *Exp Aging Res.* 2010; 36(4):453-77. doi: 10.1080/0361073X.2010.507433.
3. Borges N, Reaburn P, Driller M, Argus C. Age-Related Changes in Performance and Recovery Kinetics in Masters Athletes: A Narrative Review. *J Aging Phys Act.* 2016; 24(1): 149-57. doi: 10.1123/japa.2015-0021.
4. Ganse B, Ganse U, Dahl J, Degens H. Linear Decrease in Athletic Performance During the Human Life Span. *Front Physiol.* 2018; 9:1100. doi: 10.3389/fphys.2018.01100.
5. Gava P, Kern H, Carraro U. Age-associated power decline from running, jumping, and throwing male masters world records. *Exp Aging Res.* 2015;41(2):115-35. doi: 10.1080/0361073X.2015.1001648.
6. Geard D, Reaburn PRJ, Rebar AL, Dionigi RA. Masters Athletes: Exemplars of Successful Aging? *J Aging Phys Act.* 2017; 25(3):490-500. doi: 10.1123/japa.2016-0050.
7. Lepers R, Stapley PJ, Cattagni T. Variation of Age-Related Changes in Endurance Performance Between Modes of Locomotion in Men: An Analysis of Master World Records. *Int J Sports Physiol Perform.* 2018; 13(3):394-397. doi: 10.1123/ijsp.2017-0222.
8. Reaburn P. *The Masters Athlete, Improve Your Performance, Improve Your Fitness, Improve Your Life.* Queensland: Info Publishing Pty Ltd, 2009.
9. Roberts S.B., Rosenberg I. Nutrition and aging: changes in the regulation of energy metabolism with aging. *Physiol Rev.* 2006; 86(2): 651-667. Doi: 10.1152/physrev.00019.2005.
10. Sanchis-Gomar F., Perez-Quilis C, Leischik R, Lucia A. Epidemiology of coronary heart disease and acute coronary syndrome. *Ann Transl Med.* 2016; 4(13): 256. doi: [10.21037/atm.2016.06.33].
11. Tanaka H, Seals DR. Endurance exercise performance in Masters athletes: age-associated changes and underlying physiological mechanisms. *J Physiol.* 2008; 586(1): 55-63.
12. Tanaka H. Aging of Competitive Athletes. *Gerontology.* 2017; 63(5):488-494. doi: 10.1159/000477722.
13. Tayrose GA, Beutel BG, Cardone DA., Sherman OH. The Masters Athlete A Review of Current Exercise and Treatment Recommendations. *Sports Health.* 2015; 7(3): 270-276. doi: [10.1177/1941738114548999].

4. CZY MASTERSI TO WZÓR AKTYWNEGO STARZENIA SIĘ?



**Mgr Joanna Ratajczak¹,
Prof. AWF dr hab. Urszula Czerniak¹,
dr Monika Ciekot-Sołtysiak²,
Prof. AWF dr hab. Dariusz Wieliński¹,
Prof. AWF dr hab. Anna Demuth¹**

¹ Zakład Antropologii i Biometrii, Katedra Kinezyjologii Sportu, Wydział Nauk o Zdrowiu,
Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu,

² Zakład Lekkiej Atletyki i Przygotowania Motorycznego,
Akademii Wychowania Fizycznego w Poznaniu

Streszczenie

Odpowiedni poziom aktywności fizycznej wraz z właściwymi wyborami żywieniowymi warunkuje pomyślne starzenie się. Sportowcy klasy masters łączą aktywność fizyczną ze zdrowym trybem życia, dlatego często stawiani są za wzór do naśladowania. Celem badania była ocena wpływu aktywności fizycznej na właściwości morfologiczne lekkoatletów masters oraz ocena nawyków żywieniowych i jakości ich diety. Badanie dotyczące oceny wpływu aktywności fizycznej na właściwości fizyczne mastersów przeprowadzono w grupie 284 uczestników (M=199, K=85, wiek: 35-88 l.). Analizy porównawcze wykonano w ramach trzech kategorii wiekowych: 35-49 l., 50-64 l., ≥ 65 l. Analizy związane z oceną nawyków żywieniowych i jakości diety wykonano wśród 86 zawodników z trzech krajów europejskich (Polska, Francja, Wielka Brytania). Skład ciała mierzono metodą impedancji bioelektrycznej. Nawyki żywieniowe i jakość diety oceniano za pomocą Kwestionariusza Zwyczajów Żywieniowych i Przekonań Żywieniowych (KomPAN®) oraz Indeksu Diety Prozdrowotnej (pHDI-10). Determinanty jakości diety określono za pomocą modelu regresji wielokrotnej przeprowadzonej osobno dla reprezentantów poszczególnych krajów. Aktywność fizyczna badanych zawodników kilkakrotnie przewyższała rekomendacje WHO i utrzymywała się na podobnym poziomie we wszystkich wyróżnionych przedziałach wiekowych. Częstość występowania nadwagi i otyłości była niższa niż w populacji ogólnej. Zaobserwowano zmiany komponentów tkankowych związane z wiekiem, jednak we wszystkich przedziałach wiekowych procentowa zawartość tkanki tłuszczowej utrzymywała się na prawidłowym poziomie. U 65% badanych dieta miała niską jakość. Wskazane błędy żywieniowe dotyczyły w szczególności niedostatecznego spożycia produktów pełnoziarnistych, nabiału i ryb. Częstość spożycia ryb i warzyw istotnie różnicowała nawyki żywieniowe w badanych krajach. Czynniki warunkujące jakość diety były zróżnicowane w zależności od kraju, jednak spożycie owoców było zawsze jednym z czynników warunkujących jakość diety. Badani europejscy lekkoatleci masters stanowią dobry przykład aktywnego stylu życia, jednak niska jakość diety badanych zawodników, będąca efektem niskiej świadomości żywieniowej pokazuje, że edukacja seniorów w zakresie zasad zdrowego żywienia jest potrzebna do zapewnienia im pozytywnego przebiegu procesu starzenia się.

ARE THE MASTERS ATHLETES A ROLE MODEL FOR ACTIVE AGEING? - Abstract

Adequate levels of physical activity along with proper food choices determine successful aging. Masters athletes (MA) combine physical activity with a healthy lifestyle, therefore are often set as role models. The aim was to evaluate the effect of physical activity on the morphological characteristics of MA and to assess their dietary habits and diet quality. The assessment of physical activity influence on the physical characteristics of MA was conducted in a group of 284 participants (M = 199, F = 85, age: 35-88). Comparative analyzes were performed within three age categories: 35-49, 50-64, and ≥ 65 y.o. Dietary habits and diet quality analyzes were performed among 86 athletes from three European countries (Poland, France, Great Britain). Body composition was measured using the bioelectrical impedance method. Dietary habits and diet quality were assessed using the Dietary Habits and Nutrition Beliefs Questionnaire (KomPAN®) and the Pro-Health Diet Index (pHDI-10). Determinants of diet quality were established using a multiple regression model conducted for each country separately. The physical activity of the examined athletes exceeded WHO recommendations several times and remained at a similar level in all distinguished age groups. The prevalence of overweight and obesity was lower than in the general population. Age-related changes in tissue components were observed, however, in all age groups the percentage

of adipose tissue maintained at normal levels. Diet quality of 65% of respondents was low. The indicated nutritional mistakes were particularly related to insufficient intake of whole grain products, dairy, and fish. The frequency of fish and vegetable consumption differentiated the eating habits in the studied countries. The diet quality determinants varied depending on the country, but fruit consumption was always one of the components of good-quality diet. The examined European MA provide a good example of an active lifestyle. However, their poor diet quality, being a result of low nutritional awareness, shows that educating seniors in the principles of healthy nutrition is necessary to ensure a positive course of the aging process.

Wstęp

Udane starzenie się można zdefiniować jako proces zmian, który zapewnia wysoki poziom funkcjonowania fizycznego, psychicznego, poznawczego i społecznego w późnym okresie życia [Geard et al. 2017]. Współczesne badania dostarczają dowodów na korzyści płynące z regularnie podejmowanej aktywności fizycznej zarówno u osób w średnim, jak i starszym wieku [Musisch et al. 2016]. Ten pozytywny wpływ dokumentowany jest m.in. w istotnie zmniejszonej śmiertelności z powodu chorób układu krążenia i niektórych nowotworów, liczbie zachorowań na cukrzycę typu 2 [WHO 2018], w utrzymaniu prawidłowej masy ciała [CDC 2020], a także poprawie zdrowia psychicznego [Schuch et al. 2016]. Zgodnie z rekomendacjami WHO [2020], dla uzyskania wspomnianych korzyści zdrowotnych zaleca się wykonywanie tygodniowo 150 – 300 minut aktywności fizycznej o umiarkowanej intensywności lub 75 – 150 minut aktywności fizycznej o dużej intensywności lub też równoważne połączenie umiarkowanej i intensywnej aktywności fizycznej.

Jako przykład zmiany kulturowego obrazu starzenia się stawiani są często sportowcy klasy masters, nazywani także weteranami sportowymi [Kusy i Zieliński 2014]. Mastersi to osoby, które wychodzą naprzeciw wyzwaniom starzenia się, łącząc z powodzeniem aktywny i zdrowy tryb życia. Postawa ta nie jest jednak próbą naśladowania „młodego stylu” czy też poddania się wszechobecnemu „kultowi młodości” w obawie przed wykluczeniem społecznym, lecz wynika z wewnętrznej potrzeby tych osób [Kusy i Zieliński 2006]. Mastersi to zawodnicy po 35 r.ż., z reguły wywodzący się z wieloletniego doświadczenia w treningach i zawodach, ale także osoby, które wracają do sportu po pewnym okresie nieaktywności lub takie, które swoją przygodę ze sportem i rywalizacją rozpoczynają dopiero w średnim lub starszym wieku [Tayrose et al. 2015]. Sportowcy ci wykazują chęć utrzymania wysokiego poziomu sprawności fizycznej tak długo, jak to możliwe poprzez systematyczny udział w treningach i rywalizacji sportowej [Louis et al. 2019]. Nieformalne początki ruchu masters sięgają przełomu XIX i XX wieku [Kusy i Zieliński 2006]. Od tego czasu obserwowany jest ciągły wzrost liczby sportowców seniorów i ich udziału w różnych wydarzeniach sportowych [Trappe 2001, Gard et al. 2017]. Dobrym tego przykładem są Niemcy, gdzie w 2001 r. w klubach sportowych liczba zawodników powyżej 30. r.ż. zrównała się z liczbą młodych sportowców (tj. 8-29 lat), a w 2005 r. osoby powyżej 60. r.ż. stanowiły 10% ogólnej liczby sportowców [Kusy i Zieliński 2006].

Aktywność fizyczna jest silnie wspierana w mediach i polityce społecznej poprzez liczne dyskursy na temat zdrowego i aktywnego starzenia się [Gard et al. 2017], a mimo to na świecie 27,5% osób dorosłych nie podejmuje jej wcale lub na zbyt niskim poziomie [Guthold et al. 2018]. Programy zorientowane na pozytywny przebieg procesu starzenia się nie zawsze zawierają działania mające na celu nakierowanie osób starszych na zdrowe odżywianie [Valdés-Badilla et al. 2017]. Biorąc pod uwagę fakt, że połączenie aktywności ruchowej z właściwymi wyborami żywieniowymi stanowi klucz do pomyślnego starzenia się, celem naszego badania była ocena wpływu aktywności fizycznej na właściwości morfologiczne lekkoatletów masters oraz ocena ich nawyków żywieniowych i jakości ich diety.

Materiały i metody

Badanie zostało przeprowadzone za zgodą Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkiewicza w Poznaniu (nr 203/19). Wszyscy uczestnicy wyrazili pisemną zgodę na udział w badaniu. Badanie miało charakter przekrojowy i zostało przeprowadzone w Toruniu w 2019 r. podczas

8. Halowych Mistrzostw Świata w Lekkiej Atletyce Masters. Analizy dotyczące oceny wpływu aktywności fizycznej na właściwości fizyczne sportowców klasy masters przeprowadzone były w grupie 284 uczestników (85 kobiet i 199 mężczyzn) w przedziale wiekowym 35 – 88 l. (kobiety: 37-83 l., mężczyźni 35-88 l.). Analizy związane z oceną nawyków żywieniowych i jakości diety wykonano w grupie 86 zawodników z trzech krajów europejskich (Polska n=61, Francja n=14, Wielka Brytania n=21). Na taki dobór grupy badanej wpływ miały 1) ograniczenie wiekowe wynikające z zastosowanego narzędzia pomiarowego, 2) liczebność reprezentantów danego kraju oraz 3) różnice kulturowe w zakresie nawyków żywieniowych.

Badanie zostało przeprowadzone przez przeszkolone osoby przy wykorzystaniu standardowej techniki pomiarowej. Wykonano pomiary wysokości ciała przy użyciu antropometru (dokładność pomiaru $\pm 1\text{mm}$), masy ciała za pomocą wagi cyfrowej (dokładność pomiaru $\pm 100\text{g}$) oraz składu ciała metodą impedancji bioelektrycznej. Urządzenie Tanita MC980 wykorzystano do pomiaru tkanki tłuszczowej w organizmie (%), beztłuszczowej masy ciała (kg) oraz masy mięśniowej (kg). Wartości BMI obliczono i sklasyfikowano zgodnie z kryteriami WHO. Dane dotyczące wyborów żywieniowych zebrano za pomocą Kwestionariusza Zwyczajów Żywieniowych i Przekonań Żywieniowych (KomPAN®) stworzonego przez Komitet Nauki o Żywieniu Człowieka Polskiej Akademii Nauk [Jeżewska-Zychowicz et al., 2018]. Badanie przeprowadzono w formie bezpośredniego wywiadu kwestionariuszowego z respondentem. Za pomocą kwestionariusza KomPAN® zebrano informacje dotyczące samooceny nawyków żywieniowych oraz obliczono wskaźnik prozdrowotnej diety (pro-Healthy Diet Index-10, pHDI-10), który dostarcza informacji na temat jakości diety. Wskaźnik jest sumą dziennej częstotliwości spożywania (razy/dzień) dziesięciu grup produktów spożywczych o potencjalnie korzystnych właściwościach, tj. 1. pieczywo pełnoziarniste; 2. zboża i kasze gruboziarniste; 3. mleko; 4. fermentowane napoje mleczne; 5. sery twarogowe; 6. białe mięso; 7. ryby; 8. rośliny strączkowe; 9. owoce; 10. warzywa. Im wyższa wartość wskaźnika, tym większe nasilenie właściwości prozdrowotnych w diecie, a tym samym lepsza jakość diety [Wądołowska & Stasiewicz, 2020].

Wszystkie analizy statystycznie przeprowadzono przy użyciu programu Statistica 13. Normalność rozkładu analizowanych zmiennych weryfikowano za pomocą testu Kołmogorowa-Smirnowa. Próg istotności statystycznej ustalono na poziomie $p < 0,05$. Dla zmiennych specyficznych dla uprawianej konkurencji lekkoatletycznej i składu ciała obliczono średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe (SD). W celu wykonania analiz porównawczych dokonano podziału badanych zawodników na trzy kategorie wiekowe: 35-49 l., 50-64 l., ≥ 65 l. Analizy porównawcze dla zmiennych o charakterze ciągłym badano za pomocą analizy wariancji (ANOVA, F) lub jej nieparametrycznego odpowiednika - testu Kruskala Wallisa (H), natomiast do zmiennych o charakterze kategorialnym wykorzystano test χ^2 (X^2). W celu identyfikacji determinantów jakości diety dla każdej z wyróżnionych grup zostały przeprowadzone osobne modele regresji wielokrotnej z jakością diety jako zmienną zależną. W modelach uwzględniono tylko te czynniki, które istotnie korelowały z jakością diety.

Wyniki

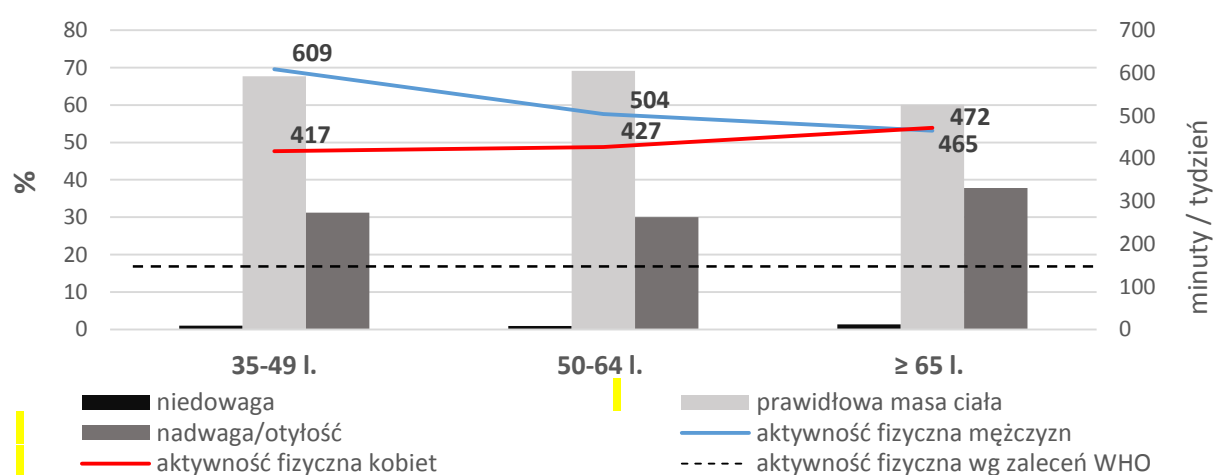
Charakterystykę doświadczenia sportowego mastersów (łącznie kobiet i mężczyzn) z wybranych krajów europejskich przedstawiono w Tabeli 1. Średni wiek badanych uczestników wynosił 56,1 l. (48,9-59,3 l.). Najmłodsi zawodnicy byli reprezentantami Francji, a najstarsi Niemiec. Do 35 r.ż. wszyscy sportowcy z wyjątkiem polskich związani byli wyczynowo ze sportem. Początek kariery sportowej masters przypadał między 40. a 46. r.ż., a średni czas jej trwania, po uwzględnieniu przerw, mieścił się w przedziale 5,5-12,9 l. Najkrótszym stażem zawodniczym charakteryzowali się Hiszpanie, a najdłuższym Włosi i Niemcy. W zależności od kraju, badani sportowcy brali udział w średnio 6. do 12. zawodach sportowych rocznie, przy czym Hiszpanie najrzadziej uczestniczyli w imprezach sportowych, a najczęściej zawodnicy z Wielkiej Brytanii.

Tabela 1. Charakterystyka kariery sportowej mastersów z wybranych krajów europejskich

	Polska n= 128	W. Brytania n= 68	Francja n= 26	Niemcy n= 26	Włochy n= 20	Hiszpania n= 16	p
wiek (lata)-	56,5 ± 12,8	57,6 ± 11,0	48,9 ± 8,3	59,3 ± 9,4	57,5 ± 11,3	49,6 ± 9,1	0,004 ^a
udział w rywalizacji sportowej <35 r.ż.	rekreacyjny	wyczynowy	wyczynowy	wyczynowy	wyczynowy	wyczynowy	0,003 ^b
początek kariery masters (r.ż.)	46,3 ± 10,6	45,6 ± 9,4	40,0 ± 4,0	45,1 ± 9,2	44,4 ± 6,8	44,0 ± 7,0	0,144 ^a
staż masters (lata)	8,7 ± 9,7	11,2 ± 9,7	7,9 ± 6,0	12,5 ± 9,5	12,9 ± 9,5	5,5 ± 4,9	0,012 ^a
udział w zawodach (liczba /rok)	8	12	11	10	10	6	0,008 ^a

^a Test Kruskala-Wallis, ^b test Chi²

Czas przeznaczony na treningi przekraczał u mężczyzn zalecenia WHO dotyczące aktywności fizycznej średnio 3,5-krotnie, a u kobiet blisko 3-krotnie (ryc. 1). Tygodniowa aktywność fizyczna utrzymywała się na podobnym poziomie we wszystkich wyróżnionych grupach wiekowych zarówno u kobiet (H= 0,311, p= 0,856), jak i mężczyzn (H= 2,555, p= 0,279). Analizy wykonane w ramach poszczególnych przedziałów wiekowych wykazały, że istotnie więcej czasu na treningi poświęcali mężczyźni z kategorii wiekowej 35-49 l. (H= 5,775; p= 0,016) oraz 50-65 l. (H= 4,187; p= 0,041) w porównaniu ze swoimi rówieśniczkami. Nie wykazano istotnych różnic w poziomie aktywności fizycznej u badanych powyżej 65 r.ż. Nie wykazano różnic w częstości występowania nadwagi i otyłości w poszczególnych kategoriach wiekowych (χ^2 = 1,48; p= 0,830). Prawidłową masę ciała stwierdzono u blisko 65% zawodników, a nadwagę lub otyłość u około 1/3 badanych sportowców.



Rycina 1. Aktywność fizyczna i stan odżywienia lekkoatletów masters z wybranych krajów europejskich.

Analiza składu ciała wskazała różnice w budowie ciała lekkoatletów masters (Tabela 2). U mężczyzn różnice dotyczyły wszystkich badanych zmiennych. Masa ciała, masa mięśniowa oraz beztłuszczowa masa ciała sportowców najstarszej kategorii wiekowej była istotnie niższa w porównaniu ze sportowcami z wcześniejszych przedziałów wiekowych. Procentowa zawartość tkanki tłuszczowej istotnie wzrosła w przedziale wieku 50-64 l. w porównaniu do wielkości cechy z przedziału wieku 35-49 l., a następnie pozostała bez istotnej zmiany w późniejszej grupie wiekowej. U kobiet procentowa

zawartość tkanki tłuszczowej okazała się jedyną zmienną różnicującą. Kobiety z najmłodszej grupy wiekowej miały istotnie niższą zawartość tkanki tłuszczowej w porównaniu z najstarszymi zawodniczkami.

Tabela 2. Analiza komponentów tkankowych mężczyzn i kobiet w kategoriach wiekowych

	35- 49 l.	50- 64 l.	≥ 65 l.	p
Mężczyźni				
masa ciała (kg)	76,7 ± 11,0	78,4 ± 12,6	72,2 ± 12,6	0,005 ^b
masa mięśniowa (kg)	61,6 ± 6,9	61,3 ± 7,3	56,5 ± 7,1	≤ 0,001 ^b
masa beztłuszczowa (kg)	64,8 ± 7,2	64,5 ± 7,6	59,5 ± 7,5	≤ 0,001 ^b
tkanka tłuszczowa (%)	15,2 ± 4,2	17,2 ± 5,1	17,0 ± 5,1	0,040 ^b
Kobiety				
masa ciała (kg)	61,5 ± 8,8	63,1 ± 12,1	62,3 ± 12,3	0,881 ^b
masa mięśniowa (kg)	45,4 ± 5,3	44,4 ± 5,0	46,7 ± 5,3	0,158 ^b
masa beztłuszczowa (kg)	47,8 ± 5,6	46,7 ± 5,3	45,1 ± 5,8	0,158 ^b
tkanka tłuszczowa (%)	21,9 ± 6,3	24,9 ± 6,8	26,6 ± 6,4	0,047 ^a

^a analiza wariancji, ^b test Kruskalla-Wallisa

Jakość diety ponad połowy badanych mężczyzn z Polski, Wielkiej Brytanii i Francji (65%) była niska. Nie odnotowano sportowców, których dieta charakteryzowała się wysoką jakością. Nie uzyskano istotnych zależności między wiekiem a jakością diety (ρ -Spearmana = -0,114; $p = 0,296$). Występowanie poszczególnych klas jakości diety (niska/umiarkowana/wysoka) nie różniło się istotnie w grupach wyróżnionych ze względu na narodowość ($\chi^2 = 0,30$; $p = 0,985$) i wiek ($\chi^2 = 1,689$; $p = 0,430$). Badani zawodnicy z Polski, Wielkiej Brytanii i Francji najczęściej spożywali owoce i warzywa. Produkty o najniższym wskaźniku spożycia różniły się w zależności od kraju. W każdym z badanych krajów wskazane błędy żywieniowe dotyczyły w szczególności niedostatecznego spożycia produktów pełnoziarnistych, nabiału i ryb. Częstość spożywania ryb ($H = 13,463$; $p = 0,001$) i warzyw ($H = 11,476$; $p = 0,003$) różnicowała nawyki żywieniowe w badanych grupach. Polscy sportowcy istotnie rzadziej spożywali ryby w porównaniu ze sportowcami z Francji (raz w tygodniu vs. kilka razy w tygodniu), a warzywa rzadziej niż sportowcy zarówno z Francji, jak i Wielkiej Brytanii (raz dziennie vs. kilka razy dziennie). Determinantami jakości diety polskich lekkoatletów masters było 8 produktów tj. owoce, kasze gruboziarniste, sery twarogowe, warzywa, mleko, pieczywo razowe, białe mięso i fermentowane napoje mleczne. Model regresji z wszystkimi wymienionymi produktami spożywczymi był istotny i wyjaśniał 99,2% wariancji zmiennej zależnej ($F(98,42) = 645,67$; $p \leq 0,001$), przy czym spożycie owoców oraz gruboziarnistych kasz stanowiło łącznie 70% tej zmienności (odpowiednio: $R^2 = 0,546$; $p \leq 0,001$; $\Delta R^2 = 0,154$; $p \leq 0,001$). Najsilniejszymi determinantami jakości diety francuskich sportowców okazały się sery twarogowe, białe mięso i owoce. Spożycie tych produktów wyjaśniało 89,8% wariancji jakości diety ($F(3,10) = 29,31$; $p \leq 0,001$), z czego blisko 74% wyjaśniono spożyciem serów twarogowych ($R^2 = 0,736$; $p \leq 0,001$). U brytyjskich sportowców jakość diety była istotnie związana z owocami i warzywami, których spożycie przewidywało zmienną zależną w 52,2% ($F(2,18) = 9,83$; $p \leq 0,001$), a samo spożycie owoców wyjaśniało wariancję zmiennej zależnej w 40% ($R^2 = 0,402$, $p \leq 0,001$).

Dyskusja

Zmiana polityki społecznej i medialne wsparcie projektów zachęcających do aktywności fizycznej niewątpliwie przyczyniły się do jej zwiększenia wśród starszych osób, czego skutkiem jest większa samodzielność i lepszy stan zdrowia osób w podeszłym wieku. Niniejsze badanie jest potwierdzeniem, że badani europejscy lekkoatleci masters stanowią przykład aktywnego stylu życia i są dobrym wzorem aktywnego starzenia się. Ich aktywność fizyczna kilkukrotnie przewyższała rekomendacje WHO i utrzymywała się na podobnym poziomie we wszystkich wyróżnionych przedziałach wiekowych. Wysoki poziom aktywności fizycznej znalazł swoje odzwierciedlenie w niższym występowaniu nadwagi i otyłości niż w populacji ogólnej [Peralta et al. 2018]. Zgodnie z klasyfikacją WHO, w przeprowadzonym badaniu

prawidłową masę ciała stwierdzono u blisko 65% zawodników, a nadwagę lub otyłość u ok. 1/3 badanych. Podobnie jak w innych pracach [St-Onge et al., 2010; Ponti et al., 2020] również i tu zaobserwowano zmiany komponentów tkankowych związane z wiekiem. U obu płci odnotowano obniżenie mięśniowej i beztłuszczowej masy ciała, przy czym u kobiet zjawisko to było mniej nasilone. Wyniki te były podobne do tych otrzymanych przez He et al. [2018]. W grupie mężczyzn istotne obniżenie mięśniowej i beztłuszczowej masy ciała nastąpiło po 65 r.ż., co było spójne z wynikami otrzymanymi przez Bastawrous et al. [2018]. U obu płci zaobserwowano wzrastającą z wiekiem procentową zawartość tkanki tłuszczowej, jednak we wszystkich wyróżnionych przedziałach wiekowych komponent ten utrzymany został na prawidłowym poziomie [He et al. 2018].

Uzyskane wyniki pokazują, że edukacja seniorów w zakresie zasad zdrowego żywienia jest także potrzebna do zapewnienia pozytywnego przebiegu procesu starzenia się. Prawidłowe nawyki żywieniowe są ważnym elementem dobrego zdrowia, pomyślnego starzenia się i warunkiem zadowalających wyników sportowych. Wydawać by się mogło, że tak jak aktywność fizyczna, są one na stałe wpisane w życie sportowca w każdym wieku, jednak wyniki przeprowadzonego badania tego nie potwierdzają. Przekonanie zawodników o dobrej i bardzo dobrej jakości stosowanych przez nich diet nie znalazło odzwierciedlenia w wynikach kwestionariusza KomPAN®. U 65% badanych jakość diety była niska i wykazywała słabe właściwości prozdrowotne. Wśród badanych nie było zawodników z dietą wysokiej jakości. W niniejszym badaniu jakość diety nie była związana z wiekiem badanych, co pozostaje w sprzeczności z wynikami Schrödera et al. [2004] i Andrade et al. [2016], którzy wykazali poprawę nawyków żywieniowych wraz z wiekiem. Badani lekkoatleci zbyt rzadko sięgali po produkty o korzystnym wpływie na zdrowie, co korespondowało z wynikami Popławskiej et al. [2018]. W przeciwieństwie do wyników badań Valdes-Badilla et al. [2015] oraz Gacek et al. [2021], w niniejszej pracy wśród produktów o najwyższym wskaźniku spożycia znalazły się owoce i warzywa. Jest to znaczące, ponieważ w wielu zaleceniach żywieniowych stanowią one podstawę zdrowej diety, głównie ze względu na zawarte w nich witaminy, minerały i antyoksydanty [Slavin & Lloyd 2012]. Pozostałe produkty były spożywane z niezadowalającą częstotliwością, a wskazane błędy żywieniowe dotyczyły w szczególności niedostatecznego spożycia produktów pełnoziarnistych, nabiału i ryb. Produktami różnicującymi nawyki żywieniowe badanych grup okazały się ryby i warzywa. Polscy sportowcy spożywali ryby istotnie rzadziej niż sportowcy francuscy, a warzywa spożywali rzadziej niż zawodnicy z Francji i Wielkiej Brytanii. Dalsze dowody na istotną rolę czynników geograficznych w kształtowaniu jakości diety uzyskano przy ocenie jej determinantów. Czynniki warunkujące jakość diety różniły się w badanych grupach, jednak spożycie owoców było zawsze jednym z czynników warunkujących jakość diety, co pokazuje jak ważna jest odpowiednia podaż owoców w codziennej diecie.

Podsumowanie

Zebrane wyniki badań pozwoliły określić różnice w parametrach zdrowotnych oraz opisać zmiany zachodzące z wiekiem w kontekście całonocnej aktywności fizycznej u osób poddanych wieloletniemu treningowi sportowemu. Jednocześnie stanowią źródło wiedzy pozwalające na bardziej efektywne planowanie procesu treningowego zarówno mastersów, jak i zawodników na każdym etapie kariery sportowej. Przeprowadzone badania mają implikacje praktyczne, ponieważ uzyskane wyniki mogą być wykorzystane przez instytucje prowadzące edukację zdrowotną wśród osób starszych w celu opracowania odpowiedniej strategii mającej na celu zmianę niewłaściwych nawyków żywieniowych.

1. Andrade S.C., Previdelli Á.N., Cesar C.L., Marchioni D.M., Fisberg R.M. (2016) Trends in diet quality among adolescents, adults and older adults: A population-based study. *Prev. Med. Rep.* 4, 391–396.
2. Bastawrous M.C., Piernas C., Bastawrous A., Oke J., Lasserson D., Mathenge W., Burton M.J., Jebb S.A., Kuper H. (2019) Reference values for body composition and associations with blood pressure in Kenyan adults aged ≥50 years old. *Eur J Clin Nutr* 73(4):558-565.
3. Centers for Disease Control and Prevention (2020) Why Is physical activity important? https://www.cdc.gov/healthyweight/physical_activity/index.html, dostęp: 15.11.2021r.
4. Gacek M., Kosiba G., Wojtowicz A. (2021) Personality Determinants of Diet Quality among Polish and Spanish Physical Education Students. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 18, 466.
5. Gard M., Dionigi R.A., Horton S., Baker J., Weir P., Dionigi C. (2016) The normalization of sport for older people? *Annals of Leisure Research* 20(3): 1-20.
6. Geard D., Reaburn P.R.J., Rebar A.L., Dionigi R.A. (2017) Masters Athletes: Exemplars of Successful Aging? *J Aging Phys Act.* 25(3):490-500.
7. Guthold R., Stevens G.A., Riley L.M., Bull F.C. (2020) Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. *Lancet Child Adolesc Health.* 4(1):23–35.
8. He X., Li Z., Tang X., Zhang L., Wang L., He Y., Jin T., Yuan D. (2018) Age- and sex-related differences in body composition in healthy subjects aged 18 to 82 years. *Medicine* 97(25):e11152.
9. Jeżewska-Zychowicz M., Gawęcki J., Wądołowska L., Czarnocińska J., Galiński G. et al. (2018) Kwestionariusz do badania poglądów i zwyczajów żywieniowych dla osób w wieku od 16 do 65 lat, wersja 1.1 – kwestionariusz administrowany przez ankietera-badacza. (w:) Kwestionariusz do badania poglądów i zwyczajów żywieniowych oraz procedura opracowania danych. Red. Gawęcki J. Wyd. Komitetu Nauki o Żywieniu Człowieka Polskiej Akademii Nauk, Warszawa, 21-33.
1. Kusy K., Zieliński J. (2006) Masters Athletics: Social, Biological and Practical Aspects of Veterans Sport; University School of Physical Education: Poznań, Poland pp. 106–123.
2. Kusy K., Zieliński J. (2014) Ageing, aerobic capacity and insulin sensitivity in masters athletes: Endurance and speed-power training benefits. *Trends Sport Sci* 2, 73–84.
3. Louis J., Vercruyssen F., Dupuy O., Bernard T. (2019) Nutrition for master athletes: Form challenges to optimization strategies. *Mov. Sport Sci* 104, 45–54.
4. Musich S., Wang S.S., Hawkins K., Greame C. (2017) The Frequency and Health Benefits of Physical Activity for Older Adults. *Population Health Management* 20(3):199–207.
5. Peralta M., Ramos M., Lipert A., Martins J., Marques A. (2018) Prevalence and trends of overweight and obesity in older adults from 10 European countries from 2005 to 2013. *Scand J Public Health* 46(5):522-529.
6. Ponti F., Santoro A., Mercatelli D., Gasperini C., Conte M., Martucci M., Sangiorgi L., Franceschi C., Bazzocchi A. (2020). Aging and Imaging Assessment of Body Composition: From Fat to Facts. *Frontiers in endocrinology* 10, 861.
7. Schröder H., Marrugat J., Covas M., Elosua R., Pena A., Weinbrenner T., Fito M., Vidal M.A., Masia R. (2004) Population dietary habits and physical activity modification with age. *Eur. J. Clin. Nutr.* 58, 302–311.
8. Slavin J.L., Lloyd B. (2012) Health benefits of fruits and vegetables. *Adv. Nutr.* 3, 506–516.
9. St-Onge M.P., Gallagher D. (2010). Body composition changes with aging: the cause or the result of alterations in metabolic rate and macronutrient oxidation?. *Nutrition* 26(2), 152–155.
10. Tayrose G.A., Beutel B.G., Cardone D.A., Sherman O.H., (2015) The Masters Athlete: A Review of Current Exercise and Treatment Recommendations. *Sports Health* 7, 270–276.
11. Trappe S. (2001) Master athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab. Suppl*:S196-207.
12. Valdés-Badilla P.A., Godoy-Cumillaf A., Ortega-Spuler J., Díaz-Aravena D., Castro-Garrido N., Sandoval-Muñoz L., Herrera-Valenzuela T., López-Fuenzalida A., Vargas-Vitoria R., Durán-Aguero S. (2017) Relación entre índices antropométricos de salud con el consumo de alimentos en adultos mayores físicamente activos [Relationship between anthropometric health indexes with food consumption in physically active elderly]. *Nutr Hosp.* 34(5):1073-1079.

13. Valdés-Badilla, P.A., Godoy-Cumillaf, A., Herrera-Valenzuela T., Durán-Agüero S. (2015) The comparison between food habits and physical condition among physical education and other undergraduate students. *Nutr. Hosp* 32, 829–836.
14. Wądołowska L., Krusińska B. (2020) Procedura opracowania danych żywieniowych z kwestionariusza KomPAN. (w:) Kwestionariusz do badania poglądów i zwyczajów żywieniowych oraz procedura opracowania danych. Red. Gawęcki J. Wyd. Komitetu Nauki o Żywieniu Człowieka Polskiej Akademii Nauk, Olsztyn 35-53.
15. World Health Organization (2018) PA for health. More active people for a healthier world: draft global action plan on PA 2018- 2030. Vaccine.
16. World Health Organization (2020) WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour, <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>, dostęp: 15.11.2021r.

5. GĘSTOŚĆ MINERALNA TKANKI KOSTNEJ KOBIET I MĘŻCZYZN 50+ O ZRÓŻNICOWANEJ AKTYWNOŚCI FIZYCZNEJ



Dr Anna Kopiczko ¹,

Prof. AWF dr hab. Jakub Adamczyk ²,

dr Karol Gryko ³

¹ Katedra Biologii Człowieka,

² Katedra Teorii Sportu, Sportów Wodnych i Zimowych,

³ Zakład Gier Sportowych,

Wydział Wychowania Fizycznego, Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie

Streszczenie

Cel badania. Głównym celem badań była ocena gęstości mineralnej (BMD) i masy kostnej (BMC) przedramienia wśród kobiet i mężczyzn 50+ w powiązaniu z ich aktywnością fizyczną.

Materiał i metody. W dwóch projektach badań udział wzięło 607 kobiet i 137 mężczyzn o różnym poziomie aktywności fizycznej w tym uczestnicy Mistrzostw Świata w Lekkoatletyce Masters. Parametry kostne oceniono metodą densytometryczną w dystalnym (dis) i proksymalnym (prox) odcinku przedramienia. Zmierzono skład ciała, podstawowe cechy somatyczne, oceniono status hormonalny u kobiet.

Wyniki. Kobiety aktywne przez całe życie miały znacząco wyższe BMD dis w porównaniu z kobietami nieaktywnymi przez całe życie a także aktywnymi tylko w przeszłości lub tylko obecnie. Analogiczne zależności odnotowano dla BMC. Istotny ($p < 0,01$) wpływ na normę BMD dis miały zmienne: starszy wiek wystąpienia pierwszej miesiączki ($OR=1,37$), wystarczająca aktualna aktywność fizyczna ($OR=2,81$), a szczególnie duża aktywność fizyczna w przeszłości ($OR=6,77$). Wystarczająca obecna AF zwiększała szanse na dobrą BMD prox ponad czterokrotnie ($OR=4,20$), a wysoki poziom AF w przeszłości zwiększał te szanse kilkudziesięciokrotnie ($OR=69,9$). Wśród lekkoatletek Masters największe BMD i BMC w obu odcinkach pomiaru odnotowano w grupie rzutów. Kobiety i mężczyźni Masters trenujący rzuty lekkoatletyczne mieli lepszy status kostny w porównaniu z grupą wytrzymałościową i szybkościowo-siłową. Wśród kobiet Masters szanse na normę BMD dis istotnie ponad dziesięciokrotnie zwiększał poziom nawodnienia wewnątrzkomórkowego. W drugim odcinku pomiaru szanse normy BMD istotnie niemal dwukrotnie zwiększał trening szybkościowo-siłowy. Wśród mężczyzn Masters istotnie szanse normy BMD dis ($OR=32,58$) zwiększała beztłuszczowa masa ciała. Natomiast norma BMD prox była istotnie uwarunkowana masą tkanek miękkich ($OR=5,01$).

Wnioski. Aktywność fizyczna ma znaczący wpływ na dobry stan mineralny tkanki kostnej w populacji kobiet i mężczyzn 50+.

Słowa kluczowe: parametry kostne, starzenie kości, aktywność fizyczna, Masters

BONE MINERAL DENSITY OF WOMEN AND MEN 50+ WITH DIFFERENT LEVEL OF PHYSICAL ACTIVITY - Abstract

Objective of the study. The main aim of the study was to evaluate bone mineral density (BMD) and bone mass (BMC) of the forearm among men and women 50+ in relation to their physical activity.

Material and methods. Two study designs included 607 women and 137 men of varying levels of physical activity including participants in the World Masters Athletics Championships. Bone parameters were assessed by densitometry in the distal (dis) and proximal (prox) part of the forearm. Body composition, basic somatic characteristics were measured, and hormonal status was assessed in women.

Results. Women who were active throughout their lives had significantly higher BMD dis compared to women who were inactive throughout their lives and active only in the past or only currently. Analogous relationships were noted for BMC. Significant ($p < 0.01$) effects on BMD dis norm were found for the variables: older age of onset of first menstruation ($OR=1.37$), sufficient current physical activity ($OR=2.81$), and especially high past physical activity ($OR=6.77$). Sufficient current AF increased the odds of a good BMD prox by more than fourfold ($OR=4.20$), and high past AF increased those odds by dozens of times ($OR=69.9$). Among female Masters athletes, the greatest BMD and BMC in both measurement sections were in the throwing group. Masters women and men training in athletic throwing had better bone status compared to the endurance and speed/exercise groups.

Among female Masters, the odds of BMD dis norm were significantly increased by more than tenfold by intracellular hydration level. In the second part of the measurement the chances of BMD norm were significantly increased by almost two times by the speed-exercise training. Among male Masters, lean body mass significantly increased the odds of BMD dis (OR=32.58). On the other hand, BMD prox was significantly related to soft tissue mass (OR=5.01).

Conclusions. Physical activity has a significant effect on good bone mineral status in the population of men and women 50+.

Key words: bone parameters, bone aging, physical activity, Masters

Wprowadzenie

Szkielet jest wyjątkową strukturą, która zapewnia fizyczną podporę tkankom miękkim i jednocześnie odpowiada za równowagę mineralną ustroju. O dobrym stanie szkieletu decyduje jego twardość i wytrzymałość na złamania. Miarą stanu tkanki kostnej i jej właściwości wytrzymałościowych niezbędnych w adaptacji do obciążeń zewnętrznych jest masa kości (ang. *BMC- Bone Mineral Content*), jej objętość czyli geometria oraz wewnętrzna struktura (belecзки, usieciowanie kolagenu i grubość kości korowej). Jednak najważniejszym pojedynczym wskaźnikiem warunkującym wytrzymałość kości jest gęstość mineralna kości (ang. *BMD- Bone Mineral Density*), (Seeman 2009).

Na stan tkanki kostnej wpływa szereg czynników jakościowych a wśród nich do najważniejszych zalicza się: właściwości składników organicznych i mineralnych, stopień mineralizacji, tempo obrotu kostnego oraz rozkład masy kostnej w przestrzeni określany jako mikroarchitektura kości. Wytrzymałość kości jest zależna od jakości składowych materiału kostnego oraz od jakości połączeń części organicznej i mineralnej, jak również od obciążeń mechanicznych takich jak masa ciała i napięcie mięśni (Seeman 2009).

Złożona natura kości nadaje jej unikalne właściwości mechaniczne. Głównymi składnikami kości są macierz organiczna, głównie kolagen typu I oraz macierz mineralna w postaci kryształów hydroksyapatytu wbudowanych we włókna kolagenowe (Wang i wsp. 2002). Udowodniono, że składnik mineralny odgrywa główną rolę w wytrzymałości kości, podczas gdy macierz organiczna jest przede wszystkim odpowiedzialna za jej twardość i plastyczność (Boivin i wsp. 2008). Kość jest dynamicznym narządem pełniącym funkcje mechaniczne i homeostatyczne. Podlega ona ciągłemu procesowi samoodnowy dla którego przyjęto termin remodelling. W wyniku procesu starzenia się kości pogarsza się ich skład, struktura i funkcja, co predysponuje do rozrzedzenia tkanki kostnej zwanego zrzeszotnieniem finalnie osteoporozą.

Osteoporoza (łac. *Osteoporosis*) to przewlekła choroba metaboliczną kości, która charakteryzuje się zwiększoną kruchością kości związaną z utratą masy kostnej i zmianami mikroarchitektury kości. Klasyfikacja osteoporozy oparta o jej etiologię wyróżnia osteoporozy pierwotne i wtórne. Wśród pierwotnych zdefiniowano osteoporozy idiopatyczne (młodzieńcze) oraz inwolucyjne. Istotą osteoporozy idiopatycznej o nieznanym etiologii, są zaburzenia wzrastania szkieletu w odniesieniu do norm wiekowych. Natomiast osteoporoza inwolucyjna obejmuje zaburzenia metabolizmu układu kostnego i może mieć postać osteoporozy inwolucyjnej typu I (tzw. pomenopauzalnej) oraz typu II starczej. Osteoporoza inwolucyjna typu I pomenopauzalna) dotyczy kobiet w okresie od piątej do siódmej dekady życia i jest konsekwencją utraty tkanki kostnej w powiązaniu z ustaniem funkcji rozrodczych. Typ II- osteoporoza starcza, której główną przyczyną jest zmniejszona aktywność komórek kościotwórczych osteoblastów oraz witaminy D3 dotyczy populacji po 70 roku życia. Osteoporozy wtórne mogą być uwarunkowane zarówno defektami genetycznymi jak również powstawać w wyniku długotrwałego stosowania niektórych grup leków, zaburzeń na tle endokrynologicznym, czy wtórnie jako schorzenie powstałe w interakcji innych zaburzeń zdrowotnych (Janiszewski i wsp. 2015).

Ze względu na ścisły związek pomiędzy procesem starzenia się kości a patogenezą osteoporozy, w ostatnich latach znacznie wzrosła liczba badań nad mechanizmami związanej z wiekiem utraty masy kostnej i czynnikami warunkującymi ten proces. Działania te prowadzone na całym świecie obejmują

połączenie badań podstawowych, klinicznych, a także obserwacyjnych i pozwalają na lepsze zrozumienie tych skomplikowanych mechanizmów zachodzących w tkance kostnej człowieka. Wśród najważniejszych, modyfikowalnych czynników wpływających na tkankę kostną wymienia się te związane ze stylem życia a szczególnie aktywność fizyczną (AF).

Aktywność fizyczna ma kluczowy wpływ na zdrowie człowieka. Uznawana jest za jeden z głównych, niezależnych czynników modyfikujących ryzyko zapadalności nie tylko na choroby układu krążenia, cukrzycę typu 2, otyłość i powikłania otyłości lecz również na schorzenia układu kostno-stawowego w tym osteoporozę (Singh i wsp. 2007).

Udokumentowano, że AF jest jednym z czynników, które mają wpływ na osiągnięcie wysokiej szczytowej masy kostnej (ang. PBM – peak bone mass) i zmniejszenie jej strat związanych z wiekiem. Ćwiczenia fizyczne, przede wszystkim oporowe oddziałują lokalnie na układ kostny i w ten sposób warunkują lepszą wytrzymałość mechaniczną kości. Zgodnie z tezami „teorii mechanostatu” konsolidacja szkieletu jest przejawem adaptacji mechanicznej tkanki kostnej do rosnących gradientów obciążeń generowanych przez tkankę mięśniową (Frost 2000). Podczas podejmowania aktywności fizycznej na kośćce oddziałują dwa typy bodźców mechanicznych – siły wywierane przez kurczące się mięśnie (joint force reaction, JFR) i siły powiązane z działaniem siły grawitacji (ground force reaction, GFR). Najsilniejszy efekt osteogeny zaobserwowano po ćwiczeniach o umiarkowanej lub dużej intensywności, w których działają zarówno siły GFR jak i JFR (Kemmler i wsp. 2004, Matsuo 2009). Efekt osteogeny obserwuje się jedynie w tej części szkieletu, która bezpośrednio poddana jest obciążeniom mechanicznym, stąd ćwiczenia fizyczne w poszczególnych sesjach treningowych muszą być tak zaplanowane, aby obciążać jak najwięcej części szkieletu (Stengel i wsp. 2005).

Masters sport staje się coraz bardziej powszechny, ponieważ daje populacji w wieku 40 lat i starszym możliwość aktywnego uczestniczenia w zajęciach sportowych, rywalizacji sportowej z rówieśnikami i codziennego funkcjonowania w myśl koncepcji Active Aging. Badania aktywności fizycznej i treningu prozdrowotnego populacji seniorów prowadzone są głównie w aspekcie ich wpływu na zdrowie i profilaktykę chorób inwolucyjnych takich jak sarkopenia i osteoporoza (Borges i wsp. 2016).

Przebudowa (remodelling) tkanki kostnej

Przebudowa kości (ang. *bone remodelling*) zachodzi przez całe życie i jest niezbędnym procesem fizjologicznym, w którym biorą udział dwa typy komórek: osteoklasty i osteoblasty. Osteoklasty (komórki kościogubne) posiadają zdolność resorpcji uwapnionej macierzy kostnej. Osteoblasty (komórki kościotwórcze) odpowiadają za tworzenie nowej macierzy kostnej (Martin i wsp. 2008). Remodelling przebudowuje starą już tkankę kostną zastępując ją nową. Ten proces regeneracji zachodzi w odrębnych obszarach kości zwanych jednostkami metabolicznymi kości (ang. *BMU- bone metabolic units*), (Riggs i wsp. 2004).

Remodelling to zespół procesów zachodzących kolejno w poszczególnych okresach ontogenezy. Fizjologicznie w rozwoju kośćca obserwuje się trzy podstawowe okresy, charakteryzujące się zróżnicowaną ilością masy kostnej: faza wzrostu (do momentu zamknięcia nasad kostnych), następnie faza konsolidacji (dojrzałości) i ostatnia faza inwolucyjna. Istotne w rozwoju kości jest uzyskanie szczytowej masy kostnej (ang. *PBM – peak bone mass*) następnie utrzymanie gęstości i masy kostnej jak najdłużej aż do etapu nieuchronnej utraty BMD związanej z wiekiem i procesami starzenia się. Procesy resorpcji i odbudowy tkanki kostnej następują naprzemiennie i każdego roku przebudowują około 5% kości korowej i 20% kości beleczkowej. Podczas gdy ta ostatnia stanowi jedynie 25% całkowitej objętości kości (Fernández-Tresguerres-Hernández-Gil i wsp. 2006).

Równowaga pomiędzy resorpcją a tworzeniem tkanki kostnej ulega zmianie wraz z wiekiem. U zdrowych osób przez pierwsze trzy dekady życia dominuje kościotworzenie, aż do osiągnięcia PBM, następnie utrzymywana jest przez około 20 lat (okres stabilizacji), aż do momentu, gdy resorpcja zaczyna przeważać nad tworzeniem i masa kostna ulega zmniejszeniu (Kini i wsp. 2012).

Osiągnięcie szczytowej masy kostnej jest zachodzi w różnym tempie w poszczególnych częściach szkieletu osiowego i obwodowego. W szkielecie osiowym jest to druga dekada życia natomiast w szkie-

lecie obwodowym trzecia. Utrata masy kostnej dotyczy przede wszystkim kości gąbczastej. Jednak u kobiet po menopauzie również kość korowa ulega procesom resorpcji, lecz w zasadzie tempo utraty masy kostnej kości gąbczastej jest większe niż kości korowej (Jarosz 2010).

W badaniach nad uwarunkowaniami prawidłowego rozwoju tkanki kostnej podkreśla się różnice w gęstości kości i rozmiarze kości ze względu na płeć. Uważa się, iż u mężczyzn występuje niższe ryzyko złamań, ponieważ na ogół mają oni wyższą gęstość mineralną kości (BMD) niż kobiety w każdym wieku. Większy obwód kości u mężczyzn w porównaniu z kobietami może być skutkiem zwiększonego obciążenia mechanicznego spowodowanego przez większą masę i powierzchnię ciała u mężczyzn (Havill i wsp. 2007).

Wytrzymałość kości jest składową gęstości mineralnej kości i jakości tkanki kostnej, a stan metaboliczny tkanki kostnej oraz jej wewnętrzna mikroarchitektura są rezultatem równowagi między trwającymi nieustannie procesami: tworzenia i niszczenia. W wieku inwolucyjnym, procesy starzenia się tkanki kostnej w różnym stopniu powodują zmiany jej mikroarchitektury, następują zwiększona porowatość charakterystyczna dla zrzeszotnienia kości i prowadząca do uszkodzeń i złamań.

Rozwój medycyny znalazł obecnie szereg rozwiązań dotyczących radzenia sobie z mikrouszkodzoną tkanką kostną czy w przypadku złamań niskoenergetycznych kości, tym bardziej że dane epidemiologiczne nadal wskazują na znaczny wzrost w populacji osób zagrożonych osteoporozą i złamaniami.

Starzenie się i utrata masy kostnej

Ze względu na ścisły związek pomiędzy procesem starzenia się kości a patogenezą osteoporozy, w ostatnich latach znacznie wzrosła liczba badań nad mechanizmami związanej z wiekiem utraty masy kostnej, specyfiki zmian w jej mikroarchitekturze, a także tempa i dynamiki obrotu kostnego (Khosla 2013). Molekularne podstawy starzenia się kości stały się jednym z ważnych kierunków badań osteoporozy (Corrado i wsp. 2020). Zrozumienie głównych procesów fizjopatologicznych powodujących starzenie się kości jest niezbędne do opracowania nowych potencjalnych metod terapeutycznych w leczeniu związanej z wiekiem utraty masy kostnej. Postępujące zmiany inwolucyjne prowadzą do zachwiania równowagi remodellingu. Remodelling przybiera kierunek ujemnym, zwiększa się resorpcja kości, a spada intensywność kościotworzenia. To połączenie niedoboru masy kostnej i zmniejszenia wytrzymałości ostatecznie prowadzi do osteoporozy i złamań. Wpływ na ten proces mają zarówno czynniki wewnętrzne (m.in. uwarunkowania genetyczne, poziom szczytowej masy kostnej w młodości, zmiany w składnikach komórkowych, stan hormonalny i biochemiczny organizmu, stan naczyń krwionośnych) jak i zewnętrzne (szczególnie sposób żywienia, poziom aktywności fizycznej, współistniejące choroby czy farmakoterapia) związane z procesami starzenia się.

Po czwartej dekadzie życia dochodzi do zmniejszenia tworzenia się kości okostnej i jednocześnie do zwiększenia liczby jednostek remodelujących w obrębie kości śródkostnej, co prowadzi do liniowego wzrostu resorpcji kości śródkostnej u obu płci. Ogólne konsekwencje tych zmian związanych z wiekiem to głównie zwiększona porowatość korowa i osłabienie struktury trabekularnej tkanki kostnej. Wszystkie te czynniki obniżają jakość kości, a w konsekwencji jej wytrzymałość (Rosen i wsp. 1994).

U kobiet menopauza znacznie zwiększa przewagę procesów resorpcji nad kościotworzeniem z powodu niskiego poziomu estrogenów, indukując w ten sposób przyspieszoną utratę kości. Od około 40 roku życia do chwili wystąpienia menopauzy, kobiety fizjologicznie tracą od 0,3 do 0,5% kości korowej i do 3% kości beleczkowej w obrębie kręgosłupa oraz 0,5% w bliższej nasadzie kości udowej na rok. Po menopauzie proces utraty masy kostnej ulega przyspieszeniu do około 2-3% rocznie, a jeżeli kobieta posiada czynniki ryzyka rozwoju osteoporozy, występuje wówczas przewaga procesów niszczenia kości nad procesami kościotworzenia, co skutkuje rozwojem osteoporozy czyli zrzeszotnienia kości (Chrzewska i wsp. 2010).

Główną metodą diagnostyki tkanki kostnej jest badanie densytometryczne (DXA) oparte o stopień pochłaniania wiązki promieni rentgenowskich przenikających przez tkankę kostną. Najnowsze technologie badań DXA dają możliwość określenia gęstości objętościowej (ang. *vBMD volumetric bone mineral density*) i powierzchniowej (ang. *aBMD- areal bone mineral density*) kości (Owen i wsp. 2018). Badania longitudinalne i przekrojowe, wykazały stosunkowo wolne tempo spadku aBMD u obu płci,

rozpoczynające się w wieku 40 lat i trwające przez całe dorosłe życie (Khosla i wsp. 2000). Niezależnie od płci wraz z wiekiem wykazano również duże spadki objętościowej BMD (vBMD) kręgosłupa lędźwiewego, wynikające z dominującej utraty kości beleczkowej kręgów, rozpoczynające się w trzeciej dekadzie życia oraz liniowy spadek korowej vBMD w nadgarstku (Riggs i wsp. 2004). Zmiany te były większe u kobiet niż u mężczyzn, co wynika z przyspieszonej utraty kości w okresie menopauzalnym. Utrata kości korowej jest mniejsza u mężczyzn niż u kobiet, ponieważ tworzenie kości okostnej jest większe i niezależne od jej resorpcji (Seeman 2009). Zmiany gęstości mineralnej kości przebiegają różnie w różnych częściach szkieletu. Badaniu z udziałem 852 kobiet i 635 mężczyzn (w wieku 60 lat i starszych) bez złamań wykazały związany z wiekiem spadek vBMD w biodrze (Center i wsp. 2004). Ponadto, vBMD było bardziej wrażliwe na wpływ wieku niż aBMD u starszych mężczyzn. Natomiast wśród kobiet związek aBMD jak i vBMD był podobny (73% vs. 78%). Autorzy konkludują, że mężczyźni i kobiety mają złamania biodra przy tym samym szacowanym vBMD szyjki kości udowej, co sugeruje, że vBMD może stanowić użyteczną pojedynczą miarę, która może być stosowana zarówno u mężczyzn, jak i u kobiet.

Mechanizmy utraty masy kostnej związanej z wiekiem są złożone i wieloczynnikowe. Szereg zaburzeń hormonalnych, nadczynność tarczycy, nadczynność przytarczyc, cukrzyca, przedwczesna menopauza, a także choroby układu pokarmowego przebiegające z zaburzeniami wchłaniania, przewlekłe zapalne choroby reumatyczne, czy długotrwałe stosowanie leków m.in. glikokortykosteroidów, leków przeciwpadaczkowych czy i heparyny stopniowo powoduje obniżenie BMD w różnym stopniu w poszczególnych częściach szkieletu finalnie prowadząc do osteoporozy wtórnej. Mechanizmy utraty kości związanej z niedoborem estrogenów są wielorakie, a ich względne znaczenie w patogenezie osteoporozy pozostaje słabo poznane (McCauley i wsp. 2003).

Czynniki warunkujące stan mineralny tkanki kostnej

Za główne determinanty warunkujące osiągnięcie szczytowej masy kostnej (PBM) w okresie rozwojowym uważa się determinantę genetyczną odpowiedzialną za około 60-80% zmienności cech ilościowych i jakościowych kości. Następnie wpływ czynników pozagenetycznych, głównie sposobu żywienia, stanu odżywienia organizmu w istotne dla rozwoju kości składniki budulcowe i mineralne, składu ciała i cech budowy somatycznej, czynników hormonalnych, u kobiet statusu menopauzalnego, obciążenia mechanicznego generowanego przez odpowiednią dawkę i formę aktywności fizycznej (Rizzoli i wsp. 2010).

Rola zarówno czynników genetycznych jak i środowiskowych w rozwoju tkanki kostnej jest złożona (Obermayer-Pietsch i wsp. 2000). Analizy badań genetycznych wyraźnie wskazują, że geny odgrywają istotną rolę w zmienności cech kości, co stanowi 40-90% wariacji zarówno gęstości mineralnej (BMD) jak i rozmiaru kości oraz jej mikroarchitektury (Peacock i wsp. 2002, Havill i wsp. 2007). Wielkość kości, jej obwód jak i powierzchnia przekroju poprzecznego również przyczyniają się znacząco do wytrzymałości kości. Większe kości są mniej podatne na uszkodzenia. Nie ma jednak dowodów w badaniach *in vivo*, że siły mechaniczne działające na kość indukują ekspresję genów w okostnej prowadząc do zwiększenia rozmiaru kości (Matsumoto i wsp. 1998). Ponadto działanie genów może być inne dla poszczególnych części szkieletu. Część badań nad genetycznymi uwarunkowaniami rozwoju tkanki kostnej wskazuje na dziedziczność w całym szkielecie, ale z różną siłą dziedziczenia. W badaniach, gdzie analizowano wpływ genów na wielkość kości stwierdzono, iż dziedziczenie wpływa na wielkość kości w kręgosłupie, czego nie wykazano w biodrze (Liu i wsp. 2003). Yang i wsp. natomiast w swoich badaniach stwierdzili, że dziedziczność cech kości dla kręgosłupa i biodra wynosi odpowiednio 49% i 76% (Yang i wsp. 2005).

Wśród modyfikowalnych czynników wpływających z różną siłą i w różny sposób na tkankę kostną wskazuje się szczególnie ilościowe i jakościowe żywienie zarówno w wieku budowania PBM jak również w kolejnych okresach ontogenezy. Żywienie stanowi ważny, podlegający modyfikacji czynnik warunkujący prawidłowy rozwój tkanki kostnej, a także w późniejszym okresie życia utrzymanie masy kostnej na optymalnym poziomie. Około 80-90% zawartości mineralnej kości stanowi wapń i fosfor. Kość korowa jest bardzo silnie zmineralizowana, zawiera 3-krotnie więcej minerałów niż kość beleczkowa. Białko to kolejny, kluczowy składnik odżywczy, który znajduje się w organicznej matrycy kości i wspomaga tworzenie kolagenu (Baron 1999). Chociaż wapń i jego rolę odżywczą dla tkanki kostnej badano

najczęściej i najszerzej to inne minerały, takie jak magnez, fluor, cynk, miedź, żelazo, selen oraz witaminy D, A, C, K oraz kwas foliowy są również ważne dla prawidłowego metabolizmu kości. Podkreśla się również fakt, iż zawartość odpowiedniej ilości i jakości tłuszczów, węglowodanów w diecie, spożycie błonnika i odpowiednia gospodarka elektrolitów sodu i potasu, może także wpływać na zdrowie układu kostnego (Ilich i wsp. 2000).

Czynnikiem, który wykazuje istotny wpływ na stan tkanki kostnej jest aktywność fizyczna. Jednak mechanizm jej oddziaływania na BMD jest złożony. Wskazuje się na szereg czynników mogących osłabiać korzystny wpływ AF na stan kostny powodując szereg interakcji oddziałujących przeciwnie (np. duży wysiłek fizyczny z jednoczesnymi znacznymi niedoborami w diecie ważnych składników odżywczych, interakcje suplementów diety często towarzyszących aktywności fizycznej ze składnikami diety). Istotny jest także odpowiedni program aktywności fizycznej i systematyczność jego podejmowania. AF przyspiesza przyrost masy kostnej zwłaszcza w wieku młodzieńczym, a u dorosłych ogranicza bądź spowalnia fizjologiczną utratę masy kostnej, a zatem może zapobiec występowaniu osteopenii oraz rozwojowi osteoporozy (Beck i wsp. 2001, Villareal i wsp. 2003, Muir i wsp. 2013) pod warunkiem prawidłowej proporcji dawka-odpowiedź.

Kształtowanie nawyków aktywnego spędzania czasu wolnego w dzieciństwie, szczególnie w okresie wzrostu, w tym dojrzewania, ma długotrwały wpływ na zdrowie kości. Ćwiczenia wiążące się z obciążeniem osiowym układu kostnego są uznawane za najbardziej skuteczne w osiąganiu wytrzymałości mechanicznej rosnącej kości. U osób starszych natomiast aktywność fizyczna jest ważna w przeciwdziałaniu nadmiernej utracie BMD i BMC związanej z wiekiem. Aktywność fizyczna może zmniejszyć ryzyko osteoporotycznych złamań u osób starszych, zwłaszcza gdy zwiększa siłę mięśni poprawia równowagę i koordynację (Kohrt i wsp. 2004, Miles 2007).

Metodologia i wyniki badań własnych

Aktywność fizyczna w wieku wzrastania i dorosłym a BMD w późniejszych okresach ontogenezy

W badaniach przeprowadzonych na losowej próbie 500 polskich kobiet w wieku $52,0 \pm 7,8$ lat analizowano stan mineralny (BMD ang. bone mineral density) i masę kostną (BMC ang. bone mineral content) kości promieniowej i łokciowej w odcinku dystalnym (dis) i proxymalnym (prox), a także częstość zaniżonej BMD na tle norm referencyjnych dla kobiet dorosłych grupy etnicznej Caucasian. Skany przedramienia kończyny niedominującej wykonano metodą densytometrii obwodowej przy pomocy densytometru Norland (Swissray-USA).

Celem tego badania była ocena wpływu na BMD i BMC przedramienia czynników oddziałujących zarówno w wieku budowania PBM jak i dorosłym. Wśród najsilniej badanych interakcji była aktywność fizyczna (AF) przeszła i obecna. Poziom AF przeszłej określono metodą wywiadu zbierając dane o uczestnictwie w obowiązkowych zajęciach WF w szkole (średni poziom AF), udziale w zajęciach sportowych dodatkowych w wolnym czasie a także w systematycznych treningach sportowych (wysoki poziom AF). Odnotowano także deklaracje braku aktywności fizycznej w przeszłości i przyczynę takiego stanu. AF w wieku dorosłym oceniono metodą ilościową za pomocą równoważnika metabolicznego (MET). Dane zbierano stosując międzynarodowy kwestionariusz (ang. *IPAQ- International Physical Activity Questionnaire*). Biorąc pod uwagę wieloczynnikowe uwarunkowania BMD wzięto także pod uwagę zmienne somatyczne i stanu hormonalnego. Wybrane, najciekawsze analizy zamieszczono w tabelach 1 oraz 2 (a i b).

Kobiety aktywne przez całe życie miały znacząco wyższe BMD dis w porównaniu z kobietami nieaktywnymi przez całe życie a także aktywnymi tylko w przeszłości lub tylko obecnie. W odcinku proksymalnym przedramienia AF tylko w przeszłości determinowała istotnie większą BMD w porównaniu do kobiet nieaktywnych przez całe życie. Analogiczne zależności odnotowano dla BMC. Aktywność fizyczna przez całe życie warunkowała najwyższe BMC w obu lokalizacjach pomiaru mineralizacji kości (tab. 1).

Wyniki uzyskane na podstawie modelu regresji logistycznej wstecznej wskazują na istotny wpływ na normę BMD w dystalnej części przedramienia takich zmiennych jak: starszy wiek wystąpienia pierwszej miesiączki (OR = 1,37; p = 0,002), wystarczająca aktualna aktywność fizyczna (OR = 2,81; p = 0,001), a szczególnie duża aktywność fizyczna w przeszłości (OR = 6,77; p = 0,003). Istotnie mniejsze szanse na normę BMD mają kobiety z najstarszym stanem hormonalnym (OR = 0,09; p < 0,001). W odcinku proksymalnym podobne uwarunkowania BMD były widoczne w przypadku wieku menarche i statusu hormonalnego, a ponadto szanse na dobrą mineralizację w tym odcinku wzrastały im wyższe było BMI (OR = 1,11; p < 0,001). Jednak największy i silnie znamieny iloraz szans dla norm BMD prox wykazano dla aktywności fizycznej. Wystarczająca obecna AF zwiększała szanse na dobrą mineralizację przedramienia w części proksymalnej ponad czterokrotnie (OR = 4,20; p < 0,001), a wysoki poziom AF w przeszłości zwiększał te szanse kilkudziesięciokrotnie (OR = 69,9; p < 0,001), (tab. 2 a, b).

Tabela 1. Porównanie parametrów kostnych u kobiet (n=500) o różnym statusie aktywności fizycznej życiowej

Parametry kostne	Nieaktywne przez całe życie (1)	Aktywne tylko w przeszłości (2)	Aktywne tylko obecnie (3)	Aktywne przez całe życie (4)	F (p)
BMD dis	0,314 ±0,07	0,340 ±0,075	0,327 ±0,051	0,378 ±0,060	16,84 (*)
BMD prox	0,639 ±0,085	0,701 ±0,087	0,691 ±0,050	0,783 ±0,069	61,27 (**)
BMC dis	1,201 ±0,242	1,306 ±0,257	1,229 ±0,167	1,484 ±0,216	30,36 (***)
BMC prox	1,652 ±0,297	1,833 ±0,239	1,773 ±0,160	2,015 ±0,210	40,72 (****)

* p < 0,001 dla gr 1 vs. 4, 2 vs. 4 ; p < 0,05 dla 3 vs. 4

** p < 0,001 dla gr 1 vs. 2, 1 vs. 4, 2 vs. 4, 3 vs. 4

*** p < 0,001 dla gr 1 vs. 4, 2 vs. 4; p < 0,01 dla gr 3 vs. 4

**** p < 0,001 dla gr 1 vs. 2, 1 vs. 4, 2 vs. 4; p < 0,01 dla 3 vs. 4

Tabela 2 a. Uwarunkowanie normy BMD w odcinku dystalnym (analiza regresji logistycznej)

Zmienne	OR (95%CI)	p	R ² Nagelkerke
BMI	1,08 (1,02- 1,15)	0,008	0,35
Wiek menarche	1,37 (1,11- 1,67)	0,002	
Wiek przedmenopauzalny	0,43 (0,09- 2,05)	0,577	
Wiek pomenopauzalny	0,09 (0,02- 0,31)	<0,001	
Wystarczająca AF w wieku dorosłym	2,81 (1,49- 5,31)	0,001	
Średnia AF przeszła	1,57 (0,76- 3,25)	0,149	
Wysoka AF przeszła	6,77 (1,91- 24,01)	0,003	

Tabela 2 b. Uwarunkowanie normy BMD w odcinku proksymalnym (analiza regresji logistycznej)

Zmienne	OR (95%CI)	p	R ² Nagelkerke
BMI	1,11 (1,05- 1,17)	<0,001	0,54
Wiek menarche	1,44 (1,20- 1,72)	<0,001	
Wiek przedmenopauzalny	0,86 (0,42- 1,79)	0,158	
Wiek pomenopauzalny	0,29 (0,17- 0,51)	<0,001	
Wystarczająca AF w wieku dorosłym	4,20 (1,60- 6,79)	0,001	
Średnia AF przeszła	6,96 (2,18- 22,18)	0,599	
Wysoka AF przeszła	69,9 (19,01- 257,3)	<0,001	

Trening lekkoatletyczny w kategorii Masters a BMD

W tym badaniu starano się ustalić jaki jest stan tkanki kostnej trenującej populacji na przykładzie zawodników kategorii Masters, uczestników Mistrzostw Świata w Lekkiej Atletyce. Szczegółowe analizy dotyczyły także oceny BMD i BMC zależnie od składników tkankowych ciała sportowców oraz uprawianej konkurencji lekkoatletycznej. Badaniami objęto 244 osoby uczestniczące w Mistrzostwach Świata Masters w Lekkiej Atletyce w marcu 2019 roku w Polsce. Przebadano 107 kobiet (wiek $56,6 \pm 11,3$ lat) i 137 mężczyzn (wiek $57,0 \pm 11,9$ lat). Analizy prowadzono w grupach konkurencji lekkoatletycznych: sportowcy wytrzymałościowi (biegacze długodystansowi, CROSS, maraton) i szybkościowo-siłowi (sprinterzy, skoczkowie wzwyż, skoczkowie w dal, płotkarze, pięciobości, trójskoczkowie) oraz rzuty (rzuty młotem, dyskiem, oszczepem, ciężarkiem oraz pchnięcie kulą). W badaniach tych brali udział medaliści mistrzostw Europy i świata. Wszyscy oni byli regularnymi uczestnikami międzynarodowych mistrzostw lekkoatletycznych. Wszyscy sportowcy trenowali lekkoatletykę w młodości. Sportowcy zgłaszali aktualną częstotliwość treningów co najmniej cztery razy w tygodniu.

Wybrane, najciekawsze analizy zamieszczono w tabelach 3 (a i b) oraz 4 (a i b). Wśród lekkoatletek Masters największe BMD i BMC w obu odcinkach pomiaru odnotowano w grupie rzutów. Kobiety trenujące rzuty lekkoatletyczne miały istotnie większe BMD dis i prox oraz BMC dis i prox w porównaniu z grupą wytrzymałościową, oraz istotnie większe BMC prox od grupy szybkościowo-siłowej. Natomiast zawodniczki konkurencji szybkościowo-siłowej charakteryzowała istotnie większa BMD prox w porównaniu do zawodniczek z grupy wytrzymałościowej (Tab. 3a). Podobnie jak u kobiet Masters wśród mężczyzn Masters stwierdzono najwyższe wartości parametrów kostnych w obu odcinkach pomiaru w grupie rzutów. Nie odnotowano istotnego zróżnicowania BMD między grupami konkurencji. Istotnie większe BMD dis wykazano w grupie szybkościowo-siłowej w porównaniu do wytrzymałościowej. Istotnie większe BMC dis i prox stwierdzono w grupie rzutów na tle zawodników pozostałych dwóch konkurencji (tab. 3b). Uwarunkowania normy BMD w odcinku dystalnym i proksymalnym oceniono stosując metodę regresji logistycznej. Wśród kobiet Masters szanse na normę BMD dis istotnie zwiększał poziom nawodnienia wewnątrzkomórkowego (ponad dziesięciokrotnie). W drugim odcinku pomiaru szanse

normy BMD istotnie zwiększał ponad pięciokrotnie poziom nawodnienia wewnątrzkomórkowego oraz niemal dwukrotnie trening szybkościowo-siłowy. Wśród mężczyzn Masters istotnie szanse normy BMD dis (OR=32,58) zwiększało beztłuszczowa masa ciała. Natomiast norma BMD prox była istotnie uwarunkowana masą tkanek miękkich (OR=5,01), (Tab 4 a i b).

Tabela 3 a. Porównanie parametrów kostnych **kobiet Masters** (n=107) z różnych grup konkurencji lekkoatletycznych

Parametry kostne	Grupa wytrzymałościowa (1)	Grupa szybkościowo-siłowa (2)	Grupa rzutów (3)	F (p)
BMD dis	0,293 ± 0,054	0,322 ± 0,075	0,350 ± 0,053	6,1 (*)
BMD prox	0,649 ± 0,101	0,713 ± 0,118	0,783 ± 0,094	11,5 (**)
BMC dis	1,222 ± 0,265	1,323 ± 0,316	1,544 ± 0,245	8,9 (***)
BMC prox	1,718 ± 0,259	1,867 ± 0,298	2,192 ± 0,381	17,2 (***)

* p < 0,01 dla gr 1 vs. 3 ; ** p < 0,001 dla gr 1 vs. 2, 1 vs. 3 ; *** p < 0,001 dla gr 1 vs. 3, 2 vs. 3

Tabela 3 b. Porównanie parametrów kostnych **mężczyzn Masters** (n=137) z różnych grup konkurencji lekkoatletycznych

Parametry kostne	Grupa wytrzymałościowa (1)	Grupa szybkościowo-siłowa (2)	Grupa rzutów (3)	F (p)
BMD dis	0,420 ± 0,067	0,446 ± 0,076	0,488 ± 0,056	7,7 (*)
BMD prox	0,886 ± 0,087	0,888 ± 0,089	0,916 ± 0,047	1,1 (**)
BMC dis	2,019 ± 0,357	2,085 ± 0,404	2,389 ± 0,256	8,2 (***)
BMC prox	2,631 ± 0,306	2,670 ± 0,343	2,958 ± 0,268	8,7 (***)

* p < 0,001 dla gr 1 vs. 2 ; ** p > 0,05 ; *** p < 0,001 dla gr 1 vs. 3, 2 vs. 3

Tabela 4 a. Uwarunkowanie normy BMD w odcinku dystalnym (analiza regresji logistycznej)

Zmienne	OR (95%CI)	p	R ² Nagelkerke
Kobiety Masters			
Woda wewnątrzkomórkowa	10,17 (2,22- 46,57)	0,003	0,40
Masa tkanki tłuszczowej	0,73 (0,53- 1,01)	0,059	
Beztłuszczowa masa ciała	0,47 (0,25- 0,89)	0,020	
Body Mass Index	1,52 (0,88- 2,60)	0,132	
Trening szybkościowo-siłowy	0,60 (0,21- 1,69)	0,166	
Trening rzutów	2,20 (0,22- 21,88)	0,349	
Mężczyźni Masters			
Procentowa zawartość tkanki tłuszczowej	0,47 (0,18- 1,22)	0,121	0,34
Masa tkanki tłuszczowej	1,85 (0,65- 5,29)	0,251	
Beztłuszczowa masa ciała	32,58 (1,63- 65,16)	0,023	
Woda wewnątrzkomórkowa	0,01 (0,00- 0,67)	0,031	
Woda pozakomórkowa	0,003 (0,00- 0,35)	0,016	
Body Mass Index	1,41 (0,92- 2,17)	0,119	

Tabela 4 b. Uwarunkowanie normy BMD w odcinku proksymalnym (analiza regresji logistycznej)

Zmienne	OR (95%CI)	p	R ² Nagelkerke
Kobiety Masters			
Woda wewnątrzkomórkowa	5,25 (1,09- 25,11)	0,038	0,39
Beztłuszczowa masa ciała	0,59 (0,31- 1,13)	0,114	
Trening szybkościowo-siłowy	1,86 (0,39- 8,88)	0,099	
Trening wytrzymałościowy	0,56 (0,10- 3,37)	0,186	
Mężczyźni Masters			
Procentowa zawartość wody całkowitej	0,25 (0,05- 1,37)	0,111	0,18
Masa tkanek miękkich	5,01 (1,29- 19,45)	0,020	
Woda wewnątrzkomórkowa	0,35 (0,16- 0,76)	0,008	

Podsumowanie i wnioski

Podsumowując, aktywność fizyczna okazała się być jednym z ważniejszych czynników istotnie determinujących prawidłową mineralizację tkanki kostnej kobiet i mężczyzn 50+. Wykazano, że szansa (OR) na optymalną mineralizację wzrastała szczególnie u kobiet, które były aktywne fizycznie przez całe życie oraz trenujące konkurencje szybkościowo-siłowe (sprinty, skok wzwyż, skok w dal, biegi przez płotki, pięciobój, trójskok) charakteryzujące się dużym udziałem ćwiczeń osteogennych. Wśród mężczyzn 50+ trenujących lekkoatletykę podobnie jak w grupie trenujących kobiet przedstawiciele rzutów charakteryzowali się najlepszym stanem mineralnym kości. Aktywność fizyczna w wieku 50+ wiązała się także z odpowiednim poziomem beztłuszczowych komponentów składu ciała szczególnie w grupie mężczyzn co także zwiększało szanse normy BMD przedramienia. Wśród kobiet aktywność fizyczna może być istotnym czynnikiem ochronnym tkanki kostnej szczególnie w przypadku najstarszego statusu hormonalnego w wieku pomenopauzalnym. Praktycznym zastosowaniem wyników badań jest rekomendacja do wdrażania programów aktywności fizycznej ukierunkowanych na profilaktykę osteopenii i osteoporozy. Ponadto, zaleca się podjęcie programów edukacyjnych we wszystkich typach szkół na temat roli aktywności w ciągu całego życia oraz jej wpływu na budowanie prawidłowej masy i optymalnej mineralizacji kości.

Piśmiennictwo

1. Baron R. (1999) Anatomy and ultrastructure of bone. In: Primer on the Metabolic Bone Disease and Disorders of Mineral Metabolism, ed. Favus M.J 3-10.
2. Beck B.R., Schaw J., Snow C.M (2001) Physical activity and osteoporosis. In: Marcus R., Feldman D., Kelsey J. (eds) Osteoporosis. Academic Press 701-717.
3. Boivin G., Bala Y., Doublier A., et al. (2008) The role of mineralization and organic matrix in the microhardness of bone tissue from controls and osteoporotic patients. *Bone* 43(3):532-538.
4. Borges N., Reaburn P., Driller M., Argus C. (2016) Age-related changes in performance and recovery kinetics in masters athletes: a narrative review. *Journal of Aging & Physical Activity* 24:149-157.
5. Center, J.R., Nguyen, T.V., Pocock, N.A., Eisman, J.A. (2004) Volumetric bone density at the femoral neck as a common measure of hip fracture risk for men and women. *J Clin Endocrinol Metab* 89: 2776-2782.
6. Charzewska J., Chwojnowska Z. (2010) Osteoporoza [w:] Choroby układu kostno-stawowego. Jarosz M. (red. nauk.): Praktyczny podręcznik dietetyki. Instytut Żywn. Żyw., Warszawa 369-375.
7. Corrado A, Cici D, Rotondo C, Maruotti N, Cantatore FP. (2020) Molecular Basis of Bone Aging. *Int J Mol Sci*. 21(10):3679.
8. Fernández-Tresguerres-Hernández-Gil I., Alobera-Gracia M.A., del-Canto-Pingarrón M., Blanco-Jerez L. (2006) Physiological bases of bone regeneration II. The remodeling process. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 11(2):151-7.
9. Frost H.M. (2000) The Utah paradigm of skeletal physiology: an over view of its insights for bone, cartilage and collagenous tissue organs. *JBMM* 18:305-316.
10. Havill L. M., Mahaney M. C., Binkley T. L., Specker Bonny. L. (2007) Effects of Genes, Sex, Age, and Activity on BMC, Bone Size, and Areal and Volumetric BMD. *JBMR* 22(5):737- 746.
11. Ilich J.Z., Kerstetter E.J. (2000) Nutrition in bone health revisited: A story beyond calcium. *J. Am. College Nutr* 19:715-737.
12. Janiszewska M., Kulik T., Dziedzic M., Żołnierczuk-Kieliszek D., Barańska, A. (2015) Osteoporoza jako problem społeczny - patogeneza, objawy i czynniki ryzyka osteoporozy pomenopauzalnej. *Problemy Higieny i Epidemiologii* 96, 1, 106-114.
13. Jarosz M. (2010) Osteoporoza. Porady lekarzy i dietetyków. Wyd. Lekarskie PZWL.
14. Kemmler W., Weineck J., Kalender W.A., Engelke K. (2004) The effect of habitual physical activity, non-athletic exercise, muscle strength, and VO2max on bone mineral density is rather low in early postmenopausal women. *J. Musculoskeletal Neuron Interact* 4:325-334.
15. Khosla S, Atkinson EJ, Connor MKO, Fallon WMO, Riggs BL. (2000) Cross-sectional versus longitudinal evaluation of bone loss in men and women. *Osteoporos Int* 1:592-599.
16. Khosla S. (2013) Pathogenesis of age-related bone loss in humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*;68(10):1226-1235.
17. Kini U., Nandeesh B.N. (2012) Physiology of Bone Formation, Remodelling, and Metabolism. In: Fogelman, I., Gnanasegaran, G. and Wall, H., Eds., *Radionuclide and Hybrid Bone Imaging*, Springer, Berlin, Heidelberg, 29-57.
18. Kohrt M., Bloomfield S. A., Little K. D., Nelson M. E., Yingling V. R. (2004) Physical Activity and Bone Health. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. ACSM 36: 1985-1996.
19. Liu Y.Z., Liu Y.J., Recker R.R. , Deng H.W. (2003) Molecular studies of identification of genes for osteoporosis: the 2002 update. *J Endocrinol* 177:147-96.
20. Martin T.J., Seerman E. (2008) bone remodelling: its local regulation and the emergence of bone fragility. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 22:701-722.
21. Matsumoto T., Nakayama K., Kodama Y., Fuse H., Nakamura T., Fukumoto S. (1998) Effect of mechanical unloading and reloading on periosteal bone formation and gene expression in tail suspended rapidly growing rats. *Bone* 22:89-93.
22. Matsuo K.(2009) Cross-talk among bone cells. *Curr. Opin. Nephrol. Hypertens* 18: 292-297.
23. McCauley L., Tozum T., Kozloff K., KohPaige A., Chen, C., Demashkie, M. et al. (2003) Transgenic models of metabolic bone disease: Impact of estrogen receptor deficiency on skeletal metabolism. *Connect Tissue Res* 44: S250-S263.
24. Miles L.(2007) Physical activity and the prevention of cancer: a review of recent findings. *Nutrition Bulletin* 32:250-82.
25. Muir J.M., Ye Ch., Bhandari M., Adachi J. D., Thabane L. (2013) The effect of regular physical activity on bone mineral density in post-menopausal women aged 75 and over: a retrospective analysis from the Canadian multicentre osteoporosis study. *BMC Musculoskeletal Disorders* 14:253-263.

26. Obermayer- Pietsch B., Chararas C., Kotschan S., Walter D., Leb G. (2000) Genetic background of osteoporosis. *Acta Med Austriaca* 27:18-22.
27. Owen R, Reilly GC. (2018) In vitro Models of Bone Remodelling and Associated Disorders. *Front Bioeng Biotechnol* 11:6:134.
28. Peacock M., Turner C.H., Econs M.J., Foroud T. (2002) Genetics of osteoporosis. *Endocr Rev* 23:303–326
29. Riggs B., Melton L.J., III., Robb R., Camp J. J., Atkinson E. J., Peterson J., et al. (2004) A population-based study of age and sex differences in bone volumetric density, size, geometry and structure at different skeletal sites. *J Bone Miner Res* 19: 1945-1954.
30. Rizzoli R., Bianchi ML., Garabedian M i wsp. (2010) Maximizing bone mineral mass gain Turing growth for the prevention of fractures In the adolescents and the elderly. *Bone* 46:294-305.
31. Rosen C., Donahue L., Hunter S. (1994) Insulin-like growth factors and bone: the osteoporosis connection. *Proc Soc Exp Biol Med* 206: 83-102.
32. Seeman E. (2009) Bone modeling and remodeling. *Crit Rev Eukaryot Gene Expr* 19(3):219-233.
33. Singh R.B., Pella D., Mechirova V., Kartikey K., Demeester F., at al. (2007) Prevalence of obesity, physical inactivity and undernutrition, a triple burden of diseases during transition in a developing economy. The Five City Study Group. *Acta Cardiol* 62:119-127.
34. Stengel S.V., Kemmler W., Pintag R., Beeskow C., Weineck J., Lauber D., Kalender W.A., Engelke K. (2005) Power training is more effective than strength training for maintaining bone mineral density in postmenopausal women. *J. Appl. Physiol* 99:181-188.
35. Villareal D.T., Binder E.F., Yarasheski K.E., Williams D.B., Brown M., Sinacore D.R., Kohrt W.M. (2003) Effects of exercise training added to ongoing hormone replacement therapy on bone mineral density in frail elderly women. *J Am Geriatr Soc* 51: 985-90.
36. Wang X., Shen X., Li X., Mauli Agrawal C. (2002) Age-related changes in the collagen network and toughness of bone. *Bone* 31(1):1-7.
37. Yang Y.J., Dvornyk V., Jian W.X., Xiao S.M., Deng H.W. (2005) Genetic and environmental correlations between bone phenotypes and anthropometric indices in Chinese. *Osteoporos Int* 16:1134-1140.



ISBN 978-83-61830-95-5